

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТИЖДЕНЬ НАУКИ

Збірник тез доповідей щорічної
науково-практичної конференції серед студентів,
викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів

18–22 квітня 2016 року

Том 1

м. Запоріжжя

УДК 001
ББК Ч 21
Т39

Рекомендовано до видання Вченою радою
Запорізького національного технічного університету
(протокол № 12 від 23.05.2016)

Упорядник Висоцька Н. І.

Редакційна колегія:

Внуков Ю. М., д-р техн. наук, професор (відпов. ред.)

Зайцева В. М., канд. пед. наук, професор

Івченко Л. Й., д-р техн. наук, професор

Луньов В. В., д-р техн. наук, професор

Піза Д. М., д-р техн. наук, професор

Прушківський В. Г., д-р екон. наук, професор

Сажнев В. М., канд. техн. наук, доцент

Висоцька Н. І., начальник патентно-інформаційного відділу

Тези доповідей друкуються методом прямого відтворення тексту, представленого авторами, які несуть відповідальність за його форму і зміст.

Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції,
Т39 Запоріжжя, 18–12 квітня 2016 р. / Редкол.: Ю. М. Внуков (відпов.
ред.) та ін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 618 с.
ISBN 978-617-529-147-4. (повне зібрання)
ISBN 978-617-529-144-3. (том 1)

Зібрані тези доповідей, заслуханих на щорічній науково-практичній конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів. Збірка відображає широкий спектр тематики наукових досліджень, які проводяться у Запорізькому національному технічному університеті. Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

УДК 001
ББК Ч 21

ISBN 978-617-529-147-4.

ISBN 978-617-529-144-3.

© Запорізький національний
технічний університет (ЗНТУ), 2016

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»	24
<i>Головчук А. Ф.</i> Агроінженер для аграрної України	33
<i>Слюсаров А. С., Сербин Ю. Ю.</i> Араметрические характеристики современных двигателей внутреннего сгорания и их влияние на технико-эксплуатационные свойства автомобилей	25
<i>Головчук А. Ф.</i> Гідрооб'ємні передачі транспортних і тягових машин з двигуном-гідронасосом	27
<i>Кубич В. И.</i> Коэффициент Поверхностного натяжения смазочного материала как фактор влияния на пленочное голодание	29
<i>Щербина А. В.</i> дослідження кутів сходженні коліс автомобіля	34
<i>Сосик А. Ю.</i> Підвищення ефективності гальмівної системи транспортного засобу категорії М1	35
<i>Дударенко О. В.</i> Вплив експлуатаційних параметрів колісного керуючого модуля на виконання маневру «переставка» транспортним засобом категорії М1	36
<i>Івановський О. В., Степанченков В. О.</i> Гурткова робота з трасового моделювання	37
<i>Давиденко А. В., Куц Т. І., Степанченков В. О.</i> Еластичність рульового керування та встановлення раціонального значення сходження коліс	38
<i>Онопко Б. В., Сосик А. Ю.</i> Вплив рівня пасивної безпеки транспортного засобу на визначення швидкості руху під час дорожньо-транспортної пригоди	43
<i>Щербина А. В., Потарський О. В.</i> Автоматичні системи регулювання кутів сходження коліс автомобіля	44
СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»	46
<i>Кузькін О. Ф.</i> Структура складових якості послуг масового пасажирського транспорту у містах	46
<i>Васильєва Л. О.</i> Прогнозування коефіцієнту використання вантажопідйомності вагонів при відвантаженні металопрокату	47
<i>Турпак С. М.</i> Оптимізація системи перевезень рідкого шлаку металургійних підприємств збалансованим використанням ресурсів	49
<i>Юдін В. П., Васильєва Л. О., Харченко Т. В., Золотарьов Г. А.</i> Промислово-транспортні проблеми запорізького індустріального регіону	50
<i>Райда І. М.</i> Дослідження достатніх інтервалів між транспортними засобами для виконання маневру зміни смуги руху	52
<i>Трушевський В. Е.</i> Вдосконалення правил проїзду регульованих перехресть	53

<i>Филончук Ю. Ю., Веремеенко Л. А., Падченко Е. А., Лебедь А. А.</i> Перспективы развития мультимодальных перевозок металлургической отрасли.....	54
<i>Бабушкин Г. Ф., Сидоренко Ю. Т.</i> Управление безопасностью движения на железнодорожном транспорте промышленных предприятий.....	55
<i>Тарасенко О. В.</i> Дослідження впливу інтенсивності руху транспортного потоку на рівень аварійності	57
<i>Острогляд О. О., Грицай С. В., Каплуновська А. М.</i> Логістика доставки сировини для феросплавного виробництва.....	59
<i>Сущенко Р. В.</i> Пріоритети розвитку залізничного транспорту України....	60
<i>Грицай С. В., Михайлик І. І.</i> Мінімізація затримок учасників дорожнього руху на регульованих пішохідних переходах	61
СЕКЦІЯ «МЕХАНІКА»	63
<i>Шевченко В. Г., Рягін С. Л., Середя О. А., Ліпільна О. С.</i> Порівняльний аналіз конструкцій прогонних мостів.....	63
<i>Кружнова С. Ю.</i> Ресурс балок под действием случайных нагрузок	64
<i>Кружнова С. Ю., Стефаник М. Д.</i> Статистические методы распознавания образов.....	65
<i>Попович О. Г., Деркач В. Д.</i> Визначення частот власних коливань ротора, одна із опор якого має неоднакову жорсткість у різних радіальних напрямках	67
<i>Попович О. Г.</i> Кінетичні моменти швидкохідного ротора з однією фіксованою точкою, вісь якого здійснює малі рухи біля статичного положення	69
<i>Фурсіна А. Д., Тенета В. О.</i> Розрахунок на міцність трансформатора при короткому замиканні.....	71
<i>Скребцов А. А., Чернявський Д. О.</i> Підвищення властивостей титанових сплавів отриманих адитивними технологіями	73
<i>Фасоляк А. В.</i> Нестационарна деформація циліндричної оболонки у пружному просторі під дією поверхневих динамічних навантажень.....	74
<i>Глотка Т. А., Бачурская А. З., Омельченко О. С.</i> Механические свойства сложолегированного титанового сплава, полученного интенсивной пластической деформацией	75
<i>Бабакин А. А., Коляда А. Ф.</i> Гидродинамическая стабилизация крена яхты	79
<i>Шевченко В. Г., Рягін С. Л., Малеев В., Братковський В. О.</i> Розрахунок статично невизначуваних просторових стрижневих конструкцій	80
<i>Шевченко В. Г., Фурсіна А. Д., Булатов Є. Г.</i> Расчет пустотной плиты покрытия	81

СЕКЦІЯ «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»..... 82

<i>Слинько Г. І., Стаднік О. В.</i> Перспективи використання електрогідравлічного приводу клапанів газорозподілу на транспортних ДВЗ	82
<i>Слинько Г. І., Черняєв М. О.</i> Заміна двокомпонентного датчика кисню на датчик широкосмугового типу з метою покращення екологічних характеристик двигуна	84
<i>Слинько Г. І., Володін Д. А., Проценко Д. О.</i> Підвищення експлуатаційних характеристик двигуна внутрішнього згорання 4ч10,5 / 13	86
<i>Слинько Г. І., Марков С. І.</i> Підвищення ефективності двигуна мемз-307 шляхом модернізації газорозподільного механізму	87
<i>Слинько Г. І., Курликов Д. А., Марущак М. М., Пришва А. О.</i> Дослідження пульсуючих процесів згорання вуглеводневого палива	89
<i>Слинько Г. І., Пейчев Є. В.</i> Тенденції розвитку ДВЗ з іскровим запалюванням	90
<i>Слинько Г. І., Мосьпан А. Л.</i> Дослідження надвисокого форсування ДВЗ спеціального призначення	93
<i>Беженев С. О.</i> Оцінювання характеристик опору втомі виробів неруйнівним методом за умови суттєвого розсіювання експериментальних результатів	94
<i>Рубцов В. В., Беженев С. О.</i> Дослідження параметрів процесу нагрівання термічно масивних виробів з хромистих сталей	95
<i>Мазін В. О., Сухонос Р. Ф.</i> концепція сучасного двигуна стірінга вітчизняного виробництва	97
<i>Мазін В. О., Мальярчук В. В.</i> Ефекти дисоціації продуктів згорання у робочому циклі двз	99
<i>Кубич В. И., Юдиценко А. В.</i> Моделирование диаметального износа гильзы цилиндра двс на прогнозной наработке изделия	100
<i>Юдиценко А. В., Кубич В. И.</i> Трибологическая оценка состояния сопряжений «поршневое кольцо-цилиндр», «поверхность поршня-цилиндр»	102
<i>Євсєєва Н. О.</i> Фізико-математична модель напружено-деформованого стану термопружного тіла	104
<i>Євсєєва Н. О., Сметанко О. В.</i> Методика чисельного розв'язання теплових задач	106
<i>Цокотун П. В., Арабук Н. В.</i> Нестационарна теплопровідність прямокутної пластини без внутрішніх джерел тепла	107
<i>Цокотун П. В., Кутасевич Б. Д.</i> Чисельні методи розрахунку температурних полів (двовимірне нестационарне температурне поле) прямокутної пластини	108

<i>Рябошапка Н. С., Шевченко А. Д.</i> Термодинамічне обґрунтування впровадження нових робочих середовищ для екологічно безпечних технологій	109
<i>Касіч-Пилипенко С. В., Курликов Д. А.</i> Сертифікаційні вимоги до екологічної безпеки ДВЗ автотранспортних засобів	111
<i>Сухонос Р. Ф., Гапоненко О. М.</i> Підвищення ефективності поршневих ДВЗ при роботі на спиртових паливах	112
СЕКЦІЯ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»	114
<i>Шаломєєв В. А.</i> Вплив HF на механічні властивості і жароміцність магнієвого лиття	114
<i>Мамедов Б. Ш.</i> Теоретичні та фізичні основи помилковості фундаментальних основ сучасної теорії повітря-реактивних двигунів (ПРД)	115
<i>Брикова Н. О.</i> Взаємний перетин поверхонь обертання	116
<i>Корнієнко О. Б., Скоробогата М. В.</i> Переваги сучасних версій AutoCAD при виконанні складних креслень	117
<i>Бовкун С. А.</i> Радіальний метод побудови перспективних зображень. метод дюрера	118
<i>Бажміна Е. А.</i> Методика креслення деталі з натури	119
<i>Шаломєєв В. А., Осадча К. О.</i> Структура і властивості сплава МЛ5 з цирконієм	121
<i>Лютова О. В., Авраменко К. А.</i> Підвищення якості вторинних силумінів с застосуванням графічних методів оптимізації	123
<i>Брикова Н. О., Велієв А. В.</i> Читання та деталювання складального креслення	124
<i>Мамедов Б. Ш., Лексіков В.</i> Правила простановки розмірів на машинобудівельних кресленнях згідно ГОСТ 2.307-68	125
<i>Бажміна Е. А., Сметанін Д. І.</i> Аналіз геометричної форми деталі	125
<i>Корнієнко О. Б., Курінний Б. М.</i> Актуальність використання 3D друку в системі AUTOCAD	127
<i>Бовкун С. А., Цювка А. О.</i> Побудова перспективи інтер'єру	129
СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ»	130
<i>Солоха В. В.</i> Механізми дільних (поворотних) рухів з парами тертя кочення металообробного обладнання	130
<i>Цыганов В. В., Ивченко Л. И.</i> Повышение износостойкости трибосопряжений методами инженерии поверхности детали	132
<i>Фролов М. В.</i> Аппроксимация профиля червячной шлицевой фрезы эвольвентой окружности	133

<i>Балушок К. Б., Дядя С. І., Клименко В. Ю.</i> Впровадження CAD / CAM / CAE технологій для скорочення термінів технологічної підготовки і виготовлення торцевих муфт із зубом «CURVIC»	135
<i>Ивченко Л. И., Комочкин Н. С.</i> Исследование вибронпряженного состояния ротора турбины низкого давления газотурбинного двигателя	136
<i>Глушко П. В., Штанкевич В. С.</i> Методика дослідження ефективності демпфуючих пластин	137
<i>Бойко І. А., Солоха В. В.</i> Дослідження динамічних характеристик п'ятикоординатного обробного центру	138
<i>Ивченко Л. И., Цыганов В. В., Гейман М. В.</i> Принципы создания износостойких покрытий для работы в условиях сложного нагружения.....	140
<i>Фролов М. В., Коваленко А. А.</i> Аналіз впливу способу подачі сопе на ефективність процесу різання	142
СЕКЦІЯ «ДЕТАЛІ МАШИН І ПТМ»	144
<i>Носенко М. І.</i> Дослідження нагріву порошкових титанових матеріалів в технології гарячого штампування	144
<i>Лятуринский В. А., Сидоренко М. В.</i> Проектирование и изготовление коробчатых балок мостовых кранов с учетом сварочных остаточных напряжений.....	145
<i>Явтушенко О. В.</i> Особливості функціонування планетарного привода механічних пресів.....	148
<i>Мартовицький Л. М., Сочава А. І., Глушко В. І., Руднєв О. М.</i> Подовження ресурсу роботи прогінних балок важкозавантажених кранів	149
<i>Мартовицький Л. М., Сочава А. І., Глушко В. І.</i> Діагностування вторгнених пошкоджень в прогінних балках мостових кранів та попередження їх руйнування.....	150
<i>Задоя Н. О.</i> Радіаційна обробка композитів на основі поліконденсаційного сполучного.....	151
<i>Мартовицький Л. М., Глушко В. І., Уманський М. А.</i> Дослідження зносу опорно-ходових коліс мостових кранів комбінату «Запоріжсталь»	152
<i>Фролов Р. О., Мартовицький Л. М., Руднєв О. М., Меленчук А. В.</i> Розширення функціональних можливостей лабораторного стенду маніпулятора МП-9С.....	152
<i>Явтушенко О. В., Кодісов А. В.</i> Параметричний оптимізаційний синтез багатоважільних плоских механізмів	153

СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ»	157
<i>Обдур В. Д.</i> механічні преси з ходом повзуна рівним $4 r_{кр}$	157
<i>Широкобоков В. В.</i> Регулювання питомого зусилля притискування під час процесу витягування.....	157
<i>Білий Є. Т.</i> особливості формування поверхневого шару та властивостей тонколистової сталі	158
<i>Явтушенко А. В.</i> Параметричний оптимізаційний синтез багатоважільних плоских механізмів	159
<i>Матюхин А. Ю.</i> факторы вызывающие неоднородность пластического деформирования	160
<i>Ленок А. А.</i> решение пространственной замкнутой задачи теории пластичности	162
<i>Ечин С. М.</i> пробивка полос средней и большой толщины.....	163
<i>Чигиринский В. В., Червонченко В. А.</i> анализ решения пространственной задачи с использованием плоских координатных функций	164
<i>Широкобоков В. В., Бунько А. Р.</i> исследование главного исполнительного механизма прессов специального назначения	164
<i>Шейко С. П., Антипов Д. В.</i> разработка технологии горячей прокатки высокопрочной стали на стане 1680.....	166
СЕКЦІЯ «ВИЩА ТА ЗАГАЛЬНА МАТЕМАТИКА»	167
<i>Онуфрієнко В. М.</i> Диферінтегральне альфа-вимірне хвильове рівняння як модель аналізу фізико-технічних процесів з фрактальними геометричними властивостями параметрів	167
<i>Онуфрієнко В. М., Онуфрієнко Л. М.</i> Математичне моделювання геометрії фрактально конфігурованого логоперіодичного випромінювача.....	168
<i>Онуфрієнко В. М., Слюсарова Т. І.</i> Дифракція хвиль на циліндрі зі змінним скейлінгом фрактального поверхневого імпедансу	171
<i>Килимник І. М.</i> Особливості визначення параметрів струмопроводів складної просторової будови.....	173
<i>Шаніна З. М.</i> Розв'язок контактної задачі теорії пружності при обґрунтуванні форми робочого органу.....	174
<i>Сніжко Н. В.</i> Про граничні значення деяких сингулярних інтегралів	175
<i>Антоненко Н. М.</i> Побудова інтегрального рівняння задачі про дископодібну щілину з наповнювачем у пружному шарі.....	177
<i>Башова Н. П., Скрябіна А. В.</i> Булеві функції та топології на скінченній множині	179
<i>Штефан Т. О., Засовенко А. В.</i> Міцність втулки при навантаженні основ	180

<i>Засовенко А. В.</i> Розподіл напружень у поперечному перетині балки при пружно-пластичному вигині.....	181
<i>Штефан Т. А., Слюсарова Т. И.</i> Методические аспекты дистанционного изучения некоторых разделов курса «высшая математика»	183
<i>Зіненко І. І.</i> Анализ несимметричных волноводных тройников в Е-плоскости.....	184
<i>Фасоляк А. В.</i> Нестационарна невісесиметрична деформація циліндричної оболонки у пружному просторі під дією динамічних поверхневих навантажень.....	185
СЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»	187
<i>Лазечний І. М., Лисиця О. В., Трикоз Г. Г., Ловчикова В. Ю.</i> Підвищення ефективності використання легувальних елементів при хто сталі ВКС5	187
<i>Фоміних Д. О., Вініченко В. С., Лавренко А. С.</i> Дослідження впливу технології виробництва на структуру та властивості вольфрамо-торієвих сплавів із застосуванням математичного моделювання	189
<i>Шаломеев В. А., Топчиева К. А.</i> Механічні властивості т жароміцність магнієвого сплаву зі скандієм.....	191
<i>Джуган О. А., Фомічова А. В., Ольшанецький В. Ю.</i> Використання титанових порошкових матеріалів різної морфології при виготовленні виробів методами адитивних технологій	192
<i>Грабовський В. Я., Концур О. О.</i> Удосконалення зміцнювальної термічної обробки нового штампувального сплаву для гарячого пресування металів.....	194
СЕКЦІЯ «ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ»	197
<i>Попов С. Н., Грицкевич А. А.</i> Исследование механизма разрушения рабочей поверхности ведущего колеса движителя гусеничного крана	197
<i>Бережний С. П., Куртов О. А.</i> Формування злитка ЕШП з низьким коефіцієнтом заповнення кристалізатора.....	199
<i>Попов С. М., Панько А. С.</i> Дослідження процесу руйнації та зміцнення гумових покриттів.....	201
<i>Попов С. М., Акритова Т. О., Мороз В. В.</i> Дослідження контактної взаємодії прес-ножиць та розробка технології зміцнення	202
<i>Попов С. М., Ткаченко А. М.</i> Аналіз процесу корозійно-механічного зношування лопаток турбін теплових електростанцій.....	203
<i>Строгонов Д. В., Холод А. В., Осипов М. Ю., Андрущенко М. И.</i> Исследование износостойкости наплавочных сплавов в условиях абразивного изнашивания при температурах до 550° С	205

<i>Дмитренко Ю. Д., Быковський О. Г.</i> Адгезионная и когезионная прочность плазменных покрытий	207
<i>Попов С. М., Петриченко А. С., Киселев Е. І.</i> Аналіз процесу кавітаційного руйнування та вибір хімічного складу матеріалу лопатки робочого колеса гідротурбіни	209
<i>Попов С. М., Пархомець Г. Р.</i> Проблема відновлення та підвищення зносостійкості біметалічних бандажів коксодробарок	210
<i>Попов С. М., Юрасов П. Ю.</i> Аналіз проблеми кавітаційного руйнування судових гребних гвинтів, та вибір технології зміцнення	211
<i>Холод А. В., Густера Р. М., Ишутинов Е. А., Андрущенко М. И.</i> Прогнозирование химического состава металлической матрицы и структуры высокохромистых сталей	213
<i>Камель Г. І., Савонов Ю. М., Мартовицький Л. М.</i> Особливості способа виготовлення біметалевих листів зі зносостійким покриттям	215
<i>Камель Г. І., Савонов Ю. М., Гасило Ю. А.</i> Особливості способа виготовлення обичайки армованої рівномірно розподіленими за об'ємом зернами карбідів, борідів, нітридів і силіцидів різних металів ..	217
<i>Камель Г. І., Івченко П. С., Носенко М. І.</i> Особливості виготовлення обичайки, армованої металевим матеріалом.....	219
<i>Магда Е. С., Холод А. В., Андрущенко М. И., Осипов М. Ю.</i> Управление структурным состоянием наплавленного металла легированием и технологическими методами	221
<i>Магда Е. С., Холод А. В., Андрущенко М. И., Осипов М. Ю.</i> Исследования трибологическиХ свойств абразивных материалов.....	223
<i>Шумилов А. А.</i> Сравнительная оценка демпфирующих свойств материалов при воздействии ударных нагрузок.....	225
<i>Прокопченко О. М., Бриков М. М.</i> Дослідження властивостей заевтектоїдної низьколегованої сталі після гартування та ізотермічної обробки	227
СЕКЦІЯ «КОМПОЗИЦІЙНІ ТА ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ»	229
<i>Подковинская У. В., Волчок И. П.</i> Повышение качества вторичных силуминов	229
<i>Рыжова А. В., Савченко В. А.</i> Сверхпрочный сплав металла – металлическое стекло.....	231
<i>Савченко И. Н., Савченко В. А.</i> История создания композиционных материалов	233
<i>Кононенко А. С., Савченко В. А.</i> Нанесение покрытий в автомобилестроении.....	235
<i>Колинченко Д. А., Савченко В. А.</i> Композиционные материалы в терапевтической стоматологии	236

<i>Твердохлеб А. И., Савченко В. А. Изделия из порошковой металлургии – специфика получения и свойства</i>	238
<i>Концур О. О., Мітяєв О. А. Формування заданої структури та властивостей вторинного поршневого сплаву АЛ25</i>	240
СЕКЦІЯ «ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ»	242
<i>Незгода Л. М., Пасько Ю. Ю., Турчина Н. М. Екологічний стан запорізької області</i>	242
<i>Гапоненко М. Ф., Никишин А. А. Влияние потребления воды с высоким содержанием ионов кальция и магния на здоровье человека</i>	244
<i>Пономаренко Н. І. Екологічна хімія гідросфери.....</i>	245
<i>Повзло В. М. Корозійне руйнування вторинних силумінів.....</i>	247
<i>Незгода Л. М., Осаул. Л. П. Вплив антропогенного кругообігу на біологічний та геологічний кругообіг.....</i>	249
<i>Сохрякова Т. В. Роматографічні методи аналізу</i>	250
СЕКЦІЯ «БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ	253
<i>Рунов В. В. Огляд інновацій енергозберігаючих технологій в будівництві.....</i>	253
<i>Поварчук В. А. Впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій в будівництво: проблеми і шляхи вирішення</i>	254
<i>Циганок О. М. Щодо проблеми нормування та ціноутворення у будівництві</i>	256
СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»	257
<i>Бугрова Т. І. Спрямовані властивості 3d гібридних антен фрактального типу на основі метаматеріалів.....</i>	257
<i>Пиза Д. М., Мороз Г. В., Звягинцев Е. А. Формирование классифицированной обучающей выборки для адаптации весовых коэффициентов автокомпенсатора помех</i>	259
<i>Самойлик С. С. Власні частоти прямокутного резонатора з багатопшаровою напівпровідниковою циліндричною неоднорідністю</i>	261
<i>Костенко В. О., Мисюк А. М. Алампа – преобразователь светового потока в электрическое напряжение</i>	262
<i>Сметанін І. М., Захарова М. В. Вплив аттракторів на реалістичність моделей переміщення абонентів мобільного зв'язку</i>	264
<i>Мороз Г. В., Захарова М. В., Ковальчук М. К., Кулинич В. С., Луковенко П. С., Сумарюк С. Г. Техническое решение для внедрения новых услуг с использованием технологий широкополосной передачи данных.....</i>	266
<i>Кудрявцев Д. П., Сбродов О. О. Світлодіодний рекламний модуль з wi-fi доступом</i>	269

СЕКЦІЯ «МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКА»	271
<i>Погосов В. В., Вакула П. В., Рева В. І., Коротун А. В.</i>	
Вплив діелектричного покриття на роботу виходу позитронів	272
<i>Рева В. І., Погосов В. В.</i> Влияние вакансии металла на энергетику позитронов	274
<i>Мартинюк І. М., Матюшин В. М.</i> Дефектоутворення в напівпровідникових кристалах під дією атомарного водню	276
<i>Соколов А. В., Василенко О. В.</i> Розробка і дослідження імпульсного перетворювача постійної напруги для зарядного пристрою	277
СЕКЦІЯ «ЯКІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ»	280
<i>Ігнаткін В. У., Томашевський О. В., Сніжної Г. В.</i> Дослідження ефективності моделей метрологічної надійності засобів вимірювальної техніки	280
<i>Жавжаров Є. Л.</i> Використання інтегральних MEMS датчиків для контролю якісних і кількісних показників у спорті	282
<i>Корнієнко Р. В., Сніжної Г. В.</i> Сертифікація підприємства як ремонтної організації згідно вимогам авіаційних правил	283
<i>Оліфір А. А., Томашевський О. В.</i> Впровадження стандарту ISO 9001:2015 в систему менеджменту якості на ДП «Івченко-Прогрес»	285
СЕКЦІЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ»	287
<i>Фарафонов О. Ю.</i> Розробка програми автоматизованого розрахунку коефіцієнтів формування діаграми направленості для цифрової антенної решітки	287
<i>Міценко М. В., Крищук В. М.</i> Застосування паралельних обчислень при квазістатичному моделюванні НВЧ-пристроїв на мікросмушкових лініях	289
<i>Фурманова Н. І., Шинкаренко Е. М.</i> Застосування хвиль терагерцового діапазону в сучасних радіоелектронних системах	290
<i>Шило Г. Н., Лопатка Ю. А., Семенов О. Н.</i> Исследование массогабаритных и тепловых характеристик герметичных блоков модульной конструкции бортовых РЭС	292
<i>Поспеева І. Є., Ложневська Т. Ю.</i> Інфокомунікативні технології сприйняття та переробки інформації	294
<i>Шило Г. М., Арешкін Є. К., Болтенков С. В.</i> Теплове проектування блоків радіоелектронної апаратури оптимальної маси	296
<i>Фурманова Н. І., Трунов Д. Д.</i> Проектування конструкції тривимірного принтера	298
<i>Фарафонов О. Ю., Шаптала С. В.</i> Розробка комбінованої системи енергозабезпечення	300

<i>Фурманова Н. І., Степура Р. В.</i> Принципи функціонування квантових комп'ютерів	301
<i>Мищенко М. В., Краснокутський М. Г.</i> Розвиток біокомп'ютерних технологій	303
<i>Фурманова Н. І., Никифорчак О. С.</i> Проектування смугопропускаючих фільтрів на метаматеріалах	305
<i>Мищенко М. В., Нежевенко М. Ю.</i> Розвиток електронних засобів індивідуального захисту	307
<i>Малий О. Ю., Шахнір О. П.</i> Розробка алгоритму та програмного забезпечення для розпізнавання автомобільних номерів	309
СЕКЦІЯ «ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»	311
<i>Остапенко Я. М., Клітний О. Г., Козіна Г. Л.</i> Сучасні алгоритми шифрування	311
<i>Панкова Т. Б., Лизунов С. И.</i> Криптографический протокол защиты информации в радиоканалах БПЛА	312
<i>Лизунов С. И., Акаева А. А.</i> CUJO – система защиты для «умного дома»	314
<i>Абраменко Л. А., Лизунов С. И.</i> Средства пожаротушения режимного помещения	316
<i>Верещака М. П., Лизунов С. И.</i> Наблюдение за выделенным помещением с помощью Wi-Fi	318
<i>Семеренко Т. Ю., Козина Г. Л.</i> Протоколы групповой подписи	319
<i>Сидоренко Т. С., Неласа Г. В.</i> Моделювання протоколів квантової криптографії на платформі CUDA	321
<i>Зайчикова А. В., Козина Г. Л.</i> Из истории кодирования и передачи информации	322
<i>Триш Ю. С., Воскобойник В. А.</i> Обеспечение безопасности информационных систем с использованием биометрических средств аутентификации	323
<i>Касьяненко Є. М., Воскобойник В. О.</i> Особливості розробки політики безпеки в державних установах України	325
<i>Литовка Т. В., Никулищев Г. И.</i> Современные облачные антивирусы	326
<i>Лех В. О., Нікулищев Г. І.</i> Аналіз національної стратегії кіберзахисту України	328
<i>Скрынский А. С., Никулищев Г. И.</i> Анализ отечественной нормативно-правовой базы защиты киберпространства	328
<i>Скрута А. В., Щекотихин О. В.</i> Этапы развития современных транспортных сетей	329
<i>Гуменяк Д. В., Беликов Д. В.</i> Управление исключениями как необходимая практика создания безопасного программного обеспечения	330

<i>Данілов А. І., Бобирь М. А., Козіна Г. Л.</i> Криптозахищеність інтернет-валюти Bitcoin	331
<i>Точилін Д. Д., Неласа Г. В.</i> Аналіз протоколів спрямованого шифрування	333
<i>Карпуков Л. М., Лізунов С. І.</i> Визначення місцезнаходження об'єкта за допомогою GSM	334
<i>Нікуліщев Г. І., Козіна Г. Л.</i> Підхід до формування схем сліпого підпису	336
<i>Карпуков Л. М., Щекотихин О. В.</i> Защита информации в оптических линейных трактах	337
<i>Беликов Д. В., Корольков Р. Ю.</i> Практики верификации и безопасность программных систем.....	338
<i>Неласа Г. В., Верещак М. І.</i> Особливості застосування обчислювань на масивно-паралельних пристроях для криптографічних задач.....	339
СЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»	340
<i>Mastinovskiy Y. V.</i> Thermo-elastic deformation of conductive body caused by magnetic field effect	340
<i>Коротунова Е. В., Нечипоренко Н. А.</i> Алгоритм равномерного восстановления функций, имеющих не более двух точек перегиба	341
<i>Шишканова Г. А.</i> До сумування розбіжних рядів.....	342
<i>Шишканова Г. А., Зарубіна Т. В.</i> Сучасні особливості викладання математичних дисциплін у технічному вузі.....	343
<i>Антілогов Д. І., Калініченко Д. В.</i> Порівняння точності чисельного інтегрування при використанні інтерполяційних поліномів	344
<i>Мізерна О. Л.</i> Розрахунок напружено-деформованого стану в'язкопружного волокнистого композиту.....	346
<i>Левицька Т. І.</i> Невизначеності при моделюванні економічних систем та підходи до їх подолання	347
<i>Пожуєва І. С.</i> Модифікація еволюційного методу багатомірної оптимізації.....	349
СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»	352
<i>Яримбаш Д. С., Яримбаш С. Т.</i> Особливості частотної адаптації рівнянь Максвела для змінного струму	352
<i>Коцур І. М.</i> Оцінка теплового стану асинхронного двигуна при зниженій частоті обертання ротора	353
<i>Куланіна Є. В.</i> Вдосконалення методів спостереження для покращення характеристик асинхронного електропривода з векторним керуванням	354

<i>Літвінов Д. О.</i> Дослідження допустимої напруженості в ізоляції котушкових обмоток високовольних трансформаторів	355
<i>Солодовнікова Т. П.</i> Плюси та мінуси використання безкоштовних програм для національних вузів	356
<i>Шлянін О. О.</i> Оптиміальне проектування трансформаторів з використанням пакету SMATH STUDIO	358
<i>Дівчук Т. Є., Савельєв В. Г.</i> Дослідження розподілу магнітних потоків трансформатора по його магнітній системі	359
<i>Волхонський А. О., Яримбаши С. Т.</i> Моделювання магнітного поля силового трансформатора	360
<i>Бурка Н. М., Яримбаши С. Т.</i> Розрахунок двовимірного стаціонарного теплового поля асинхронного двигуна засобами математичного моделювання	361
<i>Мельніков М. А., Яримбаши С. Т.</i> Розрахунок двовимірного стаціонарного електромагнітного поля асинхронного двигуна	362
<i>Апанасенко О. В., Яримбаши С. Т.</i> Застосування комбінованих методів розрахунку електромеханічних пристроїв	363
<i>Ткаченко О. С., Яримбаши Д. С.</i> Розрахунок параметрів шихтованих шинних пакетів за допомогою програми FEMM	364
<i>Тищенко В. В., Яримбаши Д. С.</i> Застосування програми FEMM для розрахунку коаксіального кабелю	365
<i>Дубина Г. М., Яримбаши Д. С.</i> Застосування програми FEMM для розрахунку асинхронного двигуна	367
<i>Рак В. М., Яримбаши Д. С.</i> Застосування програми FEMM для визначення зовнішньої характеристики трансформатора	368
<i>Дусь В. Г., Тюхасєв А. П., Коцур І. М.</i> Дослідження похибок трансформаторів струму з еластичною ізоляцією в перехідних режимах	369
<i>Валуєв І. О., Півненко Є. М., Толок Є. А., Коцур І. М.</i> Застосування програмного комплексу COMSOL MULTIPHYSICS для моделювання теплових режимів трансформатора	370
<i>Панасевич В. Р., Коцур І. М.</i> Застосування програмного пакету ANSYS MAXWELL для розрахунку електричних машин з заданими характеристиками	371
<i>Оверко Ю. Ю., Монахов В. В., Медяник С. В., Куланіна Є. В.</i> Застосування спрощених моделей векторного керування асинхронними електроприводами	373
СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ І ЕЛЕКТРОННІ АПАРАТИ»	376
<i>Афанасьєв О. І.</i> Дослідження ефективності зниження втрат потужності в електричних мережах	376

<i>Коцур М. І., Андрієнко А. А.</i> Преобразователь для электропривода согласованного вращения асинхронных двигателей.....	377
<i>Скруська Л. С.</i> UML-моделі процесу прогнозування стану ізоляції трансформаторів тока.....	379
<i>Василевский В. В.</i> Разработка технико-экономической модели обновления ресурса бумажной масляной изоляции силовых трансформаторов	380
<i>Поляков М. О., Ларионова Т. Ю.</i> Интегральная оценка эффективности преобразователя при стохастическом изменении внешних факторов.....	381
<i>Аватков О. Р.</i> Проблеми стабілізації напруги живлення на ділянках електромереж з прецизійним обладнанням.....	382
<i>Ларионова Т. Ю.</i> Комплексный показатель энергоэффективности системы питания собственных нужд электроподвижного состава.....	383
<i>Афанасьев О. І., Михайлюк В. В.</i> Дослідження розподілу напруженості поля ізоляційної конструкції блока вимикач-роз'єднувач у ВРП-750 кВ	384
<i>Корнус Т. М., Логвин К. А.</i> Применение пакета моделирования MATLAB-SIMULINK для определения токов уставки системы защиты выпрямителя.....	385
<i>Баслик Є. О., Поляков М. О.</i> Разработка прибора для мониторинга показателей и ошибок в бортовой системе автомобиля	386
<i>Жорняк Л. Б., Жежера І. І.</i> magnetic starter 220 V/63 A	387
<i>Осинська В. І., Самара В. В.</i> About possibilities of application of new materials in the contactors constructions	388
СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»	390
<i>Зіновкін В. В., Борисенко Є. В.</i> Автоматизована система аналізу поточного стану трансформаторного обладнання при різкозмінних навантаженнях	390
<i>Зіновкін В. В., Ситнік Д. І.</i> Автоматизована система випробувань перемикаючих пристроїв на експлуатаційну надійність	391
<i>Зіновкін В. В., Борисенко Є. В., Ситнік Д. І.</i> Дослідження впливу нестационарних електромагнітних процесів на електромеханічні параметри синхронного електроурухомника.....	392
<i>Назарова О. С., Мелешко І. А.</i> Моделирование движения рабочей точки газодинамической характеристики турбокомпрессора к границе помпажа	393
<i>Казурова А. Е.</i> Высокоточное управление главными приводами прокатных станов	395
<i>Осадчий В. В., Назарова Е. С., Брылистий В. В., Савилов Р. И.</i> Позиционный привод разомкнутой двухмассовой системы	396

<i>Зіновкін В. В., Морозов П. Ю., Гречка Д. Ю.</i> Автоматизована система аналізу поточного стану трансформаторного обладнання при різкозмінних навантаженнях	397
<i>Зіновкін В. В., Труфанов О. С., Духан А. С.</i> Автоматизована система випробувань перемикаючих пристроїв на експлуатаційну надійність	398
<i>Зіновкін В. В., Магденко М. В., Шилов Б. В.</i> Методи еквівалентування нестационарних електромагнітних процесів в електротехнічному обладнанні спеціального призначення	399
<i>Крисан Ю. О., Залужний М. Ю., Кожемякін К. С.</i> Использование оборудования фирмы moeller в учебных лабораторных стендах	400
СЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНА Й ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»	402
<i>Безотосний В. Ф., Козлов В. В., Набокова О. В.</i> Магнітопружні перетворювачі в системах керування з використанням метода частотного балансу	402
<i>Безотосний В. Ф., Козлов В. В., Набокова О. В.</i> Аналого-цифрові перетворювачі для систем автоматичного контролю механічних напруг	403
<i>Безотосний В. Ф., Афанасьєва І. О., Романіченко Г. М.</i> Розрахунок накладних електромагнітних перетворювачів з локалізованим магнітним потоком для експрес контролю двошарових феромагнітних матеріалів	405
<i>Безотосний В. Ф., Романіченко Г. М., Афанасьєва І. О.</i> Спосіб підвищення чутливості й точності вимірів електромагнітними перетворювачами	407
<i>Тиховод С. М., Корнус. Т. М.</i> Учебный сайт electricity. zр. ua как новая форма обучения электротехнике	408
<i>Волкова О. Г.</i> Дослідження характеру механічної взаємодії робочих поверхонь розривних контактів методом голографічної інтерферометрії	410
СЕКЦІЯ «ФІЗИКА»	411
<i>Зеленіна О. А., Бялик Г. А., Лоскутов С. В., Єршов А. В.</i> Особливості зчеплення перших шарів порошкового плазмового покриття	411
<i>Зеленіна О. А., Єршов А. В.</i> Параметри геостационарної орбіти для супутників зв'язку	412
<i>Щетиніна М. О., Лоскутов С. В., Сейдаметов С. В.</i> Вплив електричного потенціалу на процеси тертя пари алюміній-сталь	414
<i>Луцин С. П., Манько В. К.</i> Металлизация пьезокерамики ЦТС вакуумным напылением двухслойных электродов	415

<i>Луцин С. П.</i> Исследование поверхностного нарушенного слоя пьезокерамики ЦТС.....	416
<i>Соколов Е. П.</i> «квазилабораторные» работы – пропедевтический этап физического практикума	417
<i>Гуляева Т. В.</i> Определение рационального легирования и режимов спекания экономно-легированных быстро охлажденных сплавов Nd-Fe-B-Ti-C-Si для повышения магнитных характеристик	419
<i>Гуляева Л. В.</i> Деякі напрямки методичної роботи викладача фізики у вищому технічному навчальному закладі	421
<i>Лозовенко О. А.</i> Дивний збіг або що спільного між тонкою лінзою та склянню кулею	423
<i>Авраменко К. О., Морозов В. М., Зеленіна О. А., Єршов А. В.</i> Метод оцінки середньої відстані до місяця.....	424
<i>Федорченко Н. О., Гуляева Т. В.</i> Использование магнито жестких материалов для магнитных демпферов авиадвигателей.	425
<i>Яценко О. В., Гуляева Т. В.</i> Демонстрування та дослідження явища електричної дуги на експериментальній установці «Сходи Іакова».....	426
<i>Федорченко Н. О., Бондаренко С. В., Гуляева Т. В.</i> Генератор постоянного тока.....	429
<i>Скрицький В. В., Гуляева Т. В.</i> Розрахунок низьковольтних мереж та елементів їх захисту	431
<i>Іваніщак М. В., Манько В. К.</i> Хто винайшов радіо?.....	433
<i>Гетьман С. В., Манько В. К.</i> надпровідність	435
<i>Лебедь О. О., Манько В. К.</i> фотоЛюмінесценція	437
<i>Гавриленко Д. В., Редька Д. А., Соколов Е. П.</i> Линейные зависимости в лабораторных работах физического практикума ЗНТУ	438
<i>Борбрік А. О., Гуляєва Л. В.</i> Дослідження структурно-фазових перетворень під час спікання у системі Nd-Fe-B, С, Си, загартованих з рідкого стану	440
<i>Безула Я., Гуляєва Л. В.</i> Самостійна робота з фізики студентів у вищому технічному навчальному закладі	441
СЕКЦІЯ «ФРАНЦУЗЬКА МОВА»	443
<i>Курілова Л. В.</i> Основные способы образования терминов нанотехнологий	443
<i>Рябенко Г. А.</i> Специфіка утворення термінів та їх класифікація (на прикладі французької мови).....	445
СЕКЦІЯ «АНГЛІЙСЬКА МОВА»	447
<i>Адаменко О. В.</i> Метафоризація як засіб термінотворення.....	447
<i>Бикова Ю. О.</i> Аббревіатура, її типи та функції.....	448

<i>Виногрєєва О. М.</i> Технічний прогресс та розвиток термінології на прикладі особливостей перекладу фотографічної термінології	450
<i>Войтенко С. В.</i> Граматичні засоби посилення експресивності тексту реклами	452
<i>Жукова Н. М.</i> Peculiarities of a SUBculture and Their Verbal Representation.....	454
<i>Калантаєва О. О.</i> Класифікація термінів	454
<i>Кузьменко В. Г.</i> Проблема неперекладності в науково-технічній літературі.....	456
<i>Сивачук О. М.</i> Засоби передачі значення англійських неологізмів комп'ютерної сфери.....	458
<i>Соболь Ю. О.</i> Analysis of the factors leading to terminology discrepancies	460
<i>Суворова Т. М.</i> Стилiстичні засоби посилення експресивності тексту реклами	462
<i>Козаченко А. І., Соболь Ю. О.</i> The hole in ozone layer. the kyoto protocol.	463
<i>Пеклов Е. В., Соболь Ю. О.</i> Alternative sources power	465
<i>Терьохіна Є. Ю., Соболь Ю. О.</i> War of the Currents	466
<i>Еремина С. А., Соболь Ю. О.</i> Nutrition. healthy diet	467
<i>Іващенко В. В., Бикова Ю. О.</i> The new glc coupe.....	468
<i>Троян А. Є., Бикова Ю. О.</i> History of the companY BMW.....	470
<i>Іщенко С. С., Калантаєва О. А.</i> Gothic arches	472
<i>Кононіхін. М. Є., Калантаєва О. А.</i> Gothic arches-origins	474
<i>Авраменко К. А., Калантаєва О. О.</i> Polymers	475
<i>Апостолова М. В., Калантаєва О. А.</i> Modern arched type structure	476
<i>Верба А. В., Калантаєва О. А.</i> Roman triumphal arches	478
<i>Іщенко А. В., Калантаєва О. А.</i> Metallography of duralumin	480
<i>Поварчук В. А., Калантаєва О. О.</i> Implementation of innovative energy-saving technologies in the construction area: problems and solutions	481
<i>Циганок О. М., Калантаєва О. О.</i> Cost engineer	482
<i>Горбенко А. М., Калантаєва О. А.</i> Peculiarities of gothic arches.....	483
<i>Шмиткіна К. В., Виногрєєва О. М.</i> Green vehicle as a chance to save the nature	483
<i>Риженко Н. В., Виногрєєва О. М.</i> Problems of application of modern it when monitoring vehicle movement	485
<i>Шумнов П. В., Виногрєєва О. М.</i> Road accident: the best policies	487
<i>Пічурін Р. С., Виногрєєва О. М.</i> The electric vehicle.....	488
<i>Єдноралюк І. В., Кузьменко В. Г.</i> Building a Small Office Network.....	489
<i>Жежєра І. І., Жукова Н. М.</i> Pulse-width converter with autotransformer commutation that works for A DC motor.....	491

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»	494
<i>Попов. В. В.</i> Розробка методики визначення втрат у цехових мережах електропостачання	494
<i>Комарічина Д. І.</i> Вибір оптимального варіанта компенсації реактивної потужності за критерієм мінімальних зведених витрат.....	495
<i>Шрам О. А., Авдєєв І. В.</i> Дослідження статичної стійкості синхронного генератора	496
<i>Дьяченко В. В.</i> Визначення оптимальних перерізів провідників електричної мережі з точки зору мінімуму втрат електричної енергії.....	497
<i>Махлін П. В.</i> Дослідження втрат потужності електроенергії в системі електропостачання потужних споживачів на випрямленому струмі.....	499
<i>Климко О. М.</i> Про механізм контракції об'ємного несамостійного розряду при атмосферному тиску.....	500
<i>Немикіна О. В.</i> Вплив роботи частотно-регульованного приводу порталного крану на живильну мережу.....	501
<i>Заболотний А. П., Федоша Д. В.</i> Синтез силових розподільчих пунктів в ділянках мережі систем цехового електропостачання радіальної топології.....	502
<i>Прихно В. Л.</i> Модернизация высоковольтных выключателей 6–10 кВ...	504
<i>Попов В. В., Запромьотов Є. С., Рочева В. В.</i> Впровадження надпровідності у електротехнічне обладнання.....	505
<i>Попов. В. В., Невілько О. О., Ахінько М. І.</i> Дослідження впливу техніко-економічних показників цехових мереж на вибір оптимального варіанту електропостачання	507
<i>Дьяченко В. В., Басанський М. С.</i> Алгоритм генерування множини комбінацій об'єднання вузлів електричної мережі з її джерелами живлення.....	508
<i>Дьяченко В. В., Храпійчук О. Г., Піпаш В. С.</i> Обчислювальна модель провідників електричної мережі	511
<i>Махлін П. В., Глуценко А. І., Яценко Д. В., Домороцин С. В.</i> Дослідження режимів роботи системи електропостачання феросплавного заводу.	512
<i>Махлін П. В., Вельчева Г. В., Таратухіна К. С.</i> Про втрати потужності електроенергії в мережі електролізного цеху.....	513
<i>Кулагін Д. О., Волков М. А.</i> Розрахунок теплових втрат у баці силового трансформатора викликаних вищими гармонічними складовими.....	514
<i>Кулагін Д. О., Волков М. А.</i> Актуальні напрямки розвитку та модернізації релейного захисту на Україні	516

<i>Шрам О. А., Агаєв М. А. Дослідження перехідних процесів в цехових підстанціях.....</i>	<i>517</i>
<i>Метельський В. П., Гнатків В., Шемаров М., Накінчев Д., Мельник С. Сухі енергозберігаючі трансформатори.....</i>	<i>519</i>
<i>Немикіна О. В., Сакун О. О. Использование программного обеспечения MATLAB для моделирования ЧРП на основании IGBT-транзисторов.....</i>	<i>520</i>
<i>Федоша Д. В., Маковський Д. О. Формування структури систем цехового електропостачання радіальної топології з використанням силових розподільчих пунктів.....</i>	<i>521</i>
СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»	523
<i>Shkarupylo V. V. An in-depth look at tlc model checker.....</i>	<i>523</i>
<i>Точилін С. Д. Кроссплатформний віртуальний вольтметр-реєстратор.....</i>	<i>524</i>
<i>Точилін С. Д. Производительность распределенных компьютерных систем доступа к данным СУБД SQLITE на основе JAVA и PHP WEB-служб</i>	<i>525</i>
<i>Сирота А. В. Анализ моделей облачных сервисов для образовательного процесса.....</i>	<i>526</i>
<i>Тименко А. В. Маршруты потоков данных на основе технологии Fibbing.....</i>	<i>530</i>
<i>Нестеренко Г. С. Перспективы развития программно-определяемых сетей (SDN).....</i>	<i>532</i>
<i>Голуб Т. В. Этапы работы классификаторов текстовых документов.....</i>	<i>534</i>
<i>Дьячук Т. С., Тищенко В. О. Порівняння технологій паралельного програмування MPI C++ та JAVA THREADS на основі алгоритму флойда-уоршелла.....</i>	<i>536</i>
<i>Дьячук Т. С., Богатирьов Д. С. Порівняння віртуальних машин платформи ANDROID.....</i>	<i>537</i>
<i>Зеленева И. Я., Кленачов С. А. Система проверки сходства изображений на основе расстояния Хэмминга.....</i>	<i>538</i>
<i>Тищенко В. О., Киричек Г. Г. Project fi.....</i>	<i>540</i>
<i>Шилкина Н. М., Киричек Г. Г. Беспроводные технологии – путь к мобильности.....</i>	<i>542</i>
СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ»	547
<i>Твердохлеб Ю. В. Применение вейвлет-анализа для выделения профилей волнистости и шероховатости профилограмм металлических поверхностей</i>	<i>547</i>
<i>Водолазкина Е. А. Применение метода DEA для оценки компетентности персонала it-компании</i>	<i>548</i>
<i>Пришляк М. Ю., Олейник А. А. Использование простого кластера для проведения нагрузочного тестирования систем.....</i>	<i>550</i>

<i>Олійник А. О., Субботін С. О.</i> Математичне та інформаційне забезпечення підготовки молодих вчених.....	552
<i>Сердюк С. М.</i> Спосіб захисту файлів ре-формата.....	554
<i>Камінська Ж. К.</i> Розробка моделі предметної області «проектування hmi SCADA-систем»	556
<i>Благодарев А. Ю., Субботин С. А., Олейник А. А.</i> Оптимизация работы сверточной нейронной сети.....	558
<i>Степаненко О. О., Дейнега Л. Ю.</i> Автоматизований аналіз кардіограм.....	560
<i>Пархоменко А. В., Залюбовський Я. І.</i> Інтеграція технологій internet of things в навчальний процес підготовки іт фахівців.....	561
<i>Гладкова О. М.</i> Підходи та особливості проектування restful api	562
<i>Федорченко Є. М., Швидкий М. А.</i> Проект smart life. підсистема керування теплицею	564
<i>Пархоменко А. В., Туленков А. В.</i> Проект smart life. підсистема керування ролетами.....	565
<i>Пархоменко А. В., Резниченко М. О., Головізнін О. Г.</i> Проект smart life. Підсистема керування мікрокліматом. Підсистема керування кондиціонуванням	568
<i>Пархоменко А. В., Григор'єв Є. П., Твердохліб Є. Р.</i> Проект smart life. Підсистема контролю присутності.....	569
<i>Пархоменко А. В., Кравченко Д. П., Кравченко О. П.</i> Проект smart life. Підсистема контролю доступу	570
<i>Пархоменко А. В., Мисюра С. К.</i> Проект smart life. Підсистема керування вуликом.....	571
<i>Пархоменко А. В., Гладкова О. Н., Шепеленко В. Р.</i> Исследование концепции повторного применения программных компонентов при разработке удаленных лабораторий	572
<i>Пархоменко А. В., Гладкова О. М., Кравченко Д. П., Кравченко О. П.</i> Модернізація системи управління рухомими об'єктами FPV AUTO.....	573
<i>Пархоменко А. В., Гладкова О. М., Гаман О. С.</i> Діагностика відмов віддаленої лабораторії.....	575
<i>Льовкін В. М., Кіщак А. В.</i> Використання інтелектуальних засобів для веб-аналітики	577
<i>Захарова М. М.</i> Дослідження впливу параметра розрядності обчислення коефіцієнтів фільтра баттерворта на якість обробки сигналу білого шуму	579
<i>Дубровін В. І., Черненко А. М.</i> Методика обработки изображения с использованием вейвлет фрактального анализа	581
<i>Дубровін В. І., Тютюнник Е. О.</i> Методика обробки профілограм з використанням вейвлет-фрактального аналізу	584

<i>Дубровін В. І., Канафоцький М. Ю.</i> Вейвлет перетворення при обробці кардіосигналу	585
<i>Дубровін В. І., Леоценко С. Д.</i> Вейвлет-трешолдинг аналіз електрокардіограм виявлення qrs-комплексів екг	587
<i>Дейнега Л. Ю., Леоценко С. Д.</i> JULIA– високопродуктивна вільна мова для математичних обчислень	589
<i>Дубровін В. І., Наумов М. Ю.</i> Застосування методу DEA для оцінки компетентності науково- педагогічного складу ВНЗ	591
<i>Кривенко Д. С., Дубровін В. І.</i> Методи ідентифікації та розв’язання конфліктів в колективі	593
<i>Шинкаренко П. А., Шитікова О. В.</i> Підсистема адміністрування даних процесу випробувань ГТУ НВ	595

СЕКЦІЯ «СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА

ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ».....

<i>Терещенко Э. В., Корнеева Е. В., Голубничий В. В.</i> Исследование свойства полноты двукритериальной задачи «о покрытии»	597
<i>Кіпріч В. І., Кузіна В. М., Оникієнко Т. М.</i> Комп’ютерне моделювання процесу напильовання плівок фулерит-метал	598
<i>Денисенко О. І., Романіченко Г. В.</i> Математична модель оподаткування з неперервною функцією прогресивної ставки податків	599
<i>Бова Г. А., Богданова Є. М.</i> Гумова футерівка в умовах абразивно-втомлюваного зносу.....	600
<i>Кривцун О. В., Кузьменко А. О.</i> Фрагментарна модель задачі пошуку мінімальної множини аксіом	601
<i>Пархоменко Л. А.</i> Анализ структурно-функционального состояния многоэлементных систем.....	603
<i>Богданова Є. М., Бова Г. А.</i> Моделювання еластомерів з використанням дискретного елемента кінцевих розмірів.....	605
<i>Корніч Г. В., Широкопад Д. В.</i> Високотемпературне розпилення біметалічних кластерів кластерами аргону	607
<i>Дуда Е. В., Корніч Г. В.</i> Моделирование атомных систем методом гипердинамики. двумерный случай	608
<i>Корніч Г. В., Глацких М. М.</i> Моделювання процесів іонного травлення неоднорідної поверхні.....	610
<i>Рябенко А. Е., Сорокин М. И.</i> Использование математических методов многокритериальной оптимизации в подготовке спортсменов силовых направлений	612
<i>Бакурова А. В., Зеленська Ю. С.</i> Системний аналіз експорту-імпорту послуг України.....	614
<i>Бахрушин В. Є., Кобиляцька О. В.</i> Аналіз нової моделі фінансування вищої освіти України	616

СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»

УДК 378.14

Головчук А. Ф.

д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Автомобілі» ЗНТУ

АГРОІНЖЕНЕР ДЛЯ АГРАРНОЇ УКРАЇНИ

Постановою Кабінету Міністрів України № 266 від 29 квітня 2015 року «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» включена дуже необхідна спеціальність «Агроінженерія». Міністерство освіти і науки України прийняло запізніле, але вірне рішення щодо агроінженерної підготовки кадрів для нашої аграрної країни. Департамент кадрової політики, аграрної освіти і науки Міністерства аграрної політики та продовольства України з 1999 року не впроваджував вкрай необхідну спеціальність з агроінженерії для реформованого сільськогосподарського виробництва [1–7].

На нашу думку, з глибокої економічної кризи сьогодні можна вийти завдяки прогресивному і високоефективному сільськогосподарському виробництву, яке в свою чергу активізує роботу переробних, транспортних, машинобудівних, металургійних та інших споріднених взаємопов'язаних галузей народного господарства.

Кадри для механізації і автоматизації сільськогосподарського виробництва та переробки і зберігання сільгосппродукції від тракториста до агроінженера чи інженера-технолога вкрай необхідні. Попит сьогодні на робітничі сільськогосподарські професії та високопрофесійне інженерно-технічне забезпечення особливо зростає.

На кафедрі «Автомобілі» ЗНТУ разом з Таврійським агротехнологічним університетом вдосконалюються навчальні плани агроінженерного напрямку підготовки спеціалістів. Є сподівання, що в Запорізькій області високопрофесійні агроінженери будуть впроваджувати прогресивні технології вирощування високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур, нову техніку, перспективні методи машиновикористання, ремонт, технічне обслуговування і діагностику вітчизняних і зарубіжних тракторів, автомобілів, комбайнів та інших сільськогосподарських машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА

1. Головчук А. Ф. Ступенева підготовка спеціалістів від трактористів до магістрів. / А. Ф. Головчук // Зб. наук. праць – Умань, УСГА, 1999. – С. 14–18.
2. Головчук А. Ф. Агроінженерне забезпечення реформованого села. / А. Ф. Головчук // Вища аграрна освіта України: інформ. вісник. – №7 – 2000. – С. 3–4.

3. Головчук А. Ф. Проблеми агроінженерного кадрового забезпечення реформованого села. / А. Ф. Головчук, О. М. Геркіял, П. Г. Копитко // Проблеми та шляхи розвитку вищої технічної освіти: тези доп. Міжнар. наук.-метод. конф., 18–19 травня 2000 р. – К., НТУ КПП, 2000. – С. 47–48.

4. Головчук А. Ф. Проблеми та перспективи підготовки агроінженерних кадрів. / А. Ф. Головчук // 5-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: тези доп. – Львів, 2001. – С. 19.

5. Головчук А. Ф. Стан та перспективи підготовки кадрів АПК в умовах реформування вищої освіти України. / А. Ф. Головчук, В. І. Шеманьов, В. В. Мареніченко // Проблеми та перспективи розвитку аграрної механіки: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 101–104.

6. Головчук А. Ф. Стан і перспективи розвитку продовольчого ринку та проблеми кадрового і матеріально-технічного забезпечення агропромислового комплексу. / А. Ф. Головчук // Тези доп. шестирічних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів-аграрників. – Київ, 2004. – С. 83–86.

7. Головчук А. Ф. Болонський процес та проблеми ступеневої агроінженерної освіти. / А. Ф. Головчук, В. І. Шеманьов, В. В. Мареніченко // Праці / Таврійська ДАТА. – Мелітополь, ТДАТА, 2006. – Вип. 41. – С. 197–205.

УДК 629.013.001.57

Слюсаров А. С.¹, Сербин Ю. Ю.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. Т-144сп ЗНТУ

АРАМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЕЙ

При проектировании новых автомобилей, их модернизациях и разработке модификаций на их базе ответственным этапом является обоснование рациональных требований к применяемым на них двигателям.

Целью работы является разработка требований к двигателям внутреннего сгорания (ДВС) проектируемых автомобилей различного класса с заданным уровнем технико-эксплуатационных свойств.

Для достижения поставленной цели авторами решались задачи: обоснования и оценки уровней мощностных, топливно-экономических и ресурсных характеристик ДВС различного типа; прогнозирования изменения этих показателей на перспективу; исследование взаимосвязей характеристик ДВС и технико-эксплуатационных свойств автомобилей.

Безразмерные характеристики ДВС были определены в результате размерного анализа системы определяющих факторов мощностных, топливно-экономических и ресурсных показателей двигателей.

Мощностной фактор двигателя определялся по зависимости:

$$k_N = \frac{30 N_e i}{(10^5 p_o \varepsilon V_h n)},$$

где k_N – мощностной фактор двигателя; N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; p_o – давление воздуха окружающей среды, атм; V_h – рабочий объем двигателя, л; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹.

Фактор топливной экономичности определялся по зависимости:

$$k_q = \frac{(10^4 \tau V_h^3 \sqrt{4 S_{\text{отн}}^2 / \pi i})}{q_u},$$

где k_q – фактор топливной экономичности двигателя; τ – тактность двигателя; V_h – рабочий объем двигателя, л; $S_{\text{отн}}$ – относительный ход поршня двигателя; q_u – цикловая подача топлива, мл.

Фактор, определяющий ресурс двигателя определялся по зависимости:

$$k_{\text{рес.}} = 5 \sqrt[3]{\frac{\pi}{S_{\text{отн}}^2}},$$

где $k_{\text{рес.}}$ – фактор, определяющий ресурс двигателя.

По результатам исследований получены зависимости этих факторов для различных типов современных ДВС, а также динамика их изменения в зависимости от времени разработки двигателей. Зависимости мощностного и топливно-экономического безразмерных факторов и их графики с указанием показателей существующих дизельных двигателей различного рабочего объема приведены на рис. 1.

Безразмерный фактор, определяющий ресурс двигателя, не зависит от рабочего объема двигателя, и определяется относительным ходом поршня.

Полученные результаты исследования позволяют обосновать требования к двигателям разрабатываемых автомобилей на этапе проектирования, с учетом заданных уровней технико-эксплуатационных свойств.

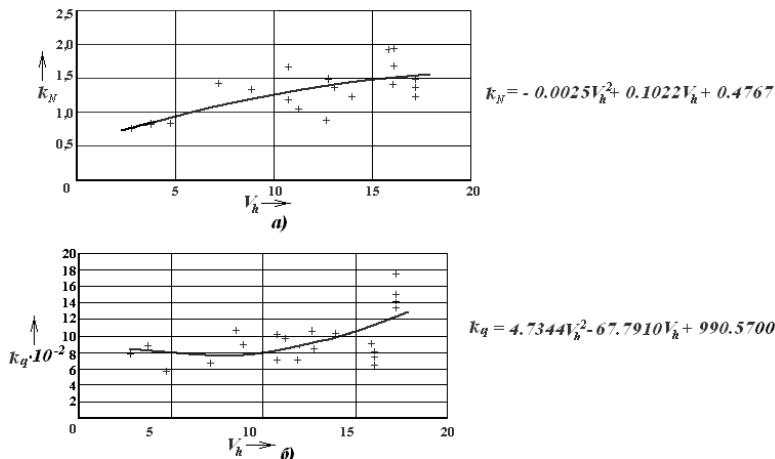


Рисунок 1 – Зависимости мощностного (а) и топливно-экономического (б) безразмерных факторов дизельных двигателей различного рабочего объема

УДК 621.43

Головчук А. Ф.

д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Автомобілі» ЗНТУ

ГІДРООБ'ЄМНІ ПЕРЕДАЧІ ТРАНСПОРТНИХ І ТЯГОВИХ МАШИН З ДВИГУНОМ-ГІДРОНАСОСОМ

Гідрооб'ємні (гідростатичні) передачі мають значні переваги над механічними (зубчаті, ланцюгові, карданні, клинопасові), електричними та пневматичними передачами. На сучасних автомобілях, тракторах і комбайнах гідравлічні передачі застосовують у приводах відповідних механізмів та систем (рульове керування, гальмова система, привід муфти зчеплення та інших механізмів трансмісії, гідравлічна напісна система тощо) у приводах та управлінні навісними та іншими механізмами.

Крім вищезгаданих гідравлічних передач відомі науково-конструкторські розробки гідрооб'ємних силових передач для колісних та гусеничних транспортних засобів з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Ефективний коефіцієнт корисної дії (ККД) сучасних ДВЗ порівняно низький: бензинові (0,25...0,32); дизелі (0,33...0,42); газові (0,23...0,28). Тому актуальною задачею є розробка нових конструкцій теплових двигунів з кращими індикаторними та ефективними показниками. Ці основні показники ДВЗ можна значно покращити за рахунок зменшення механічних втрат, основну частину яких становлять втрати на тертя (65...80%).

Вільнопоршневі двигуни внутрішнього згоряння не мають кривошипно-шатунного механізму (КШМ), що суттєво зменшує механічні втрати на тертя. Такі двигуни використовуються у якості компресорів та генераторів газу [1, 2].

В нашій комбінованій теплосиловій установці проходить пряма передача енергії від поршнів ДВЗ до поршнів гідронасоса без перетворення прямолінійного зворотно-поступального руху поршнів в обертовий рух колінчатого вала та втрати потужності на тертя кривошипно-шатунного механізму[3, 4].

На рисунку показано принципову схему вільнопоршневого двигуна внутрішнього згоряння з пусковим пристроєм та гідрооб'ємною передачею потужності [5].

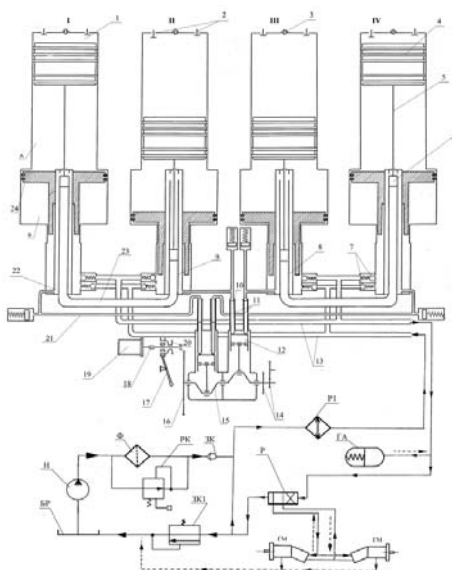


Рисунок 1 – Вільнопоршневий двигун внутрішнього згоряння із гідравлічним пусковим пристроєм та гідравлічною передачею потужності [5]

1 – циліндри; 2 – впускні та випускні клапани; 3 – форсунки; 4 – робочі поршні; 5 – штоки; 6 – плунжери; 7 – випускні та впускні гідравлічні клапани; 8, 9 – циліндри синхронізації пускової системи; 10 – гільзи; 11 – плунжери; 12 – поршні; 13 – трубопроводи; 14 – шестерні приводу газорозподілу механізмів та систем ВПДВЗ; 15 – колінчастий вал пускового пристрою; 16 – приводна шестерня; 17 – важіль з'єднання зубчастої муфти; 18 – пружна муфта; 19 – стартер; 20 – зубчаста муфта; 21 – маслопроводи; 22 – вікна системи синхронізації поршнів; 23 – гідравлічне з'єднання; 24 – поршень насоса; А, Б – об'єми газового приводу; БР – бак робочої рідини; Н – насос; Ф – фільтр; РК – редукційний клапан; ЗК1 – запобіжний клапан; ЗК – зворотний клапан; Р – розподілювач; Р1 – радіатор; ГА – гідроаккумулятор; ГМ – гідромотор.

Поєднання двигуна внутрішнього згоряння з поршневим масляним насосом в одній конструкції дає можливість створити новий тип колісних і гусеничних транспортних засобів з безступеневою передачею потужності. Такий вільнопоршневий двигун-гідронасос забезпечує гідростатичний привід трансмісії та ходової частини мобільних енергетичних засобів, а також гідропривід інших допоміжних вузлів та механізмів.

Для Запорізького регіону з Мелітопольським моторним заводом, запорізькими заводами АТ «Мотор-Січ» і ПАТ «ЗАЗ», є всі науково-технічні та виробничі можливості запровадити патент на корисну модель вільнопоршневого двигуна-гідронасоса [5] для створення транспортних і тягових машин з безступеневою гідравлічною передачею, що дозволить підвищити техніко-економічні показники, знизити металоємність цих засобів та забезпечити безшумність їх роботи без вібрації та динамічних навантажень з автоматизованим регулюванням швидкості руху і тягового зусилля в широкому діапазоні в залежності від умов роботи енергетичного засобу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА

1. Комплексное решение проблем энергоэффективности и экологической безопасности двигателей. – Режим доступа: <http://www.ekip.pro/21/dvig.shtml>. – Загл. с экрана.
2. Головчук А. Ф. Вільнопоршневий двигун внутрішнього згоряння. – Режим доступа: <http://golovchuk.com.ua/ua/inventions/vlnoporshnevij-dvigun-vnutrshnogo-zgoryannya.html>. – Загл. с экрана.
3. Головчук А. Ф. Вільнопоршневий двигун-гідронасос. / А. Ф. Головчук // Двигатели внутреннего сгорания – №1 – 2013. – С. 122–127.
4. Головчук А. Ф. Гідростатична передача з вільнопоршневим двигуном-гідронасосом. / А. Ф. Головчук // Промислова гідравліка і пневматика – №2(40) – 2013. – С. 97–100.
5. Патент на корисну модель №92483 МПК F02B71/00. Вільнопоршневий двигун-гідронасос. / Головчук А. Ф. (Україна); Заявник та патентовласник Головчук Андрій Федорович – № u2013 13952; заявл. 02.12.2013; опубл. 26.08.2014, Бюл. №16–3 с.

УДК 621.891

Кубич В. И. канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

КОЭФФИЦИЕНТ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ПЛЕНОЧНОЕ ГОЛОДАНИЕ

Разработка мероприятий по автоматизированному управлению процессами смазки в узлах трения транспортных средств является актуальной научно-технической задачей, целесообразно рассматриваемой для

обеспечения их высокой параметрической надежности. Уровень параметрической надежности, безусловно, связан с закономерностями изменения геометрических параметров трибосопряжений и толщинами смазочных слоев, имеющих динамический характер изменения. При этом на контактных поверхностях всегда действуют механизмы разрушения и генерации самоорганизующихся пленок, эффективность действия которых обуславливается как микрогеометрией контакта, так и реологическими свойствами использующихся смазочных материалов.

Нарушение сплошности смазочного слоя, как установившейся, так и неуставившейся структуры, происходит за счет разрыва связей между цепными молекулами. При этом затрачиваемая на это энергия распаковки одного слоя (энергия разрыва связей) пропорциональна поверхностному натяжению смазочного материала и площади разрыва.

В условиях нарушения процессов смазки в зонах контакта микро и субмикронеровностей значимым влиянием стоит считать не только вязкостную составляющую процесса формирования несущего смазочного образования, но и термодинамическую характеристику поверхности раздела двух фаз, имеющую место при переходах от ламинарного к турбулентному движению потока смазочного материала. Таким образом, сведения, касающиеся характера изменения вязкостных свойств и сил упругости в тончайших локальных приповерхностных смазочных образованиях в зависимости от температурного состояния узла трения, будут важны для разработки алгоритма управления безаварийной работой узла трения, например, подшипники турбокомпрессора, ТНВД и др.

Для определения коэффициента поверхностного натяжения смазочных материалов использовался расчетно-экспериментальный динамический сталагмометрический метод, или метод счета капель.

Для исследований использовались следующие смазочные материалы: моторные масла – на минеральной основе 15W-40 Lukoil-Super, полусинтетические 10W-40 (Motul Gtoo, Motul 300V), синтетические 5W-40 (Mobil Ralli, Motul X-ess, Special Plus); трансмиссионное масло ТАД-17и по ГОСТ 23652-79; авиационное масло ИПМ-10 по ТУ 38.101299-90; индустриальное масло И-20А по ГОСТ 17479.4-87; экспериментальные масла на растительной основе – МХ-1000В (масло подсолнечное линолевого типа), Р(0:0) – масло рапсовое с высоким содержанием олеиновой кислоты.

Полученные расчетные данные наносились на поле координат YOX с целью последующего определения вида функциональной зависимости $\sigma = f(T)$. Анализ поля рассеивания расчетно-экспериментальных точек для каждого из масел позволил аппроксимировать характер их распределения линейной моделью вида $y = a_0 - a_1x$. На основании приведенного получены

математические выражения для расчета значений коэффициента поверхностного натяжения для каждой из групп исследуемых масел (табл. 1).

Таблица 1 – Сводные данные по группам масел

Наименование масла, класс вязкости, марка	Формула для определения σ , $mH / м$
Моторное 15W-40 Lukoil-Super	$\sigma = 46,6-0,21T$
Моторное 10W-40 (Motul Gtoo, Motul 300V)	$\sigma = 44,8-0,25T$
Моторное 5W-40 (Mobil Ralli, Motul X-ess, Special Plus)	$\sigma = 48,4-0,28T$
Трансмиссионное ТАД-17и	$\sigma = 43,5-0,11T$
Авиационное ИПМ-10	$\sigma = 38,7-0,06T$
Индустриальное И-20А	$\sigma = 37,5-0,11T$
Растительное МХ-1000В подсолнечное (при $T = -3^{\circ}C$ твердое агрегатное состояние)	$\sigma = 41,3-0,09T$
Растительное Р(0:0) рапсовое	$\sigma = 37,8-0,06T$

Графическая интерпретация характера изменения динамической вязкости моторных масел и их коэффициента поверхностного натяжения (пересечение линий графиков одного поля) позволяет определять интервал температуры в зоне контакта для наиболее благоприятного проявления объемно-поверхностных свойств пленочных образований для предотвращения возможного нарушения их целостности. Так, для рассмотренных масел (табл. 1) $T_{раб} \approx 16-39^{\circ}C$. Аналогичным образом определяются рекомендованные границы температурного состояния для других смазочных материалов.

УДК 621.891

Кубич В. И.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ТОПОГРАФИИ, СФОРМИРОВАННАЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ РАЗРУШЕНИЯМИ

Одним из условий обеспечения высокой параметрической надежности узлов трения, детали которых взаимодействуют через слои смазочных материалов, является предупреждение возникновения пленочного голодания при изменении скоростных и нагрузочных режимов взаимодействия рабочих поверхностей на фактических и контурных площадях. При этом возможная длительность работы трибосоприжения без подачи смазочного материала будет определяться запасом и вязкостными свойствами образований,

сформированных и рассредоточенных в микропрофилях поверхностных слоев. Существующие в настоящее время подходы к формированию маслоудерживающих насечек, углублений правильной формы, и т. п. предполагают строго определенные технологические воздействия на обрабатываемую поверхность. И это дает соответствующий положительный результат. Однако, на ряду с этим представляет особый интерес трибологический процесс структурной приспособляемости поверхностей в условиях разрушения неупорядоченных смазочных образований при прирабатываемости материалов трибологических систем, когда имеют место патологические разрушения с положительной функциональностью.

Положительная функциональность топографии, сформированная неминуемыми патологическими разрушениями, будет заключаться в способности длительно удерживать уже частично и полностью упорядоченные образования из состава смазочного материала, и тем самым за счет самоорганизованных дефектов поверхности для масляных клиньев исключать непосредственный контакт материалов деталей. Обозначенный аспект сформировался по результатам триботехнических испытаний на износостойкость экспериментальных графитизированных сталей.

Испытания проводились на модельных образцах по схеме трения «диск – колодка» при частоте вращения диска 300 мин^{-1} . Цикл испытания одного трибосопряжения при общем времени 93 мин представлял собой следующие этапы: I – формирование рельефа поверхности: 165 Н; 250 Н; 350 Н; 450 Н; 165 Н – по 5 мин; II – испытания без подачи смазочного материала: 165 Н; 250 Н; 350 Н; 165 Н – по 3 мин; III – подача смазочного материала: 165 Н (5 мин); 350 Н; 530 Н – по 3 мин; 165 Н (5 мин); IV – этап II; V – этап III; VI – этап II.

Наилучшие результаты показала трибологическая система материалов «45ХН2МФА –15W-40 Lukoil-Super – (C, 1,54%; Si, 1,07%; Cu, 0,85%; Al, 0,22%; Mn, 0,41%; Ni, 0,13%; Cr, 0,15%; S, 0,022%; P, 0,018; Fe – остальное). Твердость поверхности диска (сталь 45ХН2МФА) HRC22, колодки HRC3. При этом коэффициент трения на остаточных смазочных образованиях в условиях граничной смазки в диапазоне давлении в зоне трения 4,4–5,6 МПа составлял 0,14 с относительной максимальной температурой контакта 100–112 °С. При капельной подаче масла 0,16 с максимальная относительная температура составляла 125–135 °С. При давлении 2,1 МПа коэффициент трения составлял 0,08 в обоих случаях с температурой 75–85 °С. В условиях формирования рельефа наблюдались скачки коэффициента трения до 0,8 в течении 0,5 с, с повторами через 1,5–2 мин. На протяжении каждого из этапов испытания без подачи масла на 3-й минуте на поверхности диска формировался слой смазочных образований коричневого цвета, устойчивый на протяжении всего этапного времени. Этот слой смывался при подаче масла и образовывался вновь при переходах между этапами. При этом явно

визуализирующихся продуктов изнашивания на этапах II–VI при выходе масла из зоны трения (по изменению его цветности) не наблюдалось. Состояние профиля поверхностей трения образцов приведены на рис. 1.

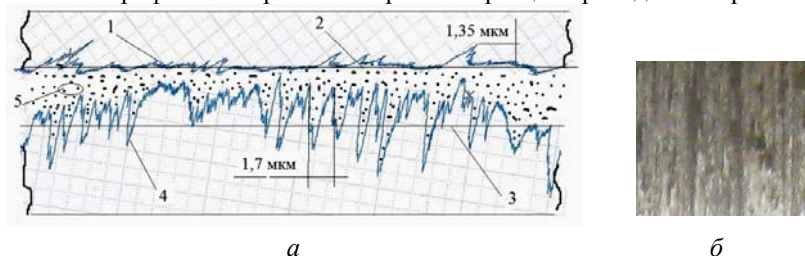


Рисунок 1 – Модельное сечение микропрофилей образцов (а), и внешний вид поверхности диска (б)

- 1, 2 – профилограмма и ее базовая линия фрагмента поверхности колодки;
- 3, 4 – профилограмма и ее базовая линия фрагмента поверхности ролика;/
- 5 – компоненты смазочного материала

Обозначенный трибологический аспект подлежит дальнейшему научно-обоснованному формированию для разработки методологии обеспечения надежности узлов трения, в которых возможны нарушения режимов смазки.

УДК 629.113

Банников В. А.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕСА ПРИ ЕГО ПОВОРОТЕ НА МЕСТЕ ОТНОСИТЕЛЬНО НАКЛОННОЙ СТОЙКИ

В данной работе представлены результаты сравнительного анализа теоретических и экспериментальных исследований кинематики колеса трехколесного экипажа при повороте на месте относительно наклонной стойки. Приведены зависимости, отражающие аналитический подход. Уточненные сведения о пространственных положениях колеса и стойки, при учете ее угла наклона ($\lambda \neq 0$), а также углов поворота стойки, относительно своей оси, на угол не менее $\psi \pm 90^\circ$ (управляемое колесо ведущее), позволяют создать более точную математическую модель движения 3-х колесного экипажа в целом.

Целью работы является иллюстрация подхода к реализации определения характеристик пространственного положения колеса при его повороте в широком диапазоне значений углов, относительно наклонной стойки, и выполнить сопоставление при использовании экспериментальных исследований.

Известные работы по исследованию поведения колеса в передней стойке и, в частности, по расположению точек контакта шины с опорной поверхностью, проводились для традиционной схемы управляемого колеса в составе 2-х колесного переднего управляемого моста на неподвижном автомобиле. Проводились также исследования поведения колеса в одноколесной передней стойке, а именно – в режиме ее возмущенного движения, которые представлены, для частного случая ($\lambda = 0$). При этом углы поворота управляемого колеса, не превышали их максимальных и традиционных значений – порядка 30...35°.

Параметры масштабной модели трехколесного экипажа: база $L = 232$ мм, при угле наклона стойки $\lambda = 20^\circ$, радиус колеса $R = 47,5$ мм, возможность установки угла поворота стойки не менее $\psi \pm 90^\circ$. Колеса жесткие, зеркальные, что позволяет для повышения точности угловых измерений использовать оптический метод, а именно, непрерывно фиксировать отраженный от боковой поверхности колеса след луча «лазерной» указки, спроецированный на прозрачный экран, с нанесенной миллиметровой сеткой.

Непрерывные кривые на графиках отвечает «непрерывному» изменению угла поворота ψ , дискретные точки отвечают экспериментальным данным.

Получены следующие результаты: угол «развала» колеса, возрастает и достигает максимума, равного углу наклона стойки при повороте рулевого колеса на 90° . Запаздывание курсового угла Θ по отношению к углу ψ , при повороте руля на 45° , достигает максимума и составляет не более 0,05 радиана. Точки контакта колеса с дорогой, в зависимости от угла поворота руля ψ в пределах от 0 до 90° , располагаются по полуокружности таким образом, что при продолжении поворота рулевого колеса в ту же сторону на 90° (суммарно – на 180°), последние располагаются на окружности диаметром $L-L(0)$. Величина эффективной базы $L(\Theta)$ в зависимости от угла поворота руля Θ в пределах от 0 до 90° , увеличивается на 0,1%.

УДК 629.113

Щербина А. В.

старш. вкл. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ КУТІВ СХОДЖЕННІ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ

Стрімке збільшення швидкостей руху автомобілів призводить до збільшення тяжко постраждалих і навіть загиблих в автомобільних катастрофах. Тому питанням вдосконалення параметрів агрегатів автомобіля приділяється все більше уваги. Важливе місце в цьому напрямку посідають питання активної безпеки, які в значній мірі визначаються досконалістю

конструкції агрегатів ходової системи, рульового керування та шин. В умовах високих швидкостей руху колеса і шини автомобіля працюють при лінійних швидкостях 120–160 км / год., при цьому динамічний радіус і опір коченню повинні змінюватись на малу величину, тобто шини повинні забезпечувати високі та стабільні тягові й економічні показники. На ці показники суттєво впливають параметри встановлення коліс, тобто кути розвалу та сходження. Ці явища суттєво проявляються на передньоприводних автомобілях, коли керовані колеса працюють в умовах знакозмінної повздовжньої сили. Застосування в сучасних автомобілях гумово-металевих шарнірів, суттєво збільшують податливість елементів конструкції агрегатів, межі якої повинні бути обмежені для кожного конкретного автомобіля.

Відомо, що правильно встановлені кути сходження коліс в межах значень рекомендованих заводом, суттєво зменшують знос шин і опір коченню. Але, при експлуатації автомобілів спостерігаються випадки передчасного зносу шин при відповідності кутів сходження коліс встановленим автовиробниками нормам. Це виникає внаслідок того, що рекомендації автовиробників по встановленню кутів сходження коліс не враховують, що в процесі експлуатації відбувається зміна технічного стану підвіски та рульового привода автомобіля і зміна кутів сходження під час руху автомобіля.

На даний момент характер зміни сходження коліс під час руху автомобіля вивчено не достатньо. Основною складністю в проведенні таких досліджень є відсутність обладнання для дорожніх випробувань, яке дозволило би вимірювати кути сходження під час руху автомобіля, так як непостійність відносного положення коліс і кузова при русі автомобіля, що викликано силами збурення з боку дороги, створюють значні перешкоди при визначенні справжньої величини кутів сходження коліс.

УДК 629.114.03

Сосик А. Ю.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ КАТЕГОРІЇ М1

Підвищення кількості автотранспортних засобів та швидкості їх руху підвищує вимоги до ефективності систем активної безпеки. Зростання інтенсивності руху транспортних засобів призводить до зменшення часу на прийняття оптимального рішення в процесі керування гальмівною системою, особливо, під час екстреного гальмування. Вирішення цього питання лежить в площині застосування електронних систем керування гальмуванням, в яких застосовуються алгоритми з елементами прогнозування.

Отримані експериментальні залежності випробувань гальмівної системи з електромеханічним приводом довели, що час спрацьовування знаходиться в межах 0,13–0,23 с. Розглянувши гальмівну діаграму на початку гальмування встановлено, що час, необхідний для спрацьовування гальмівного приводу та час підводу гальмівної колодки, в середньому дорівнює 0,05 с.

Під час виникнення аварійної ситуації водій різко змінює експлуатаційний режим руху, прибираючи ногу з педалі акселератора і починаючи гальмування. Оцінюючи величину швидкості педалі акселератора у зворотному напрямку є можливість привести систему гальмування в режим екстреного, до початку отримання сигналу з педалі гальма. Таким чином, теоретично та практично є можливість зменшити тривалість спрацьовування гальмівної системи на 0,05 с.

УДК 629.113

Дударенко О. В.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛІСНОГО КЕРУЮЧОГО МОДУЛЯ НА ВИКОНАННЯ МАНЕВРУ «ПЕРЕСТАВКА» ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ КАТЕГОРІЇ М1

При виникненні небезпечної дорожньої ситуації всі учасники руху повинні приймати заходи для її ліквідації і запобігання наслідків ДТП.

Один з способів його запобігання, які має в своєму розпорядженні водій, полягає в об'їзді небезпечної зони шляхом повороту рульового колеса і зсуву автомобіля в поперечному напрямі. У експертній практиці, що склалася, можливість об'їзду, до останнього часу, розглядалася досить рідко. Це пояснюється, з одного боку, громіздкістю формул, що рекомендуються теорією для розрахунку криволінійного руху автомобіля. З іншого боку, «Правила дорожнього руху» впродовж багатьох років наказували водієві зниження швидкості як єдиний засіб ліквідації небезпечної обстановки. В той же час спостереження за дорожнім рухом свідчать, що до 90% небезпечних ситуацій, що виникають на дорозі, водії запобігають не шляхом гальмування, а за допомогою маневру. У деяких же випадках (наприклад, при відмові гальмівної системи) маневр є єдиним засобом збереження безпеки.

В проведеній роботі розглянуто методику розрахунків об'їзду нерухомої перешкоди та види маневрів. Отримано коефіцієнт маневру K_m з врахуванням експлуатаційних характеристик шини, що надає можливість підвищити точність розрахунків при аналізі ДТП.

Отримані експериментальні данні довели, що запропонований корегуючий коефіцієнт z знаходиться в межах аналітичного відхилення часу маневру T_3 ($-0,15 \leq z \leq 0$).

ГУРТКОВА РОБОТА З ТРАСОВОГО АВТОМОДЕЛЮВАННЯ

Гурток трасового автомоделювання – це один із гуртків комунального закладу Запорізького обласного центру науково-технічної творчості учбової молоді «Грані» Запорізької обласної ради. Метою трасового автомоделювання є залучення учнів та студентів до технічної творчості, стимулювання інтелектуального та фізичного розвитку, пропаганда автомодельного спорту, обмін досвідом роботи, проведення змагань.

Автомоделізм не тільки дає можливість вихованцям ознайомитися з сучасною технікою, але і допомагає полюбити автомобільну справу.

Складання моделі – це творчий процес, розвиваючий конструкторські здібності. Будуючи моделі, розробляючи різні механізми до них, автомоделісти вчаться технічно мислити, проектувати, створювати. Займаючись конструюванням та виготовленням моделей автомоделісти отримують багато потрібних знань та навиків. Автомоделізм розвиває творчу ініціативу та кмітливість.

Для гуртків автомоделювання найбільше підходить та використовується метод проблемного навчання. При проектуванні трасової моделі потрібні знання загальноосвітніх, загальнотехнічних та спеціальних дисциплін. Виготовлення моделі потребує вміння роботи на свердлильних, токарних, шліфувальних та деяких інших верстатах. Включення студентів до системи проблемного навчання сприяє створенню оптимальних умов для їх інтелектуального розвитку, оволодінню ними інструментами (методами) навчальної діяльності, формуванню пізнавальних мотивів навчання, соціально-психологічної підготовки особистості до активної практичної діяльності.

Пізнавальна діяльність людини є основною сферою її життєдіяльності. Тому формування у гуртківців пізнавальних мотивів – провідний чинник успішності пізнання, оскільки через нього реалізується природна потреба людини в розвитку.

Від сили і структури мотивації в значній мірі залежить як активність студентів, так і успішність їх навчання. Для навчально-пізнавальної діяльності студентів особливо важливими є наступні типи мотивації: мотивація успіху, мотивація страху невдачі та професійна мотивація. При мотивації успіху дії студента спрямовані на досягнення конструктивних, позитивних результатів. Особистісна активність у першу чергу залежить від потреби досягнення успіху. Продуктивність навчально-пізнавальної діяльності та ступінь її активності мало залежить від зовнішнього контролю над діяльністю студента. Студенти,

орієнтовані на успіх, вибирають для себе середні за складністю або більш важкі завдання, наполегливо діють під час їх вирішення. При виконанні завдань проблемного характеру, в умовах дефіциту часу результативність навчально-пізнавальної діяльності у цих студентів, як правило, підвищується. Привабливість завдання зростає в залежності від рівня його складності. У випадку невдалого виконання завдання його привабливість залишається на високому рівні. Якщо завдання неможливо виконати, студенти, орієнтовані на успіх, наполегливо шукають шляхи його вирішення, використовуючи різноманітні методи. Ці студенти не втрачають бадьорості, гарного настрою при наявності труднощів, які розглядають як об'єктивну реальність.

Студенти, у яких має місце страх невдачі, зазвичай малоініціативні, неадекватно оцінюють свої можливості, найчастіше вибирають завдання, які не вимагають особливих зусиль. При виконанні завдань проблемного характеру, в умовах дефіциту часу діють неефективно, результативність діяльності зменшується. Вони не відзначаються особливою наполегливістю у досягненні поставленої мети (за невеликими винятками). У випадках невдач в навчально-пізнавальній діяльності привабливість завдань зменшується. Студенти цього типу зазвичай тривожні та невпевнені у своїх силах, потребують зовнішнього контролю навчально-пізнавальної діяльності.

У практиці вищої школи важливого значення для забезпечення результативності навчально-пізнавальної діяльності студентів набуває формування професійної мотивації як позитивного відношення до майбутньої професії. Якщо студент свідомо вибрав фах, вважає його гідним і значущим для себе і суспільства, то це позитивно впливає на якість його навчально-пізнавальної діяльності.

Таким чином, трасове моделювання може бути корисним при підготовці фахівців технічного профілю і дає змогу підготувати більш гарного спеціаліста.

УДК 629.017

Давиденко А. В.¹, Куц Т. І.¹, Степанченков В. О.²

¹ студ. гр. БМ-21 ЗБК

² викл. ЗБК

ЕЛАСТИЧНІСТЬ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ СХОДЖЕННЯ КОЛІС

Керованість і швидкість реакції автомобіля залежить від жорсткості рульового керування, від того як елементи, кріплення і вузли передньої осі піддаються під впливом зовнішніх сил, тобто від еластичності рульового керування. Чим більше стають сили в поперечній рульовій тязі, тим сильніше

деформуються вузли системи рульового керування, при цьому керованість і швидкість реакції погіршуються. Вимірювання еластичності рульового керування проводять в статиці на нерухомому автомобілі; при заблокованих передніх колесах поступово прикладається момент до рульового колеса від 0 до 75 Нм.

Еластичність рульового керування складається із суми окремих податливостей, розподіл яких можна представити наступним чином: рульовий механізм і важіль поворотного кулака 40%; податливість лонжеронів 30%; підвіска коліс 15%; рульові тяги і їх опори 10%; рульовий вал, маточина рульового колеса 2%.

Особливий інтерес викликає оцінка еластичності рульового керування в динаміці, при русі автомобіля. Найменший знос шин має колесо, яке котиться точно прямо, однак при цьому, в зоні контакту з'являється поздовжня сила, яка створює обертальний момент, що впливає на рульове керування. Через еластичності підвіски цей момент незначно зміщує колесо і для досягнення прямолінійного руху з меншим зносом шин колесу попередньо задається бічне відведення – сходження коліс. Для автомобіля класичної компоновки встановлюють позитивне сходження, а для передньоприводного – спрямовані ззаду наперед сили реакції прагнуть притиснути колеса один до одного спереду, при цьому краще встановлювати негативне сходження.

Характеристика зміни сходження від швидкості для передньоприводного автомобіля показує, що в момент перемикання передач (від'єднання від тягової сили) відбувається різке переміщення коліс, які відновлюють своє попереднє положення під впливом тягової сили. Поведінка кожного колеса може бути оцінена кривою, рівняння якої має вигляд:

$$y = 1 / a^x.$$

Результати досліджень дозволять призначати для різних марок автомобілів раціональне значення кута сходження, що дає можливість знизити витрату пального, зменшити знос шин, а з урахуванням вибору еластичності рульового керування підвищити активну безпеку машини.

УДК 656.13

Баришніков І. Ю.¹, Головчук А. Ф.²

¹ студ. гр. Т-111М ЗНТУ

² д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Автомобілі» ЗНТУ

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВІВ РОЗГОНУ АВТОМОБІЛЯ НА РОЛИКОВОМУ НАВАНТАЖУВАЛЬНОМУ СТЕНДІ

Вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що впровадження процесів своєчасного і професійного діагностування автомобілів в роботу

автотранспортних підприємств є одним з найважливіших засобів покращення техніко-економічних та екологічних показників.

Раціональний вибір сучасних засобів діагностування значно зменшує трудові і матеріальні витрати на ремонт та технічне обслуговування автомобілів.

Рішення головних завдань розвитку діагностики автомобілів пов'язано перш за все з розробкою методів, засобів, нормативних показників та алгоритмів діагностування, що забезпечать підвищення економічної ефективності виробничого процесу.

За умов автоматизації та роботизації елементів трансмісії тягово-швидкісної властивості (ТШВ) автомобіля надають можливість визначати експлуатаційні характеристики та технічний стан трансмісії і двигуна при роботі на тяговому режимі.

Стендові випробування з визначення ТШВ проводять на спеціальних стендах – динамометричних або інерційних, автомобіль при цьому нерухомий, а його ведучі колеса взаємодіють з обертовими біговими барабанами або сталевими стрічками.

Перевагами інерційного стенду є простота (дешевизна) конструкції та невелика питома собівартість. До недоліків можна віднести: по-перше, відсутність можливості роботи в статичному режимі; по-друге, під час збільшення потужності двигуна падає точність вимірювання.

До переваг навантажувальних стендів можна віднести: отримання точних результатів у всьому діапазоні потужності і крутного моменту, на який розрахований стенд, та можливість проведення «гарячої» обкатки двигуна. Недоліками, як правило, вважають: складну конструкцію, високу питому собівартість, необхідність розсіювання енергії, яка утворюється в результаті роботи навантажувача.

Так чи інакше, вирішення цих недоліків полягає в реалізації комбінованого стенду, який є симбіозом інерційного і навантажувального. Комбінований стенд має всі плюси обох типів стендів і позбавлений їх недоліків, за винятком великої вартості і складного математичного апарату. Застосування такої конструкції потребує впровадження методу обмеженого розгону і визначення нормативних значень діагностичних параметрів для випробувань автомобілів категорії М1.

Таким чином, завданням дослідження є:

- обґрунтування методики теоретичного розрахунку нормативів діагностичних параметрів у режимах вільного і обмеженого розгону;
- проведення експериментальної перевірки параметрів розгону при різних режимах навантаження;
- аналіз результатів експерименту і подання рекомендації що до режимів діагностування та методики розрахунку нормативних параметрів.

Отримані результати нададуть можливість вдосконалення навантажувальної частини комбінованого стенду на стадії проектування та відпрацювання методики проведення вимірювання потужності автомобіля на стенді.

УДК 629.356; 629.6.07

Баришніков І. Ю.¹, Головчук А. Ф.²

¹ студ. гр. Т-111М ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ЗНИЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ПІДРЕСОРЕНОЇ МАСИ АВТОЦИСТЕРНИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РІДКИХ ВАНТАЖІВ

Автомобільні цистерни знаходять все більш широке застосування для перевезень рідких та дрібнодисперсних вантажів. Розширенню номенклатури та обсягів перевезень рідких вантажів, в тому числі синтетичних полімерних матеріалів, сприяє розвиток нафтової та хімічної промисловості. Небезпечні вантажі складають основний обсяг перевезень автоцистернами і, як свідчить світова практика, при транспортуванні таких вантажів автомобілями досить високий відсоток виникнення аварій. Рівень загрози людям і навколишньому середовищу при цьому зростає у порівнянні з іншими видами транспорту на порядок. Тому підвищення безпеки руху спеціалізованих транспортних засобів для рідин є актуальним, а пошук шляхів підвищення безпеки автоцистерн є одним із найбільш ефективних напрямків поліпшення їх продуктивності. У зв'язку з цим виникла необхідність дослідження щодо підвищення безпеки автоцистерн.

Найбільше впливають на керованість стійкість автоцистерн такі чинники, як геометричні характеристики резервуара, висота центру ваги, рівень завантаження, поперечне і поздовжнє зміщення центру ваги вантажу при русі по кривій, при гальмуванні, маневрах зміни смуги руху, а також особливості динаміки взаємодії рідини з конструкцією. Один із напрямків поліпшення керованості і стійкості автоцистерн охоплює заходи щодо зниження коливань рідини всередині резервуарів установкою внутрішніх перегородок за рахунок форми резервуара цистерни або стабілізації положення резервуара при різних умовах руху.

По результатам попередніх досліджень і експлуатації автоцистерн найбільш ефективним заходом із названих вважається установка внутрішніх поперечних і продовжних перегородок, які забезпечують зменшення впливу гідродинамічних ефектів рухомого вантажу. Вплив таких засобів вивчався в роботах Шимановського А. О., Biswal K. C. Авторами Линовицьким А. Е., Макеєвим А. В., R. Modarassi-Tehrani, G. Yan опубліковано ряд статей, в яких приводяться дані стосовно переваг того чи іншого конкретного виконання перегородок. Проте, різноманіття відомих конструкцій не має теоретичного обґрунтування і не може бути використане для прийняття оптимальних рішень при проектуванні цистерн.

Вирішення питання щодо зниження коливань підресованої маси автоцистерни пропонується шляхом імітаційного моделювання, з використанням програмного забезпечення Solid Works. Для оцінки впливу визначальних факторів на коливання цистерни вирішуються завдання:

- створення 3Д моделі резервуара цистерни з різними перегородками;
- моделювання режимів руху автоцистерни з різним ступенем заповнення резервуара;
- аналіз впливу конструктивних факторів і характеристик вантажу на безпеку перевезень рідких вантажів.

УДК 629.114

Сінченко І. О.¹, Сосик А. Ю.²

¹ студ. гр. Т-111М ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

АДАПТИВНИЙ ПРИВІД ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ КАТЕГОРІЇ М1

Процес управління гальмуванням колісних машин може проходити у двох режимах.

1) Режим екстремального управління гальмами колісних машин реалізується у процесі кочення на грані юза. Ефективність гальмування при цьому визначається коефіцієнтом зчеплення колеса з опорною поверхнею і якістю робочого процесу антиблокувальної системи у разі її наявності, яка забезпечує адаптацію керуючої дії до умов кочення колеса.

2) Режим до екстремального управління гальмуванням колісних машин реалізується у процесі кочення колеса за умови, що гальмівна сила на колесі менша за силу зчеплення колеса з опорною поверхнею. Ефективність гальмування при цьому визначається керуючою дією водія, ефективністю гальмівної системи і якістю робочого процесу регулятора гальмівних сил.

Режим до екстремального керування гальмами колісних машин досліджувався, в основному, з точки зору розподілу гальмівних зусиль. Питання адаптації гальмівного привода, що спрямовані на стабілізацію ергономічних параметрів керування гальмами, є недостатньо вивченими.

Режим до екстремального керування гальмами колісних машин характеризується нестабільністю ергономічних параметрів керування. Дана нестабільність зумовлюється декількома факторами:

- нестабільністю параметрів і характеристик при виготовленні коліс, апаратів гальмівного привода, гальмівних механізмів;
- зміною при експлуатації маси колісної машини, коефіцієнтів ефективності гальмівних механізмів, ефективності гальмівного привода.

Тому водію необхідно адаптуватися до характеристик гальмівного управління, які змінюються. При цьому, деякі параметри водій може заздалегідь оцінити з певною достовірністю. Вплив інших параметрів або їх поєднання водій оцінює за сповільненням машини лише під час процесу гальмування. У цьому разі у водія залишається дуже мало часу на адаптацію до характеристик гальмівного керування, які змінилися.

Реалізація адаптивного приводу ускладнюється відсутністю апаратів гальмівного приводу, що надають можливість проводити адаптацію під час гальмування.

Таким чином, ставиться наступна задача дослідження:

- провести аналіз існуючих конструкцій апаратів гальмівного приводу та запропонувати конструкцію мехатронного підсилювача гальмівного зусилля, що надасть можливість створювати адаптивний привід гальмівної системи;

- провести математичний аналіз запропонованої конструкції та визначити головні конструктивні параметри і параметри керування.

УДК 656.13

Онопко Б. В.¹, Сосик А. Ю.²

¹ студ. гр. Т-111М ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ВПЛИВ РІВНЯ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПІД ЧАС ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ

Актуальною проблемою пасивної безпеки автомобіля є порятунок життя і здоров'я пішоходів під час дорожньо-транспортної пригоди. На теперішній час в світовому автомобілебудуванні всі зусилля конструкторів спрямовані на покращення показників пасивної безпеки транспортного засобу.

Основні фактори, що визначають загальний рівень пасивної безпеки, є:

- деформаційні характеристики кузова автомобіля;
- обсяг недеформованого простору під час і після зіткнення;
- мінімізація негативних конструктивних чинників в травмонебезпечних зонах;
- ефективність утримуючих систем;
- ефективність системи протипожежного захисту;
- можливість екстреного вилучення людей та інші.

Для мінімізації пошкоджень пішохода при наїзді на нього автомобіля, застосовують програмовані зони деформації або додаткові пристрої чи системи, що пом'якшують удар при зіткненні.

Програмовані зони деформації визначаються шляхом впровадження новітнього програмного забезпечення. Як приклад, програмне забезпечення RAM-CRASH 2G, яке надає можливість моделювання дорожньо-транспортної пригоди та визначення швидкості руху транспортного засобу. Порівняння розрахункових даних та експериментальних випробувань надає збіг результатів близько 90 відсотків. Незважаючи на таку високу точність розрахунку, визначення швидкості автомобіля до моменту зіткнення з пішоходом, залишається важким питанням без проведення широкого комплексу експериментальних випробувань.

Метою роботи є розробка методів визначення взаємодії транспортного засобу та пішохода під час дорожньо-транспортної пригоди шляхом розробки пересувного випробувально-інформаційного комплексу на базі автомобіля ЗАЗ-1102 та манекена. Це надасть можливість перевірити методику визначення швидкості транспортного засобу, обладнаного різноманітними системами пасивної безпеки під час зіткнення з пішоходом.

УДК 629.113

Щербина А. В.¹, Потарський О. В.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Т-112 ЗНТУ

АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ КУТІВ СХОДЖЕННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ

В умовах постійного зростання кількості автомобілів на дорогах, підвищення їх швидкостей та росту інтенсивності руху на дорогах, важливе значення набувають проблеми підвищення безпеки як самого автомобіля, так і безпеки його руху на дорозі. Одним із важливіших елементів, що відповідають за ці якості, є колісний вузол автомобіля в загалі та його шина зокрема.

На термін служби шини має великий вплив технічний стан транспортного засобу, особливо стан його передньої підвіски, так як в процесі експлуатації через знос у шарнірах і деформації елементів підвіски відбувається неконтрольовані зміни кутів встановлення керованих коліс, що призводить до підвищеного зношування шин, збільшення витрат палива, та погіршує стійкість і керованість транспортного засобу. Особливо відчутний вплив на вище згадані показники має порушення встановлення кутів сходження.

Давно відомо, що правильне регулювання сходження коліс на автомобілі в статичному положенні важливе, але ще важливіше те, що відбувається зі сходженням надалі, тобто чи зберігається сходження коліс при русі автомобіля або змінюється під час ходів стиску та відбою підвіски.

Останнє може бути наслідком незадовільної кінематики рульового керування або деформації деталей у результаті перевантаження, але може бути створене і спеціально, для одержання певних параметрів стійкості та керованості автомобіля. Щоб у зв'язку із відведенням шин не відбувалося підвищеного зношування й не було підвищеного опору коченню, а також не створювалися перешкоди прямолінійному руху автомобіля, в ідеалі не повинно бути ніяких змін сходження коліс при русі автомобіля по дорожньому покриттю.

Подолати вище перераховані недоліки, повинні системи активного регулювання кутів сходження коліс. Данні системи повинні по показникам датчиків, наприклад прискорення чи бокової сили на колесі, за допомогою гідравлічних або електричних приводів змінювати кути сходження. Треба зазначити, що в останнє десятиріччя активно ведуться розробки таких систем.

Призначення такої системи за рахунок автоматичного регулювання сходження коліс підтримувати мінімальні значення бокових сил у плямі контакту колеса із дорогою, і завдяки цьому реалізовувати максимальні поздовжні сили в плямі контакту кожного колеса при розгоні та гальмуванні, а отже таким чином забезпечується найкраща керованість та стійкість автомобіля.

СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 656.025.2

Кузькін О. Ф.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

СТРУКТУРА СКЛАДОВИХ ЯКОСТІ ПОСЛУГ МАСОВОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ У МІСТАХ

Незважаючи на значне зростання рівня автомобілізації в Україні за останні роки, масовий громадський транспорті на сьогодні все ж є домінуючим способом пересування пасажирів у містах. Як і будь-яка інша послуга, послуга з перевезень пасажирів повинна надаватися з встановленим рівнем якості. Тож, якість надання послуг з перевезення пасажирів на міському громадському транспорті є категорією, що відбиває ступінь задоволення цією послугою пасажирів виключно з точки зору інтересів останнього.

Виходячи з того, що будь-який пасажир бажає виконати пересування у місті швидко, з комфортом і безпечно з мінімальними витратами часу і коштів, стає очевидною формула якості пасажирських перевезень у будь-якому виді транспорту і виді сполучення – доступність, швидкість, вартість, комфорт, безпека.

На ці складові задоволення пасажирів послугою міського громадського транспорту впливає низка факторів, які пропонується розділити на такі групи: рівень розвитку маршрутної мережі та її інфраструктури, рівень технологічної організації роботи рухомого складу на маршруті, рівень інформаційного забезпечення пасажирів та рівень безпеки технічних засобів транспорту та кваліфікації транспортного персоналу.

Рівень розвитку маршрутної мережі та її інфраструктури визначає просторову доступність громадського транспорту для пасажирів, прямолінійність сполучень та їх пересадочність, надійність сполучення у разі закриття одного чи декількох маршрутів, умови очікування пасажирів транспорту на зупиночних пунктах. Рівень технологічної організації роботи рухомого складу на маршруті визначає часову доступність громадського транспорту для пасажирів, витрати часу пасажирів на очікування транспорту, швидкість сполучення, рівень наповнення салону маршрутних транспортних засобів пасажирів, умови поїздки пасажирів в маршрутних транспортних засобах. Рівень інформаційного забезпечення відбиває можливість пасажирів мати інформацію про маршрутну мережу, розклади руху транспорту на маршрутах, можливі варіанти поїздки та їх вартість. Рівень безпеки технічних засобів транспорту та кваліфікації транспортного персоналу включають у себе надійність роботи транспортних засобів, засобів

регулювання, координації та контролю руху, відповідний рівень кваліфікації водіїв, диспетчерів, персоналу організатора регулярних перевезень.

Перелічені складові безпосередньо впливають на вартість перевезення, яка відбиває фінансову доступність громадського транспорту для пасажирів.

УДК 656

Васильєва Л. О.

старш. викл. ЗНТУ

ПРОГНОЗУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ВАГОНІВ ПРИ ВІДВАНТАЖЕННІ МЕТАЛОПРОКАТУ

Для визначення змінних, які характеризують використання вантажопідйомності вагонів при відвантаженні металопрокату пропонується використовувати факторний аналіз, а саме – метод головних компонент. В даному випадку застосовуємо цей метод з метою виключення дублюючих змінних та виявлення змінних з найбільшими факторними навантаженнями, які будуть використані у побудові регресійної моделі залежності коефіцієнту використання вантажопідйомності вагонів від даних змінних.

На рис. 1 представлений аналіз попередньо відібраних змінних:

- кількість вантажних місць «Кіл_місць»;
- коефіцієнт використання вантажопідйомності «КВВП» (у подальшому регресійному аналізі буде розглянута у якості залежної змінної від залишених після факторного аналізу);
- загальна вага вантажу у вагоні з пакуванням «Брутто_з_пакув»;
- вага загальна без урахування пакування «Вага_заг»;
- найменування вантажу «Вант»;
- схема навантаження за технічними умовами «Схеми»;
- вантажопідйомність вагона «В / п»;
- вага тари вагону «Тара_ваг»;
- належність вагону «Власні / загальні»;
- вид пакування «Пакування»;
- середня вага одного вантажного місця у вагоні «Ср_вага»;
- наявність багатообертових засобів кріплення «Піддон є / ні»;
- коефіцієнт варіації ваги вантажних місць у вагоні «Коеф_вар»;
- стандартне відхилення ваги вантажних місць у вагоні «Ст_відх»;
- вага багатообертових засобів кріплення «Ваг_піддонів».

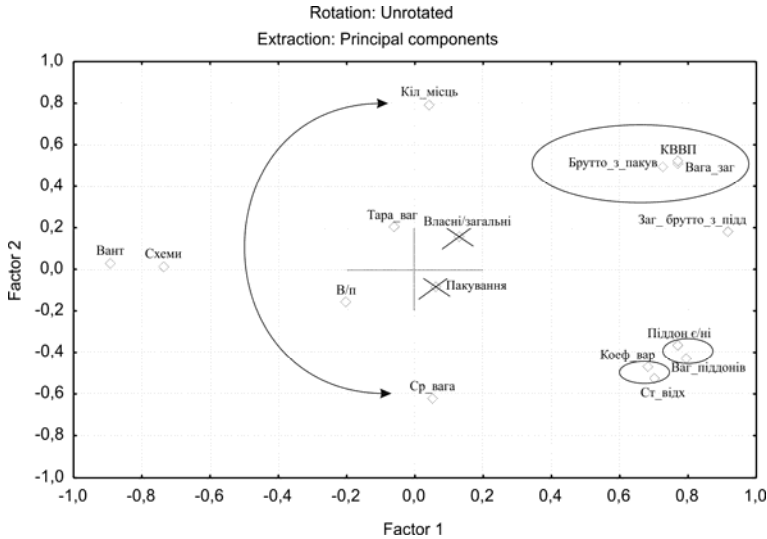


Рисунок 1 – Аналіз змінних методом головних компонент

Дані змінні розглядаються в системі координат двох факторів, де можна виділити три групи щільно розташованих змінних:

- коефіцієнт використання вантажопідйомності «КВВП», загальна вага вантажу у вагоні з пакуванням «Брутто_з_пакув», вага загальна без урахування пакування «Вага_заг»;
- наявність багатообертових засобів кріплення «Піддон є / ні», вага багатообертових засобів кріплення «Ваг_піддонів»;
- коефіцієнт варіації ваги вантажних місць у вагоні «Коеф_вар», стандартне відхилення ваги вантажних місць у вагоні «Ст_відх».

При детальному розгляді цих змінних можна зробити наступні висновки. Маса пакування у порівнянні з масою вантажу складає малу частку, тому зі змінних «Брутто_з_упак» та «Вага_заг» достатньо залишити лише одну з них. Крім того, встановлюємо що коефіцієнт використання вантажопідйомності в нашому випадку більш суттєво залежить від ваги вантажу (49,4... 68,56 тонни), ніж від вантажопідйомності вагону (69... 71 тонна).

Тобто з першої групи змінних достатньо залишити одну – «КВВП».

Аналогічно, з другої групи залишаємо «Ст_відх», оскільки вона первинна для змінної «Коеф_вар».

З третьої групи залишаємо «Ваг_піддонів», як більш інформативну, ніж «Піддон є / ні».

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РІДКОГО ШЛАКУ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗБАЛАНСОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ РЕСУРСІВ

Визначення параметрів оптимального функціонування системи перевезень рідкого шлаку металургійних підприємств за критерієм мінімуму витрат на доставку пропонується виконувати на імітаційній моделі. Головними параметрами є кількість локомотивів і ковшів. Модель складається з трьох блоків.

В першому блоці утворюються замовлення, які захоплюють вільний ресурс «локомотив» (у разі його відсутності, очікують на нього в черзі). Потім за законом розподілу випадкової величини замовленої кількості ковшів замовлення направляється через відповідний елемент мережі, де вказано, скільки ресурсів необхідно захватити. Передбачена можливість виходу замовлення з черги не тільки при захопленні потрібної кількості ресурсу «ковші», а і у випадку відсутності протягом тривалого часу потрібної кількості цих ресурсів (вихід «за таймаутом»). В цьому випадку захоплюється хоча б один ківш та утворюється додаткове замовлення на надолуження їх потрібної кількості.

Надалі замовлення направляється до елементу обслуговування, який імітує роботу доменної печі, час випуску шлаку в якій наступить скоріше, ніж в інших.

Таким чином, до другого блоку програми замовлення надходить до відповідної гілки обслуговування окремої печі. Ці гілки відрізняються шляхом прямування замовлень. По мірі просування до печі, замовлення разом з захопленими ресурсами («локомотивом» і «ковшами») захоплюють статичні ресурси – ділянки колій, та рухаються по них.

На окремі ділянки не може знаходитись більше одного составу, тобто одна ділянка – це один окремий ресурс. Коли замовлення переходить на нову ділянку, попередньо захоплена ділянка звільняється та може бути захоплена іншим замовленням. У разі зустрічного руху замовлень вони наближаються до межі захоплених ділянок, і коли зустрінуться у цьому місці, зможуть, по-суті, обмінятися своїми ділянками (звільнити «свою» та захопити «чужу»). Стосовно реальних об'єктів, ця ситуація розуміється наступним чином: місцем стикування ділянок є стрілочні переклади, які з'єднують три ділянки, тому один з составів може переїхати на вільну ділянку, пропустити зустрічний состав по стрілці та зайняти колію, яку він вивільнив.

По надходженні навантажених ресурсів – «ковшів» до місця накопичення, вони звільняються від замовлення. Це замовлення знищується та при цьому утворюється нова група замовлень за кількістю ковшів, які рухались зі знищеним замовленням.

Ці дії необхідні для реалізації третього блоку, який забезпечує імітацію руху составів, які обмежені по кількості ковшів та іноді потребують розділення навантажених окремими печами груп.

В третьому блоці визначається розмір составу: або при досягненні максимального розміру в черзі накопичення, або при перевищенні припустимого терміну знаходження «ковшів» в цій черзі (вихід «за таймаутом»). В цьому блоці одне замовлення відповідає одному «ковшу». Після формування составу, фіксується його розмір; всі замовлення знищуються, окрім одного, яке надалі захоплює відповідну розміру составу кількість ресурсів. Тобто це залишене замовлення імітує рух одного составу з декількома ресурсами – «ковшами».

Замовлення рухається по мережі за технологічним маршрутом прямування, потім звільняє всі захоплені нею ресурси та відразу знищується.

Головними результатами роботи моделі є такі показники:

- час використання ресурсу «локомотиви»;
- час використання ресурсу «ковші»;
- кількість зафіксованих зривів в роботі печей з причини несвочасної постановки ковшів.

Статистичні дані збираються та відображаються у вигляді діаграм. Аналіз результатів зручно розглядати за графіками залежності коефіцієнту використання локомотивів від кількості ковшів та локомотивів, за яким встановлюються параметри оптимального функціонування системи перевезень рідкого шлаку.

УДК 629.612436

Юдін В. П.¹, Васильєва Л. О.², Харченко Т. В.², Золотарьов Г. А.³

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² ст. викл. ЗНТУ

³ нач. управ. з питань екол. безпеки Запорізької міськради

ПРОМИСЛОВО-ТРАНСПОРТНІ ПРОБЛЕМИ ЗАПОРІЗЬКОГО ІНДУСТРІАЛЬНОГО РЕГІОНУ

Місто Запоріжжя входить до п'ятірки міст України із загальним несприятливим екологічним станом. Підприємства металургійної галузі викидають щорічно на голову кожного жителя міста понад 200 кг хімічних

речовин. У таких умовах транспортний «додаток» до забруднюючого букету є особливо небезпечним. Чисельність міського автотранспорту, без врахування транзитного, вже перевищило 300 тис. од.

Виходячи з аналізу стану атмосферного повітря м. Запоріжжя політика міської влади спрямована на скорочення викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел.

В місті діє Програма природоохоронних заходів, яка затверджена рішенням Запорізької міської ради від 24.12.2012 р. №24.

Скорочення викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел досягається шляхом технічного переоснащення підприємств металургійної і машинобудівній галузей, модернізації технічного обладнання, оснащення джерел викидів сучасним газоочисним обладнанням, використання якісної сировини, підвищення ефективності використання якісної сировини, підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів. Перш за все ці заходи стосуються таких підприємств як ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Дніпроспецсталь», ПАТ «Запоріжжкокс», ПАТ «Запорізький феросплавний комбінат», ПАТ «Укрграфіт», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПАТ «Запоріжтрансформатор», ПАТ «Мотор Січ». З початку дії Програми на цей час на виконання цих заходів було витрачено близько 3,0 млн грн власних коштів підприємств. Це досягнуто за рахунок впровадження 52 заходів щодо зменшення обсягу викидів двооксиду вуглецю, парникових газів і недопущення вторинного пилоутворення. Вагомий внесок в реалізацію Програми зроблено вченими Запорізької інженерної академії і Запорізького національного технічного університету.

Основними напрямками діяльності по охороні атмосферного повітря від пересувних джерел, перш за все автотранспорту, можна назвати наступні:

- удосконалення транспортно-планувальної структури м. Запоріжжя (спорудження Набережної магістралі, спрямованих з'їздів по вул. Лермонтова, Космічному шосе, вул. Радгоспній та інш.);
- удосконалення дорожнього руху;
- розробка і впровадження міських транспортних маршрутів з урахуванням фонового забруднення атмосферного повітря;
- дослідження найбільш напружених автомагістралей і перехресть міста з видачею відповідних рекомендацій по їх удосконаленню.

Вченими транспортного факультету ЗНТУ разом із Управлінням з питань екології Запорізької міськради і спеціалістами Київського інституту санітарії і гігієни ім. Морзеєва виконаний ретельний аналіз транспортно-екологічного стану 10 основних магістралей перехресть міста з безпосереднім вимірюванням параметрів транспортних потоків і розрахунків рівню шкідливих викидів.

За результатами цих досліджень розроблені науково обґрунтовані пропозиції щодо зменшення екологічного навантаження у прилеглий до напружених перехресть житловій забудові міста.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТАТНІХ ІНТЕРВАЛІВ МІЖ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАНЕВРУ ЗМІНИ СМУГИ РУХУ

Метою дослідження було виявлення закону розподілу інтервалів між транспортними засобами, яких достатньо для виконання маневру зміни смуги руху.

В якості об'єкта дослідження було обрано перегін довжиною 100 метрів, де має місце рух змішаного транспортного потоку. Перегін має 3 смуги руху в одному напрямі.

Дослідження транспортного потоку на обраній ділянці було виконано за допомогою відеозйомки. Зйомка тривала 12 годин. Отриманий відеореєстр опрацьовувався вручну.

Опрацьовуючи відеореєстр, розглядали пару смуг супутнього руху в одній системі. У відзнятому матеріалі обирали і обробляли тільки моменти, коли автомобіль змінює смугу руху. Таких спостережень було 52.

Для кожного із 52 спостережень умовно формували групи із чотирьох автомобілів, визначали швидкості кожного ТЗ, типи автомобілів, моменти часу входження їх у систему та інтервали між автомобілями на суміжній смузі, при яких можливі маневри зміни смуги руху.

Перевірка гіпотез про закони розподілу виконувалася з використанням критерію згоди Пірсона (критерій χ^2) чи критерію згоди Колмогорова-Смирнова. Для експериментальних даних за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 7 провели перевірку для кількох неперервних законів розподілу за даними критеріями (табл. 1).

Таблиця 1 – Перевірка вибірки інтервалів між автомобілями за критеріями Пірсона та Колмогорова-Смирнова

Закони розподілу	Критерії перевірки	
	Колмогорова-Смирнова	Пірсона
Гамма	$p = n. s.$	$p = 0,20669$
Логарифмічно-номальний	$p = n. s.$	$p = 0,12132$
Експоненціальний	$p < 0,01$	$p = 0,00000$
Нормальний	$p = n. s.$	$p = 0,26213$
Рівномірний	$p < 0,01$	$p = 0,00032$

З таблиці критеріїв можна зробити висновок, що для даної вибірки інтервалів часу за двома критеріями підходить три закони розподілу: Гамма-розподіл, Логарифмічно-Нормальний та Нормальний. Із них обираємо

гіпотезу про Нормальний закон розподілу, як більш значущий за критерієм Пірсона ($p = 0,26$).

При необхідності моделювання транспортних потоків в подальшому на основі цих досліджень можна розглядати час інтервалів між автомобілями, достатній для маневру зміни смуги руху, як розподілений за нормальним законом.

УДК 656

Трушевський В. Е.

канд. техн. наук, старш. викл. ЗНТУ

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВИЛ ПРОЇЗДУ РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЬ

Приблизно 70% усіх дорожньо-транспортних пригод у великих містах стаються на перехрестях. При введенні світлофорного регулювання рівень безпеки руху на перехресті підвищується за рахунок ліквідації найбільш небезпечних конфліктів (рознесення у часі проміжків руху для конфліктних транспортних та пішохідних напрямів).

Проте, положення Правил дорожнього руху, що стосуються правил проїзду регульованих перехресть викладені у поточній редакції таким чином, що, на думку спеціалістів, створюють передумови для їх різного тлумачення водіями транспортних засобів, що, в свою чергу, може стати причиною дорожньо-транспортної пригоди.

Зокрема, перехрестя, відповідно до Правил дорожнього руху, перехрестя це – місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межею якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг. У випадку, якщо вулиці, що перетинаються, мають дві та більше проїзних частин, розділених широкою розділовою смугою, водій не може визначити, чи це одне велике перехрестя, чи два невеликих, які розташовуються поруч. На розділових смугах можуть знаходитися нежитлові приміщення, малі архітектурні форми, зелені насадження, що ускладнює сприйняття водієм широкої вулиці з розділовою смугою як цілісного елементу вулично-дорожньої мережі.

У випадку введення регулювання на такому перехресті, відповідно до правил дорожнього руху, світлофорні сигнали діють лише на одне перехрещення проїзних частин. При цьому, відповідно діючих нормативів, допускається розташування дублюючих світлофорів на території перехрестя. Таким чином створюються умови, коли водій не може визначити (особливо в темну пору доби та за умов недостатньої видимості), які саме світлофори

регулюють рух на якому саме із кількох перетинів проїзних частин, що є складовими одного перехрестя.

Порядок дотримання водіями світлофорних сигналів наведений у діючій редакції Правил дорожнього руху у дуже складній формі: «Водій, який виїхав на перехрещення проїзних частин згідно із сигналом світлофора, що дозволяє рух, повинен виїхати у наміченому напрямку незалежно від сигналів світлофора на виїзді. Проте, якщо на перехрестях перед світлофорами на шляху руху водія є дорожня розмітка 1.12 (стоп-лінія) або дорожній знак 5.62, він повинен керуватися сигналами кожного світлофора».

Для спрощення формулювань та уникнення непорозумінь, спричинених різними трактуваннями, пропонується викласти п. 16.8 Правил дорожнього руху у такій редакції: «В межах одного перехрестя водій повинен керуватися сигналами лише першого світлофора за ходом свого руху, а також першого після кожної розмітки 1.12 (стоп-лінії) та кожного дорожнього знаку 5.62».

УДК 656

Филончук Ю. Ю.¹, Веремеенко Л. А., Падченко Е. А., Лебедь А. А.²

¹інженер ООО «ТК»

²старш. викл. ЗНТУ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Мультимодальные перевозки – новый и перспективный способ доставки грузов в современной логистике. Расширение внешней торговли Украины со странами Европы, а также выгодное географическое положение Украины на пути транзита между странами Европы и Закавказьем, Центральной Азией мотивирует стремление перевозчиков к современным стандартам перевозок.

Металлургическая продукция – основной экспорт Украины железнодорожным и морским транспортом, поэтому предлагается разработка системы мультимодальных перевозок применительно к данным видам транспорта. Экспорт металлургической продукции идет, главным образом, в страны Европы и морским транспортом в Турцию, США.

Большие перспективы имеет разработка инфраструктуры колеи 1520, проходящей по польской территории на участке 400 км от погранперехода Изов / Хрубешув до станции Славкув, а также на участке 60 км до терминала «Лауда» в г. Замость с дальнейшей перевалкой груза на автомобильный транспорт и перевозкой в страны Западной Европы. Нужно отметить, что ведущие металлургические предприятия уже используют такой метод перевозки своей продукции.

Также целесообразно развивать и морскую составляющую транспортировки: организация железнодорожно-морских перевозок по маршруту Турция – Украина – Словакия с использованием широкой колеи до Кошице, расположенного в 70 км от границы с Украиной. Дополнительным преимуществом данного проекта является наличие в 2-х км от границы Украина–Словакия, на словацкий стороне, терминала PremaKO (г. Матевце), где обеспечена возможность перестановки колесных пар и имеется развитая автодорожная сеть.

Одной из научно-технических задач является обеспечение загрузки контейнеров как по поступлению на металлургическое предприятие, так и по отправлению. Таким образом, решение имеющихся проблем на пути развития мультимодальных перевозок позитивно скажется на экономике страны, развитии транспортной инфраструктуры, расширении торговых путей.

УДК 656

Бабушкин Г. Ф.¹, Сидоренко Ю. Т.²

¹ д-р. техн. наук, проф. ЗНТУ

² асп.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С момента возникновения железнодорожного транспорта и в процессе его эксплуатации стали возникать отказы и нарушения в работе, по вине работников железнодорожного транспорта и контрагентов, так же и по причинам связанным с отказом техники и оборудования. Последствия случаев отказов и нарушений были разными: гибель и травматизм людей, повреждения и сходы подвижного состава, повреждения пути, задержки и срывы основного производства и т. д. Подобные случаи, особенно с тяжелыми последствиями, становятся предметом расследования.

Мониторинг состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте промышленных предприятий в период с 2014 по 2015 год демонстрирует рост общего количества браков при поездной и маневровой работе. Соответственно, отмечается увеличение размеров материального ущерба от повреждений пути, подвижного состава, устройств и сооружений железнодорожного транспорта.

Для повышения безопасности движения на железнодорожном транспорте промышленных предприятий необходимо разработать принципы управления безопасностью движения и определить систему реакций на нарушения персоналом нормативно – правовых документов по БД, а также на

отказы по техническим причинам работы устройств и оборудования, связанных с работой промышленного железнодорожного транспорта. Что в свою очередь позволит снизить уровень браков и нарушений, связанных с работой железнодорожного транспорта. В дальнейшем поможет анализировать их причины возникновения, принимать соответствующие меры по недопущению в дальнейшем нарушений НД и предотвращения отказов устройств и оборудования.

Ключевые слова: безопасность движения, анализ, железнодорожный транспорт, промышленное предприятие, производство, маневровая работа, система реакций.

Система реакций на нарушения персонала и отказы по техническим причинам – эта система включает в себя введение терминов и классификации нарушений безопасности движения (БД), постановка системы расследования и учета, создание ревизорского аппарата и системы контрольных проверок и ревизий, разработка и внедрение местных и государственных программ повышения безопасности движения и др.

Термин «Управление безопасностью движения» является относительно новым и сравнительно недавно стал употребляться специалистами по безопасности движения. Поэтому он нуждается в определении и в сопоставлении с другими основополагающими терминами. К ним относятся:

- Безопасность движения;
- Нарушения безопасности движения;
- Обеспечение безопасности движения;
- Организация обеспечения безопасности движения;
- Управление безопасностью движения.

Управление безопасностью движения – совокупность мер и мероприятий по внесению изменений в нормативные и правовые требования и организацию обеспечения безопасности движения для достижения требуемого ее уровня. Управление безопасностью движения направлено на выполнение изменения системных параметров или нормативно правовых требований в случае появления потенциальной угрозы или риска нарушения для недопущения ее дальнейшего развития, что в свою очередь приведет к каким либо последствиям.

Таким образом, термин «управление БД» отличается от термина «организация работы по обеспечению БД». Управление безопасностью движения предполагает систему сбора данных, их анализ, поиск слабых мест и направленное воздействие с целью погашения негативных тенденций и развития положительных факторов. Организация работы по безопасности движения имеет своей целью задействование всего комплекса мер и мероприятий согласно нормативам, предусмотренными документами. Управление (синоним – регулирование) ставит своей целью повышение БД. Управление безопасностью движения является в большей степени функцией ревизорского аппарата, а организация работы по обеспечению безопасности движения – заботой руководителей структурных подразделений предприятий.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА РІВЕНЬ АВАРІЙНОСТІ

Як відомо, на рівень аварійності впливають наступні фактори: склад транспортного потоку, інтенсивність руху, параметри дороги, дорожні умови та ін.

За даними департаменту ДАІ України, 74% ДТП відбуваються з вини водіїв. Виходячи з цього, можна припустити, що чим вище інтенсивність руху транспортного потоку на дорозі, чим більша кількість водіїв бере участь в транспортному процесі, тим вище вірогідність помилки одно з них, тобто вище вірогідність скоєння ДТП.

На прикладі ділянки автомобільної дороги М-18 Харків – Сімферополь – Алушта – Ялта в межах Запорізької області (км 255 + 700 – км 458 + 460) протяжністю 202,76 км проаналізуємо вплив інтенсивності транспортного потоку на рівень аварійності. Результати досліджень наведені на діаграмі, представлений на рис. 1 та в табл. 1.



Рисунок 1 – Вплив інтенсивності руху на аварійність

Фахівці під час аналізу ступеню небезпеки ділянки дороги використовують спеціальний показник – коефіцієнт відносної аварійності Y_1 :

$$Y_1 = \frac{z \cdot 10^6}{N \cdot L \cdot 365}, \quad (1)$$

де z – кількість пригод за рік, од.; N – середньорічна інтенсивність руху в обох напрямках, авт / доб.; L – довжина ділянки дороги, км.

Визначимо коефіцієнт Y_1 за роками періоду, що досліджується (2009-2015 р. р.) з врахуванням коливань добової середньорічної інтенсивності руху транспортного потоку та статистичними даними по скоєним ДТП.

Таблиця 1 – Результати досліджень

Рік	Кількість ДТП	Інтенсивність руху	Y_1
2009	383	12300	0,42
2010	314	11422	0,37
2011	201	10972	0,25
2012	418	13100	0,43
2013	431	13400	0,43
2014	257	10953	0,32
2015	122	8648	0,19

Результати дослідження вказують на те, що при відсутності значних капіталовкладень в будівництво та утримання доріг, відсутність удосконалення системи організації дорожнього руху, затримки з впровадженням автоматизованих систем управління дорожнім рухом на державному рівні, існує наявна залежність рівня аварійності від інтенсивності руху транспортних засобів, що наочно представлено результатами спостережень за 2009, 2010, 2012 та 2013 р. р.

Як ми спостерігаємо, при коефіцієнті завантаження дороги вище 0,8 відстежується значне зростання аварійності. І навпаки, при зниженні рівня інтенсивності руху до значення 0,7 та нижче різко знижується рівень аварійності та небезпеки руху на розглянутій ділянці дороги. Ця залежність чітко виявлена на прикладі даних за 2015 р.

Впровадження систематизованих заходів щодо організації дорожнього руху дає значний вплив на зниження рівня аварійності. На прикладі 2011 р. ми бачимо, що збільшення кількості пересувних постів ДАІ на аварійно-небезпечних ділянках, на яких спостерігалась в попередні роки велика кількість ДТП з основних причин – перевищення небезпечної швидкості руху та порушення правил маневрування, призвело до значного зниження аварійності на розглянутій ділянці автомобільної дороги М-18.

УДК 656.2

Острогляд О. О.¹, Грицай С. В.², Каплуновська А. М.²

¹ асп. ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

ЛОГІСТИКА ДОСТАВКИ СИРОВИНИ ДЛЯ ФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА

До феросплавного підприємства щоденно надходять значні обсяги агломерату, руди, вугілля, вапняку та інших корисних копалин. Успішна організація руху матеріальних, інформаційних, фінансових потоків в системі «постачальники – залізниця – підприємство з виробництва феросплавів – споживачі» ґрунтується на логістичному підході і є складовою соціально-економічної стабільності певного регіону.

Для ефективної взаємодії підприємств з операторами перевезень потребує вирішення науково-практичної задачі визначення потрібної кількості вагонів для здійснення постачань сировини та палива. Її розв'язання включає необхідність планування часу знаходження вагонів на під'їзній колії підприємства, яка є складовою загального часу обороту вагонів на маршрутах доставки.

На підставі статистичного аналізу та перевірки на колінеарність початкового переліку параметрів, таких як обсяги надходження вагонів до пунктів найбільш інтенсивного вивантаження, обсяги надходження основних вантажів та погодні умови, певні параметри були відкинуті.

З відібраних найбільш впливових параметрів було сформовано три регресійні моделі. Після перевірки значимості рівняння регресії та адекватності рівняння регресії вихідним даним, а також визначення значимості рівнянь та факторів регресії, відібрано найбільш адекватну модель, що має мінімальну похибку апроксимації.

Удосконалено систему підтримки прийняття рішень щодо визначення потрібної кількості вагонів для забезпечення процесу доставки вантажів до металургійного підприємства з виробництва феросплавів, яка спирається на результати планування часу знаходження вагонів на під'їзній колії за допомогою розробленої моделі.

ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Перехід світу до стану цілісності – всезагального взаємозв'язку і взаємозалежності в умовах, коли жодне із суспільних явищ не має ізолизованого характеру, зумовлює новий погляд на розвиток світової транспортної системи.

Актуальність такого погляду особливо зростає в умовах широкомасштабних змін, що відбуваються в світі, зумовлюючи наукові дослідження проблем розвитку залізничного транспорту в органічному зв'язку з усіма іншими сферами суспільного розвитку. Транспортний комплекс і, в першу чергу, – залізничний транспорт повинен зайняти місце інтегратора або зобов'язуючого елемента політики держави.

Сьогодні залізничний транспорт – це одна з ключових галузей економіки будь-якої держави, і України, зокрема. Його функціонування забезпечує об'єднання усіх галузей суспільного виробництва в єдиний економічний механізм. В економіці України залізничний транспорт посідає особливе місце, що зумовлено вигідним географічним положенням нашої країни в євразійському регіоні. Через Україну проходять торговельні й транспортні шляхи міжнародного значення.

Залізниці, з'єднуючи економічні регіони між собою, мають важливе значення для життя всієї країни. Протягом всього періоду проведення в країні економічних перетворень залізниці працюють стабільно, для багатьох регіонів вони є практично єдиними транспортними комунікаціями. Загальна протяжність залізничної мережі України становить 22,5 тис. км.

Відповідно до законодавства управління залізницями та іншими підприємствами залізничного транспорту, що належать до державної власності, здійснюється органом управління залізничним транспортом – Державною адміністрацією залізничного транспорту України (далі – Укрзалізниця), підпорядкованим Міністерству інфраструктури України.

Крім того, Укрзалізниця згідно із законодавством має такі повноваження:

приймати рішення про закріплення транспортних засобів та їх безоплатну передачу однією залізницею або підприємством залізничного транспорту загального користування іншим залізницям та підприємствам без зміни форми власності;

здійснювати функції з управління майном, що перебуває у державній власності та закріплене за підприємствами, які входять до складу залізниць;

приймати у встановленому порядку рішення про передачу в оренду, обмін та надання безкоштовно в тимчасове користування, також виведення з експлуатації рухомого складу і контейнерів, що перебувають у державній власності;

розробляти плани перевезення вантажів залізничним транспортом у прямому, змішаному і міжнародному сполученні, представляти інтереси залізниць під час погодження цих планів у відповідних органах;

Укрзалізниця має право укладати договори у сфері господарювання тощо.

У зв'язку з цим актуальності набуває розроблення наукових засад побудови сучасної моделі цілісного й системного розвитку залізничного транспорту в умовах, коли, з одного боку, виникає потреба у створенні залізничної сфери, яка б відповідала світовим вимірам, а з іншого – стає очевидною неготовність суспільства, залізничної галузі, її функціональних підсистем (наприклад, якості послуг) адекватно реагувати на стрімко мінливу структуру взаємодій та діяльності.

Отже, побудова демократичного громадянського суспільства й соціально орієнтованої ринкової економіки вимагає радикальних змін у сфері управління залізничною сферою.

УДК 656.13.02

Грицай С. В.¹, Михайлик І. І.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Т-511 ЗНТУ

МІНІМІЗАЦІЯ ЗАТРИМОК УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА РЕГУЛЬОВАНИХ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДАХ

Пішохідні переходи являють собою ділянки вулично-дорожньої мережі, що характеризуються підвищеною імовірністю виникнення дорожньо-транспортних пригод. Відповідно ДСТУ 4092-2002, при перевищенні значеннями інтенсивностей руху транспортних засобів та пішоходів встановлених меж, на переході рекомендується введення світлофорного регулювання.

Ефективність функціонування світлофорного об'єкту визначається аварійністю за тими видами дорожньо-транспортних пригод, що їх можливо уникнути за наявності світлофорного регулювання та значеннями транспортних і пішохідних втрат часу (затримок) в очікуванні дозволяючого

рух сигналу чи роз'їзду черги. Вказані фактори є взаємопов'язаними, особливо зважаючи на те, що транспортна дисципліна пішоходів є низькою.

Отже, правильне визначення параметрів світлофорного режиму регульованого пішохідного переходу є одним з найважливіших моментів у забезпеченні його ефективного функціонування. Врахування усіх факторів, що впливають на параметри світлофорного об'єкта на пішохідному переході дозволяють максимально розширити область ефективного застосування вуличних переходів, і таким чином забезпечити безпеку руху пішоходів, заощадити капітальні вкладення у будівництво не вуличних переходів, поліпшити умови руху маломобільних груп громадян /

В роботі запропоновано спосіб визначення тривалості основного такту транспортної фази на регульованому пішохідному переході. Визначена тривалість буде оптимальною за критерієм рівності та мінімальності затримок учасників дорожнього руху, що рухаються через регульовану ділянку. Застосування наведеного способу дозволить підвищити безпеку руху в зоні регульованих переходів завдяки зменшенню кількості порушень Правил дорожнього руху пішоходами та підвищити пропускну здатність пішохідних переходів як для транспортних засобів, так і для пішоходів завдяки врахуванню основних факторів, що впливають на затримки учасників дорожнього руху.

СЕКЦІЯ «МЕХАНІКА»

УДК 539

Шевченко В. Г.¹, Рягін С. Л.², СерEDA О. А.³, Ліпіліна О. С.⁴

^{1,2} канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

^{3,4} студ. гр. М-214 ЗНТУ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРОГОННИХ МОСТІВ

Традиційно при виготовленні мостів використовують ааточно-балочну комбіновану конструкцію. Це склалося у давнині, ще коли арки будували з матеріалів, що добре працювали на стискання (деревина, каміння). При застосуванні сталевих металоконострукцій доцільно перевірити цю традицію. Метою даної роботи є порівняння конострукцій мостів та перевірка доцільності застосування арок чи комбінованих з ними конострукцій при створенні сталевих мостів.

В даній роботі порівняння здійснюється на прикладі конкретного моста у двох модифікаціях: базовий ааточно-балочний та прогонно-балочний. В якості прикладу було взято один прогін моста Преображенського, що на Новому Дніпрі у м. Запоріжжі.

Вважалося, що арка є частиною кола. З метою порівняння саме конострукцій було прийнято, що конострукція і для арок, і для прогонних балок – сталева зварна коробчаста. У балочно-аачоній конострукції було передбачено, що навантаження ділиться навпіл між двома несучими елементами конострукції. Критерієм порівняння була обрана мінімальна сумарна маса конострукції моста, яка забезпечує його міцність при дії випробувального навантаження.

Для перших наближених розрахунків було знехтувано власною вагою прогонів в обох випадках. Пізніше власну вагу було враховано в уточненому розрахунку. Для врахування власної ваги було проведено ряд ітерацій.

За результатами обох розрахунків більш раціональною виявилась прогонно-балочна конострукція моста без арки.

Заміна коробчастої конострукції балки на фермову може додатково збільшити виграш у масі.

Таким чином, шляхом розрахунків і на основі порівняльного аналізу було показано, що при створенні суцільнометалевих мостів застосування кобінованих з арками конострукцій може бути менш раціональним, ніж використання прогонних прямих балок.

В роботі присутні також розрахункові схеми конострукцій та діаграма порівняння мас конострукцій мостів.

РЕСУРС БАЛОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЛУЧАЙНЫХ НАГРУЗОК

При работе конструкции нагрузка на ее элементы носит, как правило, случайный характер. А если при этом вероятность появления пластических деформаций отсутствует из-за невысокого уровня переменных напряжений, то при большом числе циклов возникает опасность усталостного разрушения конструкции.

На основе гипотезы суммирования усталостных повреждений, ресурс элементов конструкции определяется так:

$$T = \frac{N_1 T_e x_0^m}{\psi(m+2) P(x_0^2; m+2)}. \quad (1)$$

Предполагается, что действующая нагрузка представляет собой случайный, стационарный, эргодический процесс с математическим ожиданием равным нулю.

Определим ресурс балки переменного сечения, находящейся под действием случайной нагрузки $f(t)$. Корреляционную функцию зададим в виде:

$$K(t) = K_0 e^{-\alpha t} \cos(\beta t), \quad (2)$$

где K_0 , α , β – постоянные, определяемые из статистической обработки действующей нагрузки.

Изгибные колебания балки переменного поперечного сечения описываются уравнением

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[EJ(x) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right] + m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = f(t), \quad (3)$$

Максимальное напряжение в произвольном сечении балки и производная от него по времени определяются формулами

$$\begin{aligned} \sigma(x, t) &= \frac{Eh(x)}{2} \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2}, \\ \dot{\sigma}(x, t) &= \frac{Eh(x)}{2} \frac{\partial^2 \dot{y}(x, t)}{\partial x^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Если предположить, что ни в одной точке опасного сечения колеблющейся балки напряжение не превышает предела пропорциональности, то ресурс балки можно определить по формуле (1).

Для нахождения статистических характеристик напряжений можно применить численный метод, основанный на свойствах стационарности и эргодичности нагрузки и напряжений.

Решение уравнения (3) представим в виде

$$y(x, y) = \sum_{i=1}^{\infty} g_i(t) X_i(x)$$

где $g_i(t)$ – обобщенные координаты, $X_i(x)$ – собственные формы колебаний балки. Подставляя (5) в (3), получаем систему дифференциальных уравнений.

Свойство эргодичности процесса позволяет по одной его реализации судить о процессе в целом. Воспользовавшись этим, можно построить реализацию действующей нагрузки по заданной корреляционной функции (2). Чем больше интервал времени, на котором строится реализация процесса, тем большее число уравнений придется решать, но преодолеть это можно воспользовавшись свойством корреляционной функции, которая стремиться к нулю при $t \rightarrow \infty$.

УДК 621.865.8

Кружнова С. Ю.¹, Стефаник М. Д.²

¹ ст. препод. ЗНТУ

² студ. гр. М-314 ЗНТУ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Искусственный интеллект (ИИ) как научное направление объединяет исследования по созданию алгоритмов решения с помощью вычислительных машин трудно формализуемых задач, которые осознаются нами и порою успешно решаются с привлечением нашей интуиции, но их постановку и используемый нами алгоритм их решения трудно описать в точных терминах, однозначно понимаемых не на интуитивном, а на логическом уровне.

К таким задачам относится задача распознавания образов, так как в качестве модуля общения (связи) в интеллектуальной системе выступает система распознавания образов, преобразующая воздействия внешнего мира во внутренние (машинные) представления о нем. Образ, представляет собой описание (отражение) некоторого объекта, представляемое в виде сигналов.

Распознавание образов есть отнесение конкретного образа к некоторому классу. Иными словами распознавание образов есть не что иное как их классификация. Статистические методы основываются на минимизации вероятности ошибки классификации. Вероятность P неправильной классификации поступившего на распознавание образа, описываемого вектором признаков x , определяется формулой

$$P = \sum [p(i) \cdot \text{prob}(D(x) = i \mid x \text{ к классу } i)],$$

где m – число классов, $p(i) = \text{prob}(x \text{ принадлежит классу } i)$ – априорная вероятность принадлежности произвольного образа x к i -му классу (частота появления образов i -го класса), $D(x)$ – функция, принимающая классификационное решение (вектору признаков x ставит в соответствие номер класса i из множества $\{1, 2, \dots, m\}$), $\text{prob}(D(x) \neq i \mid x \text{ принадлежит классу } i)$ – вероятность события « $D(x) \neq i$ » при выполнении условия принадлежности x классу i , т. е. вероятность вынесения ошибочного решения функцией $D(x)$ для данного значения x , принадлежащего i -му классу.

Можно показать, что вероятность неправильной классификации достигает минимума, если $D(x) = i$ в том и только в том случае, если $p(x|i) \cdot p(i) > p(x|j) \cdot p(j)$, для всех $i \neq j$, где $p(x|i)$ – плотность распределения образов i -го класса в пространстве признаков.

Согласно приведенному правилу точка x относится к тому классу, которому соответствует максимальное значение $p(i) p(x|i)$, т. е. произведение априорной вероятности (частоты) появления образов i -го класса и плотности распределения образов i -го класса в пространстве признаков. Представленное правило классификации называется байесовским, т. к. оно следует из известной в теории вероятности формулы Байеса.

Если информация об априорных вероятностях распределения отсутствует, то могут быть использованы статистические методы распознавания, в основу которых положены иные, отличные от байесовского, правила классификации.

Однако на практике наиболее распространены методы, основанные на правилах Байеса в силу их большей эффективности, а также в связи с тем обстоятельством, что в большинстве задач распознавания образов оказывается возможным задать априорные вероятности появления образов каждого класса.

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ РОТОРА, ОДНА ІЗ ОПОР ЯКОГО МАЄ НЕОДНАКОВУ ЖОРСТКІСТЬ У РІЗНИХ РАДІАЛЬНИХ НАПРЯМКАХ

В сучасній промисловості широко використовуються машини із швидкохідними роторами, такі як турбіни, осьові компресори, центрифуги, електрошпинделі високошвидкісних верстатів і текстильних машин. Для зменшення динамічних сил, які виникають між валом ротора і підшипниковими опорами, опори валів виконують з підвищеною пружною податливістю. Внаслідок конструктивних особливостей пружних опор вони часто мають неоднакову жорсткість у різних радіальних напрямках.

Метою роботи є визначення частот власних коливань швидкохідного ротора з жорстким валом, який обертається у жорстко встановленому сферичному підшипнику O та у пружно встановленому підшипнику E , причому пружний підшипник E має різну жорсткість у горизонтальному та вертикальному напрямках.

Осесиметричний ротор обертається навколо своєї осі симетрії з постійною за модулем кутовою швидкістю ω . Коефіцієнт жорсткості пружної опори (E) вала у вертикальному напрямку $c_{\text{верт}}$, у горизонтальному напрямку $c_{\text{гор}}$. Центр мас всього ротора (разом з валом) знаходиться в точці C , відстань від якої до жорсткої опори (O) вала становить l_1 . Відстань між опорами вала дорівнює l_0 (рис. 1). Головні центральні моменти інерції ротора становлять: A – відносно поздовжньої осі симетрії, B – відносно будь-якої осі, що перпендикулярна до поздовжньої осі ротора та проходить через його центр мас C . У положенні статичної рівноваги вісь вала горизонтальна.

Для вирішення поставленого завдання вводимо нерухому прямокутну систему координат $Oxyz$, початок якої знаходиться в нерухомій точці O . Координатна вісь Ox спрямована вздовж осі вала, коли ротор займає положення статичної рівноваги; вісь Oy лежить в горизонтальній площині та перпендикулярна осі Ox ; вісь Oz проходить вертикально і разом з осями Ox і Oy утворює праву трійку осей.

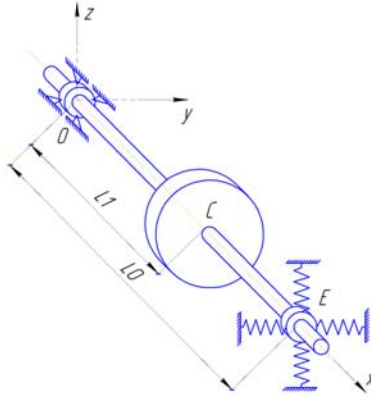


Рисунок 1 – Схема вала ротора, який встановлено на жорсткому сферичному підшипнику та пружному підшипнику

Теорема про зміну кінетичного моменту у застосуванні до руху розгляданого ротора з однією фіксованою точкою набуває вид:

$$\frac{dK_y}{dt} = c_{\text{верт}} \cdot z_E \cdot l_0, \quad (1)$$

$$\frac{dK_z}{dt} = -c_{\text{гор}} \cdot y_E \cdot l_0, \quad (2)$$

де K_y і K_z – кінетичні моменти ротора відносно нерухомих осей координат Oy і Oz ; y_E і z_E – відхилення пружно опертого кінця вала ротора від його статичного положення.

Підставивши в ліву частину рівнянь (1) і (2) формули для кінетичних моментів K_y і K_z ротора, виконавши математичні перетворення, отримаємо систему диференціальних рівнянь вільних малих коливань вала ротора біля положення статичної рівноваги:

$$\left(B + m \cdot l_1^2 \right) \cdot \frac{d^2 z_E}{dt^2} - A \cdot \omega \cdot \frac{dy_E}{dt} + c_{\text{верт}} \cdot l_0^2 \cdot z_E = 0, \quad (3)$$

$$\left(B + m \cdot l_1^2 \right) \cdot \frac{d^2 y_E}{dt^2} - A \cdot \omega \cdot \frac{dz_E}{dt} + c_{\text{гор}} \cdot l_0^2 \cdot y_E = 0. \quad (4)$$

Цій системі лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого порядку з постійними коефіцієнтами відповідає рівняння частот, невідомою величиною в якому є частота p малих вільних коливань вала ротора, котрий обертається з кутовою швидкістю ω . Рівняння частот у розглядуваному випадку є біквадратним рівнянням відносно p , його можна записати таким чином:

$$(B + m \cdot l_1^2)^2 \cdot p^4 - (l_0^2 \cdot (c_{\text{верт}} + c_{\text{гор}}) \cdot (B + m \cdot l_1^2) - A^2 \cdot \omega^2) \cdot p^2 + c_{\text{верт}} \cdot c_{\text{гор}} \cdot l_0^4 = 0. \quad (5)$$

Два додатних кореня p_1 і p_2 рівняння частот є власними частотами коливань розглянутого швидкохідного ротора з двома ступенями рухомості. Отримані нами формули для p_1 і p_2 показують, що зі збільшенням кутової швидкості обертання ротора різниця між частотами його власних коливань і частотами коливань такого ж самого ротора у випадку відсутності обертання зростає.

УДК 531.381

Попович О. Г.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

КІНЕТИЧНІ МОМЕНТИ ШВИДКОХІДНОГО РОТОРА З ОДНІЄЮ ФІКСОВАНОЮ ТОЧКОЮ, ВІСЬ ЯКОГО ЗДІЙСНЮЄ МАЛІ РУХИ БІЛЯ СТАТИЧНОГО ПОЛОЖЕННЯ

Вирішення задач динаміки твердого тіла з однією фіксованою точкою можна проводити, застосовуючи теорему про зміну кінетичного моменту відносно осей Ox , Oy , Oz нерухомої прямокутної системи координат, початком якої є точка O . Кінетичні моменти твердого тіла (K_x , K_y , K_z) відносно цих осей визначаються за відомими з теоретичної механіки [1] формулами:

$$K_x = I_x \cdot \omega_x - I_{xy} \cdot \omega_y - I_{xz} \cdot \omega_z, \quad (1)$$

$$K_y = -I_{xy} \cdot \omega_x + I_y \cdot \omega_y - I_{yz} \cdot \omega_z, \quad (2)$$

$$K_z = -I_{xz} \cdot \omega_x - I_{yz} \cdot \omega_y + I_z \cdot \omega_z, \quad (3)$$

де ω_x , ω_y , ω_z – проекції вектора кутової швидкості твердого тіла на осі Ox , Oy , Oz відповідно; I_x , I_y , I_z – моменти інерції твердого тіла відносно цих осей; I_{xy} , I_{yz} , I_{xz} – відцентрові моменти інерції твердого тіла.

Всі величини в правих частинах цих формул є змінними.

В техніці застосовуються швидкохідні ротори, в яких вал встановлений на жорсткому сферичному підшипнику і на пружному підшипнику. Такий ротор є твердим тілом з однією фіксованою точкою, причому вісь симетрії ротора під час його руху мало відхиляється від її статичного положення. Метою роботи є виведення формул для кінетичних моментів зазначеного ротора із загальних формул (1), (2), (3).

Нехай у положенні статичної рівноваги вісь ротора горизонтальна і збігається з координатною віссю Ox . Положення осі ротора (OE) під час руху визначається малим кутом γ , який вона утворює з горизонтальною площиною xOy , та малим кутом β між проекцією осі ротора на площину xOy і віссю Ox (рис. 1).

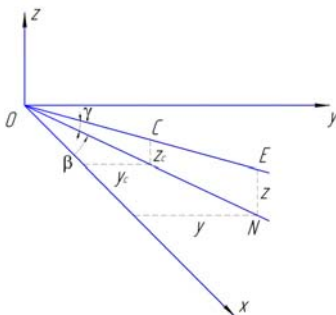


Рисунок 1 – Визначення положення осі ротора в просторі

Вектор кутової швидкості ротора можна представити як векторну суму трьох доданків:

$$\overline{\omega} = \overline{\omega_0} + \frac{d\beta}{dt} + \frac{d\gamma}{dt}, \quad (4)$$

де $\overline{\omega_0}$ – кутова швидкість, з якою швидкохідний ротор обертається навколо власної осі (OE).

Спроеціювавши це рівняння на координатні осі Ox , Oy , Oz , врахувавши мализну кутів β і γ та їхніх похідних за часом, отримаємо:

$$\omega_x \approx \omega_0, \quad (5)$$

$$\omega_y \approx \omega_0 \cdot \beta - \frac{d\gamma}{dt}, \quad (6)$$

$$\omega_z \approx \omega_0 \cdot \gamma + \frac{d\beta}{dt}. \quad (7)$$

Формули для I_x , I_y , I_z та I_{xy} , I_{yz} , I_{xz} ми отримали із загальних формул, якими визначаються компоненти тензора моментів інерції твердого тіла з урахуванням малих кутів β і γ .

В остаточному вигляді формули для K_x , K_y , K_z набули вигляду:

$$K_x \approx A \cdot \omega_0, \quad (8)$$

$$K_y \approx A \cdot \omega_0 \cdot \beta - (B + m \cdot l_1^2) \cdot \frac{d\gamma}{dt}, \quad (9)$$

$$K_z \approx A \cdot \omega_0 \cdot \gamma + (B + m \cdot l_1^2) \cdot \frac{d\beta}{dt}, \quad (10)$$

де A і B – головні центральні моменти інерції ротора відносно поздовжньої осі симетрії (ОЕ) та відносно будь-якої осі, що перпендикулярна до поздовжньої осі ротора та проходить через його центр мас; l_1 – відстань від центра мас C всього ротора (разом з валом) до жорсткої опори (О) ротора.

Отримані формули для K_x , K_y , K_z можна використовувати при складанні диференціальних рівнянь малих коливань ротора з двома ступенями вільності біля положення статичної рівноваги.

УДК 621.313:539.4

Фурсіна А. Д.¹, Тенета В. О.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. Е-215сп ЗНТУ

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ КОРОТКОМУ ЗАМИКАННІ

В даній роботі дослідили розрахунок на міцність трансформатора при короткому замиканні, з'ясувала, що передача електроенергії високими напругами використовується для того, щоб знизити втрати в мережах і в перерізі проводів ліній електропередач.

Також дослідили, що силовий трансформатор є найважливішим елементом установки мережі та систем. Провела розрахунок характеристик короткого замикання, розглянула механічні зусилля та розрахункове значення трансформатора.

У зв'язку з цим, можна дослідити, що процес виготовлення виробів включає комплекс робіт, необхідних для виробництва, складання з деталей вузлів і, нарешті, складання готових виробів. Виробничий процес складається з різноманітних технологічних та допоміжних процесів.

Передача електроенергії високими напругами використовується для того, щоб знизити втрати в мережах і в перерізі проводів ліній електропередач. Ця передача електричної енергії на великі відстані здійснюється на великих напругах (6, 10, 35 кВ та більше) за допомогою трансформаторів та ліній електропередач. У місці споживання електроенергії напругу за допомогою трансформаторів знижують до потрібної величини. Силовий трансформатор є найважливішим елементом установки мережі та систем.

Ці особливості трансформатора зумовлюють підвищені вимоги до технологічних процесів обробки ізоляції, основним завданням яких є видалення газів і вологи з твердої ізоляції і з пропитаною ізоляцію трансформаторного масла на всіх етапах виготовлення трансформатора: від сушіння та просочення маслом на заводі до монтажу на місці його встановлення.

Механічні зусилля виникають в результаті взаємодії струму в обмотках із магнітним полем обмоток. Миттєве значення струму короткого замикання через наявність вільної складової струму може бути ще в 2 рази більше, що може викликати значні механічні руйнування в трансформаторі.

У зв'язку з цим конструкція обмоток і опорних деталей повинна бути розрахована таким чином, щоб вона могла протистояти виникаючим.

Розрахунок механічних зусиль в обмотках дозволяє оцінити механічну міцність трансформатора при короткому замиканні

Механічна радіальна сила F_p , Н

$$F_p = 0,628 \cdot (i_{\text{км}} \cdot W B H)^2 \cdot \beta \cdot \kappa_p \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

Де розрахунок усталеного струму короткого замикання $I_{\text{к}}$. у., А, визначаємо за формулами:

$$I_{\text{к. у}} = I_{\text{ф}} \cdot 100 / u_{\text{к}}, \quad (2)$$

де $I_{\text{ф}}$ – номінальний струм відповідної обмотки.

Найбільший усталений струм короткого замикання $i_{\text{км}}$, А

$$i_{\text{км}} = 1,41 \cdot \kappa_{\text{м}} \cdot I_{\text{к. у}}, \quad (3)$$

де $\kappa_{\text{м}}$ – коефіцієнт періодичності

$$\kappa_M = 1 + e^{-(\pi_{ua} / \varphi_p)} \quad (4)$$

У роботі розглянуті характеристики короткого замикання. При нормальному режимі роботи, при навантаженні трансформатора, що не перевищує його номінального навантаження, механічні зусилля не представляють якої-небудь серйозної небезпеки для цілісності обмоток трансформатора. Розроблений технологічний процес складання трансформатора відповідає сучасним вимогам.

УДК 669.046.44

Скребцов А. А.¹, Чернявський Д. О.²

¹ канд. техн. наук, ст. викл. ЗНТУ

² студ. гр. М-724сп ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ОТРИМАНИХ АДИТИВНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Зниження відходів металу і часу технологічного процесу при виробництві виробів з титану є основоположним завданням для конкурентного виробництва. Так світовий досвід показує, що виготовлення виробів методом пошарового нарощування дозволяє скоротити час на виробництво в порядки. При цьому використання матеріалу досягає 100%. При створенні металевих сплавів цим перспективним методом у вітчизняних умовах виникає ряд технологічних труднощів. До числа таких труднощів можна віднести: непропалення шарів металу, відсутність термічної обробки для зняття напруги і ін., нестабільні властивості, відсутність універсальних машин вітчизняного виробництва. Суттєвою проблемою є неможливість отримання високолегованих сплавів, таких як ВТ8, ВТ3-1, ВТ20. Дослідження проведені в НДЦ «Титан Запоріжжя», кафедра «Механіка».

Запорізького національного технічного університету. Вивчали технологічні особливості отримання високолегованих титанових сплавів на прикладі сплаву складу ВТ20 ГОСТ 19807-91, а також закономірності формування структури і властивостей при ізотермічному синтезі даного матеріалу. Проведено металографічні дослідження, оцінені механічні властивості сплаву, вивчені закономірності формування структури. В роботі показано, що для отримання якісної заготовки з титанового сплаву ВТ20 необхідно істотно ускладнити технологію його одержання з порошків титану і легуючих елементів. Проведені дослідження структури такого матеріалу показали її відповідність зі структурою сплаву аналогічного складу в стані поставки. Намічено шляхи подальших досліджень в галузі матеріалознавства титанових сплавів для технологій пошарового нарощування. Запропоновано використовувати технологію гідрування-дегідрування для отримання порошку високолегованого титанового сплаву зі спеченої заготовки.

НЕСТАЦІОНАРНА ДЕФОРМАЦІЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ У ПРУЖНОМУ ПРОСТОРІ ПІД ДІЄЮ ПОВЕРХНЕВИХ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

В роботі розглядається вісесиметрична нестационарна деформація нескінченно довгої циліндричної оболонки, яка знаходиться у лінійно-пружному, однорідному та ізотропному просторі під дією навантажень, що рухаються вздовж осі оболонки. Вивчається вплив двох типів динамічних нормальних навантажень: навантаження, ділянка дії якого розширюється з постійною швидкістю, але сумарний тиск залишається сталим, та навантаження, яке діє на постійній ділянці і залежить від часу, як одинична функція Хевісайда.

З метою порівняння результатів рух оболонки будемо описувати трьома способами: динамічними рівняннями теорії пружності, рівняннями, які враховують поперечний зсув та інерцію обертання (оболонка типу Тимошенко), а також класичними рівняннями теорії тонких оболонок, які ґрунтуються на гіпотезі Кірхгофа-Лява. Середовище, що оточує оболонку, описується динамічними рівняннями теорії пружності. Контакт між простором та оболонкою вважаємо ковзним, а зв'язок – двостороннім. Початкові умови приймаються нульовими.

Динамічні рівняння теорії пружності розв'язуємо методом потенціальних функцій. Потім застосовуємо інтегральні перетворення (Лапласа – за змінною часу та Фур'є – за осьовою координатою) та знаходимо вирази для шуканих переміщень та напружень у просторі зображень. Обчислення невластних інтегралів, які виникають при оберненні інтегральних перетворень, здійснювалось за допомогою чисельного алгоритму, який ґрунтується на методі Файлона та методі зміщених многочленів Лежандра.

З метою порівняння результатів для навантаження, яке залежить від часу як одинична функція Хевісайда, отримано розв'язок відповідної статичної задачі.

Для навантаження першого типу було досліджено залежність нормальних переміщень та напружень від швидкості, з якою відбувається розширення навантаженої ділянки. Встановлено, що зі збільшенням часу радіальні переміщення та напруження збігаються до нуля. Досліджено розподіл переміщень оболонки в області контакту з простором за осьовою координатою в різні моменти часу.

Для навантаження другого типу встановлено, що нормальні переміщення та напруження зі збільшенням часу збігаються до статичного розв'язку. Досліджено розподіл переміщень та напружень оболонки в області контакту з простором за осьовою координатою в різні моменти часу. Вивчено розподіл нормальних переміщень і напружень простору за осьовою змінною для різних значень радіальної координати та в різні моменти часу.

На основі отриманих розв'язків було порівняно результати для різних методів описання руху оболонки. Встановлено, що результати для наближених методів (оболонка типу Тимошенко, класичні рівняння теорії тонких оболонок, які ґрунтуються на гіпотезі Кірхгофа-Лява) мало відрізняються від результатів для динамічних рівнянь теорії пружності.

Таким чином, отримано та проаналізовано розв'язок вісесиметричної динамічної задачі для тонкої циліндричної оболонки у пружному просторі. Порівняно різні підходи до описання руху оболонки. Результати даної роботи можуть бути застосовані при динамічному розрахунку підземних трубопроводів.

УДК 669.295

Глотка Т. А.¹, Бачурская А. З.², Омельченко О. С.³

¹асист. ЗНТУ

²студ. гр. М-713 ЗНТУ

³ст. препод. ЗНТУ

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОЖНОЛЕГИРОВАННОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА, ПОЛУЧЕННОГО ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

Известно, что термическая обработка является важнейшим процессом для достижения высокой прочности, пластичности, вязкости и необходимой стабильности этих свойств в процессе эксплуатации изделий.

В настоящее время в связи с применением высоколегированных титановых сплавов внедрение операций термической обработки становится неотъемлемой задачей. Однако следует учесть тот факт, что с повышением предела прочности при упрочняющей термической обработке, характеристики пластичности титановых сплавов снижаются; они приобретают повышенную чувствительность к концентраторам напряжений, в результате их эксплуатационные характеристики ухудшаются. Другим фактором, ограничивающим использование упрочняющей термической обработки является наличие дефектов исходной структуры промышленных полуфабрикатов. Закалка и последующее старение обеспечивает получение

высоких механических свойств только на полуфабрикатах с исходной мелкозернистой структурой.

На сегодняшний день особое внимание уделяется направлению работ связанных с получением в титановых сплавах СМК структуры (со средним размером зерен до 1 мкм). Хорошо известно, что измельчение зерен способствует увеличению пластичности и прочности материалов. Практически все традиционные методы влияния на механические свойства материалов повышают лишь одну из этих характеристик за счет снижения другой. Материалы могут быть прочными или пластичными, но обычно не обладают обоими свойствами одновременно. Вместе с тем, недавние исследования показали, что наноструктурирование может привести к уникальному сочетанию особо высокой прочности и пластичности.

Одними из наиболее эффективных методов получения СМК структуры в титановых заготовках являются методы ИПД, в частности, ВЭ. Этот процесс предназначен для эффективного преобразования структуры и свойств материалов без существенного изменения размеров и формы заготовок. Метод ВЭ позволяет получать сплавы с СМК структурой, что приводит к резкому изменению их механических свойств по сравнению с исходным состоянием.

Объектом исследований выбраны образцы из сложнолегированного титанового сплава BT25Y, используемого для изготовления наиболее нагруженных деталей компрессора – моноколес. Микроструктура исходных заготовок состояла из α - и β -фаз величиной 10...15 мкм. В связи с вышеизложенным, для повышения уровня механических свойств титанового сплава BT25Y проведено ИПД методом ВЭ. Результаты механических испытаний при нормальной и повышенной температурах представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Механические свойства сплава BT25Y в исходном структурном состоянии и после ИПД / Mechanical properties of BT25Y alloy in initial structural condition and after SPD

Механические свойства	Состояние сплава	
	исходное	после ИПД
σ_{B_2} , МПа	1150	1600
$\Delta\sigma_{B_2}$, %	–	28
δ , %	8,0	6,5
$\Delta\delta$, %	–	18,7
ψ , %	18	20
$\Delta\psi$, %	–	10
$\sigma_{B/330}$, МПа	945	795
$\Delta\sigma_{B/330}$, %	–	16
δ_{330} , %	11,0	14,0
$\Delta\delta_{330}$, %	–	21
ψ_{330} , %	19,0	28,4
$\Delta\psi_{330}$, %	–	33

Анализ данных табл. 1 показал, что формирование СМК структуры в сплаве ВТ25У обусловило повышение прочности σ_b на 28%, значения относительного сужения сохранились практически на исходном уровне, при снижении относительного удлинения и кратковременной прочности при 330°C по сравнению со стандартной структурой данного сплава. Анализ поверхности разрушения образцов из сплава ВТ25У в исходном микрокристаллическом состоянии показал наличие слабо выраженных сколов, поверхность разрушения более шероховатая, чем в образцах с СМК структурой.

Полученные результаты можно объяснить тем, что после ИПД в СМК состоянии разрушение образцов за счет более однородного микроструктурного состояния происходит с полным исчерпанием ресурса пластичности (в результате образовывалась утоненная шейка вблизи излома). Поверхности разрушения образцов с СМК структурой, испытанных при нормальной (20°C) температуре, характеризовались мелкокристаллическим рельефом, практически во всех образцах наблюдали две зоны типа «чашка-конус» (с плоским дном и наклонными краями). В центральной части – зона отрыва, перпендикулярная действующей нагрузке, по ободу – скосы, свидетельствующие о достаточной пластичности сплава.

Исследования поверхностей разрушения при более высоких разрежениях позволили установить, что образцы из сплава ВТ25У в исходном микрокристаллическом состоянии преимущественно вязкого характера, однако в отдельных участках наблюдаются гладкие прямолинейно очерченные области, не имеющие ямок и совпадающие по размерам с выделениями β -фазы, что обусловлено, вероятно, отрывом отдельных α / β -колоний β -фазы при разрушении. В образцах с исходной микроструктурой количество этих участков большее, чем в изломах образцов с СМК структурой, что, по-видимому, обусловило их более низкую пластичность. Размеры ямок вязкого разрушения и плоских участков практически соизмеримы с величиной α - и β -фаз и составляют 5...10 мкм, что свидетельствует о разрушении по отдельным структурным составляющим. Фрактограммы, снятые с поверхностей разрушения образцов с СМК структурой, характеризовались более развитой поверхностью, проявляющейся в более тонких границах раздела ямок и существенно меньшем их размере, что свидетельствовало о большей энергоемкости процесса разрушения. Размеры ямок разрушения в СМК образцах находились в пределах от 5 до 15 мкм.

Поверхности разрушения образцов, испытанных при 330°C, сколов, характерных для испытаний при 20°C, не имели. При этом шейка в рабочей части жаропрочных образцов вблизи поверхности разрушения более узкая по сравнению с испытаниями при комнатной температуре, более выраженная в

образцах с СМК структурой, что свидетельствует о высокой пластичности сплава в таком структурном состоянии. Таким образом, применение титановых сплавов в СМК состоянии позволяет существенно повысить механические свойства при нормальной температуре 20°С без дополнительного легирования, однако имело место снижение относительного удлинения и прочности при повышенной температуре.

Кроме того, необходимо учитывать термодинамически нестабильное состояние СМК структуры после ВЭ, в связи с чем необходимо было стабилизировать структуру и обеспечить требуемый уровень прочности СМК титановых сплавов при повышенных температурах. В связи с этим предложено стабилизировать структуру для повышения уровня прочности СМК титановых сплавов при повышенных температурах. С этой целью проведено термическую обработку структурированных образцов в виде отжига. В результате проведенных исследований, определен температурный режим термообработки сложнолегированного СМК титанового сплава (отжиг при 600°С), позволяющий не только стабилизировать структурное состояние сплава после ИПД, но и повысить пластичность до стандартных значений, а также уровень кратковременной прочности при повышенной температуре на 13% (табл. 2).

Таблица 2 – Механические свойства сплава BT25У после ИПД и стабилизирующей термообработки / Mechanical properties of BT25U alloy after SPD and stabilization heat treatment

Механические свойства	Состояние сплава	
	исходное	после ИПД и отжига
σ_B , МПа	1150	1346
$\Delta\sigma_B$, %	—	15,0
δ , %	8,0	10,0
ψ , %	18,0	22,0
$\sigma_{B/330}$, МПа	945	1087
$\Delta\sigma_{B/330}$, %	—	13,0
δ_{330} , %	11,0	11,0
ψ_{330} , %	19,0	20
$\Delta\psi_{330}$, %	—	5,0

Из полученных результатов следует, что измельчение структурных составляющих до СМК состояния позволяет повысить уровень механических свойств сложнолегированного титанового сплава за счет формирования однородной дисперсной структуры, а последующий отжиг приводит к снятию напряжений и стабилизации структуры. Такие изменения в механических свойствах делают привлекательными данные сплавы для практического применения в авиационной промышленности.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ КРЕНА ЯХТЫ

Рассматривается килевая яхта, движущаяся под воздействием аэродинамических сил паруса. Разложение этой силы дает две составляющие: движущую силу и силу крена. Последняя ухудшает ходовые качества яхты и может привести к ее опрокидыванию. В существующей литературе предлагаются способы уменьшения силы крена: – система жестких симметричных парусов, которые обеспечивают нулевую суммарную силу крена; – гироскопические устройства; – боковые горизонтальные подводные крылья. Однако они трудно реализуемы, существенно усложняют управление яхтой, снижают скорость хода и рассчитаны на предельные параметры крена. На практике используется вес яхтсменов.

Предлагается и рассматривается управляемая гидродинамическая система, состоящая из управляемого по углу атаки крыла в зависимости от угла крена. Подъемная сила крыла совместно с нормальной силой от киля нейтрализуют силу крена от паруса (рис. 1).

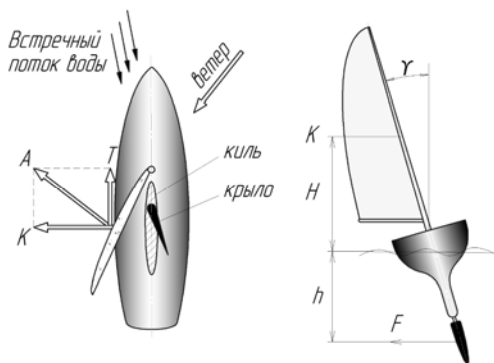


Рисунок 1 – Система стабилизации крена яхты

Для оценки возможности реализации такой системы стабилизации крена яхты, рассмотрена возможная площадь крыла. Площадь крыла определялась из условия равенства моментов сил крена от паруса и подъемной силы крыла

$$C_{\text{упаруса}} \cdot \rho_{\text{воздуха}} \cdot V_{\text{воздуха}}^2 \cdot S_{\text{паруса}} \cdot 0,5 \cdot H = C_{\text{укрыла}} \cdot \rho_{\text{воды}} \cdot V_{2\text{крыла}} \cdot S_{\text{крыла}} \cdot 0,5 \cdot h,$$

где $C_{\text{паруса}}$, $C_{\text{крыла}}$ – коэффициенты подъемных сил паруса и крыла; $\rho_{\text{воздуха}}$, $\rho_{\text{воды}}$ – плотности воздуха и воды; $V_{\text{воздуха}}$, $V_{\text{крыла}}$ – скорости воздуха и крыла; $S_{\text{паруса}}$, $S_{\text{крыла}}$ – площади паруса и крыла.

С учетом возможных геометрических размеров, скорости хода яхты и воздуха, которые являются величинами одного порядка, плотности воздуха и воды, площадь крыла должна составлять 0.01 от площади паруса.

Жесткое крыло позволяет обеспечить высокое его гидродинамическое качество (до 23, при 4° угла атаки), что дает возможность существенно снизить его гидродинамическое сопротивление. Уменьшение угла крена позволяет увеличить аэродинамическую силу паруса, уменьшить лобовое сопротивление яхты и соответственно увеличить скорость хода яхты. Угол атаки крыла устанавливается автоматически по показаниям угла крена яхты (рис.2)

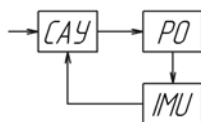


Рисунок 2 – Структурная схема автоматического управления:

CAU – система автоматического управления, PO – рабочий орган, IMU-inertial measurement unit.

При рассмотрении возможностей рассматриваемой системы выбрано одно конструктивное решение установки крыла, хотя могут быть и другие, например, различные места расположения крыла.

УДК 539

Шевченко В. Г.¹, Рягин С. Л.², Малеев В. В.³, Братковский В. О.⁴

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

^{3,4} студ. гр. М-714 ЗНТУ

РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧУВАНИХ ПРОСТОРОВИХ СТРИЖНІВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Виконано аналітичні розрахунки на міцність статично невизначуваних просторових. Стрижневих конструкцій на прикладі сидінь, які представляють собою набір 9-ти. Повздовжніх профілів, з'єднаних поперечними діафрагмами. Показано, що крутіння таких стрижнів може викликати згинання повздовжніх профілів. Ми визначили, згинання у вертикальній площині та згинання в горизонтальній площині. Так як при крученні

складового стрижень він вважається затисненої на кінцях. Крутний момент, прикладений до центральній пластині, буде врівноважуватися за рахунок згинання та кручення профілів. Далі ми визначили зсув та еквівалентні напруження, виходячи з принципу суперпозиції та правил визначення напружень, виходячи з умови міцності, запропонована конструкція є робото спроможною.

УДК 624.012.35; 624.012.45

Шевченко В. Г.¹, Фурсіна А. Д.², Булатов Є. Г.³

¹канд. техн.. наук., доц. ЗНТУ

² канд.. техн.. наук, доц. ЗНТУ

³студ. гр. ИФ-815сп

РАСЧЕТ ПУСТОТНОЙ ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ

В строительстве существует извечная проблема дороговизны производимых работ. Для уменьшения их стоимости имеет смысл произвести замену более материалоемких конструкций и элементов на менее затратные. Ввиду этого приведен расчет пустотной плиты покрытия для замены полнотелой ребристой плиты покрытия.

Расчет состоит из трех этапов: расчет по первой группе предельных состояний конструкции; расчет по второй группе предельных состояний конструкции; расчет по третьей группе предельных состояний конструкции.

Целью метода расчет по первой группе предельных состояний является предотвращение разрушения конструкций, потери устойчивости формы конструкции и усталостного разрушения.

Цель метода расчета по второй группе предельных состояний конструкций – не допустить развития чрезмерных деформаций, исключить образование трещин в бетоне или ограничить ширину их раскрытия, а так же обеспечить закрытие трещин после снятия части нагрузок.

В расчете по третьей группе предельных состояний конструкций предполагалось, что напряжения в арматуре и бетоне достигают предельных значений.

Расчеты показали, что все три условия выполнены – конструкция имеет технические и эксплуатационные характеристики, удовлетворяющие выдвинутым условиям.

Пустотная конструкция позволяет существенно повысить теплоизоляционные характеристики из-за наличия воздушных прослоек. Кроме того, повышается звукоизоляция по тем же причинам. Наконец, воздушные каналы позволяют экономить бетон, что снижает вес и материалоемкость, следовательно, и стоимость изделия.

СЕКЦІЯ «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

УДК 621.43

Слинько Г. І.¹, Стаднік О. В.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. Т-411м ЗНТУ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ КЛАПАНІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ НА ТРАНСПОРТНИХ ДВЗ

Сучасні транспортні ДВЗ повинні мати високі споживчі характеристики, що включають енергетичні, економічні та екологічні показники. Велику роль в досягненні цих показників відіграє вдосконалення робочих процесів в циліндрі двигуна. У свою чергу, організація процесів в циліндрі двигуна в значній мірі залежить від газообміну під час впуску в циліндр свіжої суміші і впуску з нього продуктів згорання.

Для наповнення циліндра свіжою сумішшю і очищення його від продуктів згорання використовується газорозподільний механізм (ГРМ). Традиційний привід ГРМ має такі недоліки, як жорсткий кінематичний зв'язок клапанів з колінчастим валом, значні навантаження в сполученні кулачка і штовхача, необхідність змащування елементів приводу, можливість розриву кінематичного зв'язку між кулачком розподільчого валу і клапаном, шумність.

Можливість зміни фаз газорозподілу, підйому клапана і закону його руху в залежності від режиму роботи двигуна відкривають нові напрями вдосконалення двигунів. З'являється можливість формувати швидкісну характеристику двигуна, забезпечити реверсування двигуна, здійснити принцип багатопаливності, змінювати дійсну ступінь стиснення (цикли Міллера і Аткинсона) для скорочення концентрації регламентованих викидів у відпрацьованих газах. Крім цього, впливаючи на період перекриття клапанів, можливо забезпечити перепуск частини наддувочного повітря у випускну систему для регулювання наддуву або забезпечити внутрішню рециркуляцію, керуючи кількістю залишкових газів в циліндрі. Незалежно від кутового положення колінчастого вала управління клапанами дозволяє відмовитися від дросельної заслінки, що ефективно при невеликих навантаженнях. При наявності двох впускних клапанів в циліндрі можна відключати один з них, що сприяє оптимізації сумішоутворення на окремих режимах роботи двигуна. При гальмуванні автомобіля на затяжних спусках можна використовувати двигун для гнучкого регулювання гальмівного моменту.

Перспективними системами управління клапанами двигуна є електромагнітний і електрогідравлічний приводи клапанів.

Застосування електромагнітного привода в традиційному вигляді (силовий електромагніт і рухомий ярів) для транспортних ДВЗ з прийнятними характеристиками, видається недоцільним. Основні недоліки електромагнітного привода полягають в необхідності охолодження електромагнітів, їх громіздкості, великій швидкості посадки клапана на сідло, високій первісній вартості системи, що узгоджується з дослідженнями провідних світових фірм. Зважаючи на це, в даний час для транспортних двигунів кращим вважається електрогідравлічний привід.

В роботі пропонується відмовитися від розподільного вала для незалежного регулювання закону переміщення клапана ГРМ. Для створення тиску рідини в гідроциліндрі за рахунок використання загальної рампки, що живиться від насоса. Переміщення клапана двигуна забезпечується електромагнітними клапанами, які керують подаванням і зливанням рідини з гідроциліндра. При цьому відкривання клапана двигуна здійснюється за рахунок сили тиску рідини на поршень гідроциліндра. Закриття клапана виконується клапанною пружиною, як це прийнято в традиційному ГРМ. Схема електрогідравлічного приводу ГРМ представлена на рис. 1.

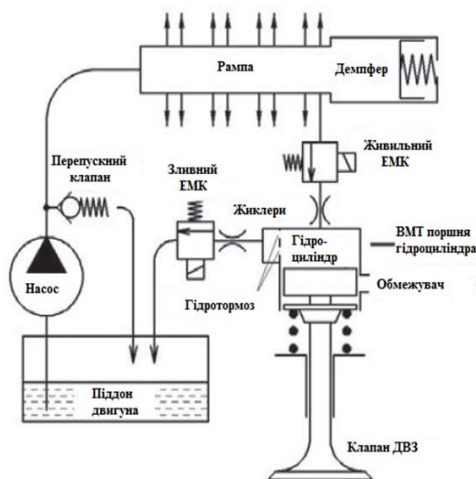


Рисунок 1 – Схема пропонованого гідравлічного приводу клапанів ГРМ

Метою даної роботи є поліпшення екологічних і паливно-енергетичних параметрів транспортного ДВЗ на основі системи гнучкого управління фазами газорозподілу за допомогою електрогідравлічного приводу клапанів.

УДК 621.43

Слинько Г. І.¹, Черняєв М. О.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. Т-411 ЗНТУ

ЗАМІНА ДВОКОМПОНЕНТНОГО ДАТЧИКА КИСНЮ НА ДАТЧИК ШИРОКОСМУГОВОГО ТИПУ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА

Проблема екологізації ДВЗ є однією з найактуальніших проблем двигунобудування. Вимоги до сучасних двигунів стають жорсткішими. З 01.01.2016 року на території України почав діяти стандарт екологічності Євро-5, який у світі був прийнятий ще у 2009 році. Зараз на території країн Європейського Союзу діє екологічний стандарт Євро-6, прийнятий у 2015 році. Екологічна ситуація в нашій країні є незадовільною. Тому, з метою покращення екологічних характеристик ДВЗ, пропонується замінити старі двокомпонентні датчики кисню на більш сучасні широкосмугові датчики (рис. 1).



Рисунок 1 – Широкосмуговий датчик

Основна відмінність широкосмугового зонда у порівнянні зі звичайним λ -зондом – це наявність двох цирконієвих комірок: сенсорної (комірки Нернста) і, так званої, помпової комірки. Вони розділені дифузійною камерою шириною від 0,01 до 0,05 мм. Склад газового вмісту дифузійної камери постійно відповідає $\lambda = 1$, що для сенсорної комірки означає напругу у 450 мВ. Склад газу у зазорі і разом з цим напруга сенсора підтримуються за допомогою зміни напруги, що прикладається до помпової комірки. При бідній суміші і напрузі сенсора нижчій за 450 мВ комірка виводить кисень з дифузійної порожнини в атмосферу. Якщо суміш є багатою і напруга перевищує 450 мВ, струм змінює свій напрям, і помпова комірка транспортує кисень у дифузійний зазор. Отже величина і напрям струму помпової комірки свідчать про вміст кисню у відпрацьованих газах.

При цьому інтегрований нагрівальний елемент встановлює температуру зони від 700 до 800°C. За величиною прикладеної напруги визначається реальний склад суміші. На відміну від стандартного датчика кисню, напруга такого датчика може бути як позитивною, так і від'ємною. Позитивна напруга вказує бідну суміш, від'ємна напруга – ознака збагаченої суміші. Нормальний діапазон зміни напруги становить приблизно 1,5 В. В результаті цього система контролює напругу керування помповою коміркою для підтримання на сенсорі напруги 450 мВ. Це дає можливість визначати склад паливо-повітряної суміші і реагувати на його зміну в діапазоні співвідношень повітря-паливо від 12:1 до 22:1.

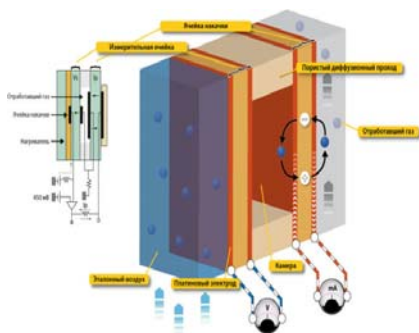


Рисунок 2 – Наочний принцип дії широкосмугового датчика

Таким чином можна сказати, що двигун, на якому буде встановлений запропонований датчик, буде екологічнішим, ніж двигун з двокомпонентним датчиком. Це зумовлено тим, що широкосмуговий датчик дає набагато точніші дані для регулювання паливоподачею. Враховуючи велику кількість транспортних засобів у нашій країні, можна припустити, що із заміною усіх старих датчиків на нові у недалекому майбутньому можливе покращення екологічної ситуації.

УДК 621.436

Слинько Г. І.¹, Володін Д. А.², Проценко Д. О.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. Т-444 ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ 4Ч10,5 / 13

Сучасне двигунобудування прагне до створення такої моделі двигуна, яка б задовольняла цілому ряду умов: високій потужності, економічності та інше. Найбільші світові виробники вже кілька років йдуть по шляху «Downsizing», тобто підвищують потужність двигунів внутрішнього згорання без збільшення (або зі зменшенням) робочого об'єму, зі збереженням (або зниженням) витрати палива. На тлі постійного здорожчання палива активно ведуться роботи по підвищенню експлуатаційних характеристик двигунів внутрішнього згорання при зниженні витрати палива.

Аналіз формули ефективної потужності двигуна:

$$N_e = \frac{H_u \eta_e}{l_o \alpha} \eta_v V_d \frac{2n \cdot 10^3}{\tau} \rho \quad (1)$$

показує, що якщо прийняти незмінним об'єм циліндрів і склад суміші, то величина N_e при $n = \text{const}$ буде визначатися відношенням η_e/α , значенням η_v і параметрами повітря, що потрапляє в двигун. Так як масовий заряд повітря G_B (кг), залишаючогося в циліндрі двигуна:

$$G_B = V_d \rho \eta_v, \quad (2)$$

то вираження (1) можна записати у вигляді:

$$N_e = \frac{H_u \cdot \eta_e \cdot 2 \cdot n \cdot 10^3}{l_o \alpha \tau} G_B. \quad (3)$$

З рівнянь (1)–(2) слідує, що при збільшенні кількості повітря (наддува), яке дійшло у двигун, ефективна потужність N_e значно збільшується.

Є й інші можливості підвищення потужності N_e . Проте в порівнянні з наддувом вони менш ефективні. Наприклад, підвищення потужності N_e за рахунок збільшення робочого об'єму і кількості циліндрів погіршує масогабаритні параметри двигуна. Збільшення ж частоти обертання двигуна можливе тільки у випадку збереження якості протікання робочого процесу при високих значеннях коефіцієнта наповнення η_v і механічного ККД η_e , що на практиці здійснити надзвичайно важко.

Збільшення ефективної потужності двигуна шляхом наддуву дозволяє підвищити масове наповнення циліндрів двигуна і, виходячи з цього, спалити в двигуні більшу кількість палива. Ефективний ККД η_e двигуна при наддуві також декілька збільшується за рахунок збільшення тиску циклу і зменшенню питомих втрат в результаті використання частини енергії відпрацьованих газів.

Збільшенні кількості повітря, що потрапляє в двигун дозволяє працювати на бідних сумішах, що знижує вихід CO і CH_x. Так як потужність дизелів регулюється подачею палива, а повітря що потрапляє не дроселюється, то при часткових навантаженнях використовується дуже бідна суміш, що сприяє зменшенню питомої витрати палива. Займання бідної суміші в дизелях з наддувом не викликає труднощів, так як воно відбувається при високих температурах повітря. Продувка камери згорання повітрям, що подається в дизелях допустима, оскільки на відмінну від бензинових двигунів виносу палива у випускний трубопровід у них немає.

Для покращення ефективної роботи ДВЗ і його експлуатаційних характеристик шляхом установки турбокомпресора необхідно: зменшити ступінь стиску двигуна 4Ч10,5 / 13; вибрати необхідний турбокомпресор; розробити технологічну карту доробок.

Після виконання теплового розрахунку двигуна 4Ч10,5 / 13 з урахуванням наявності турбокомпресора отримані наступні результати:

- обертовий момент – 413,03 Н·м при 1500 хв⁻¹;
- потужність – 64,8 кВт при 1500 хв⁻¹.

Висновок. Запропонована схема модернізації дизельного двигуна 4Ч10,5 / 13 шляхом оснащення його турбокомпресором має реальні можливості на впровадження так як, при цьому конкретному двигуні 4Ч10,5 / 13, потужність, отримана після вдосконалення, збільшилася на 32%, а обертовий момент на 46%.

УДК 621.43.011

Слинько Г. І.¹, Марков С. І.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. групи Т-434сп ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВИГУНА МЕМЗ-307 ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Підвищення ефективності роботи двигуна внутрішнього згорання є актуальною проблемою сьогодення.

Для підвищення ефективності роботи двигуна МЕМЗ-307 розроблено схему розташування клапанів газорозподільного механізму (ГРМ) (рис. 1а).

Завдяки цьому в одному циліндрі розміщуються замість класичних двох клапанів ГРМ – чотири (рис. 1б). Цим забезпечується підвищення сумарної площі перерізу впускних та випускних отворів системи ГРМ.

Більш докладно: заводом виробником було розроблено впускні клапани діаметром 34 мм, з діаметром стрижня 8 мм, з робочою площею перерізу $609,945 \text{ мм}^2$. Розроблена схема дозволяє встановити два випускних клапана діаметром 26 мм, з діаметром стрижня 8 мм, сумарною робочою площею перерізу $659,4 \text{ мм}^2$, що забезпечить збільшення робочої площі перерізу на 8,1%, і дасть змогу краще наповнити циліндр паливно-повітряною сумішшю.

Водночас розроблена схема дозволяє замість, розробленого заводом виробником, одного випускного клапана діаметром 29 мм та діаметром стрижня 8 мм., робочою площею перерізу $440,385 \text{ мм}^2$, встановити два випускних клапана діаметром 23 мм з діаметром стрижня 8 мм, сумарною робочою площею перерізу $566,77 \text{ мм}^2$, що забезпечить підвищення робочої площі перерізу на 28,7%, і дасть змогу краще очистити циліндр від залишкових газів.

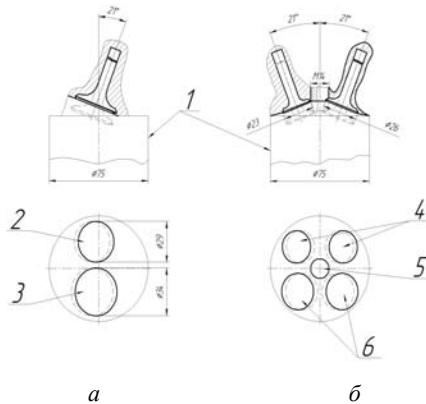


Рисунок 1 – Модернізація газорозподільного механізму двигуна MeMZ-307

а) схема розташування клапанів ГРМ двигуна MeMZ-307:

1 – гільза блоку циліндра; 2 – випускний клапан; 3 – впускний клапан.

б) схема розташування клапанів ГРМ двигуна MeMZ-307,

після модернізації:

1 – гільза блоку циліндра; 4 – випускні клапани; 5 – свічка запалювання;

6 – впускні клапани.

Таким чином ефективність двигуна підвищиться внаслідок покращення стану робочої суміші, наповнення циліндра паливно-повітряною сумішшю, та покращення очистки циліндра від залишкових газів.

УДК 621.45

Слинько Г. І.¹, Курликов Д. А.², Марущак М. М.², Пришва А. О.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. групи Т-422 ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПУЛЬСУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ ЗГОРАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ПАЛИВА

ПуВРД – пульсуючий повітряно-реактивний двигун, варіант повітряно-реактивного двигуна. У ПуВРД використовується камера згорання з вхідними клапанами і довге циліндричне вихідне сопло.

Принцип роботи подібних двигунів описаний і реалізований за циклом Хамфрі. На рис. 1 зображена діаграма pV , і опис циклів.

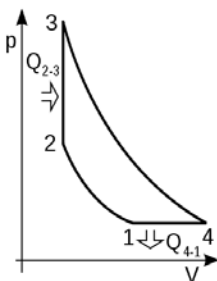


Рисунок 1 – pV діаграма цикла Хамфрі

1–2 – адіабатичне стиснення робочого тіла за рахунок напору зустрічного потоку повітря (при відкритому клапані); 2–3 – ізохоричний нагрів при згорянні палива в замкнутому об'ємі (при закритому клапані); 3–4 – адіабатичне розширення; 4–1 – ізобаричне охолодження.

У стінах кафедри «ДВЗ», була реалізована експериментальна установка, на якій був проведений експеримент, внаслідок чого були визначені величини діаметрів і довжин, для досягнення стійкої роботи двигуна.

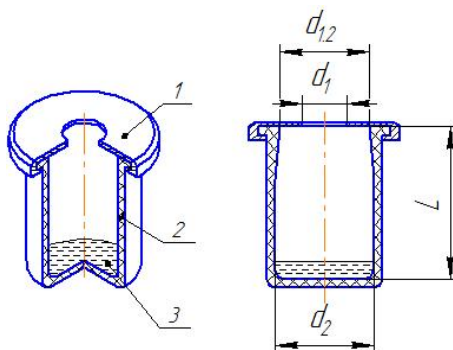


Рисунок 2 – Експериментальна установка

Установка складається установка з кришки з каліброваним отвором (1), циліндра (2) з паливом (3). В якості палива застосовується спирт, змішаний з ацетоном. Випари в циліндрі (2), змішуючись з повітрям утворюють паливо-повітряну суміш. При спалахуванні, виривається реактивний потік, суміш згорає і утворюється розрідження, яке сприяє потраплянню в циліндр нової порції повітря для горіння. При проведенні трьох вимірів змінювався діаметр d_1 .

Таблиця 1 – Результати замірів

№	Величини d_1 , мм	Стала робота
1	9	–
2	15	+
3	18	–

Стійка робота і оптимальний склад суміші був досягнутий при співвідношенні d_1 до $d_2 = 4,5$ рази. При $d_1 = 9$ мм, суміш виявилася збіднена повітрям, а при більшому – перезбагачена, що унеможливило роботу двигуна.

УДК 621.43

Слинько Г. І.¹, Пейчев Є. В.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. групи Т-422 ЗНТУ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ДВЗ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Основні напрямки розвитку двигунів внутрішнього згорання відповідають загальним тенденціям розвитку машинобудування: скорочення витрат матеріалів, зниження трудомісткості і собівартості, підвищення

термінів служби, застосування більш дешевих сортів палив і мастил та зменшення їх питомої витрати, автоматизації управління.

Одним з найважливіших завдань в області розвитку двигунів внутрішнього згоряння є зменшення їх питомої маси і габаритних розмірів при збереженні, по можливості, терміну служби. Для вирішення цього завдання існує декілька шляхів. Один з них – збільшення швидкохідності двигунів, що дозволяє отримати більшу потужність при одних і тих же основних розмірах.

Також – створення міцніших матеріалів, поліпшення технології виробництва і вдосконалення методів дослідження процесів, що відбуваються в двигунах, дозволили значно підвищити швидкохідність двигунів внутрішнього згоряння і забезпечити при цьому їх досить високу довговічність.

Засобами підвищення довговічності є: поліпшення антифрикційних якостей матеріалів, підвищення втомної міцності деталей, зменшення питомих тисків, автоматична компенсація зносу, забезпечення надійного змащення, висока ступінь очищення повітря, палива і мастила, ретельна герметизація внутрішніх порожнин машини. Важливим засобом збільшення довговічності є підвищення якості паливно-мастильних матеріалів.

До тенденцій розвитку двигунів внутрішнього згоряння відноситься широке впровадження уніфікації, нормалізації і збільшення випуску, а також спеціалізація виробництва. Для цього конструкторськими і науково-дослідними організаціями розробляються типорозмірні ряди двигунів і допоміжних агрегатів: пускових пристроїв, паливних, масляних і водяних насосів, радіаторів, вентиляторів, турбокомпресорів, а також вузлів і деталей.

При розробці сучасних поршневих двигунів прагнуть полегшити конструкції шляхом широкого використання алюмінієвих сплавів, пластмас, а також введення тонкостінного литва (3...3,5 мм) з модифікованого чавуну. Наприклад, фірма «Даймлер-Бенц» випустила рядний чотирициліндровий двигун М-102 з $V_h = 2,3$ л, блок якого вилито з чавуну з товщиною стінки 3 мм.

Двигун забезпечений шатровою камерою згоряння з витиснювачем і прокладкою під головку блоку, яка не вимагає її підтяжки за весь термін експлуатації.

У конструкції застосовані загальні стінки між суміжними циліндрами (з подальшим фрезеруванням проходу в них для охолоджуючої рідини), сталевий штампований колінчастий вал з вісьмома противагами і сталєво-алюмінієві вкладиші підшипників корінних опор і шатунів. Останні мають свердління для подачі масла на днища поршнів з метою охолодження. Двигун оснащений автоматичною муфтою відключення вентилятора системи охолодження, що спрацьовує при нагріванні охолоджуючої рідини до 100°C.

Удосконалення сучасних двотактних бензинових двигунів має на меті перш за все підвищення їх економічності за витратою палива і мастила.

Найближчим часом очікується, по-перше, широке застосування для них спеціалізованого мастила, що дозволяє додавати його в паливо не більше 2% замість 4% при використанні звичайного моторного мастила; по-друге, введення так званого роздільного мастила, коли мастило заздалегідь не додають до палива, а подають його в двигун плунжерними або іншими мастилодозуючими насосами з урахуванням фактичного навантаження.

Щоб істотно знизити витрату палива, в сучасних двотактних двигунах прагнуть упорядкувати газообмін, зокрема вводять пелюсткові клапанні пристрої на впуску і продувці, а також застосовують золотники або заслінки для регулювання фази випуску. Все це дозволить подолати труднощі з переходом таких двигунів на використання бідніших горючих сумішей і підвищені ступені стиснення, а значить, підняти і їх економічність до рівня відповідних чотиритактних. Що стосується інших питомих показників, то двотактні двигуни завжди мали б більшу в 1,5 рази літрову потужність і прибиратно настільки ж меншу металоємність, помітно поступалися чотиритактним тільки в економічності. Прикладом подальшого розвитку малих двотактних двигунів може служити, наприклад, автомобільний трициліндровий газовий двигун фірми «Судзукі» (Японія), який, маючи робочий об'єм циліндрів 0,539 л і фактичну ступінь стиснення 8, розвиває потужність більше 47 кВт. Паливом для нього служить зріджений водень, що впорскується в циліндри під тиском 1 МПа.

Є підстави вважати, що в розвитку газових двигунів автомобільного типу переважне поширення в подальшому отримає введення палива у впускний трубопровід під надлишковим тиском. Це дозволить на більш високому рівні створювати двопаливні двигуни із зовнішнім сумішоутворенням.

Також перспективним виглядає адіабатний двигун. Це двигун внутрішнього згоряння без системи охолодження і без відводу теплоти через його зовнішні поверхні. Відрізняється підвищеною середньою температурою газів в циліндрі, температурою деталей, що утворюють камеру згоряння, і температурою продуктів згоряння. Для утилізації енергії продуктів згоряння використовується силова газова турбіна, потужність якої передається на вал відбору потужності (зазвичай колінчастий вал). Для виготовлення деталей, що працюють при високій температурі, застосовуються жароміцні матеріали (наприклад, керамічні). Двигун має високий ККД і низьку питому витрату палива – до 150 г / (кВт·год).

Силовa турбіна – поєднана з колінчастим валом двигуна газова турбіна. У турбокомпаундному двигуні внутрішнього згоряння потужність створюється не тільки в циліндрах ДВЗ, а й в силовій турбіні. Механічний зв'язок силової газової турбіни може здійснюватися за допомогою пасової передачі, гідропередачі, за допомогою електричних машин.

УДК 621.43

Слинько Г. І.¹, Мосьпан А. Л.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. групи Т-412 ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДВИСОКОГО ФОРСУВАННЯ ДВЗ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Одним з важливих напрямків в двигунобудуванні є автоспорт. Спеціальні двигуни, які використовуються для перегонів, повинні відповідати особливим вимогам: високі показники потужності та швидкості, безвідмовна і стійка робота на всіх режимах експлуатації, хороша прийомистість. Ресурсу повинно вистачити на один заїзд. Таким вимогам відповідає двигун «Top Fuel Dragster».

Потужність двигуна складає $N_e = 6251,75$ кВт (8500 к. с.), що складає доволі вражаючий показник для об'єму в $V_h = 8500$ см³.

При таких характеристиках життєвий цикл двигуна вимірюється 3 хвилинами, чого цілком достатньо для одного заїзду.

Блок циліндрів виготовлений з цільної кованої алюмінієвої заготовки шляхом виточування на станках з ЧПК.

Блок циліндрів не має системи охолодження. За короткий період своєї роботи двигун не встигає перегріватись, до того ж, охолодження циліндрів відбувається за рахунок надходження великої кількості попередньо охолодженого палива.

В блок циліндрів впресовані гільзи з ковкого чавуну, але пропонується замінити матеріал на високоміцний чавун. Оскільки структура графіту в ковкому чавуні пластівчаста, то він має певну в'язкість і пластичність. До того ж, довготривалий процес відпалу досить складний і не завжди вдається точно отримати задану структуру. Високоміцний чавун має кулясту структуру графіту, що має менше відношення його поверхні до об'єму, що визначає найбільшу суцільність металевої основи, а отже, і міцність чавуну. Також вироби з високоміцного чавуну відрізняються високою міцністю, довговічністю, високими експлуатаційними властивостями.

Головка блока циліндрів також виготовлена з цільного кованого алюмінію на верстатах з ЧПК. Охолодження відсутнє і відбувається лиш за рахунок надходження повітря і попередньо охолодженого палива. Ступінь стиску $\epsilon = 6,5$. Діаметр впускного титанового клапана складає 62,2 мм, а впускного – 48,9 мм.

Впускні канали прямокутні. Пропонується змінити їх форму і зробити канали овальними. Це зменшить опір проходження відпрацьованих газів.

Поршні виготовлені з ковкого алюмінію і покриті тефлоновим покриттям для створення теплоізоляційної плівки від гарячих газів.

Палець використовується плаваючого типу і від вискакування стопориться маслорозподільним кільцем, під яким знаходяться алюмінієві бобишки з прорізом, вставлені в поршневий палець.

Вся шатунно-поршнева група розраховується для витримки циклічного навантаження від згоряння палива більше 50 тон.

Паливний насос механічний і качає паливо з тиском $p = 3,8$ МПа.

Витрата палива під час заїду складає $G_n = 5,7$ л / с. Якщо теоретично перевести в літри на кілометри то отримаємо $G_n = 1425$ л / 100 км.

Двигун працює на паливі, що містить 85% нітродетану і 15% метанолу, що в порівнянні з бензином дозволяє виділити в 3,5 рази більше енергії.

Система запалювання має по дві свічки в циліндрі, на кожній свічці своя котушка. Це все виступає в якості запобіжного елемента, оскільки пропуски в запалюванні неодмінно призведуть до гідроудару. За половину часу роботи двигуна електроди на свічках вигорають повністю і робота продовжується на чистому калильному запалюванні.

УДК 539.43:620.179.16

Беженів С. О.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ОЦІНЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРУ ВТОМІ ВИРОБІВ НЕРУЙНІВНИМ МЕТОДОМ ЗА УМОВИ СУТТЄВОГО РОЗСІЮВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Оскільки повністю відмовитися від тривалих випробувань на втому на сьогодні не є можливим, а матеріальні та часові витрати на забезпечення таких випробувань є очевидними, то актуальним залишається розвиток методик прогнозування циклічної довговічності конструкційних матеріалів на великих базах періодичного навантаження за даними не руйнуючих методів контролю, зокрема, методу акустичної емісії (АЕ). При цьому дуже важливим для прогнозування поведінки матеріалів в умовах багатоциклової втоми є врахування суттєвого розсіювання експериментальних даних, що має місце при випробуваннях натурних виробів.

На основі поєднання нового підходу до дослідження процесу багатоциклової втоми з динамічною дислокаційною моделлю пластичності запропоновано степеневу залежність швидкості рахування АЕ від відносних напружень циклу. З позицій структурно-енергетичної теорії руйнування матеріалів запропоновано формулу, яка пов'язує параметр утомного руйнування m з показником степені n_{AE} АЕ характеристики матеріалу.

Обґрунтовано уведення поправочних коефіцієнтів, які враховують особливості локальних деформаційних процесів на різних стадіях нелокалізованого руйнування.

В рамках застосовуваної гіпотези про існування полюсу кривих багаточислової втоми матеріалів одного класу з різною технологічною спадковістю відхилення експериментальних даних від середньостатистичної кривої втоми призводить до зміщення точки зламу кривої втоми, яка описує поведінку конкретного об'єкту в умовах тривалої дії циклічного навантаження. Тому для врахування фактору розсіювання результатів випробувань на втому, що має суттєве значення при визначенні характеристик опору втомі натурних виробів, розсіювання довговічності яких може сягати декількох порядків, у запропоновану АЕ модель уведено коефіцієнт, який являє собою логарифмічну міру відносної довговічності виробу при напруженнях, що дорівнюють обмеженій границі витривалості.

УДК 539.4.015:539.43

Рубцов В. В.¹, Беженов С. О.²

¹ студ. гр. ІФ-614

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ТЕРМІЧНО МАСИВНИХ ВИРОБІВ З ХРОМИСТИХ СТАЛЕЙ

Для одержання необхідних механічних властивостей виробів з металевих матеріалів широко використовуються технологічні процеси їх термічних обробок. Проте рівномірність фізичних властивостей уздовж перерізу виробу у значній мірі залежить від рівномірності температурного поля, що утворюється в процесі нагрівання виробу до заданих температур. Гострою стає така проблема, якщо нагріваються термічно масивні тіла з достатньо великим внутрішнім термічним опором ($Bi > 0,5$).

Розглядається процес перенесення теплоти теплопровідністю від поверхні виробу необмеженої довжини до його центру за незмінних умов зовнішнього теплообміну, що є нестационарною одновимірною задачею з граничними умовами III-го роду. Математична модель нестационарної задачі теплопровідності являє собою таку систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} &\text{– диференціальне рівняння теплопровідності: } \frac{d\Theta}{dFo} = \frac{d^2\Theta}{d(x/L)^2}; \\ &\text{– початкові умови: } \Theta(x/L; \tau) = 1; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

– граничні умови III-го роду: $\frac{d\Theta}{d(x/L)}\Big|_{x/L=1} = Bi \cdot \Theta|_{x/L=1}$.

З використанням аналітичних наближених методів розв’язок системи (1) має вигляд критеріального рівняння

$$\Theta|_{x/L} = \frac{1}{k_m} \cdot C|_{x/L} \cdot \exp\left(-\frac{k_f}{k_m} \cdot Bi \cdot Fo\right), \quad (2)$$

розв’язок якого залежить від коефіцієнту масивності тіла k_m , та коефіцієнту критеріального рівняння $C|_{x/L}$, який для поверхні термічно масивного тіла дорівнює $C|_{x/L=1} = 1$, а для центру $C|_{x/L=0} = 1 + Bi/k_{\bar{q}}$.

Досліджували процес нагрівання термічно масивних виробів зі сталей з вмістом хрому від 11 до 13% від $t_0 = 20^\circ\text{C}$ до температур гартування ($t_{x/L=1} = 1050^\circ\text{C}$) з різними режимами теплообміну.

Варіювали інтенсивність процесу підведення теплової енергії до поверхні виробів, що характеризується значенням сумарного коефіцієнта тепловіддачі α_Σ , та величину температурного напору на поверхню виробу, що характеризується значенням безрозмірного температурного критерію $\Theta|_{x/L=1} = (t_h - t_{x/L=1}) / (t_h - t_0)$, де t_h – температура зовнішнього теплоносія.

Ефективність процесу нагрівання оцінювали за такими параметрами: нерівномірність розподілу температур уздовж перерізу виробів $\Delta t = t_{x/L=1} - t_{x/L=0}, ^\circ\text{C}$; тривалість процесу нагрівання τ , с; сумарна кількість теплової енергії, яку затрачено на нагрівання одиниці площі поверхні виробу до заданої температури Q , Гкал. / м^2 .

Результати дослідження представлено на рис.1 у вигляді залежностей параметрів ефективності від відносного температурного напору для різних значень коефіцієнта тепловіддачі α_Σ , який змінювали від $\alpha_{\Sigma(\min)} = 150 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ до $\alpha_{\Sigma(\max)} = 200 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ з кроком $10 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що відповідало діапазону значень критерію Біо від 0,534 до 0,718.

За результатами досліджень встановлено, що найбільш істотний вплив на всі параметри ефективності процесу нагрівання хромистих сталей до температур гартування має величина температурного напору. Його зростання призводить до значного збільшення нерівномірності температурного поля уздовж перерізу виробів, проте суттєво зменшує час процесу нагрівання та кількість спожитої теплової енергії. Збільшення коефіцієнта тепловіддачі α_Σ в меншій степені додає нерівномірності розподілу температур, майже не впливає на кількість спожитої теплової енергії, проте дуже суттєво скорочує час процесу нагрівання.

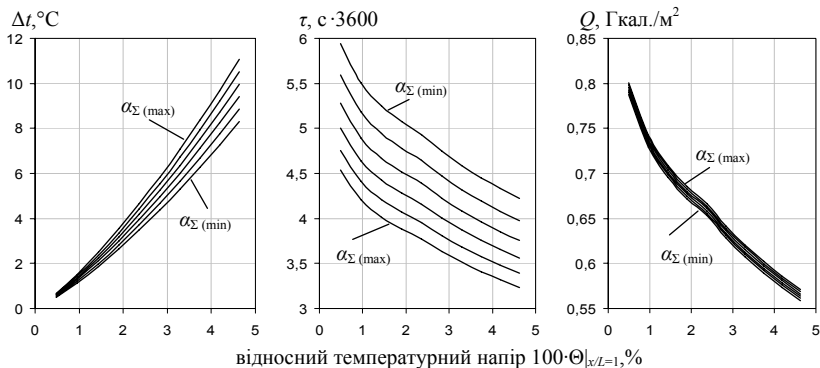


Рисунок 1 – Залежності ефективних параметрів процесу нагрівання термічно масивних виробів від відносного температурного напору

УДК 621.412

Мазін В. О.¹ Сухонос Р. Ф.²

¹ канд техн. наук, доц. ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

КОНЦЕПЦІЯ СУЧАСНОГО ДВИГУНА СТРІЛІНГА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Умовою успішного практичного застосування двигунів Стірлінга (ДС) є широкий вибір джерел теплоти (в тому числі бросове тепло, продукти згоряння відходів), простота конструкції, низька шумність, можливість реалізації найбільш вигідного (стаціонарного) закону згоряння палива, що знижує витрату палива і покращує екологічні показники.

За два століття, що минули від винаходу ДС, конструкція була доведена до високого рівня. Найбільш досконалі моделі використовують за робоче тіло водень або гелій під тиском до 15 МПа. Компоновочна схема комбінована – більш складна, ніж прості α -, β - і γ -типи; значно ускладнюються системи передачі енергії з поршня на колінчастий вал (ромбічний кривошипно-шатунний механізм, шайбовий механізм, wobble yoke). Подібні існуючі ДС працюють від підведеної теплової енергії випромінювання Сонця, зібраної концентратором, чи від спалювання палива (газового або рідкого нафтового) в камерах згоряння. Якісна конструкція ДС, що сприяє ефективній реалізації термодинамічного циклу Стірлінга, дозволяє досягти значення ефективного ККД до 60% – більше, ніж у існуючих бензинових і дизельних ДВЗ (до 35% і до 42% відповідно).

Такі установки з ДС дуже дорогі для українських домогосподарств, тому запропоновано спроектувати дешевий простий ДС універсального призначення.

Бачиться перспективним використання ДС потужністю 750... 1250 Вт з частотою 750... 1500 хв⁻¹ у фермерських господарствах та промисловості: для приводу крупорушок, циркулярних пил, компресорів, електрогенераторів і т. п. як заміна ДВЗ і електродвигунів. Річна потреба України в електродвигунах і ДВЗ зазначеної потужності оцінена близько 300 тис. од. Третя частина з них, що використовуються стаціонарно, може бути замінена на ДС.

На території України ДС практично не випускалися. Є лише навчально-демонстраційні моделі УДС-1 потужністю ~ 8 Вт (виробництва київського кооперативу «Плазмотрон», 1988–1989 рр.). Невелика кількість моделей створюється ентузіастами ДС в одиничних екземплярах; вони не претендують на господарське використання.

Забезпечення тепловою енергією спроектованого ДС відбувається за рахунок спалювання твердого палива: промислових (деревна стружка, балансова деревина, кам'яновугільний пек, залишки перегонки нафти, лігнін, масла), сільськогосподарських (солома, лузга соняшника, макуха, кукурудзяні качани), побутових відходів, деревного вугілля, торфу. Паливна сировина дробиться (деревина), або пресується в пелети або брикети (стружка, листя, солома, лігнін, лузга).

Після визначення ніші на ринку розроблено технічне завдання на проектування ДС СКБ Mazin, що працює на спалюванні побутового сміття, сільськогосподарських і промислових відходів. Сконструйований ДС розмірністю $S / D = 40 / 72$ мм з використанням деталей серійного ДВЗ для зменшення ціни кінцевого виробу.

Як робоче тіло в спроектованому ДС застосовується повітря – менш ефективне, ніж водень або гелій, але дешевше і безпечніше в експлуатації. За допомогою компресора робоче тіло підкачуються до мінімально необхідного (початкового) тиску p_{\min} , який і далі підтримується на протязі роботи ДС на заданому рівні (1,0 МПа).

ДС нереверсивний, має постійний напрям обертання. Система відбору потужності з колінчастого вала являє собою 2 шків, розміщені по двох торцях колінчастого вала, з яких ремінною передачею крутний момент передається до споживача. Також вихідний вал ДС може безпосередньо з'єднуватися з приводним механізмом через муфти.

Для забезпечення довговічності роботи ДС передбачена система мащення пар тертя під тиском.

Сконструйований перспективний зразок ДС має просту конструкцію, тривалий термін експлуатації і універсальність. Використання уніфікованих деталей дозволяє виробляти модель на діючому моторобудівному підприємстві України.

Конструкція топки з автоматизованою подачею дозволяє швидко змінити вид твердого палива. Використання місцевих паливних ресурсів

дозволяє використовувати сконструйований ДС в різних умовах як України, так і інших країн.

Для проектного ДС проведено розрахунок ідеального термодинамічного циклу Стірлінга і циклу за ізотермічним методом Шмідта, з урахуванням експериментальних даних аналогічних конструкцій ДС.

Встановлено, що зі збільшенням p_{\min} в газовій порожнині індикаторна робота L_i і індикаторна потужність N_i збільшується лінійно. Для проектного ДС при $p_{\min}=1,0$ МПа ефективна потужність складе $N_e=1,18$ кВт. Є певний запас міцності деталей двигуна для збільшення мінімального тиску робочого тіла, але слід мати на увазі, що максимальні значення тиску обмежені якістю і надійністю роботи ущільнення.

УДК 621.43

Мазін В. О.¹, Малярчук В. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. Т-411М ЗНТУ

ЕФЕКТИ ДИСОЦІАЦІЇ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ У РОБОЧОМУ ЦИКЛІ ДВЗ

В теперішній час висуваються підвищені вимоги к економічності та ефективності двигунів, а також к дотриманню дійсних екологічних норм. Дисоціація і рекомбінація газів, складових робочого тіла, проявляються в циліндрі і випускній системі двигуна. Ці процеси взаємопов'язані і взаємозалежні, вони протилежні: коли дисоціація інтенсифікується (з дат. *intensio* – напруга, посилення), рекомбінація пригнічується. На дисоціацію енергія витрачається, при рекомбінації – навпаки виділяється, з огляду на це змінюються склад і стан робочого тіла. Максимальна температура робочого тіла теплових двигунів через дисоціації обмежена, для ДВЗ на вуглеводневих паливах це $T \approx 3000$ К (нижче теоретично можливої на ≈ 200 К).

Зі зниженням температури продуктів згоряння, реакції зміщуються вправо і теплота, поглинута при дисоціації повертається продуктам згоряння за ВМТ на такті розширення. Ефективність її перетворення в механічну роботу при розширенні продуктів згоряння помітно знижується. Вплив дисоціації на показники дійсного циклу відносно незначні, так як в надпоршневій площі при згорянні-розширенні температура продуктів згоряння при складі суміші близькому до стехіометричному що не перевищує 2500 К.

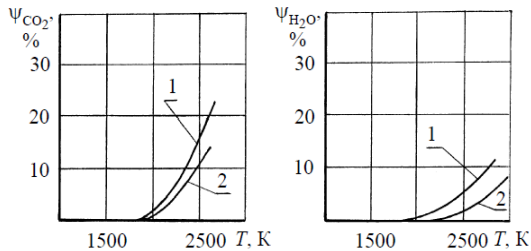


Рисунок 1 – Вплив температури і тиску на інтенсивність дисоціації двоокису вуглецю та пари води

1 – $p = 0,1$ МПа; 2 – $p = 1,0$ МПа.

З цього слідує: є необхідність глибше вивчити ймовірні величини впливу дисоціації продуктів згоряння на різні показники цикла ДВЗ. На основі отриманих результатів уточнити методики розрахунку циклів та експериментів з визначення експлуатаційних показників енергетичних установок з ДВЗ.

УДК 621.891

Кубич В. И.¹, Юдиценко А. В.²

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²студ. гр. Т-422 ЗНТУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАМЕТРАЛЬНОГО ИЗНОСА ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРА ДВС НА ПРОГНОЗНОЙ НАРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЯ

Решение научно-технических задач по обеспечению высокого уровня надежности трибосопряжений кривошипно-шатунного механизма ДВС при оптимизации тепломеханического нагружения, применении новых конструкционных материалов, в условиях формирования поверхностных износостойких структур предполагает дальнейшую разработку и усовершенствование существующих методов определения износа рабочих поверхностей.

Так, многофакторностью влияния на трибологическое состояние контакта деталей сопряжения «кольцо-гильза цилиндра», определен вид математической модели, которая позволяет получать расчетные значения интенсивности изнашивания гильзы цилиндра в зависимости от угла поворота кривошипа. В соответствии с этим дается прогнозная оценка ее износа по пробегу автомобиля. При этом данные о порядке математического соотношения учитываемых величин, определяющих связь пути трения верхнего поршневого кольца и пробега автомобиля (наработки других машин

с ДВС) во время работы двигателя на различных эксплуатационных режимах их использования, не приведены. Более того, открытым остается вопрос о возможности получения поверхности отклика для интенсивности изнашивания с одновременным учетом и частотного диапазона работы двигателя при компьютерном моделировании двухфакторного пространства. Такой подход позволит давать более достоверную и объективную оценку закономерностям изнашивания контактируемых поверхностей с учетом установившихся и неуставившихся эксплуатационных режимов нагружения по мере израсходования ресурса до некоторого предельного технического состояния. Например, в соответствии с различными частотами вращения коленчатого вала $n_i - n_j$ возможно формировать соответствующие массивы данных для значений нормальной силы N , нагружающей гильзу цилиндра, и соответственно совокупность графиков $I_i = f(\varphi_i)$. Из полученных данных соответствующий оператор математического программирования может брать необходимые значения интенсивности изнашивания для последующего расчета диаметрального износа. И как результат – на выходе ожидается графическая модель двухфакторного пространства $I_i = f(n_i, T_m)$ для каждого интересующего сечения гильзы.

Предлагается линейный диаметральный износ A_D (мм) гильзы цилиндра определять в соответствии с обобщенным по скоростному режиму работы ЦПГ выражением:

$$A_D = I_i \cdot L_{mp} = I_i \cdot 0,036 \left[L - h_{ек} - \frac{L}{180} (\varphi_{\min} - 180) \right] \cdot n \cdot T_m \quad (1)$$

где I_i – интенсивность изнашивания гильзы цилиндра, рассчитанная в соответствии с предложенной в работе [1] математической моделью, при этом используется значение для соответствующего сечения гильзы (i -й угол поворота кривошипа); L_{mp} – путь трения верхнего поршневого кольца, мм; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} . Для расчета используется численное значение двойственного содержания. С одной стороны это значение, при котором производится динамический расчет двигателя, и определяются значения нормальной силы N . С другой стороны это усредненная частота, характерная для основного времени использования по назначению изделия. Например, в модели эксплуатации дизеля грузового автомобиля в городских условиях $n_{cp} = 0,47n_n$ в модели эксплуатации дизеля зерноуборочного комбайна $n_{cp} = 0,79n_n$, в модели эксплуатации дизелей сельскохозяйственных колесных и гусеничных тракторов $n_{cp} = 0,9n_n$. T_m – прогнозная наработка при которой оценивается диаметральный износ, мин. Прогнозируемая величина наработки может пересчитываться в условные тыс. км пробега в соответствии с принятой методикой. Например, для легкового автомобиля 1 мото-час = 25 км. L – значение хода поршня цилиндра двигателя

соответствующего изделия: автомобиль; трактор; комбайн и др, мм. φ_{min} – значение угла поворота кривошипа при последнем значении минимальной интенсивности изнашивания (в соответствии с графическими расчетными зависимостями). Например, $\varphi_{min} = 244^\circ$.

Однако в представленном выражении не учитывается суммирование износа при долевым выражении наработок изделия на соответствующей частоте вращения коленчатого вала, имеющей вероятностный характер изменения, что представляется направлением дальнейшей работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микосянчик О. О. Моделювання інтенсивності зношування гільзи циліндра двигуна внутрішнього згоряння / О. О. Микосянчик, Р. Г. Мнацаканов, М. С. Хімко // Проблеми тертя та зношування. – НАУ. – 2015. – № 1(65). – С. 140–145.

УДК 621.891

Юдиценко А. В.¹, Кубич В. И.²

¹студ. гр. Т-422 ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ТРИБОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ «ПОРШНЕВОЕ КОЛЬЦО-ЦИЛИНДР», «ПОВЕРХНОСТЬ ПОРШНЯ-ЦИЛИНДР»

Режимы смазки и трения, при которых протекают процессы взаимодействия элементов трибосопряжений цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС), являются предметом научных дискуссий и исследований. В настоящее время обозначились три основных направления для оценки трибологического состояния рассматриваемых сопряжений [1].

Первое направление предполагает установление зависимости силы трения от нагрузки в зоне контакта $F_{тр} = f(N)$, что характерно для граничного режима трения $\lambda \leq 1$ [2].

Второе направление обусловлено тем, что сопряжение «поршневое кольцо – цилиндр» работает в жидкостном режиме трения (гидродинамический режим) $\lambda > 3$. Это может рассматриваться как бесконтактное взаимодействие. Об этом свидетельствуют экспериментально измеренные значения толщины смазочного слоя между кольцом и цилиндром по ходу поршня, превышающие высоту микронеровностей поверхностей.

Третье направление основывается на том, что наиболее вероятным режимом трения поршневых колец о цилиндр является переходный от

смешанного $0 < \lambda < 3$ к граничному режиму смазки (не гидродинамический). В пользу этой точки зрения свидетельствует тот факт, что трение колец о цилиндр определяется не только вязкостью смазочного материала, а и характером проявления триботехнических свойств присадочных композиций. При этом проявляются эксплуатационные микрореологические свойства смазочных образований, которые отличаются градиентным распределением.

Аналогичным образом можно представить изменение режимов смазки между поверхностями трения гильзы цилиндра и поршня. Принципиальными отличиями контактного взаимодействия в этом случае будут являться:

- характер механической напряженности в образующихся смазочных образованиях при уменьшении нагрузок со стороны колец;
- влияние упруго-пластического контакта на изменение напряжения сдвига в фрикционных контактах с учетом формирующегося «третьего тела» из компонентов материалов в граничных и приграничных контактных слоях.

В существующих моделях по определению интенсивности изнашивания кольца, гильзы, поршня применяются расчетные значения коэффициента трения имеющего молекулярную и механическую составляющую [1,2]. При этом его численные значения не отображают реальное трибологическое состояние рассматриваемых сопряжений, обусловленное механическим, тепловым нагружением зон контактного взаимодействия через самоорганизующиеся смазочные слои.

Для более корректного учета численных значений коэффициента трения в рассматриваемых сопряжениях предлагается:

- на основе существующих подходов к моделированию контактного взаимодействия усовершенствовать методику оценки характера взаимодействия элементов трибосопряжений в лабораторных условиях;
- разработать алгоритм проведения триботехнических испытаний, который позволит учитывать в большей мере масштабный фактор взаимодействия и факт формирования смазочных образований при сменах режимов нагружения.

Полученные результаты позволят повысить точность прогнозной оценки износа элементов рассматриваемых сопряжений в зависимости от смены эксплуатационных режимов работы ЦПГ ДВС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леванов И. Г. Экспериментальные исследования трибосопряжения «поршневое кольцо-цилиндр» / И. Г. Леванов, И. В. Мухотров // Двигатели внутреннего сгорания. – 2012. – № 2. – С.64–66.
2. Загайко С. А. Математическое моделирование изнашивания деталей ЦПГ ДВС / С. А. Загайко // Уфа: УГАТУ. – 2013. – № 3. – С.231–238.

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕРМОПРУЖНОГО ТІЛА

Несиметричне нагрівання або охолодження тіла за рахунок радіаційно-конвективного впливу розглядається в два етапи часу τ . На першому етапі вільне від напружень ізотропне тіло з початковою температурою розміщується в навколишнє середовище з постійною за часом температурою. Теплофізичні властивості та температури однорідні по об'єму V і поверхні тіла. Модуль різниці температур і момент часу τ_1 визначають знаками рівності в наступних умовах міцності:

$$\max_{\tau, V} \sigma_i(\tau, V) \leq \sigma_n, \left. \frac{\partial \left[\max_V \sigma_i(\tau, V) \right]}{\partial \tau} \right|_{\tau=\tau_1} \leq 0, \quad (1)$$

де σ_i – інтенсивність напружень; σ_n – міра пропорційності, пружності, текучості або міцності. Очевидно, що якщо припустити $\tau < \tau_1$ даний етап теплообміну з постійною за часом температурою, то, внаслідок зменшення температурних градієнтів, в умовах (1) будуть виконуватись верхні знаки нерівномірностей. Це означає резерв часу і дозволяє збільшити швидкість теплообміну шляхом зміни температури t_c ($\tau \leq \tau_1$). На другому етапі $\tau_1 \leq \tau \leq \tau_2$ температура навколишнього середовища змінюється за часом по певному закону так, що в умовах підтримуються нижні знаки рівностей.

Таким чином розглядається оптимізація швидкісного нагрівання (або охолодження) виробу у зв'язку з межевим напруженим станом (1) по параметру однорідною зміною за часом температури навколишнього середовища в односторонньому швидкісному теплообміні пружного тіла. На прикладі осесиметричного теплообміну суцільного короткого циліндра розглянемо алгоритм розрахунку виробу.

Перший етап теплообміну. Вирішуються прямі та зв'язані граничні задачі теплопровідності і пружності в безрозмірному вигляді. Перехід до безрозмірного вигляду здійснюється заміною температури t , компонент радіального і осьового переміщень і напружень σ_{ij} на відповідні функції $\theta, \tilde{u}, \omega, \sigma_{ij}$. Рівняння теплопровідності та умова теплообміну за законом Ньютона – Ріхмана:

$$\frac{\partial \theta}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial \tilde{r}^2} + \frac{\partial \theta}{\partial \tilde{r}} \frac{\partial \theta}{\partial \tilde{r}} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial \tilde{z}^2}, \frac{\partial \theta}{\partial \tilde{x}} = Bi(1 - \theta); \quad (2)$$

Fo і Bi – критерії Фур'є і Біо; в граничних умовах $\tilde{x} = \tilde{r}$ або $\tilde{x} = \tilde{z}$; λ , c , α – коефіцієнти теплопровідності, об'ємної теплоємності та тепловіддачі відповідно; ν – коефіцієнт Пуассона.

Другий етап теплообміну. Це етап полягає в підтримці на всьому етапі $\tau_1 \leq \tau \leq \tau_2$ напружень на одному й тому ж рівні $\sigma_{ij}(\tau, r, z) = \sigma_{ij}(\tau_1, r, z)$, що відповідно забезпечує певну стабілізацію густини теплових потоків по всьому об'єму тіла. На цьому етапі теплообміну змінюється за часом температура навколишнього середовища, яка визначається на підставі теорії теплопровідності зі зміною температурою середовища. Така особливість процесу справедлива на другому етапі теплообміну, що виключає початковий проміжок часу $\tau < \tau_1$ з нестационарним полем градієнту температур.

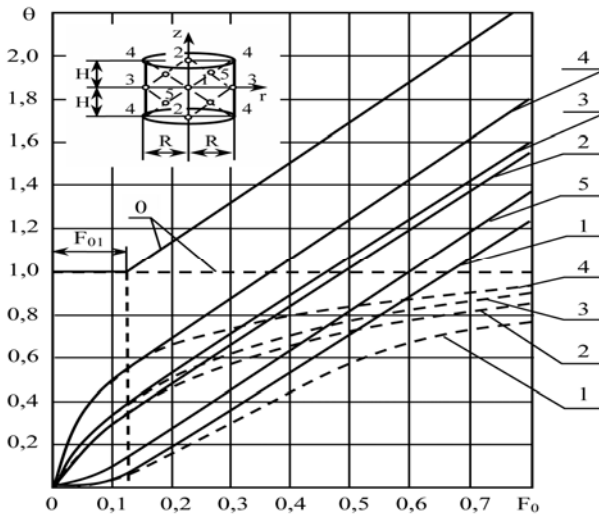


Рисунок 1 – Зміна за часом температурного поля при сталій температурі і змінній температурі навколишнього середовища

0 – температура навколишнього середовища; 1, 2, 3, 4, 5 – номери точок у осьовому перерізі циліндра; F_{01} – тривалість першого етапу теплообміну.

Підкреслимо, що для елементів іншої геометричної форми виробу розрахунки виконуються аналогічними розв'язанням граничних задач теплопровідності та пружності в безрозмірному вигляді параметрів

МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕПЛОВИХ ЗАДАЧ

Основою теплофізичних процесів, що розглядаються в системах металургії та машинобудування є теплопровідність при певних граничних умовах існування систем. Як вже було відмічено подібні задачі розв'язуються чисельними методами, зокрема, методом кінцевих різниць (методом сіток).

Метод кінцевих різниць на сьогодні є єдиним методом, що дозволяє ефективно вирішувати нелінійні рівняння теплопровідності. Сутність метода кінцевих різниць полягає у тому, що поле «дії» шуканої функції замінюється на дискретно розташовані точки або вузли сітки, для яких похідні, що входять до диференційного рівняння, замінюються на відповідні наближені різнісні відношення цієї функції.

В результаті такої заміни диференційні рівняння зводяться до системи алгебраїчних рівнянь, вирішення яких здійснюється за допомогою ЕОМ і дає чисельне наближене вирішення поставленої задачі. Основними вимогами, які пред'являються до апроксимуючої системи алгебраїчних рівнянь, є: стійкість вирішення цих рівнянь, порядок похибки апроксимації, простота, економічність (час відліку, об'єм потрібної пам'яті). Здійснюючи заміну похідної на те чи інше кінцево-різничне відношення, необхідно прагнути до виконання цього можливо з меншою похибкою, не застосовувати, однак, надлишок апроксимуючих виразів.

Перша похідна від температури T за часом τ апроксимується у кінцевих різницях таким співвідношенням:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{T_{n,m,p}^{k+1} - T_{n,m,p}^k}{\Delta \tau}, \quad (1)$$

де n, m, p – точка координати, якої x, y, z ; $k+1$ – момент часу; k – попередній момент часу, який відстоїть від моменту часу $k+1$ на $\Delta \tau$ сек назад.

Отримання *першої похідної* засновано на використанні розкладення функції у ряд Тейлора. Для точки $n-1, m, p$ маємо:

$$T_{n-1} = T_n - \Delta x_n T'_n + \frac{\Delta x_n^2}{2!} T''_n - \frac{\Delta x_n^3}{3!} T'''_n + \frac{\Delta x_n^4}{4!} T^{IV}_n - \dots \quad (2)$$

Апроксимація першої похідної центральною різницею більш бажана, ніж апроксимація різницею «ліворуч» та «праворуч», оскільки при цьому

похибка пропорційна до квадрата кроку Δx^2 , а не до першого ступеня Δx , що має місце при апроксимації «ліворуч» та «праворуч». Зменшення похибки апроксимації першої похідної може бути досягнуто також за рахунок збільшення кількості сусідніх вузлів сітки.

З наведеного тут розгляду витікає, що кінцево-різнична апроксимація диференційних операторів буде виконуватись з тим меншою похибкою, чим дрібніше крок сітки (Δx або $\Delta \tau$) або інтервал часу Δt . Отже, при складанні алгоритму вирішення тієї чи іншої задачі крок часу і інтервал сітки повинні обиратися з урахуванням отримання необхідної точності вирішення.

УДК 669.15: 661.8.41

Цокотун П. В.¹, Арабок Н. В.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Е-512 ЗНТУ

НЕСТАЦІОНАРНА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ПРЯМОКУТНОЇ ПЛАСТИНИ БЕЗ ВНУТРІШНІХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА

Розглянемо найпростіший випадок нестационарної теплопровідності, нагрівання обмеженої металевої пластини за умов відсутності в ній внутрішніх джерел теплоти та сталості її коефіцієнта теплопровідності. Для вирішення даної задачі використаємо метод розділення змінних (метод Фур'є). У початковий момент часу ($\tau = 0$), перед подачею теплоти, коли температура в пластині розподілена рівномірно

$$T_{нов.}^{поч.} = T^{поч.}, \text{ або } T(x, 0) = T^{поч.}, \quad (1)$$

межові умови III-роду на поверхні теплообміну

$$\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) \Big|_{x=\delta} = \alpha [T_c - T(\delta, \tau)], \quad (2)$$

умови симетрії

$$\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) \Big|_{x=0} = 0. \quad (3)$$

Після математичного розв'язку задачі одержимо залежність

$$T(x, \tau) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(\mu_k x) \exp(-\mu_k^2 F_0) \quad (4)$$

При підстановці чисельних значень одержимо розподіл температури в кожній точці пластини для певного моменту часу.

УДК 669.15: 661.8.41

Цокотун П. В.¹, Кутасевич Б. Д.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Е-512 ЗНТУ

ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ (ДВОВИМІРНЕ НЕСТАЦІОНАРНЕ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ) ПРЯМОКУТНОЇ ПЛАСТИНИ

Одним із методів чисельного вирішення диференційних рівнянь теплопровідності є метод кінцевих різниць або метод сіток, який є широко розповсюдженим.

Розглянемо одновимірне нестационарне температурне поле прямокутної кінцевої пластини. Розрахункові співвідношення метода кінцевих різниць одержимо заміною членів диференційного рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (1)$$

відношеннями кінцевих різниць

$$\begin{aligned} \frac{T_i^{j+1} - T_i^j}{\Delta \tau} &= a \frac{T_{i-1}^j - 2T_i^j + T_{i+1}^j}{\Delta x^2}, \\ \frac{T_i^{j+1} - T_i^j}{\Delta \tau} &= a \frac{T_{i+1}^{j+1} - 2T_i^{j+1} + T_{i-1}^{j+1}}{\Delta x^2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Розрахунок полягає у визначенні температур наступного ряду $j + 1$ за відомими температурами попереднього ряду j , починаючи з нульового ряду і закінчуючи кінцевим N -рядом.

В результаті розрахунку одержимо чисельне температурне поле, за допомогою якого можливо побудувати криві прогріву прямокутної пластини в певний момент часу.

ТЕРМОДИНАМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ РОБОЧИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Однією з основних перешкод на шляху розвитку та впровадження екологічно безпечних технологій є відсутність всебічного розуміння багатьох аспектів фізичних явищ, які спостерігаються у нових класах робочих середовищ і залежать від їх структурної та фізико-хімічної поведінки. Термодинамічне обґрунтування, удосконалення розрахункових моделей і одержання нових знань за допомогою синергетичного об'єднання нових інформаційних технологій інтелектуальної обробки даних із теплофізичними дослідженнями є науковою платформою для впровадження нових, екологічно безпечних робочих середовищ у технологіях трансформації енергії як на макро- (енергетичні установки), так і на мікро- (електронні системи охолодження) рівнях.

Технології, що використовують надкритичні розчини природних речовин – води й двооксиду вуглецю, являють собою потужні альтернативні рішення проблем нейтралізації екологічно небезпечних речовин.

Надкритичні флюїди являють собою четверту форму агрегатного стану речовини, в яку здатні переходити багато органічних і неорганічних речовин при досягненні певної температури і тиску. Якщо газ сильно стиснути, а потім нагріти, то його щільність стрибком збільшиться в десятки разів і виявиться близькою до щільності рідини; в'язкість залишиться майже як у газі, а коефіцієнт дифузії набуває проміжне для цих станів речовини значення.

Флюїди можуть стискуватися як гази (звичайні рідини практично не стискуються) і водночас, здатні розчиняти тверді речовини, що газам не властиве. Надкритичний стан можливий для більшості рідких і газоподібних речовин, потрібно лише, щоб речовина не розкладалася при критичній температурі. Найпопулярніші надкритичні флюїди – вуглекислий газ, вода, пропан, аміак і деякі інші з'єднання з невисокими критичними температурами.

Термодинамічна та фазова поведінка хімічних сполук у надкритичних флюїдах є основою для оцінки перспективності нових екологічно безпечних технологій. Тепловий ефект і зміна об'єму в хімічній реакції лінійно залежать від поведінки стисливості рідин. Найбільший інтерес представляє поведінка

локальних екстремумів ізотермічної стисливості $\alpha_T = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\delta \rho}{\delta p} \right)_T$

й ізобарного розширення $\beta = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_p$, які поряд із максимальними значеннями ізобарної теплоємності δC_{pp} значно впливають на характер процесів переносу теплоти й маси у надкритичних флюїдах.

Перспективи застосування альтернативних технологій продуктів, багато в чому залежать від оцінки розчинності забруднювачів у надкритичних природних середовищах. Надкритичний двооксид вуглецю є одним з найбільш привабливих природних розчинників для створення технологій переробки запасів хімічної зброї, завдяки відносно невисоким значенням робочих тисків процесу. Висока розчинність сульфідних компонентів у надкритичному двооксиді вуглецю вказує на принципові можливості створення ефективних процесів переробки екологічно небезпечних компонентів при помірних температурах і тисках.

Розчинність імітаторів хімічної зброї у надкритичній воді надає важливу інформацію для технологій знищення небезпечних хімічних сполук методами надкритичного водного окиснення. Робочі умови для здійснення цих процесів звичайно реалізуються в області температур від 630 К до 670 К і тисків до 30 МПа. При цьому досягається практично повне знищення шкідливих органічних сполук без появи шкідливих продуктів реакцій і значних енергетичних затрат, характерних для традиційних технологій спалювання відходів. При низьких температурах дана система має трифазну рівновагу рідина – рідина – пара. Для таких систем цілком імовірна поява азеотропії.

Традиційні робочі тіла й теплоносії, які використовуються в системах перетворення енергії, практично вичерпали теоретичні можливості подальшого росту коефіцієнта теплопровідності. Значний прогрес у цій області був досягнутий в останні роки за рахунок застосування нанофлюїдів – суспензій наночастинок у класичних теплоносіях. Нанофлюїди – розчини наночастинок, розміри яких перебувають у діапазоні від 20 до 100 Å, стали об'єктом інтенсивних наукових досліджень, завдяки раніше невідомим ефектам і аномальній поведінці фізико-хімічних властивостей, зокрема, коефіцієнта теплопровідності.

Традиційний термодинамічний аналіз ефективності застосування нанофлюїдів у системах перетворення енергії виявляється практично неможливим, оскільки малі концентрації наночастинок не впливають суттєво на термодинамічні властивості робочого тіла й, відповідно, на показники термодинамічної досконалості циклів. З цього погляду, судити про ефективність нанофлюїдів у порівнянні із традиційними робочими тілами можна лише на основі підходів, що використовують методи нерівноважної термодинаміки.

Штучні нейронні мережі є перспективним обчислювальним інструментом прогнозування енергетичної ефективності та пошуку нових робочих тіл для технологій перетворення низькотемпературних джерел теплоти в роботу на основі циклу Ренкіна, де відсутня інформація про термодинамічні властивості речовин.

УДК 621.43

Касіч-Пилипенко С. В.¹, Курликов Д. А.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Т-422 ЗНТУ

СЕРТИФІКАЦІЙНІ ВИМОГИ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДВЗ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Основна тематика дослідження полягає в визначенні доцільності проведення заходів з сертифікації ДВЗ, необхідності нормування екологічних показників ДВЗ, екологічних вимог до викидів автомобільного транспорту.

Розглянуто питання екологічності двигунів, вимоги екологічних стандартів різних країн світу, прийняття Женевської угоди, класифікація транспортних засобів по класах: Євро-1, Євро-2, Євро-3, Євро-4, Євро-5 і Євро-6, що являють собою стандарти Євро, що вони регламентують. Далі були приведені і розглянуті цілі та об'єкти сертифікації, документи які супроводжують проведення заходів з сертифікації, що включають в себе сертифікати Євро-2, Євро-3, Євро-4 і Євро-5. Наведено відмінності між сертифікатом дійсності і сертифікатом Євро.

Сертифікат відповідності на двигуни є документом, що підтверджує їх відповідність вимогам, правилам і нормам, встановленим законом.

Сертифікат Євро – це документ, який підтверджує екологічну безпеку двигуна, тобто становить, що з автотранспортного засобу не виділяється шкідливих речовин більше встановленої норми.

Наведено необхідний перелік документів для подачі заявки на проходження випробувань.

Запропоновано конструктивні рішення які б сприяли зниження токсичності шкідливих викидів автомобіля, розглянуто рівень розвитку сертифікації в даний час, розглянуті організації, які мають право проводити сертифікацію транспортних засобів.

УДК 621.43

Сухонос Р. Ф.¹, Гапоненко О. М.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Т-422 ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРШНЕВИХ ДВЗ ПРИ РОБОТІ НА СПИРТОВИХ ПАЛИВАХ

Етанол в якості рідкого палива може використовуватися в двигунах внутрішнього згоряння як у чистому вигляді, так і в суміші з бензином. Тому потенційно їм можна замінити і з його допомогою оптимізувати витрату палива на транспорті. Використання спирту як автомобільного палива дає ряд екологічних переваг, зокрема, зменшуються викиди в атмосферу CO, SO₂, CO₂, NO_x, неспалених вуглеводнів, твердих частинок.

Етанол переходить з рідкого стану до газоподібного повільніше за бензин. Це означає, що при використанні чистого етанолу (100%) холодний запуск двигуна буде ускладнений. Цю проблему можна вирішити зміною конструкції двигуна і варіюванням складу палива. І хоча показник теплотворності 1 л етанолу порівняно з 1 л бензину становить 2/3, конструктивні зміни двигуна можуть підвищити ефективність його роботи. Паливний етанол в якості добавки до бензину дозволяє збільшити октанове число і поліпшити експлуатаційні характеристики товарного бензину. Використання бензину з вмістом етанолу до 15% не вимагає зміни конструкції сучасних двигунів внутрішнього згоряння і допоміжних приладів до них. Апробована концентрація етанолу в бензині в різних країнах становить 5...10%. В Україні, згідно ДСТУ 4839:2007, – до 5%.

Для повного згоряння 1 кг бензину необхідна деяка кількість повітря, стехіометрія дорівнює 14,7:1, то для згоряння етилового спирту потрібно відношення 9:1. Тобто суміш має бути багатшою. З урахуванням того, що для заміни 1 л бензину паливом Е50 (вміст 50% етанолу) треба 1,15 л спирту. При поточних цінах в Україні в квітні 2016 р. (бензин – 20,42 грн / л, етанол – 16,20 грн / л) економія в такому разі становить до 20%.

Для оцінки ефективності застосування спирт / бензинових сумішей проведено тепловий розрахунок двигуна МеМЗ-307 на номінальному режимі. Отримано дані для двигуна базової конструкції зі ступенем стиснення $\epsilon = 9,8$ і форсованого двигуна зі ступенем стиснення $\epsilon = 12$. Вибір максимального ступеня стиснення обмежено необхідністю безперервної експлуатації ДВЗ навіть при відсутності спирту і неприпустимістю детонації при більш високих значеннях ϵ . В такому випадку буде використаний бензин А-95.

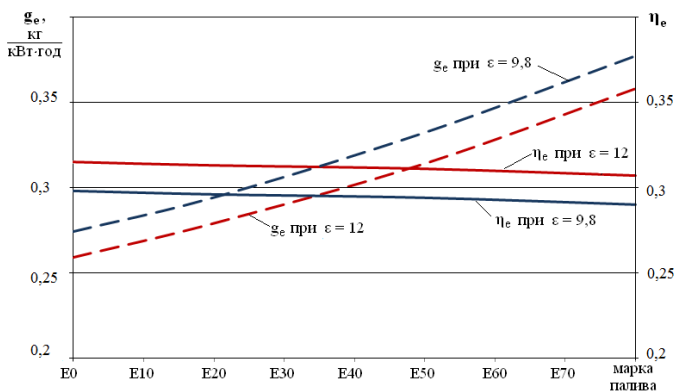


Рисунок 1 – Графік зміни ефективного ККД η_e та питомої ефективної витрати палива g_e двигуна МеМЗ-307

Проаналізовано дані та визначено наступне. При збільшенні вмісту спирту в паливі витрата збільшується дуже швидко. При збільшенні вмісту етанолу з 0 до 50% витрата палива зростає на 21,2%. Зміни ефективного ККД η_e та ефективної потужності N_e знаходяться в межах похибки для розрахунків такого типу.

Переобладнання бензинового ДВЗ МеМЗ-307 до спроможності роботи на паливах Е30... Е95 заключається в наступному:

- заміна форсунок на такі, що мають більшу витрату;
- внесення коригувань до програмних засобів системи керування двигуном;
- організація підігріву впускного повітря для полегшення холодного запуску;
- можливе збільшення ступеня стиснення до $\epsilon = 13...14$.

СЕКЦІЯ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

УДК 669.721.5

Шаломєєв В. А.

д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

ВПЛИВ HF НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ І ЖАРОМІЦНІСТЬ МАГНІЄВОГО ЛИТТЯ

Розвиток галузей техніки, що вимагає застосування матеріалів, здатних витримувати великі навантаження при високих температурах з одночасним зниженням ваги конструкцій, обумовлює все частіше застосування сплавів на основі магнію. Існуючі магнієві сплави не задовольняють підвищеним вимогам сучасної техніки. Необхідність подальшого підвищення рівня робочих температур для деталей з магнієвих сплавів, вимагає необхідності розробки нових жароміцних сплавів з елементами, що зміцнюють металеву матрицю металу.

Відомо про позитивний вплив елементів IV групи періодичної системи Менделєєва на жароміцні характеристики магнієвих сплавів. Так, цирконій входить до складу жароміцних сплавів МЛ8 і МЛ10. Є дані, що свідчать про позитивний вплив титану на показники жароміцності. Використання гафнію для легування магнієвих сплавів, на відміну від його гомологів по IV групі – титану і цирконію, до останнього часу практично не розглядалося. Україна має сировинну базу гафнію і технологіями його виробництва, тому представляє інтерес вивчення можливості створення магнієвих сплавів, легованих гафнієм.

Досліджувався вплив гафнію на структуроутворення, механічні властивості і тривалу міцність при підвищених температурах виливків з магнієвого сплаву МЛ5.

Мікроструктура сплаву МЛ5 без гафнію представляла собою δ-твердий розчин з наявністю евтектики типу $\delta + \gamma$, інтерметаліда γ і дрібнодисперсних частинок марганцевої фази.

Введення гафнію від 0,05% до 1,0% практично не змінювало відстань між осями другого порядку, проте сприяло зменшенню розмірів структурних складових і подрібненню евтектики.

З підвищенням концентрації гафнію в сплаві розміри евтектоїда $\delta + \gamma$ помітно зменшувалися, а кількість інтерметалідних виділень зростала. Подальше збільшення присадки гафнію до 1,0% призводило до зменшення величини зерна в ~ 2 рази.

Макрофрактографічне дослідження зламів розглянутого литого сплаву показало, що з підвищенням концентрації гафнію в сплаві структура його

подрібнювалася, характер її змінювався від крупнокристалічної до матової дрібнокристалічної.

Дослідження мікроструктури зразків після тривалої витримки при температурі 150 °С показало, що нагрівання при вказаній температурі сприяло розпаду евтектоїда і додаткового виділення зміцнюючих інтерметалідних фаз складного складу.

У мікроструктурі зразків, які пройшли випробування на тривалу міцність, виявилися смуги ковзання, за якими спостерігалось більш інтенсивне виділення дрібнодисперсних частинок інтерметалідних фаз. Дані області характеризувалися підвищеним значень мікротвердості.

Присадки гафнію до 1,0% незначно підвищували міцність сплаву МЛ5 при кімнатних температурах і практично не змінювали пластичність. У той час, як значення тривалої міцності сплаву різко зростали зі збільшенням вмісту гафнію до 1,0% і збільшувалися приблизно в 3 рази.

Таким чином, введення в сплав МЛ5 гафнію від 0,05% до 1,0% сприяє значному підвищенню жароміцності внаслідок додаткового дисперсійного зміцнення твердого розчину. Використання магнієвих сплавів с підвищеною жароміцністю значно розширює область їх використання в машинобудуванні.

УДК 669.721.5

Мамедов Б. Ш.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ПОМИЛКОВСТІ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ОСНОВ СУЧАСНОЇ ТЕОРІЇ ПОВІТРЯ-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ (ПРД).

Помилковість усіх фундаментальних основ сучасної теорії ПРД (термодинамічний цикл ПРД у координатах $P-V$, $T-S$, формули тяги та польотного (тягового) ККД, теорема о підйомній силі продувального профілю, розуміння та застосування рівняння Ейлера) базується на помилкових розробках професора М. Є. Жуковського та академіка Б. С. Стечіна. У роботі професора М. Є. Жуковського «Вихрова теорія гребного гвинта», 1912 р., була закладена його помилкова ідея про те, що вихор (смерч, торнадо) генерується навколо продувального профілю, він не міг збагнути іншої вірної ідеї про те, що любий продуваний профіль генерує тягу, яка, як вектор, розкладається на горизонтальну та вертикальну (підйомну силу) складові. Тому професору М. Є. Жуковському спочатку треба було вивести

формулу тяги, а потім вивести формулу підйомної сили продувального профілю. Академік Б. С. Стечкін у своїй роботі «Теорія воздушно-реактивного двигуна», 1929 рік, привів помилковий вивід формули тяги та польотного (тягового) ККД, ПРД. Помилки академіка Б. С. Стечкіна базувалися на тому, що він не дав класифікацію та характеристику зовнішніх сил, діючих на розглядаємий участок трубки току, помилився з розумінням та застосуванням рівняння Ейлера, не урахував генерування при $Vn > 0$ у зоні $H-d$ контрольного контуру параболоїдної зони загальмованого потоку, ввів інтеграл по замкнутому контуру і, як наслідок, виведені їм формули тяги та польотного (тягового) ККД не роблять, завишаючи тягу на 320%, а ККД до 120%, що порушує закони механіки течій рідин та газів, та затримало технічний прогрес у галузі авіадвигунобудування більш, ніж на 86 років.

УДК 741 (075.8)

Брикова Н. О.

викл. ЗНТУ

ВЗАЄМНИЙ ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ

Побудову лінії перетину поверхонь обертання можна виконувати наступними методами:

- методом допоміжних сфер.

В таких випадках лінія перетину поверхонь є коло, яке проєцюється на площину, паралельну осі обертання у вигляді прямої, яка перпендикулярна до цієї осі. Ці властивості і є основою метода допоміжних сфер;

- метод концентричних сфер.

Цей метод базується на тому, що сфера перетинається із поверхнею обертання по колу, якщо вісь поверхні проходить через центр сфери;

- метод ексцентричних сфер.

Полягає у використанні сфер які мають різні центри. Введення ексцентричних сферичних посередників збільшує можливості використання метода сфер.

ПЕРЕВАГИ СУЧАСНИХ ВЕРСІЙ AUTOCAD ПРИ ВИКОНАННІ СКЛАДНИХ КРЕСЛЕНЬ

На сьогодні програма Autodesk AutoCAD – найбільш популярний програмний пакет в світі для виконання креслень та робіт з ними на комп'ютері.

В порівнянні за ручним кресленням будь-якої складності, робота в AutoCAD має безумовні переваги:

- не треба носити з собою аркуші та креслярське приладдя для виконання креслення, необхідно лише встановити програму на робочий комп'ютер, доступні комерційні та навчальні версії програми;

- можна зберігати всі креслення по проекту в одному файлі, копіювати його, відсилати по електронній пошті замовникам або роботодавцю, також можна друкувати креслення в будь-якому масштабі і на необхідному форматі паперу або вивести в інший цифровий формат;

- використання аркушів для оформлення креслень дозволяє креслити в просторі моделі в натуральному масштабі 1:1. Маючи в просторі модель креслення в реальному масштабі завжди можна за допомогою видових екранів сформувати креслення на аркуші в будь-якому необхідному масштабі без перебудови початкового малюнку;

- при правильному використанні інструментарію програми неточності при виконанні креслення зводяться до нуля, одержуємо креслення максимально точним, в будь-який момент можна перевірити відстані та інші параметри об'єктів креслення;

- робота з використанням шарів в AutoCAD дозволяє виконувати складні креслення, де одні об'єкти накладаються зверху на інші (прикладом креслення генеральних планів), керувати ними: скривати, блокувати, виводити на друк або ні і т.ін., нам достатньо лише розділити об'єкти складного креслення на категорії і створити одноіменні шари в файлі;

- так як програма існує на ринку більш 30 років, багато типових проектів в різних галузях доступні на ресурсах в Інтернет – таким чином, час на виконання роботи зменшується в рази;

- гнучкі настройки «під себе» точніші, не губляться на панелі, кнопки, повернення налаштувань відбувається на інтуїтивному рівні – в цьому відношенні AutoCAD зручніше від інших, конкуруючих програмних пакетів

– в останніх версіях впроваджений розділ інструментів для 3d моделювання, побудови ізометричного виду тривимірних об'єктів, можливість створення та присвоєння матеріалів до них, імітація системи денного та штучного освітлення та візуалізації тривимірних об'єктів.

На даний момент втілюються нові інструменти та опції в розділ 3d-моделювання та візуалізація, допрацьовується зв'язок з хмарними сервісами Autodesk (Autodesk 360), можливості для сумісної роботи кількох користувачів в одному файлі по мережі. Це говорить про те, що програма і її можливості постійно розвиваються, скоріш за все вона буде актуальна та затребувана наступному майбутньому.

УДК 742

Бовкун С. А.

старш. викл. ЗНТУ

РАДІАЛЬНИЙ МЕТОД ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ. МЕТОД ДЮРЕРА

Сутність даного методу, розробленого німецьким художником Дюрером (1471–1528), полягає в тому, що картинна площина займає або фронтальне положення в ортогональних проекціях, або профільне, а перспектива точки простору визначається як картинний слід променя зору, що проходить через цю точку. Перспективне зображення будують по двом заданим прямокутним (ортогональним) проекціям (рис.1).

Розташування проекцій предмету вибирається з урахуванням задуманої композиції так, щоб вона була більш виразною. При визначенні точки зору необхідно уявити, які поверхні будуть видимі, а які невидимі.

Радіальний спосіб застосовують головним чином при побудові фронтальних перспектив вулиць, внутрішніх дворів, фасадів будівель. І заключається у визначенні точок перетину проєктуючих променів з картинною площиною.

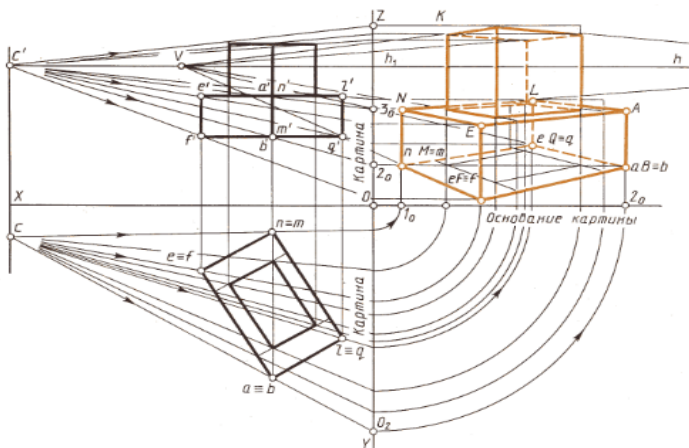


Рисунок 1 – Перспективне зображення методом Дюрера

УДК 744.4

Бажміна Е. А.

старш. викл. ЗНТУ

МЕТОДИКА КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ З НАТУРИ

Правильна послідовність побудови виглядів деталі дає змогу уникнути зайвих витрат часу на виконання креслень.

Послідовність виконання креслення. Раніш ніж почати виготовлення креслення треба:

1) ознайомитись з формою деталі, тобто уважно оглянути деталь зовні і зсередини, виявити всі складові геометричних тіл. При цьому уявно розчленити деталь на прості геометричні тіла, використовуючи способи перетворення форм (поєднання і / або видалення форм, і комбінований);

2) з'ясувати головний вигляд деталі. Треба, щоб головний вигляд давав найповніше уявлення про форму деталі;

3) з'ясувати, які вигляди необхідні та достатні для зображення деталі;

4) з'ясувати, які розрізи необхідні та достатні для зображення внутрішньої будови деталі;

5) вимірити габаритні розміри деталі: довжину, висоту і ширину;

6) продумати як скомпонувати креслення, тобто доцільно розташувати зображення, розміри і написи на полі креслення.

Всі зображення розміщують в проекційному зв'язку.

Після цього можна починати виготовлення креслення. Послідовність виконання роботи складається, на даному прикладі, з чотирьох стадій.

Перша стадія. Креслення виглядів. Контури геометричних тіл та їх частин виконують спочатку тонкими лініями.

На підготовленому форматі А3 (викреслена внутрішня рамка формату і виділено місце основного напису) побудову виглядів спереду та зверху починають з проведення центральної осьової лінії на форматі.

Зображення деталі пропонується виконувати з вигляду зверху, а потім поступово переходити на вигляди спереду і зліва.

Щоб забезпечити кращий проєкційний зв'язок між зображеннями частин предмета на виглядах і розрізах, а також прискорити виконання побудов, доцільно використовувати циркуль. Циркулем заміряють потрібну відстань, наприклад половину довжини деталі на вигляді зверху, і відкладають цей розмір на вигляді спереду відносно осьової лінії ліворуч і праворуч.

Будують вигляди на основі поелементного викреслювання геометричних тіл, що складають форму предмета. Це виконується за допомогою прийомів видалення та додавання. При викреслюванні геометричного тіла з використанням додавання об'ємів елементів немовби доповнюють один одного, поєднуються.

Друга стадія. Креслення розрізів. Оскільки деталь має внутрішню будову та симетрична відносно фронтальної та профільної (вертикальних) площин проєкцій, то на виглядах спереду і зліва використовують відповідні розрізи (ГОСТ 2.305-2008). Перед тим як виконати фронтальний і профільний розрізи треба підготувати місце для цих побудов – очистити гумкою лінії всередині правої половини виглядів спереду і зліва, і залишити тільки контур деталі. Виконати розрізи.

Третя стадія. Наведення креслення і штрихування розрізів. Всі видимі частини предмета на зображеннях наводять суцільною товстою основною лінією, штрихування матеріалу виконують суцільними тонкими лініями (ГОСТ 2.306-68 і 2.303-68), а допоміжні лінії, за допомогою яких здійснювалися деякі побудови зображень, стирають.

Четверта стадія. Нанесення розмірів (ГОСТ 2.307-2011 і 2.303-68).

Розмірні числа наносять такі, які отримали в результаті вимірювання деталі (ГОСТ 2.304-81).

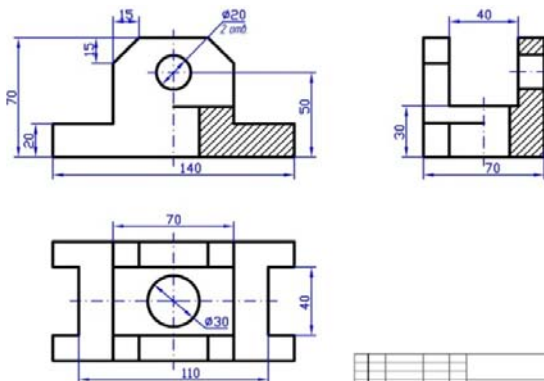


Рисунок – Креслення деталі

Таким чином, правильна послідовність побудови креслень деталей сприяє підвищенню ефективності вивчення графічних дисциплін у вищих технічних навчальних закладах.

УДК 669.721.5

Шаломеев В. А.¹, Осадча К. О.²

¹ проф. ЗНТУ

² студ. гр. ІФ-212 ЗНТУ

СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВА МЛ5 З ЦИРКОНІЄМ

Розвиток сучасного машинобудування вимагає застосування матеріалів, здатних витримувати великі навантаження при підвищених температурах з одночасним зниженням ваги конструкцій. З цієї точки зору великий інтерес представляють сплави на основі магнію – одного з найпоширеніших в природі елементів. За запасами в земній корі магній займає третє місце серед металів, поступаючись тільки алюмінію і залізу. Він міститься в ряді мінералів, але особливо його багато в доломіті і магнезиті. У воді морів і океанів міститься близько $6 \cdot 10^{16}$ т магнію, що робить його перспективним матеріалом для розробки великої кількості сплавів.

Відомо, що жароміцність литих сплавів забезпечується двома факторами: введенням в сплав легувальних елементів, що утворюють при кристалізації і перекристалізації тугоплавкі фази і легуванням основного компонента елементами, що входять в твердий розчин, при цьому легуючі компоненти повинні мати температуру плавлення вище, ніж основа сплаву.

У зв'язку з цим практичний інтерес представляє дослідження впливу легування сплаву МЛ5 цирконієм, який є тугоплавким металом 4Б підгрупи періодичної системи елементів. Цей метал має близький з магнієм атомний радіус і може утворювати тверді розчини і фази, зміцнюючи металеву матрицю. Температура плавлення досліджуваного легуючого елемента значно перевищує температуру плавлення сплаву МЛ5, що має забезпечити термічну стабільність утворюваних фаз і підвищити жароміцність магнієвого сплаву в цілому.

Досліджувався вплив цирконію на структуроутворення, механічні властивості і тривалу міцність при підвищених температурах виливків з магнієвого сплаву МЛ5.

З підвищенням вмісту цирконію в сплаві зменшувалися: кількість евтектики, розміри структурних складових і відстань між осями дендритів другого порядку. Вплив цирконію на мікротвердість матриці збільшувався пропорційно вмісту легувального елемента.

Введення цирконію в межах 0,05...0,1% (мас.) інтенсивно збільшувало об'ємний відсоток сферичних інтерметалідів при незмінному об'ємному відсотку пластинчастих.

Мікрорентгеноспектральний аналіз інтерметалідних фаз сплаву МЛ5 з цирконієм показав наявність цього елемента в їх складі, при цьому досліджувані інтерметаліди мали складний склад: 71,40% Zr; 14,77% Mg; 10,98% Al; 1,55% Si; 1,30% Mn.

Введення цирконію в інтервалі 0,05... 0,1% підвищувало пластичність сплаву МЛ5 за рахунок подрібнення зерна, структурних складових і збільшення кількості сферичних інтерметалідів, що розташовувалися в центрі зерен і були додатковими центрами кристалізації. Однак зі збільшенням вмісту легуючого елемента в сплаві до 1,0% пластичність металу зменшувалася за рахунок утворення надлишкової кількості пластинчастих інтерметалідів, розташованих по межах зерен і окрихчуючих метал.

Таким чином, оптимальний вміст цирконію в кількості до 0,1% в сплаві МЛ5, забезпечує підвищення всього комплексу його механічних властивостей і жароміцності.

Застосування сплаву МЛ5 з цирконієм для машинобудування забезпечує отримання високоякісного лиття з високими експлуатаційними характеристиками.

УДК 669.715

Лютюва О. В.¹, Авраменко К. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. М-715 ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВТОРИННИХ СИЛУМІНІВ С ЗАСТОСУВАННЯМ ГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ

Україна не має власного виробництва первинного алюмінію та його сплавів і потреби промисловості задовольняє за рахунок валютних закупівель цих матеріалів.

Широке впровадження вторинних сплавів дозволить значно скоротити валютні витрати, суттєво знизити собівартість продукції та зменшити об'єми забруднення навколишнього середовища.

Мета досліджень полягала у вирішенні проблем сучасного виробництва при застосуванні низькосортової шихти та виробництві на її основі високоякісних вторинних силумінів.

Для підвищення рівня механічних (міцність, пластичність, твердість) та технологічних (рідинноплинність, пористість, лінійна усадка) властивостей вторинних алюмінієвих сплавів застосовувалась комплексна обробка, що включала в себе удосконалені процеси рафінування та модифікування.

Було запропоновано двоетапну обробку рідкого металу: 1) у печі;

2) у ковші, для чого розроблені та запатентовані нові склади флюса та модифікатора.

Збільшення вмісту стружки в шихті й підвищення концентрації заліза у складі вторинного силуміну АК9М2, у досліджуваних межах, сприяло утворенню неупорядкованої диференційованої структури, збільшенню об'ємної частки інтерметалідних включень несприятливої форми (Al_5SiFe , Al_4Si_2Fe , $Al_8Fe_2S_6$, тощо), їх розмірів та розподілу. Присадки модифікатора в кількості 0,12...0,15% дозволили значно поліпшити структуру вторинного сплаву за рахунок зменшення розмірів інтерметалідних фаз, їх глобуляризації й рівномірного розподілу, а також за рахунок зниження бала пористості в середньому з 2,5...2 до 1...0 бала згідно вимог ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93).

З використанням методів математичного планування експерименту вивчено вплив вмісту стружки в шихті, заліза в сплаві та рафінувально-модифікувальної обробки на механічні властивості (границя міцності, відносне подовження, твердість) і ливарні (рідинноплинність, лінійну усадку, тріщиностійкість, пористість) вторинного силуміну АК9М2.

Графічний аналіз отриманих залежностей показав, що збільшення вмісту стружки в шихті з 1 до 19%, а також кількості заліза в сплаві з 0,66 до 2,34%, приводило до зниження рідинноплинності на 30...35%, зменшенню лінійної

усадки на 18...20%, зниженню тріщиностійкості, до росту пористості в середньому з 0,5 до 2...2,5 бала внаслідок збільшення кількості інтерметалідних фаз несприятливої форми, а також до росту газонасиченості сплаву.

Збільшення присадки модифікатора з 0,02 до 0,15% приводило до підвищення рідинноплинності на 10...15%, лінійної усадки на 30...35%, внаслідок зниження пористості в середньому з 2,5 до 0,5 бала, забезпеченню максимальної тріщиностійкості завдяки трансформації фази Al_5SiFe , що кристалізується у вигляді тонких витягнутих пластин, у з'єднання $Al_{15}(FeMn)_3Si_2$. Наведена фаза має скелетоподібну будову або вигляд частинок з огранкою.

Графічний аналіз результатів досліджень показав, що рівень механічних властивостей вторинного силуміну АК9М2, що відповідає ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93), був досягнутий при вмісті стружки в шихті 10...15%, заліза в сплаві 1...1,5%, присадки модифікатора в кількості 0,10...0,15%.

Застосування флюсу за патентом України № 31862 «Флюс для обробки алюмінієвих сплавів» та модифікатора № 32929 «Модифікатор для алюмінієвих сплавів» дозволяє підвищити рівень механічних і ливарних властивостей вторинних алюмінієвих сплавів. З огляду на наявність спадковості в алюмінієвих сплавах, це дає можливість зберегти оптимальний рівень властивостей на наступних стадіях переробки.

УДК 741 (075.8)

Брикова Н. О.¹, Велієв А. В.²

¹ викл. ЗНТУ

² студ. гр. М-215 ЗНТУ

ЧИТАННЯ ТА ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕННЯ

Деталювання – це завершаюча робота студента по технічному кресленню.

Вона потребує вміння читати складальне креслення, знати всі умовності, які прийняті у машинобудівному кресленні, уміння вірно виконувати робоче креслення деталі. При цьому треба уявити геометричну форму, та особливі оригінальні моменти на поверхнях деталі (квадрат, лиска та інше). Згідно із ГОСТ 2.305-68 обирають головний вигляд деталі, який може не співпадати із розташуванням її на головному вигляді складального креслення. Обирають необхідну кількість зображень деталі (виглядів, розрізів, перерізів та виносних елементів). Але кількість зображень повинна бути мінімальна, але достатня для повного уявлення форми та розмірів деталі.

УДК.741.075.8

Мамедов Б. Ш.¹, Лексіков В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. ІФ-315 ЗНТУ

ПРАВИЛА ПРОСТАНОВКИ РОЗМІРІВ НА МАШИНОБУДІВЕЛЬНИХ КРЕСЛЕННЯХ ЗГІДНО ГОСТ 2.307-68

Згідно ГОСТ 2.307-68 існують координатний, ланцюговий та координатно-ланцюговий методи простановки розмірів на машинобудівельних кресленнях. Незалежно від методу простановки, розміри завжди задаються відносно технологічних баз. Технологічними базами у деталях машинобудівельних кресленнях служать: торці деталей, вісі, площини розрізу. Відносно технологічних баз задаються не тільки розміри, але і точність розташування тієї, чи іншої поверхні відносно цих баз. Основним правилом при простановці розмірів на кресленнях є вимога того, щоб виносна лінія ніколи не перетинала розмірну. Згідно цього правила спочатку проставляють менші розміри, а потім більші, при чому перший розмір проставляється на відстані 8...10 мм від лінії основного контуру, відстань між наступними розмірними лініями теж вибирається у межах 8...10 мм. Виносна лінія відносно розмірної мусить виступати не більше, як на 2...3 мм. Осьові лінії мусять виступати за межі деталі не більше, як на 5 мм. Осьові лінії у центрі мусять перетинатися лініями. Стрілка розмірів виконується довжиною 4...6 мм і шириною 1,5 мм, з радіусним закругленням. При простановці розмірів різьб стрілки не мусять перетинатися лінією внутрішнього діаметру. Стрілки ставляться зовні, коли розмір дорівнює 11 мм та менше, коли розмір більше 11 мм стрілки ставляться з внутрішньої сторони. Стрілка трубної різьби не мусить перетинатися ніякими лініями і упиратися в видиму лінію різьби. Для зовнішніх різьб видима лінія різьби – це зовнішній діаметр різьби, для внутрішніх різьб видима лінія різьби це внутрішній діаметр різьби.

УДК 744.4

Бажміна Е. А.¹, Сметанін Д. І.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Т-115 ЗНТУ

АНАЛІЗ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ДЕТАЛІ

Форми деталей – це сполучення простих геометричних тіл або їх частин. Форма кожного геометричного тіла має свої ознаки, які властиві також і зображенню його на кресленні. Якщо придивитися до предметів, що

навколо нас, то вони мають форму геометричних тіл або представляють собою їх поєднання. Зображення геометричних тіл необхідно знати для читання та виконання креслень.

Деталь необхідно уважно оглянути зовні і зсередини, виявити всі її елементи. Уявне розчленування предмета на складові геометричних тіл називають аналізом геометричної форми. Такий аналіз проводиться:

- 1) з натури;
- 2) за наочним та аксонометричним зображенням;
- 3) за кресленням деталі.

Види аналізів форм викладені по зростаючій за ступенем складності.

Аналіз форми допомагає виявити з яких геометричних тіл складається деталь і яким способом вона утворена.

Існують три способи перетворення форми:

- 1) спосіб видалення (віднімання) форм;
- 2) спосіб поєднання (додавання) форм;
- 3) комбінований спосіб.

Розглянемо аналіз форми на прикладі деталі за аксонометричним зображенням способом видалення форм(рис.1).

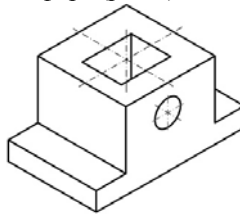


Рисунок 1 – Аксонометричне зображення деталі

Заготівкою деталі є прямокутний паралелепіпед(рис.2).

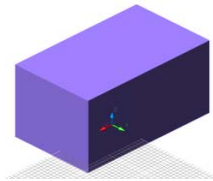


Рисунок 2 – Заготівка деталі

Щоб отримати потрібну конфігурацію деталі видаляємо(рис.3,4,5):

- поз. 1 – дві чотиригранні призми;
- поз. 2 – чотиригранну призму;
- поз. 3 – циліндр з передньої фронтальної поверхні заготовки.

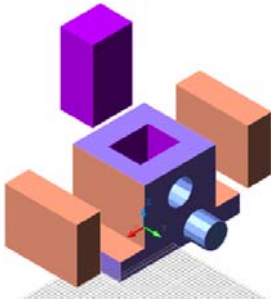


Рисунок 3 – Отримання деталі

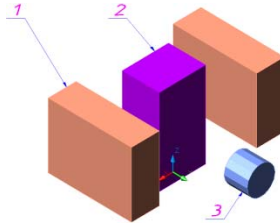


Рисунок 4 – Видалені елементи з деталі



Рисунок 5 – Деталь з вирізом 1 / 4 частини

Правильний аналіз форми деталі забезпечує підвищення рівня теоретичних знань і практичних умінь студента при читанні та виконанні креслень будь-якої складності.

УДК 744.4

Корнієнко О. Б.¹, Курінний Б. М.²

¹ викл. ЗНТУ

² студ. гр. М-315 ЗНТУ

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ 3D ДРУКУ В СИСТЕМІ AUTOCAD

Раніше, коли про 3D-друк ще не думали, деталі та їх прототипи замовляли в інших місцях, у інших виробників. Через те, що виріб був штучним за тиражем, обходилося це недешево і очікувати його доводилось до 3-4-х місяців.

Тепер на виготовлення подібних деталей необхідно кілька годин, в залежності від її складності та навичок спеціаліста. Причому більшу частину роботи виконує сама машина. В перспективі стало можливим використання 3D-принтерів. Таким чином, з'явилась можливість виготовляти більш міцні деталі для використання в різних сферах, не потребуючи послуг токарів або скульпторів.

Тривимірний принтер – це пристрій, який здатен пошарово створювати копію об'ємного предмета на основі комп'ютерної цифрової моделі.

Основою роботи 3D-принтера є запрограмоване пошарове відтворення моделі. Технології реалізації можуть бути різними. Існує два основних підходи щодо друку: лазерний і струменевий.

Сучасні версії програмного пакету AutoCAD підтримують формат прототипування, який дозволяє описувати, зберігати і передавати інформацію про тривимірний об'єкт на друк – STL. (STL (від [англ.](#) stereolithography) – [формат файлу](#), широко використовується для зберігання тривимірних моделей, використовується в технологіях швидкого прототипування, зазвичай методом [стереолітографії](#). Інформація про об'єкт зберігається як список трикутних граней, які описують його поверхню і їх нормалей (рис. 1).

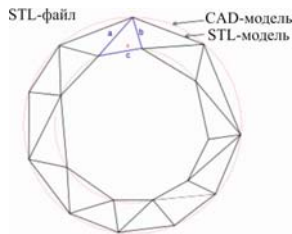


Рисунок 1 – Формування опису об'єкта в STL-форматі

Сама поширена технологія 3D-друку – це винайдена ще в 1980-х роках FDM, тобто пошаровий друк розплавленим матеріалом (зазвичай пластиком). Картриджі до 3D-принтерів представляють собою нитки пластику ABS, PLA, HIPS, нейлонову нитку і ряд таких матеріалів, як силікон, метал, смола фотополімерну, порошок, віск (рис. 2).

Широке застосування потенціалу тривимірного друку дозволить економити кошти і час, а також підвищити продуктивність.



Рисунок 2 – Технологічна схема 3D-друку

УДК 742

Бовкун С. А.¹, Цювка А. О.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. ГФ-924 ЗНТУ

ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕР'ЄРУ

Перспектива, у якій одну із стін зображують паралельно картині, називають фронтальною. Фронтальна перспектива характеризується простотою побудови і виразністю. Головна точка сходження розташована на фронтальній стіні в місці перетину вертикальної осьової лінії картини з лінією горизонту. У такому випадку бічні стіни на малюнку будуть однакові.

Якщо треба побудувати зображення з більшим видом на праву або на ліву половину інтер'єру, то точку сходження зсувають ліворуч або праворуч від центра картини.

Малюнок інтер'єру може бути побудований і в кутовій перспективі, у якій зображують дві стіни, площини яких повернуті під певним кутом до картини. Така побудова перспективи інтер'єру має дві точки сходження.

Елементи інтер'єру двері, вікна, меблі тощо малюють на другому етапі, враховуючи при цьому їх перспективні зміни. Лінії вікон, дверей, шафи, стола, якщо їх продовжити, мають також зійтися в тій точці сходження, що й лінії підлоги, стелі. Пропорції їх узгоджуються з основними вимірами інтер'єру (висота, ширина, глибина).

Ті предмети, які в інтер'єрі розміщені не паралельно стінам, мають для побудови свої точки сходження, що розташовані на єдиній для всього інтер'єру лінії горизонту.

СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ»

УДК 621

Солоха В. В.

доц. ЗНТУ

МЕХАНІЗМИ ДІЛИЛЬНИХ (ПОВОРОТНИХ) РУХІВ З ПАРАМИ ТЕРТЯ КОЧЕННЯ МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ

Поворотні періодичні рухи знаходять широке застосування в технологічних машинах, зокрема в металообробному обладнанні. Вони застосовуються для повороту револьверної головки з інструментом, ділильного стола з заготовкою, інструментального магазину, виконання рухів руки автооператора тощо. Традиційно для цих цілей використовуються циліндричні зубчасті передачі, черв'ячні передачі, мальтійські механізми та в багатоцільових верстатах моментні електродвигуни.

В більшості таких пристроїв використовуються пари ковзання або пари з тертям кочення з ковзанням, що спричиняє зношування елементів пристрою і зниження довговічності. Для підвищення довговічності та надійності механізмів періодичного руху та підвищення швидкості виконавчих рухів деякі фірми виробники технологічного обладнання налагодили виробництво пристроїв з використанням в приводах пар кочення: роликових чи кулькових. Такі пристрої отримали назву кулачкових роликових (кулькових) приводів (Roller Gear Cam Driver чи Ball Gear Cam Drive).

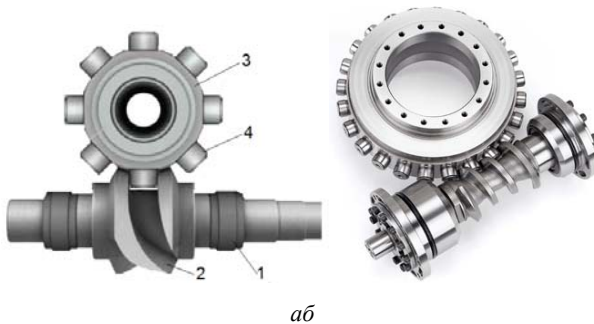


Рисунок 1 – Схема кулачкового роликового приводу

а – кулачково-роликовий привід; *б* – черв'ячно-роликовий привід.

Кулачковий роликовий привід (рис. 1, *а*) складається з ведучого вала 1, на якому закріплений кулачок 2. В профільному пазу кулачка знаходиться ролик 4 револьверної головки 3, що закріплюється на веденому валу.

Обертанням ведучого вала з кулачком забезпечується періодичний поворот револьверної головки. Роликовий механізм з кулачковим приводом забезпечує плавне прискорення та рух гальмування (рис. 2) відповідно до характеристики верстата шляхом адаптації кривої кулачка.



Рисунок 2 – Крива руху веденого вала

Привід рис.1 б, в якому кулачок виконано у вигляді черв'яка, може здійснювати як індексацію виконавчого органу, так і його обертний рух, забезпечуючи високу жорсткість системи, високу швидкість і частоту руху і надійність роботи.

В конструкції металообробного обладнання та приводи знаходять застосування для періодичних поворотів ділильних столів, револьверних головок для різального інструменту, в пристроях автоматичної заміни інструменту для повороту та переміщення руки автооператора, для поворотів інструментальних магазинів тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. CKD Labor-Saving Products. Product overview. 2014.– p. 94. <http://www.ckdthai.com>.
2. 2. Cam drive. Auto tool changer. Pamphlet PA-224E REV.0 2007.– p. 3 www.pascaleng.co.jp

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ МЕТОДАМИ ИНЖЕНЕРИИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

Основными показателями качества машин являются надежность и долговечность, которые преимущественно определяются свойствами поверхностных слоев деталей и соединений. Достижение высокого качества и эксплуатационной надежности машин, а также их более низкой стоимости возможно лишь на основе новых наукоемких технологий и научно-технических направлений. Одним из таких перспективных комплексных направлений является инженерия поверхности, которая объединяет методы направленного изменения физико-химических свойств поверхностных слоев материалов. При этом основной тенденцией формирования износостойкого поверхностного слоя является создание на поверхности детали материала слоистой структуры с градиентным распределением свойств по глубине.

Особую актуальность имеют вопросы создания износостойких покрытий для деталей трибосопряжений, которые работают в условиях сложного динамического нагружения. Разработана концепция градиентного износостойкого материала со сбалансированным сочетанием основных свойств, способного противостоять нагружению в виде соударения с проскальзыванием в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Материал имеет трехслойную нанодисперсную архитектуру различной твердости, включающую ударостойкий слой столбчатой или игольчатой структуры и двух текстурированных слоев с противоположно направленным расположением кристаллитов для противостояния изнашиванию при проскальзывании деталей в двух взаимно перпендикулярных направлениях. При этом верхний и третий слой должны иметь повышенную твердость, а более мягкий средний слой будет способствовать релаксации контактных нагрузок.

Высокопрочная игольчатая структура может быть достигнута в процессе диффузионного борирования. Требуемая направленность кристаллитов второго и третьего слоя предлагаемого нанодисперсного композиционного материала может быть достигнута за счет определенных условий нанесения (электроэрозионные методы, пластическая деформация). При этом одним из перспективных направлений создания подобного покрытия является совмещение второго и третьего слоев в единый слой, состоящий из нанокристаллитов разного размера и противоположной ориентации (метод шаблонов – темплатный метод, получение наноструктур в нанореакторах, литографически индуцированная самосборка наноструктур, интенсивная пластическая деформация).

АППРОКСИМАЦИЯ ПРОФИЛЯ ЧЕРВЯЧНОЙ ШЛИЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ЭВОЛЬВЕНТОЙ ОКРУЖНОСТИ

Обработка прямобочных шлицевых валов червячными фрезами является одним из наиболее производительных, точных и технологичных методов, в том числе благодаря непрерывности процесса обработки до полного изготовления детали. При этом достигаются высокие эксплуатационные характеристики поверхностного слоя [1]. Однако теоретический профиль фрезы представляет собой сложную кривую, которая не может быть реализована на практике. В этой связи теоретический профиль аппроксимируется (заменяется) более технологичным – дугами одной или двух окружностей, что вызывает возникновение погрешности замены. Общая погрешность ширины зуба фрезы при этом не должна превышать $1/3$ допуска на ширину шлица. При замене профиля дугой одной окружности, указанная точность не всегда может быть достигнута, а замена двумя – значительно сложнее технологически. В этой связи представляет интерес возможность замены теоретического профиля участком эвольвенты окружности. При этом должны быть определены следующие параметры эвольвенты: радиус основной окружности R_b ; угол поворота эвольвенты β ; углы развернутости эвольвенты q , определяющие участок заменяющего профиля [2]; координаты центра основной окружности относительно системы координат профиля фрезы – X_0 , Y_0 . Необходима также методика оценки точности замены теоретического профиля.

Для аппроксимации, на теоретическом профиле выбираются 2 точки (в уравнениях представляются индексами 1 и 2), через которые должна пройти заменяющая эвольвента. Кроме того, в качестве дополнительных условий замены предлагается взять:

- равенство радиусов кривизны эвольвенты и теоретического профиля в выбранных точках;

- приближение с заданной точностью длин кривых L и хорд H между выбранными точками теоретического профиля и заменяющей эвольвенты.

Радиусы кривизны теоретического профиля и заменяющей эвольвенты в заданной точке будут определяться соответственно:

$$\rho_p = R_0 \cdot (2 \sin \alpha - \sin \gamma), \quad (1)$$

$$\rho_e = R_b \cdot q. \quad (2)$$

Здесь R_o – радиус основной окружности прямобочного профиля; α – параметрический угол теоретического профиля фрезы; γ – профильный угол шлица.

Длины кривых между двумя произвольными точками теоретического профиля и заменяющей эвольвенты соответственно, определяются, из следующих полученных уравнений:

$$L_p = R_b \cdot [2(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) - \sin \gamma(\alpha_2 - \alpha_1)] , \quad (3)$$

$$L_e = \frac{1}{2} R_b (q_2^2 - q_1^2) . \quad (4)$$

Исходя из изложенного, радиус основной окружности и углы развернутости эвольвенты, в первом приближении удовлетворяющие указанным выше условиям, соответственно определяются:

$$R_b = \frac{\rho_{p2}^2 - \rho_{p1}^2}{2L_p} , \quad (5)$$

$$q_i = \frac{\rho_{pi}}{R_b} . \quad (6)$$

Для оценки точности аппроксимации теоретического профиля, определяется расстояние от заданной точки профиля $M(X_{pi}, Y_{pi})$ до заменяющей эвольвенты, которое характеризуется своим углом развернутости q , определяемым из уравнения:

$$X_{pi} \cos(q + \beta) - Y_{pi} \sin(q + \beta) + R_b = 0 . \quad (7)$$

Расчет по предлагаемой методике параметров заменяющей эвольвенты для шлицевого вала 16x82x92x12 показал погрешность замены не более 0,45 мкм, что более чем в 25 раз ниже, чем при замене дугой окружности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Желтобрюхов Е. М. Автоматизированное проектирование червячных шлицевых фрез [Текст] / Е. М. Желтобрюхов, М. С. Кузнецов // Ползуновский вестник. – 2011. – № 3 / 1. – С.22 – 25.
2. Елисеев, В. В. О методе огибания в теории зацепления [Текст] / В. В. Елисеев, А. Н. Евграфов, Ю. А. Семенов // Теория механизмов и машин. [Электронный ресурс]: Электр. Журнал. – 2004. – Т.2, №1. – С.42–50. – Режим доступа: [www / URL: http // tmm. spbstu. ru](http://www.tmm.spbstu.ru)

УДК 621

Балушок К. Б.¹, Дядя С. І.², Клименко В. Ю.³

¹ канд. техн. наук, зам. головн. техн. з інформаційних технологій «Мотор-Січ»

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

³ старш. викл. ЗНТУ

ВПРОВАДЖЕННЯ CAD / CAM / CAE ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СКОРОЧЕННЯ ТЕРМІНІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ І ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ МУФТ ІЗ ЗУБОМ «CURVIC»

Випуск нового виробу або модернізація існуючого, навіть з незначними змінами в авіаційній промисловості вимагає серйозного підходу зі зміни підготовки виробництва, яка в свою чергу включає комплекс взаємопов'язаних організаційних, технічних, технологічних, планових, економічних та інших заходів, що забезпечують виконання виробничої програми підприємством в необхідні терміни при мінімальних затратах праці, матеріально-технічних та інших ресурсів.

У процесі технологічної підготовки необхідно створити дві електронні моделі виробу: математичну і геометричну.

Під математичною моделлю будемо розуміти набір математичних функцій, які описують об'єкт дослідження і взаємозв'язок між елементами самого об'єкта.

Під геометричною моделлю об'єкта будемо розуміти модель виробу, що описує геометричну форму, розміри та інші властивості виробу, що залежать від його форми і розмірів.

Первинною моделлю буде математична, яка буде отримана в результаті операцій обчислень над заданими параметрами, кількість ітерацій обчислення буде залежати від необхідного кінцевого результату, після цього можна переходити до створення геометричної моделі.

Для скорочення термінів виробництва на кожному етапі використовується система автоматизованого проектування (САПР). Систем САПР може використовуватися одна або кілька, конкретний набір залежить від складності проєктованого виробу та можливостей підприємства.

УДК 621.431.75

Ивщенко Л. И.¹, Комочкин Н. С.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² старш. преп. ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРА ТУРБИНЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Ротор турбины современного ГТД представляет собой сложную конструкцию, состоящую из конструктивных элементов различной жесткости, изготовленных из разных материалов. Рассматриваемая система включает в себя вал ротора и рабочее колесо III ступени, оснащенное спаренными рабочими лопатками, замкнутыми в кольцо посредством бандажных полок.

Для исследования вибронапряженного состояния данной системы под воздействием действующих сил, с учетом влияния физических и геометрических параметров конструкции, свойств материала, частоты вращения ротора и рабочей температуры, используем численные расчетные методы, базирующиеся на мощных программных комплексах для ЭВМ. Расчеты методом конечных элементов (МКЭ) отдельных деталей, их сочетаний и ротора в целом с использованием трехмерных моделей позволяют в комплексе получать достоверные результаты расчета амплитуд перемещений узловых точек контактных поверхностей бандажных полок рабочих лопаток с учетом влияния основных нагружающих конструкцию факторов.

Построение расчетной схемы ротора турбины ГТД, задания нагружающих факторов, а также обеспечение возможности исследования совместной работы элементов конструкции в многосвязной конечно-элементной модели с использованием контактных элементов позволяет приблизить расчетное вибронапряженное состояние данного узла к реальному.

На сегодняшний день нами созданы трехмерные модели левой и правой лопаток, диска III ступени и вала ТНД, с использованием программной среды ANSYS сгенерированы конечноэлементные модели этих деталей. Проведены статический и модальный анализ узла в сборе и входящих деталей независимо друг от друга. Определены амплитуды перемещений узловых точек бандажных полок лопаток. Анализируя полученные данные видим картину перемещений узловых точек по трем направлениям в зависимости от величины частоты собственных колебаний деталей (рис. 1).

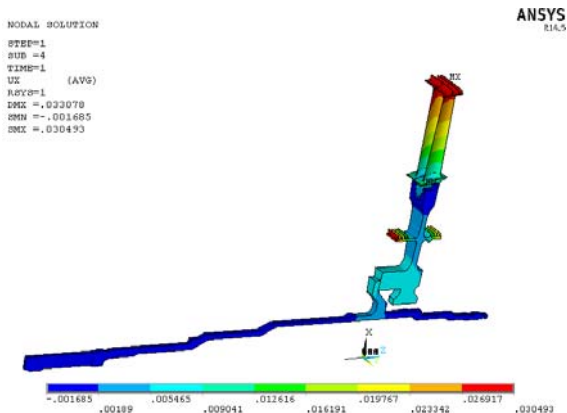


Рисунок 1 – Модальный анализ узла. Картина перемещений узловых точек

Полученные величины амплитуд перемещений характерных точек контактных поверхностей бандажных полок лопаток будут использованы для определения контактного давления в местах их соприкосновения и прогнозирования величин износа как фактора, определяющего ресурс двигателя. Результаты расчетов возможно апробировать с помощью физической модели на испытательном стенде, воспроизводящем реальные условия работы лопаток.

Использование данной методики исследований позволяет существенно сократить проведение натурных испытаний, которые связаны со значительными временными и материальными затратами.

УДК 621.9

Глушко П. В.¹, Штанкевич В. С.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕМПФУЮЧИХ ПЛАСТИН

Вібрації, що виникають при лезвийній обробці, погіршують не тільки експлуатаційні характеристики оброблюваних деталей, але і зменшують ресурс ріжучого інструменту, негативно позначаються на вузлах і механізмах самого обладнання.

Питанням дослідження вібрацій при різанні, їх виникненню та основним методам боротьби з ними присвячена велика кількість робіт.

Одним з напрямків гасіння вібрацій може бути застосування матеріалів з високими демпфуючими властивостями, в якості проставок між різцем і резцетримачем. Але для даних матеріалів відсутні критерії ефективності їх використання. А саме параметри, що дозволяють приймати рішення для конкретних виробничих умов і завдань.

Для дослідження демпфуючих властивостей матеріалів розроблена методика, що дозволяє шляхом зміни жорсткості державки різця, як в направлінні дії тангенціальної складової сили різання, так і осової, штучно створити умови для виникнення вібрації. При допомозі безконтактних датчиків переміщення фіксуються амплітудно-частотні характеристики процесу різання. Після чого різець встановлюється на вібродемпфуючий матеріал і повторюється обробка з фіксацією значень амплітудно-частотних характеристик. Зіставлення даних дає можливість визначення ефективності використання будь-якого вібродемпфуючого матеріалу для зміни коливань інструменту і його вплив на шорсткість обробленої поверхні.

Запропонована методика дозволяє визначити доцільність використання вібродемпфуючих матеріалів для токарної обробки, та виявити інтервали амплітудно-частотних характеристик, при яких різні вібродемпфуючі матеріали проявляють себе найбільш ефективно.

УДК 621.9.2

Бойко І. А.¹, Солоха В. В.²

¹ інж. ПАТ «Мотор Січ»

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК П'ЯТИКООРДИНАТНОГО ОБРОБНОГО ЦЕНТРУ

В роботах [1,2], з метою визначення частоти власних коливань (ЧВК) і їх форми, була створена математична модель 5-ти координатного обробного центру Ricomax 820 VERSA, а також проведено модальний і гармонічний аналіз.

Для підтвердження отриманих за допомогою математичного моделювання даних, пропонується проведення експериментального дослідження. Експериментальна установка складається із портативного безконтактного цифрового віброметра Politec PDV-100, з'єднаним із аналогово-цифровим перетворювачем, і комп'ютера. За допомогою програмного забезпечення отриманий цифровий сигнал обробляється, що надає можливість отримати значення вібропереміщення, віброшвидкості, або віброприскорення за однією з осей.

Лазерний промінь направляється на кришку передньої опори шпиндельного вузла. На планшайбу поворотного стола встановлюється трьохкулачковий патрон, в якому закріплюється заготовка циліндричної форми ($D = 45\text{мм}$ і $L = 100\text{мм}$) із жароміцного сплаву ХН78Т.

В якості ріжучого інструмента застосовується кінцева циліндрична фреза $D = 16\text{мм}$, що виготовлена із твердого сплаву Н10F і має наступні геометричні параметри: число зубів $Z = 4$, передній кут $\gamma = 5^\circ$, кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 35^\circ$, задній кут $\alpha = 10...12^\circ$. Перерахувавши наведені в роботі [2] перші чотири ЧВК несучої системи верстата в оберти фрези приймаємо: $S_{1,2} = 600\text{ об / хв}$, $S_3 = 1200\text{ об / хв}$, $S_4 = 1600\text{ об / хв}$.

Глибина і ширина різання дорівнює: $t = 0,5\text{мм}$, $S = 16\text{мм}$. Дослідження проводиться на двох різних величинах подач на зуб ($f_z1 = 0,04\text{ мм / зуб}$ і $f_z2 = 0,1\text{ мм / зуб}$) для кожної частоти обертання. Для аналізу впливу напрямку фрезерування на амплітуду коливань збурення (АКЗ) здійснюється як зустрічна, так і попутна обробка на перших двох частот обертання. Вимірювання коливань здійснюється за віссю Y. Отримані данні наводяться в табл. 1.

Відзначається подібність величин вібропереміщень до результатів наведених в роботі [2]. Велика розбіжність у величині значень АКЗ експерименту і моделювання пояснюється різницею значень сили різання (при моделюванні прикладалась сила у 100Н за трьома осями, а в експерименті сила різання була в рази більша (табл. 1).

При моделюванні амплітуди коливань збурення на перших трьох ЧВК мали суттєво більші значення ніж на четвертій. Така картина спостерігається і при експериментальному дослідженні. Вібропереміщення на частоті обертання шпинделя 1600 об / хв, яке склало 12–13 мкм, практично в три рази менше, ніж АКЗ на перших двох досліджуваних частотах обертання. При збільшенні подачі на зуб на 60% на перших двох частотах обертання шпинделя спостерігається збільшення амплітуди коливань до 50%. Натомість на третій досліджуваній частоті обертання амплітуда зросла на 10%, що може свідчити про значне поглинання коливань системою, або на більше зростання АКЗ за осями X і Z, які в даному випадку не досліджувались.

Таблиця 1 – Вібропереміщення за різних режимів різання

Частота обертання S, об / хв	Подача F, мм / хв	Вібропереміщення, мкм (зустрічне різання)	Вібропереміщення, мкм (попутне різання)	Сила різання, Н
600	100	32,9	31,6	434,5
	240	47,5	–	837,73
1200	192	26,1	19,1	418
	480	37,5	–	837,73
1600	260	13	–	424,57
	640	14,4	–	837,73

Спостерігається зменшення вібропереміщення при попутному різанні у порівнянні із зустрічним, причому на першій досліджуваній частоті обертання зменшення амплітуди коливань менш суттєве, ніж на другій, що може бути наслідком впливу форми коливань на АКЗ. Запропонований спосіб може застосовуватись для дослідження динамічних характеристик багатокординатних верстатів, він є достатньо простим і не потребує великих затрат на налаштування устаткування. Недоліком використаного дослідницького обладнання є неможливість отримати дані за трьома осями одночасно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко І. А. Динамічний аналіз поворотного стола 5-ти координатного обробного центру / І. А. Бойко, В. В. Солоха, Л. Й. Івченко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2014. – № 1(73). – С. 134–143.
2. Бойко І. А. Динамічний аналіз 5-ти координатного обробного центру / І. А. Бойко, В. В. Солоха, Л. Й. Івченко // Вестник двигателестроения. ЗНТУ; АО «Мотор Сич», г. Запорожье. – 2015. – №1. – С. 98–105.

УДК 621.891:669.018.44

Івченко Л. І.¹, Цыганов В. В.², Гейман М. В.³

¹д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

³студ. гр. М-221м ЗНТУ

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО НАГРУЖЕНИЯ

В процессе эксплуатации различных механизмов существуют трибосопряжения, которые весьма сложно нагружены – зубья ведущей и ведомой шестерен, бандажные полки рабочих лопаток турбины, хвостовик лопатки компрессора, направляющая бензопилы.

Для достижения требуемого уровня долговечности, надежности таких деталей и механизмов, недостаточно разработать оптимальную конструкцию узла трения и правильно подобрать материалы для его изготовления. Следует точно изготовить детали, и в случае необходимости подвергнуть их упрочнению, нанести на контактирующие поверхности деталей износостойкие покрытия.

Если учесть, что в машинах и механизмах до 80% отказов связано с износом, а в некоторых отраслях промышленности, таких как

горнодобывающая, дорожная и строительная, доля таких выходов из строя доходит до 95%, то актуальность сомнения не вызывает.

Широкие возможности, по повышению работоспособности и долговечности, интенсивно изнашивающихся деталей, работающих в условиях сложных нагрузжений, открывают нам износостойкие покрытия, исходя, из чего для таких условий необходима прежде всего разработка принципов создания покрытий.

Износостойкие покрытия в этом случае должны отвечать следующим требованиям: высокая износостойкость, способность к многоцикловому динамическому воздействию (динамическим нагрузкам), высокая трещино-коррозионная стойкость. Такие покрытия должны обеспечивать низкий коэффициент трения, равноизносность по всем диапазонам рабочих температур, достаточно высокую твердость и прочность поверхностного слоя. Материалы покрытий должны обладать сбалансированным сочетанием высокой твердости и вязкости, иметь химическую инертность относительно материала сопряженной детали и сохранять свойства при повышенной температуре. Однако, твердость и вязкость являются антагонистическими свойствами и в настоящее время не существует материала, отвечающего указанным свойствам одновременно.

Одним из перспективных направлений решающих данную проблему, является создание многослойных композиционных износостойких покрытий.

Так же немаловажными факторами, влияющими на свойства и срок службы покрытий, являются условия и способы нанесения покрытий.

Различные условия и способы нанесения покрытий позволяют варьировать дисперсность и структурное состояние материала, а так же комбинировать слои покрытий таким образом, чтобы направление рабочих нагрузок совпадало с направлением текстуры материала. Такое трансформирование текстуры позволяет создать требуемую направленность кристаллитов формируемых материалов покрытий, что сопровождается изменением твердости и износостойкости, а так же дает возможность получать оптимальные структуры материала покрытий с соответствующим комплексом свойств. Так, для получения столбчато-игольчатой структуры материала покрытия может быть использовано диффузионное борирование, что приведет к возрастанию прочности и твердости покрытия. Для покрытий с такой структурой характерно расположение зерен перпендикулярно границе раздела «покрытие – основа».

Перспективным способом нанесения материала покрытия работающего в условиях сложных нагрузок является нанопорошковая экструзия, при этом, возможно, наиболее эффективной направленностью кристаллитов материала такого покрытия будет комбинированная спиральная (закрученная) траектория. Предположительно, что чередование направлений витков

спирали, наносимого материала покрытия значительно увеличит износостойкость в условиях сложных нагружений, например, первый слой – левое направление витков, второй слой – правое направление, третий слой – левое, и т. д.

Таким образом, предложены основные принципы создания износостойких покрытий для работы в условиях сложного динамического контактного нагружения, такие как: высокая износостойкость, способность к многоцикловым динамическим нагрузкам и высокая трещино-коррозионная стойкость материала покрытия, нанесение покрытия нанопорошковой экструзией, а так же направленность кристаллитов с комбинированной спиральной траекторией. Это дает возможность специалистам в области материаловедения и металлофизики создать материалы покрытий с более высокой эффективностью.

УДК 621.891:669.018.44

Фролов М. В.¹, Коваленко А. А.²

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²студ. гр. М-221м ЗНТУ

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СПОСОБУ ПОДАЧІ СОТС НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ

У процесі різання металів в результаті роботи що витрачається виникає теплота. Приблизно 85-90% всієї роботи різання перетворюється в теплову енергію. Діючи на ріжучий інструмент, теплота розм'ягчає його, робить менш ізносостойким і змінює його розміри; під дію теплоти змінюються і розміри оброблюваної поверхні, що знижує точність і ефективність процесів різання.

У вирішальній мірі зменшення теплоутворення в зоні обробки, підвищення працездатності різального інструменту і продуктивності обробки і поліпшення якості поверхневого шару оброблюваних деталей залежить від мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ (СОТС), а також від способів і техніки подачі середовища в робочий простір верстата і безпосередньо в зону обробки.

СОТС є складними системами, якість яких оцінюється по великій кількості параметрів. В даний час немає загальновизнаної теорії, що пояснює численні аспекти механізму дії СОТС, не розроблені наукові основи синтезу та підбору складу ефективних середовищ. Вибір СОТС виконується, в основному, емпіричним шляхом – на основі особистого досвіду фахівців або по результатах верстатних випробувань. Такий метод підбору оптимального

складу вимагає великих часових і матеріальних витрат і не гарантує отримання найкращих результатів.

Номенклатура мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ постійно змінюється у зв'язку зі зростаючими вимогами до продуктивності і якості обробки. Результати випробувань різних СОТС, проведені з різними інструментальним і оброблюваними матеріалами, важко порівняти. Якщо при підборі інструментальних матеріалів досить враховувати два – три показника (наприклад, теплостійкість, твердість), то для СОТС такі критерії не знайдені.

Спосіб подачі СОТС характеризується сукупністю ознак, що визначають умови транспортування рідини від пристрою подачі до зони контакту різального інструменту із заготівлею, вид обробки, тип обладнання, складність деталей, необхідну якість і т. д. Тут так само варто враховувати економічний аспект, який іноді є мало не вирішальним.

Підвищення технологічної ефективності процесів різання є многокритеріальною проблемою і обраний напрям дослідження є актуальним. В даний час є досвід в рішенні питань підвищення ефективності за допомогою мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ, є певні математичні залежності. Однак вони застосовуються в конкретних випадках, і до кінця не ясні чинники що впливають на ефективність в цілому, що вкрай важливо при певних способах обробки матеріалів.

Оброблення та аналіз накопичених експериментальних даних дозволяє виявити статистично-достовірні чинники – способу подачі СОТС та / або його структуру; компоненти що входять до його складу; зміну температурного режиму; зносостійкість.

СЕКЦІЯ «ДЕТАЛІ МАШИН І ПТМ»

УДК 621.762.4

Носенко М. І.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВУ ПОРОШКОВИХ ТИТАНОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ГАРЯЧОГО ШТАМПУВАННЯ

В технології гарячої деформації порошкових заготовок дослідження процесу нагріву при визначенні ефективних засобів захисту від газонасичення та окислення металу, термомеханічних режимів штампування є однією з важливих задач при формуванні щільності, структури та властивостей матеріалів.

Дослідження нагріву в середовищі аргону та на повітрі проводили на порошкових заготовках ПТЕС-1, ПТЕК-1, ТГ-ТВ відносної щільності $\theta_0 = 70 \dots 90\%$.

Тривалість нагріву збільшується для менш щільних заготовок, що пояснюється зменшенням теплопроводності металу із ростом пористості, та при підвищенні потрібної температури нагріву t_n . Зменшення тривалості нагріву до більш високих t_n для заготовок низької щільності ($\theta_0 = 70\%$) обумовлене саморозігрівом металу в результаті зниження ефективності аргонного захисту та інтенсивного газонасичення. Деяке збільшення тривалості нагріву заготовок ТГ-ТВ пояснюється наявністю великої кількості домішок у вихідній сировині.

Газонасичення та окислення при нагріві менш щільних заготовок значно зростає. Заготовки з відносною щільністю $\theta_0 < 75\%$ можливо нагрівати без захисного середовища (на повітрі) тільки до температури 800°C . При більшій температурі окислення відбувається значно інтенсивніше і надмірне тепло, утворене при ендотермічній реакції окислення, не встигає відводитися із зразка, відбувається його розігрів та займання.

Окислення порошкового титану в процесі нагріву оцінювали визначенням глибини газонасиченого шару при вимірюванні мікротвердості від поверхні до центру заготовки. Нагрів порошкових титанових заготовок в середовищі аргону, порівняно з нагрівом на повітрі, збільшення щільності металу, а також зменшення температури та тривалості витримки дозволяє значно зменшити мікротвердість та глибину газонасиченого шару. При цьому мікротвердість для менш щільних заготовок підвищується не тільки на поверхні, але й в центральних шарах металу. Мікротвердість найбільша для поверхневого шару заготовок, різко зменшується у глибину і для центральних шарів металу має постійне значення. Використання неспечених порошкових заготовок, у

порівнянні із спеченими, призводять до підвищення мікротвердості на 18...45%, відповідно для внутрішніх та поверхневих шарів металу.

Глибина газонасиченого шару інтенсивно зростає при зменшенні щільності заготовки, підвищенні температури та тривалості витримки при нагріву. Газонасиченість по об'єму заготовки насамперед залежить від газонасиченості та глибини поверхневого шару, значно зменшується при їх зниженні. Глибину цього шару повинно урахувати при розробці схеми подальшої гарячої деформації виробів таким чином, щоб найбільш окислений шар металу, у більшому ступіні, знаходився у припуску на механічну обробку.

Використання аргону, в якості захисного середовища, дає позитивні результати, але не дозволяє повністю виключити газонасичення при нагріву. Ефективність аргонного захисту забезпечується лише в тому випадку, коли заготовка нагрівається у закритому муфелі при надлишковому тиску газу (~0,2 атм) без натікання повітря. У протилежному випадку відбувається окислення металу.

УДК 621.873

Лятуринский В. А.¹, Сидоренко М. В.²

¹ асп. ЗНТУ,

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРОБЧАТЫХ БАЛОК МОСТОВЫХ КРАНОВ С УЧЕТОМ СВАРОЧНЫХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Напряженно-деформированное состояние (НДС) коробчатых балок (КБ) мостовых кранов после сварки не учитывается при проектировании и не оптимизируется при их изготовлении. При этом факторы истощения пластичности и наличия высоких остаточных напряжений (ОН) значительно влияют на долговечность и надежность металлоконструкций грузоподъемных машин (МК ГПМ) [1, 2]. Отсутствие данных о распределении ОН в зоне термического влияния (ЗТВ) сварных соединений КБ затрудняет оптимизацию МК ГПМ и препятствует повышению их общего технического уровня.

Проведен комплекс моделирований остаточных напряжений в коробчатых крановых балках методом конечных элементов с последовательным решением термической и механической задач. Результаты верифицированы экспериментально, для чего использовались методы: сверления отверстий для определения остаточных напряжений, лазерной пирометрии для анализа термических циклов, твердометрии, структуроскопии.

Получены зависимости распределения остаточных напряжений (продольных – $\sigma_{//}$ и эквивалентных – $\sigma_{\text{екв}}$) и пластических деформаций ($\varepsilon_{\text{пл.}\alpha}$) в характерных зонах КБ мостовых кранов (рис. 1) от ряда конструктивных и технологических параметров, в частности: общей геометрии КБ, геометрии поясных сварных соединений (рис. 2), скорости наложения сварных швов (табл. 1), порядка сварки и задержки времени между наложением швов.

Рекомендации по назначению основных конструктивных параметров КБ:

1. При использовании двухсторонних швов учитывать соотношение толщин пояса и стенки КБ. Для односторонних швов, при любом соотношении толщин возможно использование результатов табл. 1.

2. При соотношении толщин пояса $\delta_{\text{п}}$ и стенки $\delta_{\text{с}}$ КБ $k \geq 1,25$ с применением двухсторонних поясных швов желательно назначение послесварочной обработки ЗТВ стенки для снятия ОН.

3. Зона радиусного перехода 4 (рис. 1) поясного шва ступенчатой КБ всегда имеет высокие градиенты касательных напряжений с 2-мя максимумами различного знака. В КБ с радиусом перехода R рекомендуется назначение упрочняющей обработки не только в ЗТВ стенки, но и в основном металле на удалении до $1,5R$.

4. При любых толщинах стенок рекомендуется назначать поясные соединения КБ с предсварочной разделкой кромок.

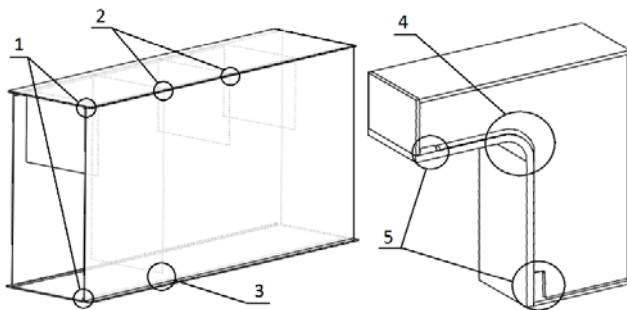


Рисунок 1 – Участки КБ, подлежавшие исследованию

Рекомендации по технологии изготовления КБ:

1. Скорость сварки в диапазоне 5...12 мм / сек незначительно влияет на остаточное НДС в расчетных зонах КБ (табл. 1). Большие скорости наложения швов рекомендуется выбирать при использовании предподогрева либо послесварочного высокого отпуска. Меньшие не рекомендуются.

2. Оптимальной технологией наложения односторонних поясных швов, с позиции послесварочного НДС и структур, является сварка со скоростью 12...20 мм / с с предподогревом стенки КБ газом до 150...200 С.

3. Рекомендуется совмещать термические циклы сварки швов КБ. При выполнении двухсторонних поясных швов оптимальной является задержка между наложением валиков 1...2 мин.

5. Верхние поясные швы КБ небольших размеров рекомендуется накладывать после нижних.

6. При использовании двухсторонних тавровых поясных соединений КБ рекомендуется последним накладывать сварной валик внутри балки.

7. Снятие усиления 1-го валика двухстороннего таврового шва рекомендуется выполнять до наложения 2-го валика.

Таблица 1 – Состояние ЗТВ одностороннего сварного поясного соединения КБ

Характеристика ЗТВ	Скорость сварки $v_{св}$, мм / с				
	2	5	8	12	20
	Результаты в ЗТВ стенки / пояса КБ				
$\sigma_{//}^{max}$, МПа	550 / 565	560 / 555	568 / 551	570 / 552	590 / 556
$\sigma_{//}^{конц}$, МПа	375 / 385	452 / 495	470 / 518	480 / 525	500 / 524
$\sigma_{эКВ}^{max}$, МПа	490 / 520	530 / 524	530 / 527	532 / 528	533 / 530
$\sigma_{эКВ}^{конц}$, МПа	373 / 371	449 / 463	469 / 483	484 / 494	490 / 500
$\sigma_{пл.а}^{max}$, %	1,6 / 2,1	1,7 / 2,1	1,7 / 1,9	1,7 / 1,7	1,7 / 2,1
$\sigma_{пл.а}^{конц}$, %	0 / 0,3	0 / 1,5	0 / 1,5	0 / 1,6	0 / 1,7
$t > 1100$, сек.	10,8 / 7,9	7,2 / 4,9	6,5 / 4,5	5,8 / 3,9	5,2 / 3,1
$C_{Бейн}^{max}$, %	99 / 99	97 / 98	97 / 98	96 / 98	95 / 97
$C_{Март}^{max}$, %	0,9 / 0,5	3 / 1,6	3,1 / 1,8	3,7 / 2,1	5,7 / 3,6

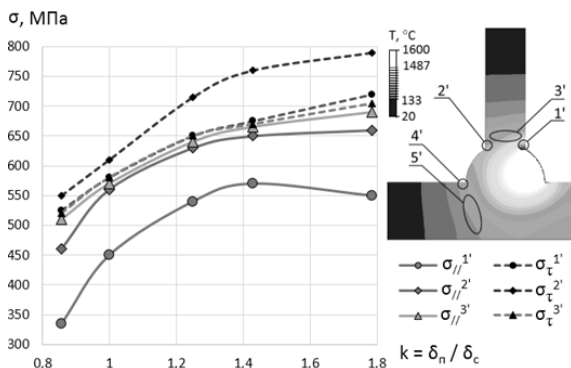


Рисунок 2 – Зависимость максимальных продольных ОН $\sigma_{//}^{max}$ и уровня упрочнения σ_t в ЗТВ двухстороннего таврового соединения от соотношения k толщины пояса δ_n и стенки δ_c КБ

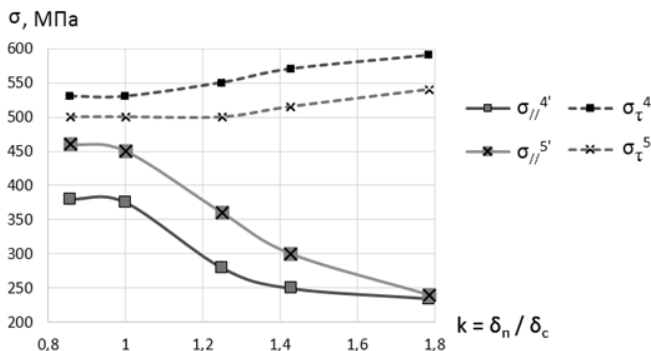


Рисунок 2 – Аркуш 2

Впервые представлен анализ влияния основных конструктивных и технологических параметров КБ мостовых кранов на их послесварочное НДС. Представлены рекомендации по конструированию и изготовлению КБ с позиции оптимизации их остаточного НДС и структуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов С. А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин: Учеб. пособ. – СПб. : Политехника, 2005. – 423 с.
2. Манжула К. П. Теория и методы расчета сопротивления усталости металлических конструкций грузоподъемных машин: Дисс. докт. техн. наук: 05.05.05. – СПб., 1997. – 357 с.

УДК 621.73.01-02; 621.98

Явтушенко О. В.

д-р техн. наук, доц. ЗНТУ

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛАНЕТАРНОГО ПРИВОДА МЕХАНІЧНИХ ПРЕСІВ

Планетарні механізми використовуються в приводі кривошипних пресів з двоякою ціллю. З одного боку планетарний привод з збільшеним передаточним відношенням успішно замінює проміжну зубчасту циліндричну передачу з меншим відношенням. З другого боку, планетарні механізми використовуються як складова частина системи вмикання преса, і в цьому і полягає їх головна перевага. По-перше, витрати енергії на вмикання такого привода розподіляються на витрати при вмиканні і витрати при вимиканні привода, причому найбільші витрати при вимиканні відбуваються після

робочого ходу в кінці холостого ходу «назад», що забезпечує більші енергетичні можливості привода. По-друге, загальна величина витрат енергії на вмикання і вимикання привода в порівнянні з традиційними системами вмикання значно (в 3–5 разів) менше. Остання перевага особливо характерна для тих пресів, в яких муфта і гальмо встановлювались на проміжних валах. По-третє, в планетарних механізмах використовуються два гальма, умови роботи яких значно кращі, ніж умови роботи муфти, що значно збільшує ресурс їх роботи.

Розрахунок планетарного привода кривошипного преса полягає в визначенні, насамперед, конструктивних розмірів головних зубчатих коліс, необхідних моментів гальм вмикання і вимикання, витрат енергії на вмикання і вимикання.

На стадії ескізного проектування виникає необхідність у визначенні деяких показників енерго-динамічного режиму включення і зупинки. Проведення повного динамічного аналізу системи нерациональне, а часто і неможливо, через відсутність точних значень початкових даних. Необхідність в таких показниках виникає також при оцінці ефективності вибраної схеми привода і його параметрів.

У таких випадках можна використовувати результати наближеного розрахунку основних енерго-динамічних параметрів процесів включення і зупинки. Наближений розрахунок заснований на аналітичному вирішенні рівнянь математичної моделі привода після введення додаткових допущень і передумов.

Отримані розрахункові залежності для визначення тривалості періоду включення t_{in} , мінімальної кутової швидкості ведучої ланки а протягом періоду включення $\omega_{амп}$, необхідного гальмівного моменту.

Першорядним завданням при розрахунку планетарного привода є раціональний розподіл загального передаточного числа привода. Розподіл передаточного відношення привода здійснюється за наслідками розрахунку критеріїв оптимальності параметрів, якими можуть бути сумарна маса привода і витрата енергії на включення та зупинку.

УДК 621.874

Мартовицький Л. М., Сочава А. І., Глушко В. І., Руднев О. М.
канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ПРОГІННИХ БАЛОК ВАЖКОЗАВАНТАЖЕНИХ КРАНІВ

У важкозавантажених кранів найбільш відповідальним елементом, що визначає живучість крана та його довговічність, є металоконструкція головних балок. При інтенсивній експлуатації верхні пояси головних балок працюють на знакопостійні циклічні напруження стиску, а нижні – на знакопостійні напруження розтягу. Довговічність конструкції визначається

межею витривалості нижнього поясу, який істотно менший за абсолютним значенням межі витривалості стиснутого верхнього поясу. З причини циклічної втоми на нижньому поясі виникають поперечні тріщини та інші пошкодження, які суттєво зменшують термін експлуатації всього крана. Пропонується, не доводячи до пошкоджень та тріщин нижні пояси, перевернути головні балки вздовж осі, змінивши тим самим циклічність завантаження поясів на протилежний знак. Такого ж ефекту можна досягнути шляхом перевантаження всього мосту мостового крана, з наступною перестановкою вантажного візка.

Запропоновані способи дозволяють нижні пояси після певного напрацювання при циклічних напруженнях розтягу після перевертання попрацювати далі при циклічних напруженнях стиску, вже як верхній пояс. Сумарний термін експлуатації крана подовжиться, в чому є ефективність простого, мало затратного способу подовження роботи важкозавантажених кранів.

УДК 621.86 / 87

Мартовийський Л. М.¹, Сочава А. І.¹, Глушко В. І.¹

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДІАГНОСТУВАННЯ ВТОМНИХ ПОШКОДЖЕНЬ В ПРОГІННИХ БАЛКАХ МОСТОВИХ КРАНІВ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЇХ РУЙНУВАННЯ

У металоконструкціях важкозавантажених мостових кранів виникають втомні пошкодження у вигляді тріщин, що при подальшій експлуатації призводить до аварійного руйнування крана. Прогінні балки в мостових кранах є несучим найбільш відповідальним елементом. Тому діагностування технічного стану та попередження руйнування прогінних балок є актуальною задачею для інженерів та дослідників.

Розглядаються нові методи діагностування стану металоконструкцій прогінних балок мостових кранів за рахунок співставлення жорсткостей розтягу та стиску елементів з тріщинами, а також пропонується використання датчиків-свідків пошкоджень.

Для попередження аварійних руйнувань пошкоджених балок рекомендовано застосовувати підстраховочні канати з мірним напуском, та розміщувати їх вздовж розтягнутих елементів.

РАДІАЦІЙНА ОБРОБКА КОМПОЗИТИВ НА ОСНОВІ ПОЛІКОНДЕНСАЦІЙНОГО СПОЛУЧНОГО

Вироби з композиційних матеріалів на основі фенолоформальдегідних сполучних працюють при підвищених температурах, тому при їх виготовленні особлива увага приділяється збереженню заданих властивостей. За існуючої технології отримання виробів із полімерних матеріалів – процес тривалий і трудомісткий.

Пошук технологічних процесів, що дозволяють поліпшувати якість виробів, привели до розробки фізичних методів модифікації полімерів. Одним з найбільш перспективних напрямків є вдосконалення процесу формоутворення конструкцій із армованого пластику за рахунок застосування при твердінні сполучних комбінованого способу, що включає інфрачервоний (ІЧ) нагрів і прискорені електрони.

У роботі в якості армуючого матеріалу застосовували кремнеземні тканини КТ-11-ТОА, сполучним служив термореактивний олигомер поліконденсаційного типу – ЛБС-4. Твердіння зразків склопластику здійснювали на прискорювачі електронів ЕлТ-1,5.

На першому етапі роботи досліджували можливість підвищення міцності склопластику за рахунок використання комбінованого твердіння, що поєднує процес попереднього термотвердіння при 390 К протягом 1,5 години з подальшим радіаційним твердінням прискореними електронами протягом 60 с при поглиненій дозі 80 Мрад. Міжшарова міцність склопластику склала 12,61 МПа, а ступінь затвердіння – 98,7%.

Для підвищення продуктивності процесу формоутворення проведена заміна попереднього термотвердіння інфрачервоним нагріванням. Інфрачервоний нагрів зразків проводили галогенними лампами розжарювання КГТ-220-1000 при температурі 390 К протягом 45 хв., потім зразки доотверждали на прискорювачі ЕлТ-1,5 при дозі опромінення 80 Мрад і часу 60 с.

Характеристики міцності випробування показали, що розривна міцність зразків має значення 14,25 МПа. Ступінь затвердіння матеріалу склала 98,4%. При цьому відбувається скорочення тривалості затвердіння в 2,5 рази і відбувається збільшення показників міцності до 15%.

УДК 621.875

Мартовицький Л. М.¹, Глушко В. І.¹, Уманський М. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. М-321м ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ОПОРНО-ХОДОВИХ КОЛІС МОСТОВИХ КРАНІВ КОМБІНАТУ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Мостові крани найбільш поширений клас спеціальних металургійних кранів, які працюють переважно у важких та надважких режимах. Ходові колеса таких кранів потерпають від великих тисків та інтенсивності роботи, що при дефектах виставки коліс та неякісного монтажу підкранових колій призводить до інтенсивного їх зносу.

Розглядаються фактичні дані по зносу коліс спеціальних мостових кранів комбінату «Запоріжсталь» в залежності від фактичного режиму роботи кранів та вжитих засобів зменшення зносу коліс: точної установки коліс, змащування реборд коліс мастильними матеріалами та графітом.

Пропонуються сучасні методи резильянса коліс за рахунок введення в конструкцію низькомодульних вставок та підкладок під рейки. Запропоновані заходи дозволять знизити пікові навантаження на реборди коліс і цим самим зменшити її знос.

УДК 621.865

Фролов Р. О.¹, Мартовицький Л. М.², Руднев О. М.², Меленчук А. В.³

¹ асп. ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

³ студ. гр. М-321м ЗНТУ

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ МАНІПУЛЯТОРА МП-9С

Лабораторний стенд складається із маніпулятора МП-9С та системи управління, яка побудована на програмуємому мікроконтролері AVR ATmega328.

Маніпулятор приводиться в рух за допомогою стиснутого повітря, яке потрапляє до семи пневмоциліндрів крізь електропневматичні клапани, схват нормально замкнутого типу. Закриття і відкриття пневмоклапанів відбувається точно за часом відповідно запрограмованому циклу роботи.

Маніпулятор МП-9С лише 8 точок позиціонування в просторі та 3 рухомі кінематичні пари, що значно звужує можливості його використання. Тому розширення можливостей маніпулятора взаємодії із вантажем,

реагування на наявність, вагу, температуру, матеріал, колір вантажу, дозволить використовувати його у більш складних технологічних процесах.

Функція зважування вантажу з'явилась за допомогою використання високоточного модуля підключення резистивних датчиків тиску HX711, тензодатчики за повною мостовою схемою були наклеєні безпосередньо на схват маніпулятора. Під час роботи маніпулятор після захоплення вантажу із позиції завантажування, піднімає його, зважує і позиціонує його у конкретній точці залежно від ваги вантажу. При відсутності вантажу в позиції завантажування, маніпулятор повторює спроби захопити вантаж.

Технічні характеристики аналогово-цифрового перетворювача HX711:

Диференціальний вхід з напругою: ± 40 мВ.

Точність перетворення: 24 біт.

Частота оновлення: 80 Гц.

Робоча напруга: 5 В постійного струму.

Робочий струм: < 10 мА.

Розмір: 38 мм * 21 мм * 10 мм.

АЦП датчиків тиску HX711 був обраний через такі переваги:

Модуль дуже простий в підключенні і використанні.

Сумісний з контролерами AVR ATmega328

Має невеликі розміри.

Для програмування мікроконтролеру використовувалось середовище розробки Arduino, для обробки сигналу з тензодатчиків стандартна бібліотека для роботи з АЦП HX711.

Завдяки модернізації промислового робота МП-9С додається можливість зважувати вантаж, що підіймається.

УДК 621.73.01-02; 621.98

Явтушенко О. В.¹, Кодісов А. В.²

¹ д-р техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. М-312 ЗНТУ

ПАРАМЕТРИЧНИЙ ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ СИНТЕЗ БАГАТОВАЖІЛЬНИХ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ

Параметричний синтез багатоланкових механізмів за наявності кількох обмежень проводиться методом умовної багатопараметричної нелінійної оптимізації.

Критерієм оптимальності механізму за умови постійної швидкості повзуна на певній ділянці руху прийнято відношення площі I_{vz} , обмеженої графіком першої передавальної функції AV і віссю абсцис, до площі S_{vz}

описаного прямокутника на ділянці робочого ходу $\alpha_p = \alpha_{np} - \alpha_{kp}$, назване коефіцієнтом заповнення $K_{vz} = I_{vz} / S_{vz}$. Площа I_{vz} визначається як інтегральна функція першої передаточної функції:

$$I_{vz} = \int_{\alpha_{ni}}^{\alpha_{ki}} AV(\alpha) \cdot d\alpha.$$

Функція положення S і передавальні функції AV і AJ визначені методом замкнутого векторного багатокутника. Для шестиланцюгового механізму витяжного пресу перша передавальна функція має вигляд

$$AV = y'_{c0} + L_s \sin \beta \cdot \beta',$$

де x_{c0} і y_{c0} – координати точки C , які визначаються з параметричних рівнянь шатунної кривої; L_s – довжина шатуна; β – кут нахилу шатуна відносно вертикальної вісі.

Для розв'язання задачі мінімізації цільова функція надана у вигляді

$$F_z = 1 - K_{vz} \rightarrow \min.$$

Межі інтегрування визначаються умовами технологічного процесу. Так як процес деформації закінчується в крайньому нижньому положенні повзуна, то $\alpha_{kp} = 0$. Кут α_{np} відповідає початку процесу деформування і визначається з рівняння, що визначає величину робочого ходу повзуна

$$S_p = S(\alpha_{np}) = K_{sp} S_{\max}.$$

Умови оптимізації мають вигляд:

$$\begin{aligned} G_1 &= \{x_{in} \leq x_i \leq x_{iv}\}, \\ G_2 &= \left\{ \begin{aligned} (L_0 - R)^2 &\geq b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \gamma_0 \\ (L_0 + R)^2 &\geq b^2 + c^2 + 2bc \cdot \cos \gamma_0 \\ x_{c0} &\leq L_s \cos \gamma_0 \end{aligned} \right\}; \\ G_3 &= \left\{ \begin{aligned} L_0 + R &< b + c, \\ L_0 - R &> |b - c|, \end{aligned} \right\}; \\ G_4 &= \{AV_{\max} \leq [AV] = K_{v \max} S_{\max}\}, \\ G_5 &= \{AV_{np} \leq K_{vnn} AV_{\max}\}, \\ G_6 &= \{S_6(\alpha_{\max}) = S_{\max}\}. \end{aligned}$$

Перша умова G_1 накладає обмеження на лінійні розміри механізму x_i , якими є розміри, вказані на рисунках. Друга умова G_2 визначає умови

функціонування механізму за величиною максимального кута тиску γ_0 . Третя умова G_3 визначає умови існування першого чотирьохланцюгового механізму як кривошипно-коромислового механізму. Четверта умова G_4 накладає обмеження на величину максимального значення першої передавальної функції AV_{\max} на ділянці робочого ходу. П'ята умова G_5 накладає обмеження на величину значення першої передавальної функції на початку робочого ходу $AV_{\text{нр}}$. Шосте обмеження G_6 визначає умову забезпечення заданого повного ходу повзуна S_{\max} .

Цільовою функцією проектування механізму притиску витяжних пресів є забезпечення мінімального відхилення повзуна ΔS на ділянці вистою (до 0,2–0,4 мм). У такому разі тривалість вистою α_e визначається діапазоном кута повороту головного валу між положеннями 1 і 9, що відповідає мінімуму значення ΔS . В роботі наведено аналітичні залежності для визначення функції положення, першої та другої передатних функцій зазначеного механізму, а також всіх положень механізму в екстремальних точках (1...10).

Якщо зажадати, щоб всі екстремуми функції положення на ділянці притиску були мінімальними і, за можливості, близькими до деякого середнього значення, цільова функція буде становити середньоінтегральне відхилення величини ΔS на ділянці притиску. Геометрично це означає мінімум площі, обмеженої віссю абсцис і кривою функції положення на ділянці притиску. Тоді критерієм оптимальності буде функція

$$Fz = \int_{\alpha_n}^{\alpha_k} S_n(\alpha, x_1, x_2, \dots, x_{12}) d\alpha \rightarrow \min.$$

Межі інтегрування визначаються границями ділянки притиску, тобто $\alpha_n = \alpha_1$, $\alpha_k = \alpha_9$. Розв'язання оптимізаційної задачі виконано методом спряжених градієнтів.

Умовами оптимізації є нерівності, що накладають обмеження:

– на лінійні розміри

$$Q_1 = \{x_{in} \leq x_i \leq x_{iv}\},$$

– визначають умови існування першого чотирьохланцюгового механізму як кривошипно-коромислового механізму

$$Q_2 = \{R_1 + L_0 \leq b_1 + c_1\};$$

– умова забезпечення максимального переміщення повзуна

$$Q_3 = \{S_{\max n} \leq S_{\max} \leq S_{\max v}\}$$

– умови, що визначають значення кутів вистою α_e і кута затримки α_c

$$Q_4 = \{\alpha_{gv} > \alpha_g - \alpha_1 \geq \alpha_{gn}\}; Q_5 = \{\alpha_{cv} > \alpha_g - \alpha_c > \alpha_{cn}\}.$$

При задоволенні всіх умов синтезу, рішення задачі завжди сходиться до кінцевого результату. Задача немає розв'язку, якщо не виконується одна з умов, або якщо величина кута вистою α_v перевищує значення $125...130^\circ$. Головний результат оптимізації полягає в тому, що забезпечується можливість параметричного синтезу механізму при широкій варіації умов синтезу. При цьому задоволення головної умови синтезу – мінімізація величини відхилення повзуна на ділянці притиску, забезпечує зменшення граничного відхилення більш ніж у 10 разів.

СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ»

УДК 621.983.3

Обдул В. Д.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

МЕХАНІЧНІ ПРЕСИ З ХОДОМ ПОВЗУНА РІВНИМ $4 R_{кр}$

На сьогоднішній день сучасні кривошипні преси мають хід повзуна $H_n = 2R_{кр}$, де $R_{кр}$ – радіус кривошипа.

Підвищення ходу, наприклад у випадку витягувальних пресів, вимагає збільшення радіуса кривошипа, а отже і загальної висоти його. Відома конструкція кривошипно – шатунного механізму, яка може забезпечити хід повзуна, який дорівнює чотирьом радіусам кривошипа використовує внутрішнє зубчате зачеплення.

Аналіз кінематики кривошипно – шатунних механізмів показує, що збільшену вдвічі величину ходу повзуна можна досягти використовуючи і зовнішнє зачеплення, що в деяких випадках доцільніше ніж внутрішнє зубчате зачеплення. Крім того використання таких механізмів може бути використане при створенні механічних пресів з опозитним розташуванням інструменту.

УДК 621.983.3

Широкобоков В. В.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

РЕГУЛЮВАННЯ ПИТОМОГО ЗУСИЛЛЯ ПРИТИСКУВАННЯ ПІД ЧАС ПРОЦЕСУ ВИТЯГУВАННЯ

Як відомо при витягуванні деталей з тонкого матеріалу необхідно здійснювати притискування заготовки до матриці. Прикладання зусилля притискування унеможливує появу складок, які спостерігаються при штампуванні деталей з тонких матеріалів.

В той же час дослідження, як теоретичні так і експериментальні, показують, що зусилля притискування, необхідне для попередження утворення складок, в процесі витягування не залишається постійним.

На кривошипних пресах при витягуванні, наприклад круглих в плані виробів, площа фланцю який контактує з матрицею і притискувачем зменшується, а зусилля притискування залишається постійним.

Таким чином, зусилля притискування визначається виходячи з початкових розмірів заготовки і в процесі витягування залишається незмінним, що призводить до зростання питомого зусилля притискування.

Очевидно, що регулювання зусилля притискування дозволить знизити напруження в небезпечному перетині і розширити можливості процесу витягування.

Дослідження, проведені при постійному зусиллі притискування і при змінному показали, що в останньому випадку вдається зменшити на 10–12% коефіцієнт витягування. Дослідження, які проводились на механічних пресах подвійної дії показали, що на початку витягування прес розвиває зусилля притискування, яке значно перевищує не тільки необхідне в даний момент, а перевищує зусилля, необхідне за весь процес. При завищеному зусиллі притискування збільшуються не тільки радіальні напруження в небезпечному перетині на початку процесу, а і збільшується місцеве потоншення в зоні контакту заготовки з пуансоном, що приводить до зниження можливості процесу в цілому. Такий характер зміни питомого зусилля притискування має місце у всіх механічних пресах подвійної дії, і приводить до підвищеного зношування механізму та зайвих витрат енергії.

Аналізуючи вищезазначене можна зробити висновок про необхідність регулювання зусилля притискування в функції ходу повзуна преса. На механічних пресах без конструктивних змін кінематичного зв'язку витяжного повзуна з притискувальним реалізація регулювання зусилля притискування не можлива, на гідравлічних пресах для цього необхідно в гідросистему циліндрів приводу притискувального повзуна вмонтовувати регулятори тиску.

На механічних пресах реалізація цієї залежності вимагає зв'язку витягувального і притискувального повзунів за допомогою, наприклад, гідравлічних циліндрів, тиск в яких в процесі витягування міг би змінюватись за необхідним законом.

УДК 621.771

Білий Є. Т.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОНКОЛИСТОВОЇ СТАЛІ

За стандартами тонколистова сталь для глибокої витяжки має лицеву і не лицеvu поверхні. Лицева поверхня, окрім вимог відсутності місцевих дефектів, має обмеження величини шорсткості поверхні 0,8–1,2 мкм R_a , яке

обумовлене вимогами наступних за штампуванням деталей технологічних процесів гальванічної обробки та нанесення захисного покриття.

Проведені дослідження і розробки показали можливість впливу на деформаційні і експлуатаційні показники тонколистової сталі змінюючи характеристики поверхневого шару не лицевої поверхні.

Проблемними питаннями технологій штампування тонколистових матеріалів залишається забезпечення міцності деталей за умови їх мінімальної матеріаломісткості.

Міцність деталей ітогово визначається механічними властивостями листа та рівнем деформацій (потоншенням) в процесі їх формоутворення.

Рівень деформацій за однаковості інших умов – форми деталі, способу формоутворення, поверхневого стану інструменту, швидкісного режиму штампування, залежить за умов обмежень до шорсткості лицевої поверхні листа від параметрів поверхневого шару не лицевої поверхні.

Розглянуті варіанти зменшення матеріаломісткості деталей шляхом формування не лицевого поверхневого шару листів у вигляді однорідного макрорельєфу з оптимальними параметрами, які забезпечують зменшення дотичного тертя при штампуванні та оптимізацію зміцнення листа при утворенні макрорельєфу його штампуванні.

Оптимізація параметрів макропрофілю не лицевої поверхні листа, рівня та характеру його зміцнення дозволяє зменшити матеріаломісткість деталей на 15–20%.

УДК 621.771

Явтушенко А. В.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПАРАМЕТРИЧНИЙ ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ СИНТЕЗ БАГАТОВАЖІЛЬНИХ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ

Планетарні механізми використовуються в приводі кривошипних пресів з двоякою ціллю. З одного боку планетарний привід з збільшеним передатним відношенням успішно замінює проміжну зубчасту циліндричну передачу з меншим відношенням. З другого боку, планетарні механізми використовуються як складова частина системи вмикання преса, і в цьому і полягає їх головна перевага. По-перше, витрати енергії на вмикання такого приводу розподіляються на витрати при вмиканні, і витрати при вимиканні приводу, причому найбільші витрати при вимиканні відбуваються після робочого ходу в кінці холостого ходу назад, що забезпечує більші енергетичні можливості приводу. По-друге, загальна величина витрат енергії на вмикання і вимикання приводу в порівнянні з

традиційними системами вмикання значно (в 3–5 разів) менше. Остання перевага особливо характерна для тих пресів, в яких муфта і гальмо встановлювались на проміжних валах. По-третє, в планетарних механізмах використовуються два гальма, умови роботи яких значно кращі, ніж умови роботи муфти, що значно збільшує ресурс їх роботи.

Розрахунок планетарного приводу кривошипного преса полягає в визначенні, насамперед, конструктивних розмірів головних зубчатих коліс, необхідних моментів гальм вмикання і вимикання, витрат енергії на вмикання і вимикання.

На стадії ескізного проектування виникає необхідність у визначенні деяких показників енергодинамічного режиму включення і зупинки. Проведення повного динамічного аналізу системи нерациональне, а часто і неможливо, через відсутність точних значень початкових даних. Необхідність в таких показниках виникає також при оцінці ефективності вибраної схеми приводу і його параметрів.

У таких випадках можна використовувати результати наближеного розрахунку основних енергодинамічних параметрів процесів включення і зупинки. Наближений розрахунок заснований на аналітичному вирішенні рівнянь математичної моделі приводу після введення додаткових допущень і передумов.

Отримані розрахункові залежності для визначення тривалості періоду включення t_{In} , мінімальної кутової швидкості ведучої ланки a протягом періоду включення $\omega_{амп.}$, необхідного гальмівного моменту.

Першорядним завданням при розрахунку планетарного приводу є раціональне розподіл загального передавального числа приводу. Розподіл передавального відношення приводу здійснюється за наслідками розрахунку критеріїв оптимальності параметрів, якими можуть бути сумарна маса приводу і витрата енергії на включення та зупинку.

УДК 621.771

Матюхин А. Ю.

старш. преп. ЗНТУ

ФАКТОРЫ ВЫЗЫВАЮЩИЕ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

В литературе широко представлены теоретические и экспериментальные исследования напряженного состояния металла при разных схемах деформированного состояния. Каждому фактору формы очага деформации l/h соответствует определенная схема формоизменения внутри очага деформации.

Каждой схеме пластического формоизменения соответствует определенный характер распределения и величина контактных напряжений.

При симметричном нагружении металла на шероховатых бойках разным факторам формы соответствует определенное объемное течение металла. Наблюдается крайняя неравномерность пластической деформации в зоне пластического течения. Проявлением этой неравномерности является «ковочный крест», который расположен в диагональных зонах геометрического очага деформации при симметричном нагружении.

Неравномерное течения металла является результатом большей или меньшей сосредоточенности пластической деформации в различных местах его объема. В литературе классифицируется разделение неравномерности на физическую и геометрическую. Последняя представляет собой только изменение формы объекта деформации относительно той формы, которая была бы при деформации в идеализированных условиях при отсутствии искусственной неравномерности. Физическая неравномерность деформации охватывает наибольшее число проявлений неравномерности и относится ко всем ее разновидностям, имеющим физическое происхождение. Эта разновидность неравномерности деформации, в свою очередь, может быть подразделена на следующие:

- неравномерность, вызванная граничными условиями деформации (наличие или отсутствие на поверхности металла контакта с инструментом и характер контактного трения: сухое, жидкостное, покоя, движения, изотропное, анизотропное и т. д.);

- неравномерность, вызванная кинетическими условиями деформации (наличие зависимости перемещений частиц металла от их координат; возможность превышения скорости деформации над скоростью ее распространения; превышение скорости упрочнения металла над скоростью разупрочнения при горячей деформации);

- неравномерность, вызванная термическими условиями деформации, приводящими к неравномерности температурных полей (непрогрев металла; преимущественное охлаждение его поверхностных слоев; сосредоточенный тепловой эффект в местах локализации пластической деформации). Структурная неравномерность относится и к физической неравномерности деформации, но выделена в отдельную разновидность. Наложение и суммирование различных разновидностей неравномерности создает общую картину неравномерного течения металла, названную технологической неравномерностью.

РЕШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЗАМКНУТОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ

В основу решения поставлен метод гармонических функций. Показано, что участки перехода смежных зон, математически хорошо описываются обобщенными уравнениями равновесия. Эти уравнения позволяют получить реальные поля касательных напряжений в зонах, где касательные напряжения при переходе через ноль изменяют свой знак.

Пространственное формоизменение характеризуется отличительной кинематикой течения металла, силовой схемой в сравнении с плоским деформированием. При этом задача усложняется, как в постановочной части, так и в ее решении. Анализ показывает, что рассмотрение только части системы уравнений теории пластичности является недостаточным для обеспечения надежности и достоверности результата. Решение в напряжениях должны «подкрепляться» решениями в деформациях, т. е. задача должна быть замкнутой.

Рассматривается следующая система уравнений теории пластичности: уравнения равновесия, обобщенные уравнения равновесия, уравнения связи, уравнения совместности скоростей деформаций и граничные условия в напряжениях и скоростях деформации.

В дифференциальных уравнениях решающей функцией является касательное напряжение. Аналитическое решение обобщенного уравнения равновесия позволяет найти функциональную зависимость касательного напряжения от координат очага деформации. При подстановке его в уравнение равновесия можно определить нормальные напряжения. Напряжения могут быть просчитаны для каждой точки объемного очага деформации, включая контакт с инструментом.

Полученные решения пространственной задачи в аналитическом виде представляют собой гармонические функции, которые удовлетворяют систему уравнений теории пластичности в постановочной части.

Однокупольная эпюра распределения напряжений по контактной поверхности соответствует схеме течения металла, представленной в постановочной части. Металл растекается относительно линий, совпадающих с осями симметрии очага деформации. Максимальные значения нормальных напряжений, по направлениям, совпадают также с осями симметрии, в которых контактные касательные напряжения изменяют свой знак. Если

кинематика течения металла характеризуется другой схемой, то эпюра контактных напряжений может быть двухкупольной и т. д.

Анализ показывает, что с изменением контактного трения (коэффициента трения) и параметров очага деформации (фактора формы) изменяются контактные напряжения в сторону увеличения или уменьшения их неравномерности. Если коэффициент трения равен нулю, то из выражений следует, что удельные силы трения отсутствуют, а распределение нормальных напряжений на контакте носит равномерных характер.

Показаны качественные и количественные характеристики изменения напряженного состояния металла для однокупольной пространственной схемы нагружения.

УДК 621.771

Ечин С. М.

ассист. ЗНТУ

ПРОБИВКА ПОЛОС СРЕДНЕЙ И БОЛЬШОЙ ТОЛЩИНЫ

Для большинства деталей, получаемых посредством разделительных операций, поверхность разделения, состоящая из зоны блестящего пояса (пластической деформации) и зоны скалывания (хрупкого разрушения), вполне удовлетворяет требованиям производства деталей из тонколистового металла. Большим недостатком при вырубке и пробивке полос средней и большой толщины ($S > 5\text{ мм}$) является низкое качество поверхности среза, представляющей собой криволинейный конический скол с надрывами и заусенцами. В ряде случаев изготовления штампованных деталей повышенной точности (4,3 и 2-го класса) требуется гладкая и перпендикулярная поверхность среза с шероховатостью поверхности до 8-го класса по ГОСТ 2789-73. Зачастую, это достигается последующей доработкой на фрезерных, шлифовальных и доводочных станках, что малопроизводительно и дорого.

Применяют специальные методы чистовой вырубки-пробивки, наиболее распространенные из которых следующие: пробивка отверстий с помощью ступенчатого пуансона; чистовая вырубка с поперечной осадкой заготовки, чистовая вырубка с нагревом заготовки, реверсивный способ чистовой вырубки.

Однако в перечисленных выше способах вырубки – пробивки не обеспечивается требуемое качество отверстия, или требуется сложное специальное штамповое оснащение. Поэтому разработка новых способов пробивки отверстий полос средней и большой толщины, обеспечивающих требуемое качество при использовании простой оснастки, является актуальной.

УДК 621.771

Чигиринский В. В.¹, Червонченко В. А.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. М-811м ЗНТУ

АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛОСКИХ КООРДИНАТНЫХ ФУНКЦИЙ

На базе замкнутого решения задач теории пластичности предложен метод решения с использованием гармонических функций. В аналитическом виде получено решение обобщенного уравнения равновесия с использованием тригонометрической и обобщенной фундаментальной подстановки. Зависимости между неизвестными функциями удовлетворяют соотношениям Коши-Римана, отсюда последние определяются уравнением Лапласа, что относит их к типу гармонических функции. Определены компоненты тензора напряжений. Аналогичные решения получены для деформационной и температурной задач. Интерес представляет то, что напряжения, деформации, скорости деформаций и поля температур определяется одинаковыми координатными функциями. Это определило их аналитическую зависимость и модель пластической среды. Получены выражения для расчета поля напряжений упрощенной модели пластического формоизменения. Показано, что напряжения на контакте зависят от фактора формы и коэффициента трения. Весь очаг деформации описан одним аналитическим выражением, удельные силы контактного трения в нейтральном сечении имеют плавный переход через нуль.

УДК 621.771

Широкобоков В. В.¹, Бунько А. Р.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. М-812 ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛАВНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ПРЕССОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Широко распространенным видом оборудования в кузнечно-прессовых цехах являются кривошипные прессы. Применению их в массовом производстве способствуют относительно равномерное деформирование металла со сравнительно плавным повышением усилия штамповки и более высокая точность и стабильность размеров получаемых деталей, которая достигается за счет жесткости прессы, точности перемещения ползуна и применения направляющих в инструменте, препятствующих боковому смещению штампа.

Недостатком известных главных исполнительных механизмов является увеличение давления ползуна на направляющие при увеличении λ , а так же сравнительно низкая жесткость, связанная с увеличением высоты.

Рассмотрена возможность практического использования планетарного механизма в механических прессах как главного исполнительного механизма для вытяжных прессов и прессов-автоматов что даст возможность повысить жесткость отдельных узлов, уменьшить высоту пресса и увеличить величину хода.

Использование компактных механизмов позволяет уменьшить расстояние от оси главного вала к столу пресса, что, в свою очередь приводит к уменьшению общей высоты пресса почти на 25% при одновременном, автоматическом, увеличении жесткости пресса втрое.

Проведено сравнение высотных параметров исполнительных механизмов при изменении коэффициента шатуна в пределах от $0,1 \leq \lambda \leq 1$ из которого видно, что при длине шатуна, равной длине радиуса кривошипа ($\lambda = 1$), возникает ситуация когда ход ползуна перестает быть равным двум радиусам кривошипа ($S = 2R_{кр}$), и становится равным четырем радиусам кривошипа ($S = 4R_{кр}$). Это означает, что при одной и той же величине хода ползуна в компактном механизме с $\lambda = 1$ радиус кривошипа вдвое меньше чем у традиционных механизмов.

По результатам проведенных исследований были разработаны и приведены рекомендации относительно практического использования механизмов. Разработанное техническое решение планетарного механизма механического пресса рекомендовано к применению как главный исполнительный механизм в вытяжных прессах двойного действия. Благодаря такому решению заменяются рычажные механизмы на гидромеханические, что дает возможность значительно упростить ГИМ с одновременным уменьшением высоты пресса. В качестве привода внутреннего ползуна, который имеет значительный ход, используется планетарный механизм с параметрами $i_H = 2$; $\lambda = 1$, что дает возможность обеспечить ход внутреннему ползуну равный четырем радиусам кривошипа. В прессе предусмотрена регулировка усилия прижима $P_{прж} = 0 \div P_{ном}$.

Также предложенное техническое решение может быть использовано в качестве главного исполнительного механизма в гвоздильных прессах-автоматах. Благодаря такому решению конструкция пресс-автомата дает возможность при одном и том же радиусе кривошипа получить вдвое больший ход ползуна с чисто синусоидальным характером движения последнего. Кроме того, это дает возможность установить рабочий инструмент с обеих сторон ползуна и иметь при одном и том же количестве ходов двойную производительность, или при одной и той же производительности – вдвое меньшее количество ходов.

УДК 621.777.22

Шейко С. П.¹, Антипов Д. В.²

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²студ. гр. Мз-811 ЗНТУ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ НА СТАНЕ 1680

Для проверки работоспособности разработанной интегральной модели структурообразования стали 10ХФТБч, при горячей прокатке в компьютерной программе Deform-3D, была проведена серия экспериментов по физическому моделированию энергосиловых параметров прокатки в чистовой группе клетей стана НШСГП 1680. Программа Deform-3D позволяет проводить корректные расчеты в широких диапазонах изменения параметров. Однако существуют естественные ограничения этих диапазонов, которые необходимо иметь в виду при работе с программой:

по температуре $A_3 < T < 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$;

по степени деформации $0 < \varepsilon < 1$;

по скорости деформации $0,01 < u < 200\text{ с}^{-1}$;

по величине исходного зерна аустенита $5 < d_{\gamma} < 350\text{ мкм}$.

При горячей прокатке тонких полос в чистовых группах широкополосных станов, в очагах деформации рабочих клетей возникают большие контактные нормальные напряжения, величина которых соизмерима с контактными нормальными напряжениями в очагах деформации станов холодной прокатки. Вследствие этого существенное влияние на энергосиловые параметры процесса горячей прокатки тонких полос оказывают упругие деформации в контакте полосы и валков. Поэтому, как и при холодной прокатке, расчет энергосиловых параметров широкополосных станов горячей прокатки, обеспечивающий минимальное расхождение расчетных и измеренных значений, сил прокатки и мощности двигателей главного привода, следует выполнять на основе упругопластической модели напряженно-деформированного состояния полосы в очаге деформации.

СЕКЦІЯ «ВИЩА ТА ЗАГАЛЬНА МАТЕМАТИКА»

УДК 517.98

Онуфрієнко В. М.

д-р фіз.-мат. наук, проф. ЗНТУ

ДИФЕРЕНТЕГРАЛЬНЕ АЛЬФА-ВИМІРНЕ ХВИЛЬОВЕ РІВНЯННЯ ЯК МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ФРАКТАЛЬНИМИ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ПАРАМЕТРІВ

Для виведення диферентегрального альфа-вимірного хвильового рівняння, застосовного як модель коливальних процесів механіки, радіофізики та ін., розглядається модель фрактально конфігурованої струни з визначеною мірою Хаусдорфа та відповідною фрактальною розмірністю за наступним алгоритмом. Множину V в n -вимірному просторі покриваємо α -вимірними кулями з діаметром ε ; визначаємо мінімальну кількість куль $N(\varepsilon)$, необхідних для повного покриття множини V ; величину

$$D = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(1/\varepsilon)}$$
 обираємо як фрактальну розмірність (ємність) множини V .

Для простих геометричних об'єктів величина D збігається з їх топологічною розмірністю.

Як і у класичному випадку, для фрактальної струни, що виведена з положення рівноваги, усі точки у коливальному процесі рухаються у площині xOy перпендикулярно до положення рівноваги (поперечні коливання). У кожний момент часу t графік функції $u(x,t)$ є формою струни, а дробова частинна похідна $D_x^\alpha u(x,t) = u_x^{(\alpha)}(x,t)$ дорівнює кутовому коефіцієнту дотичної в точці з абсцисою x . За сталих значень x функція $u(x,t)$ дає закон руху точки з абсцисою x вздовж прямої, паралельної осі

$$Oy, \text{ похідна } \frac{\partial u}{\partial t} = u'_t(x,t) \text{ – швидкість цього руху, друга похідна } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \text{ –}$$

прискорення. Далі, як і у класичному випадку, але вже для фрактально конфігурованої геометрично струни залишаємо ряд фізичних спрощувальних положень, таких як абсолютну гнучкість (сила натягу T спрямована по дотичній), пружність (виконання закону Гука), однорідність з густиною ρ . З урахуванням зазначеного помічаємо, що сума проекцій сил натягу ($T_1 = T_2 = T_0$) на вісь Ox повинна дорівнювати нулю, а на вісь Oy :

$$-T_0 \sin \alpha_1 + T_0 \sin \alpha_2.$$

З

урахуванням

$$\sin \alpha_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 = u_x^{(\alpha)}(x+dx^\alpha, t), \quad \sin \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 = u_x^{(\alpha)}(x, t) \text{ записуємо рівність}$$

$$-T_0 \sin \alpha_1 + T_0 \sin \alpha_2 = T_0 [u_x^{(\alpha)}(x+dx^\alpha, t) - u_x^{(\alpha)}(x, t)] = T_0 \frac{\partial^{2\alpha} u}{\partial x^{2\alpha}} dx^\alpha.$$

Якщо додатково на ділянку $M_1 M_2 \approx dx^\alpha$ з масою ρdx^α діє сила зі щільністю $g(x, t)$, то рівнодійна за другим законом Ньютона

$$\rho dx^\alpha \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = T_0 \frac{\partial^{2\alpha} u}{\partial x^{2\alpha}} dx^\alpha + g(x, t) dx^\alpha, \text{ або } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^{2\alpha} u}{\partial x^{2\alpha}} + \frac{1}{\rho} g(x, t).$$

Одержане альфа-вимірне неоднорідне хвильове рівняння описує вимушені коливання фрактальної струни.

Математична задача дослідження власних коливань фрактально конфігурованої струни формулюється як пошук розв'язку однорідного альфа-

вимірного хвильове рівняння $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^{2\alpha} u}{\partial x^{2\alpha}}$ з початковими умовами

$$u|_{t=0} = f(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = f_1(x) \text{ та граничними умовами } u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=L} = 0.$$

Побудовою за вказаною геометричною схемою виразу для оператора Лапласа та Гельмгольца дозволяє розв'язувати складні практично важливі задачі аналізу коливальних процесів з фрактальними фізичними параметрами (фрактальний час, діелектрична та магнітна проникності, провідність, імпеданс тощо).

УДК 517.98

Онуфрієнко В. М.¹, Онуфрієнко Л. М.²

¹ д-р фіз.-мат. наук, проф. ЗНТУ

² канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРІЇ ФРАКТАЛЬНО КОНФІГУРОВАНОГО ЛОГОПЕРІОДИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА

Успіхи у розвитку сучасних нанотехнологічних прийомів мініатюризації надвисокочастотних (у терагерцовому діапазоні) засобів генерації, кодування та передачі електромагнітних хвиль стимулюють інтерес

до моделювання фрактально конфігурованих випромінювальних та приймальних вібраторів.

Далі розглянуто математичне конструювання засобами фрактальної геометрії та диферінтегрального (дробового) числення [1] профілю мініатюрного фрактального логоперіодичного випромінювача [2], що характеризується широкосмуговими [3] властивостями.

На фрактальному контурі вібратора виділимо три покоління дилатаційного покриття з відстанями між точками фрактальної множини $\varepsilon_{i(k)}$ (k – номер покоління, i – номер елемента покриття в k -тому поколінні) так, щоб $\varepsilon_{i(k+2)} < \varepsilon_{i(k+1)} < \varepsilon_{i(k)}$ з відповідними проекціями $\Delta x_{i(k+2)}, \Delta x_{i(k+1)}, \Delta x_{i(k)}$ на вісь OX . Кількість покриття більшими дилатаціями менших є відповідними функціями:

$$\begin{aligned} N_{\varepsilon_{i(k+1)}\varepsilon_{i(k)}} &= f(\Delta x_{i(k)} / \Delta x_{i(k+1)}) ; \quad N_{\varepsilon_{i(k+2)}\varepsilon_{i(k+1)}} = f(\Delta x_{i(k+1)} / \Delta x_{i(k+2)}) ; \\ N_{\varepsilon_{i(k+1)}\varepsilon_{i(k)}} \times N_{\varepsilon_{i(k+2)}\varepsilon_{i(k+1)}} &= N_{\varepsilon_{i(k+2)}\varepsilon_{i(k)}} ; \\ f(\Delta x_{i(k)} / \Delta x_{i(k+1)}) \cdot f(\frac{\Delta x_{i(k)} / \Delta x_{i(k+2)}}{\Delta x_{i(k)} / \Delta x_{i(k+1)}}) &= f(\Delta x_{i(k)} / \Delta x_{i(k+2)}) . \end{aligned} \quad (1)$$

Єдиним розв’язком такого функціонального рівняння є характеристична функція Коші $f(\Delta x_i) = C(\Delta x_i)^\alpha$, $-\infty < \alpha < \infty$.

Сума

$$\sum_{i=1}^{\infty} \varepsilon_i = \sum_{i=1}^{\infty} \gamma(\alpha) \Delta x_{i(k+1)}^{1-\alpha} \Delta x_{i(k)}^\alpha, \quad (2)$$

що є апроксимацією протяжності розглядуваної фрактальної множини, у граничному переході дає формулу обчислення фрактального диферінтеграла

$$d^\alpha x = \frac{dx^\alpha}{\Gamma(2-\alpha)} (x - x')^{1-\alpha} .$$

В задачах проектування логоперіодичних антен застосовується принцип подібності (пропорційність відношення діаметрів L_i будь якої підмножини точок антени до довжини хвилі λ_i , що їх збуджує): $L_1 / \lambda_1 = L_2 / \lambda_2$ (див., напр., [3]). Для фрактальної конфігурації антени з урахуванням (2) вважаємо,

що $(L_1)^\alpha / \lambda_1 = (L_2)^\alpha / \lambda_2$. Побудуємо конфігурацію логоперіодичного диполя в декартових координатах зі скейлінгом $\alpha = \frac{\ln(\lambda_1 / \lambda_2)}{\ln(L_1 / L_2)}$.

Обвідна фрактальної системи логоперіодичних диполів $y(\alpha, x)$ трансформується від точки x до x' з коефіцієнтом $K = \frac{y(\alpha, x + x')}{y(\alpha, x)}$.

Для задачі у наведеній постановці отримуємо диференціальне рівняння в дробових похідних для функції $y(\alpha, x)$

$$D_x^\alpha y(\alpha, x) = k(\alpha, K, x') y(\alpha, x), \quad (3)$$

де $k(\alpha, K, x') = \frac{1}{K} D_{x'}^\alpha K = \text{constant}$. Записуємо розв'язок рівняння (3) у

вигляді $y(\alpha, x) = \sum_{m=1}^n \frac{b_m}{x^{m-\alpha}} E_{\alpha, 1+\alpha-m}(\kappa x^\alpha)$ для $n-1 < \alpha < n$ та граничних умов

$D_x^{\alpha-m} y(\alpha, x)|_{x=0} = b_m$, $m = 1, 2, \dots, n$; $E_{\alpha, \beta}(z)$ – функція Міттаг-Лефлера.

Таким чином одержано та порівняно профіль фрактально конфігурованої логоперіодичної антени для класичного випадку ($\alpha = 1$); для лінійно змінного скейлінгу $\alpha = x$, $0 < \alpha < 1$ та для $\alpha = 1 + x$, $1 < \alpha < 2$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Onufriyenko V. M. The frequency independence of fractal antennas / V. M. Onufriyenko // Proc. 13 Int. Conf. on ATT. – V. 1. – Odessa, Ukraine, Sept. – 2013. – PP. 107–109.
2. Onufriyenko V. M. A Fractal Log-periodical Antenna with Variable Scaling: on Theoretical Model Elaboration / Volodymyr Onufriyenko, Leonid Onufriyenko // Proc. XIII Int. Conf. TCSET. – Lviv(Slavske), Ukraine. –2016. – PP.177–179.
3. Rumsey V. H. Chastotno nezavisimiye anteny / V. H. Rumsey. –M.: Mir. – 1968 (in Russian).

ДИФРАКЦІЯ ХВИЛЬ НА ЦИЛІНДРІ ЗІ ЗМІННИМ СКЕЙЛІНГОМ ФРАКТАЛЬНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ІМПЕДАНСУ

Для моделювання фрактального перерізу S циліндра покриємо його α -вимірними кругами з діаметрами ε ; визначимо мінімальну кількість кругів $N(\varepsilon)$, необхідних для повного покриття S ; величину

$$D = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(1/\varepsilon)}$$

обираємо фрактальною розмірністю (ємністю) множини S .

Для простих геометричних об'єктів величина D збігається з їх топологічною розмірністю. Розгляд фрактальних множин в метриці Хаусдорфа дозволяє порівнювати величину хаусдорфової розмірності з порядком дробового інтеграла [1]:

$$\left({}_a I^{\alpha(x)} f\right)(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha(x))} \int_a^x \frac{f(t)}{(x-t)^{1-\alpha(x)}} dt,$$

дробової похідної змінного порядку

$$\left({}_a D^{\alpha(x)} f\right)(x) = \frac{\alpha(x)}{\Gamma(1-\alpha(x))} \int_a^x \frac{f(x)-f(t)}{(x-t)^{1+\alpha(x)}} dt + \frac{f(x)}{\Gamma(1-\alpha(x))(x-\alpha(x))^{\alpha(x)}}.$$

Нехай плоска, лінійно поляризована, монохроматична електромагнітна хвиля падає на ідеально провідний круговий циліндр з радіусом a перпендикулярно його осі; ε_a та μ_a – параметри оточуючого середовища.

Під дією первинного поля \vec{E}_0 , \vec{H}_0 на поверхні тіла S виникають фрактальні струми, що сприяють появі вторинного електромагнітного поля $\vec{E}^{(\alpha)}$, $\vec{H}^{(\alpha)}$.

Для урахування геометричних особливостей контурів та поверхонь, будемо розглядати α – характеристики $D^\alpha \vec{E}^{(\alpha)}$, $D^\alpha \vec{H}^{(\alpha)}$ компонент $\vec{E}^{(\alpha)}$, $\vec{H}^{(\alpha)}$ поля [2], де α є змінним скейлінгом фрактального імпедансу і відповідної провідності.

Введемо до розгляду циліндричну систему координат $x = r \cdot \cos \varphi$, $y = r \cdot \sin \varphi$, $z = z$, вісь Z якої збігається з віссю циліндра, а кут φ

відкладається від вісі X , що направлена протилежно розповсюдженню хвилі. Нехай вектор $\dot{\vec{E}}_0$ розташовано паралельно вісі Z (він має однаковий напрямок з віссю). Тоді напруженість електричного поля хвилі, що падає, має тільки z – складову

$$\dot{\vec{E}}_0(r, \varphi) = \vec{z}_0 \cdot \dot{E}_0(r, \varphi) = \vec{z}_0 \cdot E_0 \cdot e^{ikx} = \vec{z}_0 \cdot E_0 \cdot e^{ikr \cdot \cos \varphi}, \quad k = \omega \cdot \sqrt{\epsilon_a \mu_a}.$$

Задача є двовимірною, тому рівняння Гельмгольца для α – характеристики напруженості вторинного електричного поля, яка також буде мати лише z – складову $D^\alpha \dot{\vec{E}}^{(\alpha)} = \vec{z}_0 \cdot D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)}(r, \varphi)$, в циліндричних координатах має вигляд

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial (D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)})}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 (D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)})}{\partial \phi^2} + k^2 \cdot D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)} = 0, \quad r \geq a, \quad 0 \leq \phi \leq 2\pi.$$

Для ідеального фрактального провідного циліндру функція $D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)}(r, \varphi)$ на поверхні S задовольняє межевій умові

$$D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)}(a, \varphi) + E_0 \cdot e^{ika \cdot \cos \varphi} = 0,$$

що відповідає неперервності тангенціальних компонент, а в нескінченно віддалених точках – умові випромінення (при $r \rightarrow \infty$ вираз для $D^\alpha \dot{E}^{(\alpha)}(r, \varphi)$ повинен мати складові з фазовим множником e^{-ikr} , які відповідають хвилі, що прямує на нескінченність від осі Z).

У зазначеній постановці задача дозволяє описувати явища дифракції електромагнітної хвилі на фрактальному циліндрі, задачу про взаємодію електромагнітного поля з акустичними збуреннями, а також моделювати практично значимі фокусувальні пристрої сучасної електродинаміки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Coimbra C. Mechanics with variable-order // Annalen der Physik. – 2003. – Vol. 12 (11–12). – PP. 692–703.
2. Onufrienko V. M. An Integro-Differential Model for the Interaction of a Monochromatic Wave with a Circular Cylinder / V. M. Onufrienko, T. I. Slyusarova // Telecommunication & Radio Engineering. – 2002. – Vol. 57. – № 10–11. – PP. 23–30.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУМОПРОВОДІВ СКЛАДНОЇ ПРОСТОРОВОЇ БУДОВИ

У металургійній промисловості України потужні технологічні комплекси з електропечами змінного струму є основними споживачами електричної енергії. Особливістю таких комплексів є наявність у їх складі потужнострумових систем живлення, що характеризуються значною величиною електричних втрат (до 40% від загальних втрат). Тому для покращення показників енергоефективності технологічних комплексів з електропечами змінного струму слід насамперед зменшити втрати електричної енергії у системах їх живлення.

Для оцінки електричних втрат в потужнострумових струмопроводах складної просторової будови широке розповсюдження отримало схемне моделювання. Визначення параметрів схемних моделей можна здійснювати шляхом польового моделювання чи за рахунок узагальнених аналітичних виразів. Використання останніх, на відміну від польового моделювання не потребує використання спеціалізованого програмного забезпечення та значних обчислювальних ресурсів. До недоліків узагальнених аналітичних виразів слід віднести припущення та наближення, що лежать у їх основі, та впливають на точність розрахунків у широкому діапазоні варіювання параметрів для різноманітних конструктивних виконань струмопроводів.

Тому розробка нової високоефективної методики визначення параметрів схемних моделей, яка б мала алгоритмічну простоту, не вимагала значних обчислювальних ресурсів, задовольняла вимогам точності, швидкодії і могла бути адаптована до різних конструктивних виконань струмопроводів є актуальною з наукової та практичної точки зору.

Метою дослідження була розробка спеціалізованої методики динамічної адаптації схемних моделей потужнострумових струмопроводів складної просторової будови для підвищення точності і обчислювальної ефективності розрахунку, яка враховує вплив електромагнітної взаємодії на електричні параметри і розподіл струмів у провідниках.

Моделювання процесів змінного струму, що протікають в потужнострумових системах електроживлення потужних електропечей, виконувалось на основі сформованої системи рівнянь з відомими умовами послідовного або паралельного з'єднання гілок електричних контурів, рівнянь магнітної енергії для цих контурів і рівнянь їх власної та взаємної індуктивності.

Врахування впливу електромагнітних процесів на електричні параметри систем живлення потужних технологічних комплексів електропечей змінного струму було виконано за рахунок використання допоміжної умови мінімізації відносної струмової похибки для визначення проекцій вектору адаптації, яку було реалізовано методом динамічного програмування.

Чисельна реалізація запропонованої спеціалізованої методики динамічної адаптації для схемних моделей потужнострумових струмопроводів складної просторової будови показала суттєве зниження витрат на обчислювальні ресурси і часу.

Встановлено, що запропонована спеціалізована методика забезпечує більш високу точність розрахунків, у порівнянні з відомими інженерними методиками, а також високу обчислювальну ефективність, у порівнянні з чисельною реалізацією польових моделей.

УДК.621.87.06: 620.193

Шаніна З. М.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ.

РОЗВ'ЯЗОК КОНТАКТНОЇ ЗАДАЧІ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ ПРИ ОБҐРУНТУВАННІ ФОРМИ РОБОЧОГО ОРґАНУ

Дослідження з механіки взаємодії ґрунтообробних орґанів з ґрунтом дозволяють обґрунтувати раціональну форму зубчастого робочого орґану (ЗРО).

В основу аналізу взаємодії ЗРО з ґрунтом прийнята теорія періодичної контактної задачі для пружних тіл, використовуючи при цьому принцип пружною аналогією.

Взаємодія ЗРО з ґрунтом представляється як взаємодія двох тіл по ділянках контакту, що описується рівнянням контактної задачі теорії пружності.

$$\sum_{m=1}^n \int_{a_m}^{b_m} P(x) \ln \frac{1}{|x-t|} dt = f(x),$$

$f(x)$ – функція, що задана всередині інтервалу $[a_m, b_m]$ та залежить від форми робочого орґану; $P(x)$ – розподіл тиску на ділянці контакту.

Закон розподілу тиску залежить від форми ділянки. Провівши дослідження з різними формами виступів, можна зробити висновок, що для отримання більш рівномірного розподілу контактних тисків форма виступів

повинна являти собою параболу четвертого ступеня з вершиною, спрямованою у бік руху.

Розв'язок інтегрального рівняння контактної задачі теорії пружності в цьому випадку представлена у вигляді:

$$P(x) = \frac{P}{na^2} \sqrt{a^2 - x^2} \left[\frac{2n}{2n!} + \frac{2n(2n-2)}{(2n-1)(2n-3)} \cdot \frac{x^2}{a^2} + \frac{2n(2n-2) \dots 2}{(2n-1) \cdot (2n-3) \dots 3 \cdot 1} \cdot \frac{x^{2n-2}}{a^{2n-2}} \right]$$

де a – напівширина контакту.

УДК 517.518.13

Сніжко Н. В.

канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ПРО ГРАНИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ СИНГУЛЯРНИХ ІНТЕГРАЛІВ

Подальший розвиток методу граничних елементів (МГЕ) розв'язання граничних задач стримується необхідністю обчислювати граничні значення певних сингулярних інтегралів. Матриця МГЕ призведе до більш точного розв'язку при використанні аналітично отриманих (тобто точних) значень цих інтегралів. В роботі розглядається сингулярний інтеграл з тотожності Сомільяни [1]

$$K_j(\xi) = \int_{\Gamma} F_{ij}(x, \xi) u_i(x) d\Gamma(x)$$

з ядром

$$F_{ik}(x_1, x_2; \xi_1, \xi_2) = \frac{C_3}{R^2} \cdot \left[C_4(n_k y_i - n_i y_k) + \left(C_4 \delta_{ik} + \frac{2y_i y_k}{R^2} \right) y_j n_j \right]. \quad (1)$$

Геометрію контуру Γ інтегрування обрано у вигляді ламаної *bre*, доповненої дугою малого радіусу ρ з центром в проміжній точці r (рис. 1).

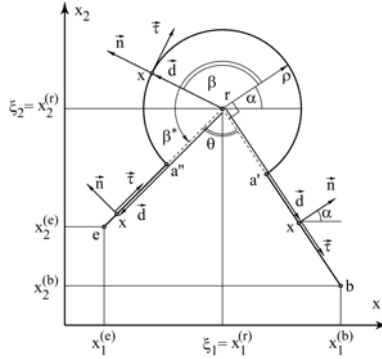


Рисунок 1 – Геометрія контуру інтегрування

Через θ позначено внутрішній кут області при обході в додатному напрямку, що відповідає лівобічному граничному значенню у випадку фінітної області. Функції $u_i(x)$ вважаються кусково-лінійними. Також використано позначення $y_k = x_k - \xi_k$, $R = y_i y_i$, n_k – координати зовнішньої нормалі. Спрощення вигляду ядер (1) виявилось можливим при використанні апарату векторної алгебри. Наприклад:

$$F_{12} = \frac{C_3 C_4}{|\vec{d}|^2} \cdot (\vec{d} \cdot \vec{\tau}), \quad x \in ba',$$

де $\vec{\tau}$ – антитангенціаль; \vec{d} – радіус-вектор поточної точки в локальній системі координат з початком в точці r .

Подальше спрощення призводить до вигляду $F_{12} = \pm C_3 C_4 / |\vec{d}|$, де знаки «плюс» і «мінус» відповідають ділянкам ba' , $a''e$. Границя інтегралу з використанням цього виразу є головним значенням за Коші.

Аналогічно на дузі $a'a''$ отримуємо

$$F_{12} = \frac{C_3}{\rho^2} \cdot \left[C_4 \cdot (\vec{d} \cdot \vec{\tau}) + \frac{2y_1 y_2}{\rho^2} \cdot (\vec{d} \cdot \vec{n}) \right] = \frac{C_3}{\rho} \sin 2(\alpha + \beta).$$

Границя інтегралу з використанням цього виразу є розривним членом. При додаванні головного значення за Коші і розривного члену з використанням подальшої параметризації контуру *bre* остаточно отримуємо лівобічне граничне значення:

$$\left(\int_{bre} F_{12} d\Gamma \right)^+ = C_3 \left[C_4 \ln \frac{L_{br}}{L_{re}} + \sin \theta \sin(2\alpha - \theta) \right].$$

В роботі здійснено порівняння значень, отримуваних за допомогою цієї формули, і значень, які виникають при застосуванні квадратурних формул Гауса-Лежандра [2]. Перевага цих квадратур в тому, що вони не вимагають обчислення значень функції на кінцях інтервалу інтегрування. Виявлено збіг аналітичного і чисельного результатів при дослідженні багатьох прямолінійних напрямків прямування точки $\xi(\xi_1; \xi_2)$ до точки r зсередини кута θ . Це підтверджує правильність результату, отриманого аналітично.

Висновок. В роботі побудовано геометричну інтерпретацію сингулярних ядер інтегралів тотожності Сомільяни. Це надало змогу аналітично обчислити лівобічні граничні значення відповідних сингулярних інтегралів, необхідних для побудови розв'язку внутрішніх граничних задач теорії пружності для областей з порушенням регулярності гладкості контуру.

Отримані результати протестовано за допомогою квадратур Гауса-Лежандра при довільних напрямках прямування до точки сингулярності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бенерджи П. Метод граничных элементов в прикладных науках / П. Бенерджи, Р. Баттерфилд. – М.: Мир, 1984. – 494 с.
2. Калиткин Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М: Наука, 1978. – 512 с.

УДК 539.3

Антоненко Н. М.

канд. фіз.-мат. наук, старш. викл. ЗНТУ

ПОБУДОВА ІНТЕГРАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ЗАДАЧІ ПРО ДИСКООПІДІБНУ ЩІЛИНУ З НАПОВНЮВАЧЕМ У ПРУЖНОМУ ШАРІ

Розглянемо пружний однорідний ізотропний шар. Матеріал шару характеризуватимемо двома пружними характеристиками: модулем зсуву μ та коефіцієнтом Пуассона ν . Товщина шару $2h$. Нижня межа шару жорстко закріплена, а до верхньої прикладене нормальне зосереджене навантаження. Уведемо дві локальні циліндричні системи координат $O_i \rho \varphi z_i$ ($i = 1, 2$) так, як показано на рис. 1.

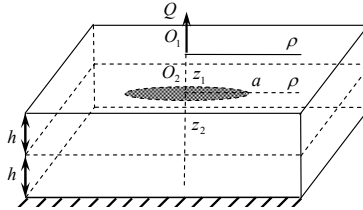


Рисунок 1 – Дискподібна щілина в пружному шарі

На серединній площині шару $z_1 = h$ ($z_2 = 0$) міститься дископодібна щілина з наповнювачем. Наповнювач моделюватимемо таким чином: стрибки вертикальних переміщень точок берегів щілини пропорційні нормальним напруженням у відповідних точках її берегів. Напруження та переміщення, які відносяться до верхньої частини шару ($0 \leq z_1 \leq h$) будемо позначати нижнім індексом 1, а до нижньої ($0 \leq z_2 \leq h$) – 2.

Межові умови:

$$\sigma_{z1}(\rho, 0) = Q\delta(\rho), \quad \tau_{\rho z1}(\rho, 0) = 0, \quad u_{\phi 2}(\rho, h) = 0, \quad w_2(\rho, h) = 0. \quad (1)$$

Умови на серединній площині шару:

$$\begin{aligned} \sigma_{z2}(\rho, 0) &= \sigma_{z1}(\rho, h), \quad \tau_{\rho z2}(\rho, 0) = \tau_{\rho z1}(\rho, h), \\ u_2(\rho, 0) &= u_1(\rho, h), \quad w_2(\rho, 0) - w_1(\rho, h) = \begin{cases} A(\rho), & \rho \leq a, \\ 0, & \rho > a, \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

де $A(\rho) = \sqrt{a^2 - \rho^2} f(\rho)$, c – коефіцієнт, який характеризує наповнювач.

В рамках моделі тріщини з наповнювачем вважатимемо, що

$$\sigma_{z1}(\rho, h) = cf(\rho), \quad \rho \leq a, \quad (3)$$

де c – інтегрований коефіцієнт, який характеризує наповнювач.

Компоненти напружено-деформованого стану пружного шару можуть бути представлені у вигляді лінійних комбінацій допоміжних функцій шару [1]:

$$\alpha(p) = \overline{\sigma}_z^0(p, 0), \quad \beta(p) = \mu p \overline{w}^0(p, 0), \quad \gamma(p) = \mu p \overline{u}^1(p, 0), \quad \delta(p) = \overline{\tau}_{\rho z}^1(p, 0).$$

Застосуємо до межових умов задачі пряме інтегральне перетворення Ханкеля та замінимо трансформанти напружень та переміщень їх представленнями через допоміжні функції [1]. З отриманої системи визначаємо невідомі допоміжні функції та підставляємо їх у вираз для

трансформант нормальних напружень $\overline{\sigma}_{z_1}(p, z_1)$ при $z_1 = h$. Після застосування до $\overline{\sigma}_{z_1}(p, z_1)$ оберненого перетворення Ханкеля та умов (3) отримуємо інтегральне рівняння задачі:

$$cf(\rho) - K \int_0^a r \sqrt{a^2 - r^2} f(r) [L(r, \rho) + W_{00}^2(r, \rho)] dr = g(\rho), \quad \rho \leq a,$$

$$\text{де} \quad L(r, \rho) = \int_0^\infty R_1(p) J_0(p\rho) J_0(pr) dp, \quad g(\rho) = \int_0^\infty R_2(p) J_0(p\rho) dp,$$

$$W_{00}^2(r, \rho) = \int_0^\infty p^2 J_0(p\rho) J_0(pr) dp - \text{інтеграл Вебера-Соніна, } R_1(p), R_2(p) -$$

відомі обмежені неперервні функції, які прагнуть до нуля з експоненціальною швидкістю, K – константа.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антоненко Н. М. Дискосподібна щілина на межі шару та півпростору / Н. М. Антоненко, І. Г. Величко // Динамические системы: межвед. научн. сб. – 2010. – Вып. 28. – С. 11–22.

УДК 519.1

Башова Н. П.¹, Скрябіна А. В.²

¹ асист. ЗНТУ

² студ. гр. 4213 ЗНУ

БУЛЕВІ ФУНКЦІЇ ТА ТОПОЛОГІЇ НА СКІНЧЕННІЙ МНОЖИНІ

Кожній підмножині n -елементної упорядкованої множини X будемо ставити у відповідність булев вектор (x_1, x_2, \dots, x_n) , у якому $x_i = 1$, якщо i -тий елемент множини X належить цій підмножині, та $x_i = 0$, якщо не належить. Розглянемо усі можливі набори підмножин множини X . Кожному з них поставимо у відповідність булеву функцію $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, область істинності якої задає усі підмножини, що належать обраному набору. Очевидно, що відповідність між множиною усіх булевих функцій від n змінних та множиною усіх наборів підмножин n -елементної множини X є бієктивною.

Булева функція зображує топологію на даній n -елементній множині X , якщо вона задовольняє наступним умовам:

в область її істинності включаються булеві вектори $(0,0,\dots,0)$ та $(1,1,\dots,1)$, тобто $f(0,0,\dots,0)=1$ та $f(1,1,\dots,1)=1$;

разом з будь-якою парою булевих векторів (x_1, x_2, \dots, x_n) та (y_1, y_2, \dots, y_n) в область істинності входять булеві вектори $(x_1 \vee y_1, x_2 \vee y_2, \dots, x_n \vee y_n)$ та $(x_1 \wedge y_1, x_2 \wedge y_2, \dots, x_n \wedge y_n)$.

Про булеву функцію, що задовольняє цим умовам, будемо говорити, що вона задає топологію.

Доведено, що булеві функції, які задають топології на скінченних множинах, є біюнктивними слабо додатними та слабо від'ємними булевими функціями та мають 2-КНФ, кожна диз'юнкція якої має вигляд $x_i \vee \bar{x}_j$.

Теорема. Якщо булева функція задає топологію та в її 2-КНФ присутня хоча б одна пара диз'юнкцій вигляду $(x_i \vee \bar{x}_j)$ та $(\bar{x}_i \vee x_j)$, то ця топологія не є T_0 -топологією. Має місце і обернене твердження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Башова Н. П. 2-КНФ булевых функций, задающих топологии на конечном множестве / Н. П. Башова, Е. В. Стеганцев // Вестник ХНТУ. – 2015. – № 3 (54). – С. 16–20.

УДК 539.313

Штефан Т. О.¹, Засовенко А. В.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

МІЦНІСТЬ ВТУЛКИ ПРИ НАВАНТАЖЕННІ ОСНОВ

Використання в сучасному промисловому виробництві багат шарових конструкцій з композиційних матеріалів відкриває важливий резерв міцності і оптимізації конструкцій. Конструкції, які мають форму шаруватого циліндра, знаходять широке застосування в авіаційній, нафтовій і газовій промисловості.

Використання співвідношень просторової теорії пружності до вивчення таких конструкцій дозволяє отримати більш реальну картину напружено-деформованого стану. Оскільки в конструюванні часто використовуються циліндричні елементи, то цим обумовлюється актуальність запропонованого дослідження.

Як об'єкт дослідження розглядається циліндрична втулка, яка перебуває під дією навантажень, прикладених до її підстав. Метою представленої

роботи є відшукування критичних областей втулки з точки зору четвертої гіпотези міцності (енергетичної гіпотези міцності Мізеса).

Втулка знаходиться в умовах аксіальної симетричної деформації, викликаній дією на її основи параболічних штампів, які здійснюють стискаюче навантаження. Розподіл потенціальної енергії формозміни, яка використовується в гіпотезі Мізеса, істотно залежить від геометрії тіла, його пружних характеристик і прикладених навантажень. Цікавим є розробка чисельно-аналітичного методу вирішення поставленого завдання для різних класів тіл.

У даній роботі побудована математична модель процесу деформування циліндричної втулки в випадку аксіальної симетричної деформації та запропоновано спосіб знаходження в циліндрі, який навантажено з двох сторін, точок, найбільш небезпечних з точки зору міцності.

При розв'язанні задачі використано зворотний метод Сен-Венана. Функцію напружень шукаємо у вигляді полінома Лежандра підходящого ступеня від двох змінних, що дає можливість точно задовольнити умови на нижній і верхній гранях циліндра. Відповідно до визначеної статичної задачі чисельно досліджується вплив коефіцієнта Пуассона на поведінку функції, яка описує потенціальну енергію формозміни циліндричної втулки, а також вплив параметрів на геометричні характеристики бочкоподібності.

УДК 539.3

Засовенко А. В.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

РОЗПОДІЛ НАПРУЖЕНЬ У ПОПЕРЕЧНОМУ ПЕРЕТИНІ БАЛКИ ПРИ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОМУ ВИГІНІ

Часткового спрощення розв'язку задач при вигині балки, що володіє ідеально пружно-пластичними і пружно-пластичними із зміцненням властивостями., вдається досягти за рахунок схематизації початкової залежності між напруженням та деформацією. Проте окрім ідеалізації діаграми зазвичай вводяться ще ряд спрощень, одне з яких – схематизація профілю поперечного перетину балки. Дійсний профіль замінюється умовним, розв'язок для якого міг б бути отримано найбільш простим шляхом. В даному випадку прямокутний.

Якщо момент, що вигинає, який діє в поперечному перетині балки, малий і напруження ні в одному елементі перетину не досягають межі текучості, то має місце пружний вигин [1].

Пружна стадія роботи профілю закінчується, коли максимальне напруження досягне межі текучості σ_{zp} . Після цього, величина напруження, відповідно до прийнятої діаграми розтягування, зростати не може і при подальшому збільшенні моменту, що вигинає, настає друга, пружно-пластична стадія роботи профілю. Для цієї стадії характерна поява пластичного шару в районі найбільш навантаженого волокна, товщина якого збільшується із зростанням моменту, що вигинає. Розмір частини пружного шару d , що знаходиться між нейтральною віссю і пластичним шаром, визначається з рівності:

$$\sigma_{zp} = Ekd, \quad (1)$$

де E – модуль пружності матеріалу, а k – кривизна вигину балки.

Розглянемо таку ж саму задачу для балки, яка володіє пружно-пластичними із зміцненням властивостями. Співвідношення між напруженням та деформацією будуть мати вигляд [1]:

$$\begin{cases} \sigma = E\varepsilon & \text{при} \quad |\sigma| \leq \sigma_{zp}, \\ \sigma = E_{3M}\varepsilon + \sigma_{zp}\left(1 - \frac{E_{3M}}{E}\right)\text{sign}\varepsilon & \text{при} \quad |\sigma| \geq \sigma_{zp}. \end{cases} \quad (2)$$

де E_{3M} – модуль зміцнення, σ_{zp} – початкова межа текучості.

Результати розрахунків у вигляді розподілу напружень у поперечному перетині для середини балки виявили, що при подальшому збільшенні моменту, що вигинає, величина напруження повільно зростає, тобто настає друга, пружно-пластична стадія роботи профілю з урахуванням модулю зміцнення.

Отже, врахування зміцнення в задачах пружно-пластичного вигину дозволяє краще відобразити дійсний характер роботи матеріалу. Це, в свою чергу, надає більш достовірний розв'язок порівнюючи з тим, що отримують з використанням ідеально пружно-пластичної діаграми розтягування. Подальші дослідження виявили, що наявність у матеріалі балки лише малого зміцнення відносно сильно впливає на зменшення величини вигину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дикович И. Л. Динамика упруго-пластических балок / И. Л. Дикович – Л., 1962. – 296 с.

УДК 378.147

Штефан Т. А.¹, Слюсарова Т. И.²

¹ старш. преп. ЗНТУ

² ассист. ЗНТУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСА «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

Современные тенденции уменьшения количества аудиторных часов, отведенных для изучения фундаментальных курсов студентами технических специальностей вузов Украины, ведет к необходимости внедрения элементов дистанционного (то есть самостоятельного) обучения. Отметим, что на сегодняшний день ощущается недостаток методических материалов по подготовке и проведению дистанционного обучения, поэтому разработка соответствующих специфике дистанционного обучения учебно-методических материалов является актуальной задачей. Вместе с тем, организация самостоятельной работы студентов является одним из наиболее сложных методических вопросов учебного процесса в ВУЗе. С другой стороны – наиболее эффективным способом получения и закрепления знаний.

Рассматривается актуальная проблема внедрения элементов дистанционного обучения при изучении курса «Высшая математика» студентами технических специальностей ЗНТУ.

Согласно учебным программам, раздел «Элементы теории поля» изучается после темы «Интегральное исчисление». Предполагается, что к моменту изучения указанной темы, студенты освоили основные методы дифференцирования и интегрирования, в том числе кратные, криволинейные и поверхностные интегралы, поэтому представляется возможным вынесение указанного раздела на самостоятельное изучение.

Теоретические аспекты раздела «Элементы теории поля» и его приложения, в которых изучаются скалярные и векторные поля, предлагается разобрать студентам самостоятельно.

В предлагаемом авторами пособия подробно разобраны основные примеры решения задач, пример оформления задания индивидуальных расчетных работ, образец контрольной работы и справочный материал по теме.

Представленные методические разработки для самостоятельной работы студентов при изучении курса «Высшая математика», внедрены авторами на кафедре высшей и общей математики ЗНТУ. Предложено свое видение перераспределения материала на примере одного из разделов курса высшей математики – «Элементы теории поля».

АНАЛИЗ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ВОЛНОВОДНЫХ ТРОЙНИКОВ В Е-ПЛОСКОСТИ

Волноводные разветвления являются одним из наиболее часто встречающихся элементов высокочастотного тракта. Конструкция разветвлений может быть весьма разнообразной, однако на практике чаще всего применяются простейшие координатные структуры, что объясняется технологическими причинами так и сложностью построения эффективных математических моделей, изучение которых позволило бы получить полную достоверную информацию о свойствах интересующих объектов. Одним из классов таких устройств являются Е-плоскостные тройники. Цель данной работы – строгий электродинамический анализ Е-плоскостных несимметричных волноводных тройников при различных углах разветвления α .

Рассматриваемые устройства представляют собой некоординатные в общем случае структуры, в которых область определения поля ограничена многоугольным контуром. Поле в таких структурах при возбуждении волной Н10 со стороны одного из волноводов полностью определяется компонентой магнитного поля $u = H_z$, удовлетворяющей уравнению Гельмгольца

$$\Delta u + k^2 u = 0,$$

где $k = 2\pi\sqrt{(1/\lambda)^2 - (1/2a)^2}$, λ – длина волны в свободном пространстве, a – размер широкой стенки волновода, а также однородному граничному условию Неймана на проводящих поверхностях, условию интегрируемости плотности энергии поля в любой ограниченной области и условиям излучения на бесконечности.

Геометрия рассматриваемого устройства позволяет применить для решения задачи метод произведения областей, предложенный в [1].

Приведенные в данной работе результаты численных исследований зависимостей коэффициентов отражения и прохождения показывают, что наиболее оптимальным значением угла разветвления является угол 300. При этом значении угла коэффициенты отражения принимают наименьшие значения, а коэффициенты прохождения в широком частотном диапазоне становятся близкими к равномерным. При увеличении угла до 900 эти характеристики становятся хуже.

Полученные численные результаты будут полезными при разработке реальных волноводных узлов рассмотренного типа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чумаченко В. П. Решение задач дифракции на многоугольной цилиндрической поверхности методом произведения областей // Докл. АН СССР. Сер. А. – 1989. – №7. – С. 73–76.

УДК 519.3

Фасоляк А. В.

асист. ЗНТУ

НЕСТАЦІОНАРНА НЕВІСЕСИМЕТРИЧНА ДЕФОРМАЦІЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ У ПРУЖНОМУ ПРОСТОРІ ПІД ДІЄЮ ДИНАМІЧНИХ ПОВЕРХНЕВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

В роботі розглядається невісесиметрична нестационарна деформація нескінченно довгої циліндричної оболонки, яка знаходиться у лінійно-пружному, однорідному та ізотропному просторі під дією навантажень, що рухаються вздовж осі оболонки. Вивчається вплив двох типів врівноважених динамічних нормальних навантажень: навантаження, ділянка дії якого розширюється з постійною швидкістю, але сумарний тиск залишається сталим, та навантаження, яке діє на постійній ділянці і залежить від часу, як одинична функція Хевісайда.

Рух оболонки будемо описувати рівняннями, які враховують поперечний зсув та інерцію обертання (оболонка типу Тимошенко). Середовище, що оточує оболонку, описується динамічними рівняннями теорії пружності. Контакт між простором та оболонкою вважаємо ковзним, а зв'язок – двостороннім. Початкові умови приймаються нульовими.

Розв'язок задачі шукаємо у вигляді тригонометричних рядів Фур'є за кутовою координатою. Динамічні рівняння теорії пружності розв'язуємо методом потенціальних функцій. Потім застосовуємо інтегральні перетворення (Лапласа – за змінною часу та Фур'є – за осью координатою) та знаходимо вирази для шуканих переміщень та напружень у просторі зображень. Вирази для нормальних переміщень і напружень подано у вигляді подвійних невласних інтегралів Фур'є та Лапласа від рядів Фур'є. Обчислення невласних інтегралів здійснювалось за допомогою запропонованого чисельного алгоритму, який ґрунтується на методі Файлона та методі зміщених многочленів Лежандра.

Для навантаження першого типу встановлено, що зі збільшенням часу радіальні переміщення та напруження збігаються до нуля. Досліджено

розподіл переміщень та напружень оболонки в області контакту з простором за кутовою координатою в різні моменти часу.

Для навантаження другого типу досліджено розподіл переміщень та напружень оболонки в області контакту з простором за кутовою координатою в різні моменти часу.

Таким чином, отримано та проаналізовано розв'язок невісесиметричної динамічної задачі для тонкої циліндричної оболонки у пружному просторі. Отримані результати і запропоновані алгоритми можуть використовуватись при динамічному розрахунку підземних споруд, зокрема тунелів метро та підземних трубопроводів.

СЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

УДК 621.755

Лазечний І. М.¹, Лисиця О. В.², Трикоз Г. Г.³, Ловчикова В. Ю.⁴

¹ доц. ЗНТУ

² старш. викладач ЗНТУ

³ зав. лабораторією ЗНТУ

⁴ студ. гр. ІФ-211м ЗНТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ХТО СТАЛІ ВКС5

У вітчизняній практиці вперше розроблена і впроваджена технологія ХТО на вторинну твердість цементовної сталі ВКС4 (13Х3НВМ2Ф). Зазначені сталь і технологія ХТО впроваджені в СКБ «Машпроект» та південнотурбінному заводі «Заря» (м. Миколаїв) для виготовлення важконавантажених зубчатих колес та інших деталей ГТУ. Випробування і експлуатація оброблених за цією технологією деталей засвідчили суттєве підвищення експлуатаційних характеристик, особливо теплостійкості, у порівнянні із деталями, виготовленими за класичною технологією ХТО на первинну твердість.

У зв'язку із цим здійснено низку експериментів, результати яких дозволили б відповісти на питання щодо можливості використання нової технології ХТО для іншої сталі цієї підгрупи (комплексно легованих цементовних конструкційних високої теплостійкості) – ВКС5 (16Х3НВФМБ).

Дослідження проводили на зразках із сталі промислового виплавлення хімічного складу: 0,17%С; 0,72%Si; 0,47%Mn; 2,82%Cr; 1,34%Ni; 0,47%V; 1,08%W; 0,52% Mo; 0,14%Nb. При здійсненні ХТО використовувалися печі СШЦМ-4.6 / 10,5 та СНО-2.3.1 / 7, при проведенні досліджень – мікроскоп МИМ8, твердомір ТК2, дифрактометр ДРОН1, маятниковий копер МК30, універсальна випробувальна машина, для втомних випробувань – МУИ 6000.

Режим ХТО сталей ВКС4 та ВКС5 на первинну твердість є класичним, в ньому враховано підвищений вміст легувальних елементів, він включає: газову цементацію при 930...940°C; високий відпуск при 650...680°C; гарт від 900...920°C, мінеральна олія; оброблення холодом -70...-60°; відпуск 300...350°C. Така обробка сталі ВКС5 забезпечує наступні середні значення механічних властивостей: $\sigma_{0,2} = 1040$ МПа; $\sigma_B = 1250$ МПа; $\delta = 10,5\%$; $\psi = 50\%$; KCU = 80 Дж / см²; $\sigma_{-1\text{цсм}} = 950$ МПа; HRC_{цсм} = 61.

ХТО на вторинну твердість передбачає використання більш високих температур цементації – 970...1030°C. Тому досліджено вплив тривалої

цементатії при різних температурах на розмір аустенітного зерна сталі ВКС5: 850°C – №11...12; 930°C – №11; 970°C – №10; 1000°C – №9...10; 1030°C – №9. Це означає, що сталь ВКС5 відноситься до спадководрібнозернистих і її можна гартувати безпосередньо від температур цементатії.

ХТО на вторинну твердість проводилась за режимом: цементатія при 1000 та 1030°C; безпосередній гарт в мінеральній олії; багаторазовий відпуск при температурах 520, 540, 560°C. В табл. наведено результати впливу температур цементатії та відпуску на твердість цементованих поверхонь

Таблиця 1 – Вплив температур цементатії та відпуску на твердість сталі ВКС5

Температура цементатії (гарту), °C	Твердість після гарту, HRC	Температура відпуску, °C	Твердість HRC після відпуску			
			I	II	III	IV
1000±10	38...40	520	52	55...56	59	58
		540	54	56...58	58	57...58
		560	58	57...58	58	57
1030±10	34...38	520	51...52	56	58	57...58
		540	53...54	57...58	57	57
		560	55...56	56...57	57	56

Після цементатії і безпосереднього гарту твердість поверхонь низька (≤ 40 HRC), що пояснюється впливом вуглецю, температур цементатії, легувальних елементів на положення точки Мп. За наведених в таблиці умов ХТО ця температура нижче 20°C, тому в цементованому шарі загальною глибиною 0,9...1,1 мм на відстані від поверхні 0,4...0,5 мм після гарту фіксується 90...95% Азал.

При відпусках сталі ВКС5 відбуваються такі ж перетворення, як і в швидкорізальних при їх термічному обробленні, що дозволяє отримувати твердість 57...58 HRC. Після ХТО сталі ВКС5 на вторинну твердість середні значення механічних властивостей наступні: $\sigma_{0,2} = 1070$ МПа; $\sigma_B = 1400$ МПа; $\delta = 17\%$; $\psi = 58\%$; $KCU = 70$ Дж / см²; $\sigma_{-1\text{цем}} = 920$ МПа. Порівняння значень властивостей після ХТО на первинну та вторинну твердість свідчить про переваги оброблення на вторинну твердість.

Висновки:

1. Підвищення ефективності використання легувальних елементів в сталі ВКС5 можливе завдяки впровадженню ХТО на вторинну твердість.

2. Понижений вміст молібдену в сталі ВКС5 не дозволяє отримати після ХТО на вторинну твердість значення твердості на рівні 60...61 HRC. Тому в робочих кресленнях виробів, що будуть піддаватися ХТО на вторинну твердість, значення цієї характеристики слід обмежити величинами 57...58 HRC.

УДК 669(075)

Фоміних Д. О.¹, Вініченко В. С.², Лавренко А. С.³

¹студ. гр. ІФ-111 ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

³канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ВОЛЬФРАМО-ТОРІЄВИХ СПЛАВІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вольфрам – найбільш важкотопкий метал є перспективним як основа жароміцних сплавів. Він являється матрицею торійованих вольфраморенієвих дисперснозміцнених композиційних матеріалів, в які штучно вводять частинки зміцнювальної фази. Дріт із цих сплавів застосовується для виготовлення різноманітних деталей, зокрема, пружин, гачків, катодів генераторних ламп, зварювальних електродів, а також армування керамічних високотемпературних покриттів для облицювання внутрішніх поверхонь сопел ракет, циліндричних теплообмінників ін.

В технології виготовлення вольфрамового дроту застосовують технологічну операцію волочіння. Для успішного виконання зазначеної технологічної операції бажано використовувати заготовки з якомога вищим істинним напруженням при розриві, що, незважаючи на велику кількість наукових розробок, не завжди притаманне напівфабрикатам, які виробляє промисловість.

Метою даної роботи було встановити вплив технології виробництва на структуру та властивості напівфабрикатів із вольфрамо-торієвих сплавів.

Для проведення досліджень в даній роботі використовували прутки діаметром 2,75мм із сплавів ВТ7, ВТ10, ВТ15 промислового виробництва.

Випробування на розтяг проводили за стандартною методикою у відповідності з ГОСТ 9651-84 «Методи випробування на розтягування при підвищених температурах до 1200°С» на розривній машині FM-1000. Нагрівання зразків здійснювали у спеціальній трубчатій печі (у середовищі аргону). Температуру контролювали платинородієво-платиновою термопарою. При цьому визначали значення істинних напружень при розриві заготовок діаметром 1,3мм, який є напівфабрикатом для отримання готового дроту менших діаметрів.

Дослідження поверхні руйнування зразків здійснювали за допомогою растрового електронного мікроскопа РЭММА 102(СЭЛМИ, Україна).

На формування структури і властивостей волокон в процесі волочіння впливають ряд факторів, зміною величини, яких зручно у визначених межах регулювати властивості даних сплавів. Тому із залученням методу

математичного планування експерименту був проведений аналіз впливу на механічні властивості волокон, зокрема, вмісту двоокису торію, температури волочіння, ступеню обтиснення за перший та наступний переходи. З цієї метою було створено відповідну математичну модель.

Параметром оптимізації служило істинне нормальне напруження. Як змінні фактори були обрані наступні: вміст торію в сплаві – χ_1 , температура волочіння – χ_2 ; обтиснення при здійсненні першого переходу – χ_3 ; обтиснення при наступних переходах – χ_4 . Для проведення експерименту була обрана матриця не композиційного плану другого порядку для чотирьох факторів (3^4). В роботі була поставлена задача: оцінити вплив технологічних факторів на величину істинних напружень (S_{icm}) при розриві зразків із сплавів BT7, BT10, BT15.

Задача вирішувалась знаходженням функції відгуку, для отримання якої проведено експериментальне дослідження. В результаті реалізації даного експерименту отримали наступне рівняння регресії

$$S_{icm} = -1407,22 - 1065,00C + 3,20T + 77,25\psi + 143,08\psi_{\kappa} + 10,50C\psi + 7,50C\psi_{\kappa} - \\ - 0,11T\psi_{\kappa} - 1,26\psi^2 - 1,23\psi_{\kappa}^2,$$

де C – вміст торію в сплаві, % мас.; T – температура волочіння, °C;

ψ – обтиснення за 1-ий перехід; ψ_{κ} – обтиснення за наступні переходи.

Переварили адекватність отриманої моделі по F-критерію (Фішера). При цьому встановили, що вона адекватна при 95% рівні значимості і її можна використовувати для визначення значень технологічних факторів в кожному конкретному випадку, зокрема для сплаву з конкретним вмістом торію і, тим самим, впливати на значення істинного напруження при розриві.

Таким чином в даній роботі досліджено вплив вмісту двоокису торію, температури волочіння, ступеню обтиснення за перший і наступний переходи на значення істинного напруження при розриві вольфрамо-торієвого дроту. Отримано математичку модель у вигляді рівняння регресії, яку можна використовувати для оптимізації значень технологічних параметрів волочіння вольфрамових сплавів з метою підвищення істинного напруження при розриві заготовок вказаних сплавів.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ Т ЖАРОМІЦНІСТЬ МАГНІЄВОГО СПЛАВУ ЗІ СКАНДІЄМ

В сучасному машинобудуванні широко застосовуються легкі кольорові сплави, зокрема, магнієві сплави. Основною перевагою магнієвих сплавів – є високі механічні властивості при малій питомій вазі, а також висока питома міцність. Найбільш поширеним авіаційним магнієвим сплавом є сплав МЛ5, що містить дешеві легуючі елементи – алюміній, цинк, марганець та інші домішки. Деталі з цього сплаву широко застосовуються у ракетній та авіаційній промисловості через малу питому вагу та підвищену стійкість.

З метою поліпшення виливків зі сплаву МЛ5 вивчали вплив скандію на структуроутворення, механічні властивості та жароміцність металу. Досліджували вплив скандію в кількостях 0,2%, 0,5% і 1,0%.

Мікроструктура сплаву МЛ5, являє собою δ -твердий розчин з наявністю евтектики типу $\delta + \gamma$, що розташовується по границях зерен, інтерметаліда γ і марганцовистої фази.

Після проведення термічної обробки (гомогенізація при температурі 4150С (витримка 24 години), охолодження на повітрі + старіння при температурі 2150С (витримка 10 годин), охолодження на повітрі) у структурі досліджуваних сплавів спостерігається виділення евтектоїда $\delta + \gamma$, що має вид пластин і білих прикордонних виділень у формі виродженої евтектики. Інтерметалідна фаза виділяється у вигляді часток глобулярної форми.

З підвищенням концентрації модифікатора в сплаві спостерігається збільшення кількості й розмірів інтерметалідної фази й зменшення евтектики, а при введенні 1,0% Sc евтектичні виділення повністю відсутні. При введенні скандію розмір евтектики, величина мікрозерна та відстань між осями дендритів другого порядку зменшується. Підвищення кількості модифікатора, до 1,0% (Sc) приводить до зменшення величини зерна й відстані між дендритними осями. Крім того, введення 1,0% модифікатора (Sc) приводить до утворення мікрорихлот і забруднення сплаву плівками.

Мікротвердість δ -твердого розчину стандартного сплаву (до термообробки) становить 765,7 МПа. Евтектика приблизно в 2,5 рази твердіше матриці. Після проведення термообробки спостерігається збільшення мікротвердості матриці й зниження значень твердості евтектоїда типу $\delta + \gamma$, підвищення однорідності термообробленого сплаву та зміцнення твердого розчину дрібними частками інтерметалідної γ - фази.

Мікротвердість прикордонних виділень становить 2011,7...2825,8 МПа. Значення мікротвердості глобулярних включень інтерметалідної γ -фази становить $\sim 4256,2$ МПа. Введення скандію від 0,2% до 1,0% сприяє підвищенню мікротвердості структурних складників як у литому, так і в термообробленому стані.

Модифікування магнієвого сплаву скандієм сприяє підвищенню міцності металу на 20...25%, а жароміцності (температура випробування 150°C, навантаження 80 МПа) практично в 2 рази. Причому, найбільш високі показники досягають при вмісті скандію в сплаві до 0,5%.

Таким чином, скандій гальмує евтектичне перетворення, внаслідок чого зі збільшенням його концентрації в сплаві кількість евтектики типу $\delta + \gamma$ зменшується. Термічна обробка сприяє підвищенню однорідності сплаву і приводить до вирівнювання властивостей по перетині металу. Модифікування сплаву МЛ5 скандієм до 0,5% сприяє підвищенню механічних і жароміцних властивостей внаслідок додаткового зміцнення як твердого розчину, так і структурних складників.

УДК 621.762.02:669.295

Джуган О. А.¹, Фомічова А. В.², Ольшанецький В. Ю.³

¹ аспірант ЗНТУ

² магістрант гр. ІФ-211м ЗНТУ

³ д-р техн. наук, професор ЗНТУ

ВИКОРИСТАННЯ ТИТАНОВИХ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ РІЗНОЇ МОРФОЛОГІЇ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВИРОБІВ МЕТОДАМИ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Застосування адитивних технологій є перспективним напрямком у розвитку різних галузей промисловості, що дозволяє одержувати готові вироби та виконувати ремонтні роботи пошкоджених деталей, а також виготовляти необхідну в промисловості технологічно складну оснастку. Ці технології дозволяють об'єднати в собі головні переваги таких методів отримання виробів, як порошкова металургія, ливарне виробництво і наплавка.

Технологія 3D друку дозволила об'єднати в собі не тільки переваги порошкової металургії, такі як високий коефіцієнт використання матеріалу, чого не вдається досягти методами лиття, але також і переваги ливарного виробництва при отриманні деталей складної форми і різної конфігурації.

Головним стримуючим фактором на шляху до широкого розповсюдження АМ-технологій (AdditiveManufacturing) є коштовність сировини для об'ємного друку. Особливо це стосується порошків титану, як

легованих, так і нелегованих, бо основну роль в ціноутворенні відіграє не стільки вартість легувальних елементів, скільки вартість самої технології отримання порошків необхідної сферичної форми (рис. 1 а).

Таким чином, існує необхідність розробки альтернативних порошкових матеріалів для АМ-технологій вітчизняного виробництва. Аналіз технологічних показників виробництва порошків, їх переваг і недоліків показав, що найбільш перспективним матеріалом для АМ-технологій є порошок, який отримують по гідридній технології. Такий матеріал має низько розвинені поверхні граней порошинок, наближені за формою до сфероїдів. Вони менш ніж інші забруднені домішками, оскільки водень сприяє очищенню титану при гідруванні – дегідруванні.

Отже основним завданням, поставленим в даній роботі, було визначити можливість застосування титанових порошків несферичної форми, які пройшли процеси гідрування та дегідрування (рис.1 б) для застосування в адитивних технологіях.

Саме тому було запропоновано використання таких порошкових матеріалів для подальшого отримання виробів різними методами 3D друку.

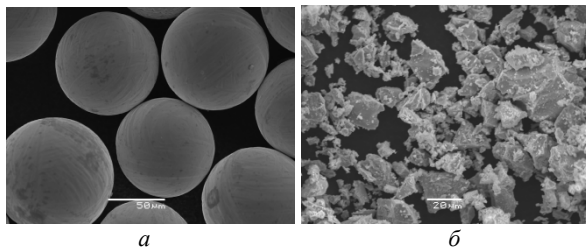


Рисунок 1 – Морфологія порошку

а – сферичний порошок; б – несферичний порошок.

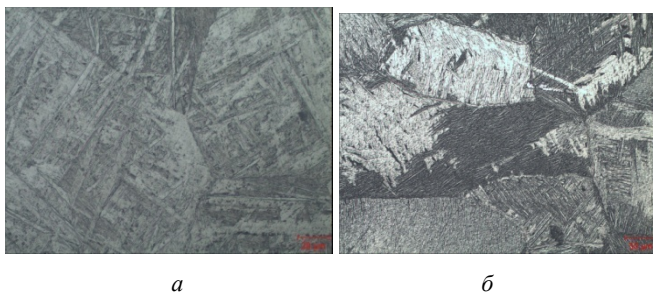


Рисунок 2 – Структура шару отриманого з використанням порошку різної морфології

а – сферичний порошок; б – несферичний порошок.

Аналіз мікроструктури отриманих зразків показав, що не залежно від морфології порошків структуру дослідних зразків можна охарактеризувати як щільну без наявності видимих дефектів, що відповідає структурі литих заготовок. З цього можна зробити висновок, що оскільки форма частинок порошку, не впливає на якість отримуваних зразків, то запропоновані порошкові матеріали є перспективними з точки зору отримання виробів методами адитивних технологій.

Сукупність технологічних рішень виробництва таких порошків титану дозволяє отримувати більш щільний матеріал з меншим вмістом шкідливих домішок, що підвищує якість порошку і покращує морфологію окремих його частинок.

УДК 621.98.043

Грабовський В. Я.¹, Концур О. О.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. ІФ-211м ЗНТУ

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НОВОГО ШТАМПУВАЛЬНОГО СПЛАВУ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ МЕТАЛІВ

Для виготовлення деталей, які працюють при підвищених температурах у напруженому стані використовують серійні штампові сталі, але їх механічні властивості при нагріванні робочої зони інструменту до температур 700–750°C недостатні. У зв'язку з цим розроблено сплав ХН35В6ТЮ (ЭК39), з дисперсійним твердінням, який зміцнюється частинками інтерметалідної сполуки γ' -фази типу $\text{Ni}_3(\text{Ti}, \text{Al})$.

Рекомендована термічна обробка сплаву ХН35В6ТЮ (ЭК39) полягає в: гартуванні при температурі 1150°C, витримка 2 години, охолодження в маслі + старіння при температурі 780°C, протягом 10 годин. Після проведення рекомендованої термічної обробки, отримали комплекс механічних властивостей: $\text{HRC} = 29,5$, $\sigma_{0,2} = 647 \text{ МПа}$, $\sigma_B = 752 \text{ МПа}$, $\delta = 6,3\%$, $\psi = 10,3\%$, $\text{KCU} = 382 \text{ кДж / м}^2$.

З графіку залежності механічних властивостей стопу ХН35В6ТЮ (ЭК39) від температури випробувань видно, що існує необхідність підвищення механічних властивостей, а саме ударної в'язкості (KCU) при температурі 750°C, яка складає близько 350 кДж / м². Для досягнення цього було використане ступеневе старіння низькотемпературне + високотемпературне.

Дослідження впливу ступеневого старіння на властивості стопу ЭК39 здійснювали з використанням методики математичного планування експерименту. Матрицею слугувала дрібна репліка ортогонального плану другого

порядку 2^{4-1} , яка наведена в табл. 1. Функціями відгуку були обрані твердість HRC при кімнатній температурі і ударна в'язкість при 750°C .

Таблиця 1 – Умови побудови матриці 2^{4-1}

Назва	I ступінь старіння		II ступінь старіння	
	$t^{\circ}\text{C}$	τ годин	$t^{\circ}\text{C}$	τ годин
Кодове позначення	X_1	X_2	X_3	X_4
Нульовий рівень (0)	675	15	775	4
Інтервал варіювання	25	5	25	2
Верхній рівень (+)	700	20	800	6
Нижній рівень (–)	650	10	750	2

В результаті розрахунку за даними табл.2 були отримані наступні рівняння регресії:

$$\text{HRC} = 28,9 + 0,6X_1 + 0,7X_2 + 1,4X_4 - 0,8X_2X_4 + 0,3X_1X_4 \quad (1)$$

$$\text{КСУ, кДж / м}^2 = 878 - 177X_3 - 239X_4, \quad (2)$$

де X_1, X_3 – температури нижнього та верхнього ступіню старіння відповідно;
 X_2, X_4 – час витримки на нижньому та верхньому ступіню старіння відповідно.

При аналізі отриманих рівнянь можна відмітити тенденцію позитивного впливу на твердість, перш за все, часу витримки при старінні на першому та другому ступені, а також температури старіння на першому ступені. Суттєвого від'ємного впливу на значення ударної в'язкості надає підвищення обох параметрів другого ступеню старіння.

Таблиця 2 – Механічні властивості ступу ЭК39 після гартування (1150°C , 2 год., масло) та різних режимів старіння

Режим старіння		HRC	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	$\delta=6,3\%$	$\Psi, \%$	КСУ, кДж / м ²
№ п / п	Вид						
I	780°C , 10год. (одинарне)	$29,5 \pm 05$	647 ± 16	752 ± 12	$6,3 \pm 1,5$	$10,3 \pm 1,5$	382 ± 62
II	700°C , 10год + 750°C , 6год.	$31,2 \pm 18$	620 ± 23	775 ± 26	$4,8 \pm 2,9$	$9,2 \pm 3,9$	809 ± 106
III	700°C , 20год + 750°C , 2год	$29,3 \pm 34$	597 ± 41	729 ± 30	$5,3 \pm 2,2$	$9,6 \pm 3,7$	1198 ± 212
IV	725°C , 5год + 775°C , 6год	$33,0 \pm 18$	642 ± 22	777 ± 12	$4,9 \pm 1,0$	$7,3 \pm 3,7$	545 ± 11

За допомогою рівнянь регресії було визначено двоступеневий режим старіння, який мав би забезпечити ступу ЭК39 якомога більшу твердість при

збереженні ударної в'язкості на рівні не нижче, ніж після одинарного старіння. Встановили, що розрахована область субоптимуму відповідає температурі першого ступеню в інтервалі 700–725°C, 5 год.; температура другого ступеню відповідає 775°C, 2–10 години. Після проведення серії дослідів у вказаній області було визначено найкращий режим, що наведено у табл.2 під номером IV. Твердість, що відповідає цьому режиму (33 HRC) є вищою на 4 одиниці HRC, ніж у випадку одинарного старіння (29 HRC). Важливим є те, що пр. цьому дещо зростає і ударна в'язкість без зниження характеристик високотемпературної міцності стопу.

У порівнянні із мікроструктурою після одинарного старіння структура після ступеневого старіння відзначається більш рівномірним і більш дисперсним станом γ' -фази. Саме така структура дозволила значно підвищити значення KCU при збереженні необхідної міцності.

СЕКЦІЯ «ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 539

Попов С. Н.¹, Грицкевич А. А.²

¹д-р. фил. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ

²магистр каф. ОТЗВ ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РАЗРУШЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ДВИЖИТЕЛЯ ГУСЕНИЧНОГО КРАНА

Самоходные гусеничные подъемные краны благодаря своей высокой практичности, имеют широкое применение при возведении сооружений, в том числе мостовых конструкций в г. Запорожье.

Перемещение такой техники зачастую осуществляется по неподготовленным грунтам, что делает возможным попадание абразивных частиц в зазоры между сопрягающимися деталями гусеничного движителя, в результате чего, интенсивность их изнашивания увеличивается.

В частности зубья ведущих колес движителя, работая в таких условиях, могут приобретать износ, который ухудшает КПД всего гусеничного обвода. При этом может теряться точность и плавность работы техники, уменьшаться межремонтный термин ее эксплуатации и увеличиваться вероятность аварийных ситуаций.

Поэтому, по нашему мнению, решение проблем надежности гусеничных движителей крана уместно начинать с разработки оптимальной технологии восстановления и упрочнения ведущего колеса.

Существующие немногочисленные научные достижения [1,2] по данной тематике являются несистемными в анализе механизма разрушения рабочих поверхностей данной детали и имеют весомое различие в своих результатах, вследствие чего перед нами возникла первоочередная задача в осуществлении комплексного анализа условий эксплуатации и изнашивания рассматриваемой детали [3].

Исследование характера изнашивания рабочих поверхностей зубьев ведущего колеса позволило установить, что механизм разрушения состоит на 75% из усталостного изнашивания при наличии на поверхности трения канавок и навалов, в результате контакта Ме-Ме; на 20% из одноциклового изнашивания при наличии на поверхности трения царапин, выбоин и лунок, в результате контакта Ме-абразивная частица; на 5% из коррозионного изнашивания в результате взаимодействия детали с окружающей средой.

Такая значимость воздействия абразива на процесс изнашивания дала основание утверждать, что при разработке технологии упрочнения детали целесообразно учитывать данный фактор, не забывая о том, что зубья колеса работают в паре с зубьями гусеницы.

Нами были зафиксированы дефекты выкрашивания наплавки рабочей поверхности зубьев, что подчеркнуло для нас необходимость разработки способа восстановления, который будет надежно работать в рассматриваемых условиях.

Анализ величины линейного износа позволил установить изменение геометрии рабочей поверхности зуба, что способствует концентрации эксплуатационных нагрузок на рабочие органы детали.

Также нами был предложен способ определения наработки деталей движителя с помощью электронного гаджета и программы расчета пройденного расстояния на основе GPS навигации.

Анализ состава грунта рабочей площадки для рассматриваемого крана и проведенные эксперименты на изнашивание позволили установить, что при разработке технологии упрочнения необходимо ориентироваться на потенциальное негативное влияние абразивных частиц гранита, несмотря на большую распространенность кварцевого песка как природного абразивного материала. Одним из основных факторов при этом стала форма абразивных частиц гранита, которая имеет множество острых кромок и, в отличие от частиц кварцевого песка, геометрия которых близка к сферической, имеют большую способность снимать микростружку с поверхности трения.

Результаты выполненной работы могут быть использованы для разработки оптимальной технологии восстановления и упрочнения ведущего колеса крана или других деталей движителя, условия эксплуатации которых аналогичны рассмотренным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняк Я. П. Опыт наплавки деталей и узлов строительной и дорожной техники / Я. П. Черняк // Автоматическая сварка. – 2013. – № 3. – С. 56–60.

2. Иншаков С. В. Износ и восстановление зубьев ведущего колеса гусеничного движителя / С. В. Иншаков // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ – 2010. – № 1. – С. 89–92.

3. Попов С. М. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні.: Навчальний посібник / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Нетребко. – Запоріжжя: ЗНТУ, АО «Мотор Січ», 2010. – 368 с.

УДК: 669.187.56

Бережний С. П.¹, Куртов О. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ОТЗВ, ЗНТУ

² студ. гр. ІФ-312, ЗНТУ

ФОРМУВАННЯ ЗЛИТКА ЕШП З НИЗЬКИМ КОЕФІЦІЄНТОМ ЗАПОВНЕННЯ КРИСТАЛІЗАТОРА

Актуальною проблемою на сьогоднішній день залишається отримання якісних злитків електрошлакового переплаву (ЕШП) при веденні процесу з низьким коефіцієнтом заповнення кристалізатора (КЗК). При низькому КЗК відбувається формування незадовільної поверхні злитка з гофрами та «заваленнями» донної частини.

Для отримання злитка перерізом 140×170 мм, попередні розрахунки режимів за загально рекомендованими значеннями технологічних параметрів, а саме $\text{КЗК} = 0,5 \dots 0,6$, показали, що площа перерізу витратного електрода становить 14280 мм^2 . Для переплаву такого електрода мінімально допустима щільність струму складає $0,50 \text{ А / мм}^2$, а сила струму $4,0 \dots 4,5 \text{ кА}$. Технічні можливості трансформатора ТШС 3000-1 не дозволяють отримати струм більший за $3,0 \text{ кА}$, що унеможливило переплав. Враховуючи це, вираховано максимальний переріз електрода, який можна переплавити на струмах до $3,0 \text{ кА}$. При мінімально допустимій щільності струму $0,50 \text{ А / мм}^2$, він складає 5245 мм^2 . При цьому, коефіцієнт заповнення становить $0,22$, що є набагато менше ніж рекомендований ($0,5 \dots 0,6$).

Для вирішення проблеми отримання якісних злитків ЕШП з низьким КЗК розроблена конструкція витратного електрода, яка забезпечує формування рівної поверхні злитків без гофр та «завалень» нижньої частини.

Для цього, витратний електрод зроблений з пластин, які з'єднані з певними проміжками (рис. 1). Це збільшує його геометричну площу перерізу до 8800 мм^2 , при фактичній 5245 мм^2 . Для розуміння такого прийому, введено поняття «геометрична площа перерізу електрода» ($F_{\text{геом}}$, мм^2). Геометрична площа перерізу електрода – це площа, яку займає рознесений електрод ($F_{\text{геом}}$), при фактичній площі цілісного електрода ($F_{\text{ел}}$).

При використанні рознесеного електрода, геометричний КЗК складає $0,4$, а відстань між поверхнею електрода та стінками кристалізатора становить 30 мм .

Такий прийом дозволяє стабільно вести процес переплаву при струмі $2,7 \dots 3,0 \text{ кА}$, з формуванням якісної поверхні злитка, глибина гофр не перевищує $0,5 \dots 0,7 \text{ мм}$, що є припустимим

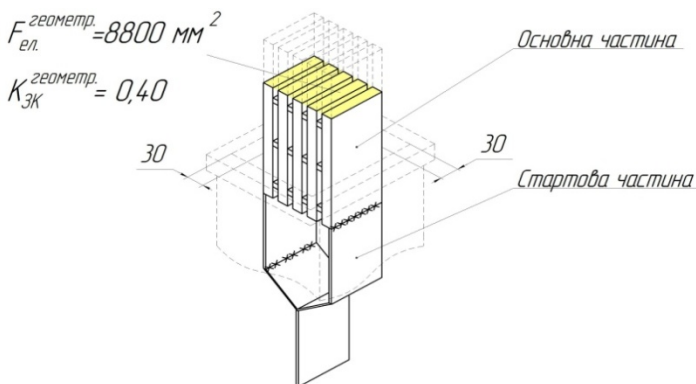


Рисунок 1 – Витратний електрод ЕШП з рознесеними основною та стартовою частинами.

Для зменшення розмірів заваленої нижньої частини, запропоновано використання рознесеної стартової частини електрода для наведення шлакової ванни (рис. 1). В цьому випадку забезпечується рівномірне розплавлення флюсу по всій площі кристалізатора без блокування нерозплавленого флюсу.

Мінімальні завалення донної частини злитка, при відсутності гофр, отримано при довжині стартової частини 240...350 мм, це дозволяє зменшити обрізь з 90 до 45 мм, що заощаджує близько 16% металу.

В результаті досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Використання рознесеного електрода при електрошлаковому переплаві з геометричним коефіцієнтом заповнення 0,4, при фактичному 0,22, забезпечує формування задовільної поверхні без гофр при веденні процесу на «холодних» режимах з максимальною щільністю струму на електроді 0,51 А / мм².

2. Встановлено, що при коефіцієнті заповнення кристалізатора 0,22 для кристалізатора перерізом 140×170 мм, оптимальною довжиною стартової частини витратного електрода є 240...350 мм, що забезпечує формування рівної поверхні злитка на відстані 28...32 мм від піддону, та зменшує донну обрізь до 43...47 мм.

3. Запропонована конструкція витратного електрода дозволяє розширити технологічні можливості обладнання.

УДК621.778.4

Попов С. М.¹, Панько А. С.²

¹ д-р. філос. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ

² студ. гр. ІФ-413, ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУЙНАЙІ ТА ЗМІЦНЕННЯ ГУМОВИХ ПОКРИТТІВ

Гумові покриття та вироби з гуми набули достатнього поширення завдяки своїм унікальним властивостям.

Робота гумових деталей та покриттів в умовах підвищених температур та абразивного зношування, призводить до їх інтенсивної руйнації. Аналіз контактної взаємодії показав наявність втомного, за допомогою скочування та абразивного зношування.

Тому підвищення зносостійкості гумових виробів є актуальною проблемою, вирішення якої дозволяє збільшити строк експлуатації виробів та зменшувати витрати на заміні відпрацьованих виробів.

Можливі наступні [1–2] основні види руйнування: виникнення тріщин на поверхні тертя, утворення на обох контактуючих поверхнях пари тертя шарів скочування гуми і протікання процесу катастрофічного зносу. Аналіз механізмів зношування дозволив створити методику зміцнення зовнішніх та внутрішніх шарів виробу.

На основі поліуретанових каучуків одержують зносостійкі гуми, а на основі, кремнійорганічних, хлоропренових, акрилатних каучуків – гуми, стійкі до дії агресивних середовищ. Зносостійкі гуми отримують на основі цисбутадієнових каучуків комбінації з ізопреновими або бутадієн-стирольними каучуками і з введенням в суміш великої кількості високоактивної сажі.

Таким чином для надання виробам форми та необхідної міцності застосовується армування металевими та кордовими дротами, міцності яких на даний момент недостатньо для стабільного використання виробу на тривалому відрізку часу.

Інноваційним на цей час методом підвищення терміну експлуатації є заміна металевих дротів, армованим моно дротом, який на відміну від цільностального має менші розміри та вагу без втрати міцності. В комбінації зі зносостійкими гумами Дозволяє зменшити вагу та забезпечити достатню гнучкість гумових виробів без втрати у міцності, що в той самий час виводить виготовлення полімерів на якісно новий рівень. Та дозволяє підвищити термін експлуатації виробів з наявністю кордового армування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов, С. М. Тріботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / С. Попов, Д. Антонюк, В. Нетребко // Тріботехніка. 2010. – С. 323–325.
2. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Матеріалознавство: Підручник для вищих навчальних закладів. – 3-е изд., перероб. та доп. – М.: Машинобудування, 1990. – С. 489–490.

УДК 621.967.2

Попов С. М.¹, Акритова Т. О.², Мороз В. В.³.

¹д-р філос. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ

²ст. гр. ІФ-412, ЗНТУ

³ст. гр. ІФ-313, ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРЕС-НОЖИЦЬ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ

На сьогодні проблема деталей, що працюють в умовах холодного різання є актуальною, тому що ще не до кінця вивчений процес руйнації поверхні тертя метал-метал. Це призводить до швидкого зношування ножів прес-ножиць та обумовлює зниження технологічних та техніко-економічних показників обладнання. Тому ми вважаємо, що проблема підвищення зносостійкості й строку служби ножів та потребує нагального вивчення [3].

В процесі експлуатації нижній прямий ніж стаціонарний, а верхній косий рухається обернено-поступово в вертикальній площині, під дією сили зусилля різання, яка складає 1350 т. У якості контртіла виступає блок металобрухту, який за допомогою циліндра-штовхача подається до ножів прес-ножиць. Для покращення точності різання використовують прижим, сила притиску якого складає 400 т.

Дослідження схеми контактної взаємодії деталь-контртіло-деталь дозволив встановити, що максимально інтенсивне зношування реєструється на кромках верхніх косих та нижніх прямих ножів інструменту [1].

Аналіз епюри лінійного зносу показав, що перш за все, у результаті зносу вістря зазнають зміни його геометричні форми, через що безперервно змінюються умови тертя і зносу.

Під час різання головним фактором є механічний знос леза інструменту, який може виступати у формі механічного стирання або втомного зносу. З ДСТУ 2823-94 відомо, що утомне зношування відбувається у результаті значній кількості циклів повторного передеформування одних і тих самих мікрообсягів. Цей процес має прихований латентний період,

внаслідок якого відбувається накопичення ушкоджень, як у поверхневих зонах, так і усередині матеріалу [2].

Аналіз математичної моделі дозволив встановити, що оптимальне значення ударної в'язкості й твердості досягається при масовій долі легуючих елементів в наступних межах, %: C = 0,48..0,55; Cr = 1,5...1,7; Mo = 0,6..0,7.

Проведений багатофакторний кореляційний аналіз залежності механічних властивостей від хімічного складу наплавленого металу дозволив отримати матеріал 50XH2Г2МФ, що відповідає заданим вимогам по твердості, міцності та ударної в'язкості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Нетребко – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010.–367 с.
2. Зносостійкість, сплавів відновлення та зміцнення деталей машин / В. С. Попов – Навчальний посібник. – Запоріжжя: Вид-во ВАТ «Мотор Січ», 2006. – 420 с.
3. Касаткін В. С. Напруження та деформації при зварюванні / В. С. Касаткін. – К.: Вища школа, 1987.– 568 с.

УДК 621.791.92

Попов С. М.¹, Ткаченко А. М.²

¹д-р філос. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ

²ст. гр. ІФ-314, ЗНТУ

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КОРОЗІЙНО-МЕХАНІЧНОГО ЗНОШУВАННЯ ЛОПАТОК ТУРБІН ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Робочі деталі турбін працюють в складних навантажених умовах, та постійно потребують профілактичних ремонтів або відновлення окремих його частин.

Відрив лопаті від колеса може призвести до руйнування обладнання та надзвичайних ситуацій. Аналіз апіорних джерел показав, що деталі турбін працюють в умовах високо температурного, корозійного зношування та мають низький термін експлуатації. Тому мета роботи є розробка методики підвищення корозійно-механічної витривалості лопаток енергетичного обладнання.

Теоретико аналітичні дослідження проведені науковцями, дозволили встановити, що в загальному випадку механізм руйнування поверхні є

комплексним [1–3] та в залежності від внутрішніх та зовнішніх факторів може поділятися на ерозійне або абразивне зношування.

Аналіз характеру руйнування робочий поверхонь показав, що при цьому зовні деталі покриваються неглибокими піттенгами округлої чи клиноподібної форми, розмір яких від 10 – 20 мікрометрів з часом поступово збільшується до 100–150 мікрометрів. В цьому випадку піттенгова або точкова корозія перетворюється у виразкову корозію.

Як нами було встановлено: для підвищення працездатності деталей, оптимально за нашою думкою використовувати технологію плазмового наплавлення. Для отримання високого, зносостійкого, шару с заданими фізико-механічними властивостями та значною твердістю (65–67 HRC), нами було запропоновано використання технології плазмового наплавлення дрібно дисперсною порошковою сумішшю з масовим вмістом 70–75% ніобію (НБ1).

На даний час поширені технології при виробництві лопотів базуються на виготовленні за рахунок сталетової пластини. Але випробування за даними роботи [Г. М. Сорокин, М. Г. Колокольников] п'ять років експлуатації, лопатка турбіни із сталітовою пластиною піддається руйнуванню. Наші дослідження показали, що це на сам перед пов'язано з утворенням тріщин, піттингів, та виразок. Виробничі випробування проведені за даними роботи[4] дали нам змогу зробити висновок що наплавлені лопоті з матеріалу 20X13 за аналогічний термін експлуатації не мали жодних пошкоджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Нетребко – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010. – 367
2. Хасуй А., Мorigаки О. Наплавка и напыление. – М: Машиностроение, 1985.
3. Патон Б. Е., Лесков Г. И., и др., Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. – М., Машиностроение, 1974.
4. Рябцев И. А. Реновационные наплавочные технологии / И. А. Рябцев, Ю. М. Кусков, Н. А. Кондратьев // Металлургия и машиностроения, 2003. – № 1. – С. 11–14.
5. Виноградов В. Н. Абразивное изнашивание / В. Н. Виноградов, Г. М. Сорокин, М. Г. Колокольников, М.: Машиностроение, 1990. – 221 с.
6. Рябцев И. А. Наплавка деталей машин и механизмов / И. А. Рябцев. – К.: Екотехнологія, 2004. – 160 с.

УДК 621.791.927:669.15

Строгонов Д. В.¹, Холод А. В.², Осипов М. Ю.³, Андрущенко М. И.³

¹ студ. гр. ИФ-412 ЗНТУ

² инж. КП «НП» «Искра»

³ канд. техн. наук, доц. каф. ОТЗВ ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НАПЛАВОЧНЫХ СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ДО 550° С

Проблема износостойкости деталей, которые эксплуатируются в условиях абразивного изнашивания при повышенных температурах по-прежнему остается актуальной. Например, кромки скребков ножей, лопастей смесительных агрегатов огнеупорного, литейного производства и многих других деталей в результате фрикционного нагрева разогреваются до 550 С [1].

Ранее было показано [2], что для условий абразивного изнашивания при повышенных температурах перспективными являются заэвтектические сплавы с термостабильной структурой. Конструкция многих деталей, отсутствие динамических нагрузок и необходимости механической обработки после наплавки, допустимость наличия в наплавленном металле некоторого количества трещин позволяет использовать наплавленный металл с большим количеством упрочняющих фаз. Известен большой ряд промышленно выпускаемых материалов с подобной структурой. Однако информации о сопротивляемости абразивному изнашиванию при повышенных температурах недостаточно. Это обуславливает необходимость проведения испытаний на износостойкость материалов этого класса, как в лабораторных, так и в производственных условиях.

На основании предварительных лабораторных испытаний был выбран ряд наплавочных сплавов для апробирования в производственных условиях. Нанесение сплавов на рабочие поверхности деталей производилась порошковыми смесями, штучными электродами и порошковыми проволоками открытой дугой в два слоя. Тип наплавленного металла приведен в таблице.

Структура сплавов, наплавленных этими материалами включает эвтектические и первичные карбиды хрома или карбобориды, которые находятся в металлической аустенито-мартенситной матрице. Микротвердость первичных упрочняющих фаз составляет 15–22 ГПа. Агрегатная твердость наплавленного металла достигала 65 HRC.

Установлена корреляция износостойкости с горячей твердостью наплавленного металла и практически прямая зависимость износостойкости наплавочных сплавов от количества твердой избыточной фазы в их структуре.

Исходя из соображений технологичности, наиболее приемлемым наплавочным материалом для упрочнения скребков смесителей, является порошковая проволока с внутренней защитой, позволяющая вести процесс наплавки полуавтоматическим или автоматическим способом открытой дугой.

Таблица – Химический состав, твердость и износостойкость наплавочных сплавов

№ сплав а	Химический состав,% масс.						HRC	Относит. износо- стойкость ε
	C	Cr	Mn	Si	B	Прочие		
1	2,9	28,0	1,5	3,5	–	3,5%Ni	50	1,0
2	5,2	10,4	9,2	0,9	–	–	57	1,2
3	2,5	21,0	0,4	1,5	0,9	–	55	1,1
4	3,3	25,0	2,0	2,0	1,3	–	58	1,4
5	3,2	20,5	1,8	2,2	1,1	0,6%Ti	57	1,3
6	2,0	15,0	1,0	1,5	0,7	0,3%Ti	52	1,1
7	0,8	20,0	–	–	3,0	0,6%Ti	60	2,9
8	3,1	17,5	–	4,8	3,2	0,6%Ti	64	3,9

Таким образом, упрочнение деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания при температурах до 550° С необходимо проводить заэвтектическими высокохромистыми материалами дополнительно легированными бором и кремнием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холод А. В. / Исследование условий эксплуатации и характера изнашивания ножей протирочно-смесительного оборудования / А. В. Холод, Д. В. Вовк, М. Ю. Осипов, М. И. Андрущенко // Тижень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – С. 26–28.
2. Строгонов Д. В. / Износостойкость сплавов в условиях абразивного изнашивания при повышенных температурах / Д. В. Строгонов, А. В. Холод, М. Ю. Осипов, М. И. Андрущенко // Тижень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. Т.1. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – С. 43–45.

УДК 544.722:66.088

Дмитренко Ю. Д.¹, Быковский О. Г.²

¹студ. гр. ИФ-312 ЗНТУ

²д-р техн. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ

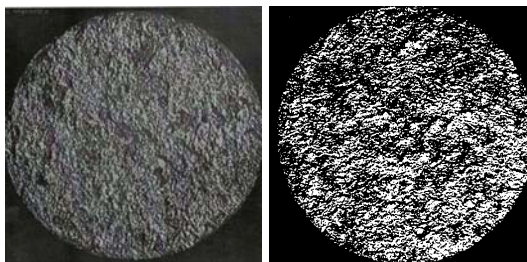
АДГЕЗИОННАЯ И КОГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Работоспособность напыленных плазмой покрытий в значительной мере зависит как от прочности сцепления напыленного слоя с подложкой (обеспечивается действием сил адгезии), так и от прочности сил сцепления напыленных частиц между собой (обеспечивается действием сил когезии). Механические свойства напыленного слоя определяются соотношением этих сил, разрушение носит адгезионно-когезионный характер, однако какова доля той или другой составляющей остается неопределенным. Если же на подложку напыляется отличающийся по цвету материал другого состава, появляется возможность количественно оценить долю адгезионной и когезионной прочности при рассмотрении фрактограммы излома.

Исследование проводили с использованием пары «втулка-штифт», диаметр последнего равнялся 10мм. На испытываемую шероховатую поверхность ($R_z = 80...85$) из стали Ст3 на оптимальном режиме наносили токоведущей проволокой ПП-100Х15М2Г2Р плазменное покрытие толщиной 0,8–0,9 мм, после чего образцы разрывали на машине ИР-100.

Полученные фрактограммы изломов (рис. 1 а) увеличивали в размерах. Вследствие того, что напыленный слой близок по составу и цвету к нержавеющей стали, переносили на кальку все темные адгезионные участки, которые потом преобразовывали в эквивалентные по площади геометрические фигуры. Затем методом секущих линий измеряли величину площадей всех темных участков. Точность определения зависит от количества наносимых секущих линий, и там где кривые начинают выполаживаться (при проведении 18–20 линий), подсчет останавливали. При этом методе не все участки могут быть учтены вследствие их незначительных размеров, а сам метод подсчета отличается высокой трудоемкостью.

Для повышения точности и облегчения подсчета была разработана компьютерная программа в системе MatLab, которая автоматически считывает данные с фрактограммы, предварительно обработанной в фотошопе, так чтобы на ней остались только белые и черные участки (рис. 1, б).



a

б

Рисунок 1 – Фрактограмма излома напыленного покрытия (*a*) и обработанная в фотошопе (*б*) x50.

Программу запускали, указывая адрес фотографии, после чего она автоматически считывала количество белых и черных пикселей со снимка. Оказалось, что качественная оценка долей разрушения сохраняется при обоих способах подсчета, однако большая точность достигается при компьютерном подсчете (табл.1).

Таблица 1 – Результаты подсчетов, когезионной и адгезионной доли разрушения напыленного слоя, %

№ образца	Вручную		По программе	
	Когезия	Адгезия	Когезия	Адгезия
1–2	25	75	40	60
2–1	22	78	34	66
2–3	24	76	36	64
3–2	46	54	32	68

Анализируя данные табл.1, можно отметить, что разрушение напыленного слоя носит преимущественно адгезионный характер, хотя и доля когезионной прочности находится достаточно высоком уровне. Здесь необходимо соблюдать разумный баланс: напыленный слой должен сохранять свою работоспособность без отслоения от подложки.

В случае малой величины адгезионной прочности возникает необходимость в нанесении промежуточного буферного слоя.

Так например, в авиамоторостроении такая технология используется при нанесении на некоторые детали тракта газовой турбины плазмой специального теплозащитного слоя порошкообразными материалами.

УДК 519.87:621.224.2:620.193.16

Попов С. М.¹, Петриченко А. С.², Киселев Е. І.³

¹д-р. філос. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ,

²студ. гр. ІФ-412 ЗНТУ,

³студ. гр. ІФ-313 ЗНТУ.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КАВІТАЦІЙНОГО РУЙНУВАННЯ ТА ВИБІР ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МАТЕРІАЛУ ЛОПАТКИ РОБОЧОГО КОЛЕСА ГІДРОТУРБИНИ

В гідротурбінах кавітація відіграє виключно важливу роль. Виникаючи в замкнених водоводах при достатньо великих швидкостях в потоку рідини, вона призводить до руйнування робочих органів гідроагрегату.

За рахунок коливання, що виникають в середовищі при кавітації, які передаються оточуючим деталям гідромашин при достатньо великих силах викликають їх вібрацію, в наслідок чого відбувається їх руйнування [1].

Тому задача аналізу працездатності деталей, що працюють в умовах кавітаційного впливу, є конче актуальною проблемою, яка потребує нагального виявлення [2].

Дослідженнями було встановлено, що на поверхні деталей, які знаходяться в зоні кавітаційного осередку, спостерігається наявність каверн, локальна пляма, яких може складати від 0,4–1 см та глибиною до 15 мм.

Найбільшою зоною кавітаційного руйнування є тилова сторона лопаті в окрузі вихідних кромок та нижнього ободу [3].

З метою відновлення робочого стану було розроблено технологію напівавтоматичного наплавлення дротом в середовищі захисних газів, що в 1.3–1.5 разів підвищить термін служби деталей турбіни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Нетребко – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010.–367 с.
2. Зносостійкість, сплавів відновлення та зміцнення деталей машин / В. С. Попов – Навч посіб. – Запоріжжя : Вид-во ВАТ «Мотор Січ», 2006. – 420 с.
3. Н. И. Пылаев, Ю. У. Эдель. Кавитация в гидротурбинах. Л., «Машиностроение», 1974. 256 с.

ПРОБЛЕМА ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ БІМЕТАЛІЧНИХ БАНДАЖІВ КОКСОДРОБАРОК

Сьогодні в Україні існує проблема відсутності бандажів коксодробарок в достатній кількості. В загальному випадку підприємства не мають фінансової можливості закупити нові деталі. Нами було вирішено дослідити, як збільшити термін їх експлуатації і розробити технологію та матеріали для підвищення зносостійкості [1–3].

Проведений методологічний аналіз апріорі показав що існують три основних аспекту для розробки алгоритму подовження строку експлуатації

По перше це пов'язано з тим що один кілограм матеріалу замінює придбання 20–25 кг нових деталей.

По друге зміцнювальне наплавлення одного кілограма матеріалу замінює придбання 60–75 кг нових деталей.

По третє зміцнюючи наплавленням збільшує термін служби в 2–5 разів.

Аналіз контактної взаємодії показав що бандажі валків коксодробарок експлуатуються в складних умовах при дії ударно-абразивного зношування [4–5]. Так максимально допустимий знос робочої поверхні бандажів валків складає не більше до 50 мм. Таке положення знижує термін їх роботи до 2,5–3 місяців.

Таким чином нами було розроблено нову комбіновану технологію яка складається з того що основний робочий механізм, який виготовляється зі сталі 70ХЛ потрібно замінити сталлю 35Л з наплавленням зносостійким шаром.

Для наплавленого матеріалу теоретичний аналіз показав що найбільш оптимальним є наплавлювальний дріт марки ВЕЛТЕК-Н.620 та має аустенітно-мартенситну структуру (60% ауст. 40% март.). Який забезпечує більшу зносостійкість та практичну відсутність гарячих і холодний тріщин

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Нетребко – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010. – 367.

2. Рябцев И. А. Реновационные наплавочные технологии в металлургии и машиностроении / И. А. Рябцев, Ю. М. Кусков, Н. А. Кондратьев // Металлургия и машино строения, 2003. – № 1. – С. 11–14.

3. Виноградов В. Н. Абразивное изнашивание / В. Н. Виноградов, Г. М. Сорокин, М. Г. Колокольников, М.: Машиностроение, 1990. – 221 с.

4. Жудра А. П. Оборудование и материалы для износостойкой наплавки листовых футеровочных элементов / А. П. Жудра, А. П. Ворончук, С. И. Великий // Автомат. сварка, 2009. – № 9. – С. 53–55.

5. Мілютін В. М. Відновлення і підвищення зносостійкості бандажів коксодробарок електродуговим наплавленням / В. М., Мілютін., Г. И. Камель., Е. В. Роздобудько // Сборник научных трудов Днепродзержинского государственного технического университета.– Днепродзержинск: ДДТУ, 2015.–Выпуск 1(26).– С. 44–50.

УДК 621.791.92

Попов С. М.¹, Юрасов П. Ю.²

¹д-р філос. наук, проф. каф. ОТЗВ, ЗНТУ

²ст. гр. ІФ-313, ЗНТУ

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ КАВІТАЦІЙНОГО РУЙНУВАННЯ СУДОВИХ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ, ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ

В судових гребних гвинтах кавітація відіграє виключно важливу роль. Наслідками кавітації є зниження упору гвинта, ерозія на поверхні лопатей, вібрація і шум у кормовій частині судна.

Термін служби гребневих гвинтів нетривалий, по даним професора Биковського О. Г. він не перевищує 200 годин [1]. При експлуатації гребні гвинти можуть бути настільки пошкоджені, що потребують капітального непланового ремонту чи заміни. Априорні данні свідчать що глибина раковин на засмоктувальній поверхні лопоті може досягати 15–20 мм

Тому аналіз проблеми кавітаційного руйнування судових гребних гвинтів, та вибір технології зміцнення є актуальною і необхідною проблемою, яка потребує дослідження.

Судовий гребний гвинт є спеціальний пристрій що перетворює механічну роботу суднової силової установки в упорний тиск, який долає опір і створює поступальний рух судна. На наш розсуд був вибран гребний гвинт фіксованого кроку. У загальному випадку виготовлений він з матеріалу латуні марки ЛЦ40МцЗЖ1 та складається з наступних складових елементів: ступеця та 5–6 лопатей

Аналіз априорних досліджень показує наявність двох стадій кавітації. На першій стадії, яка характерна для невеликих швидкостей потоку, гідродинамічні характеристики гребного гвинта не змінюються. При значній турбулізації потоку настає друга стадія кавітації: ККД гвинта знижується

внаслідок зменшення упору, що розвиває рушій, швидкість судна падає, з'являється вібрація. При переході в зону нормального тиску парогазові пухирі зменшуються у розмірі, при цьому тиск і температура всередині збільшуються до десятків тисяч атмосфер і градусів. Якщо це відбувається поруч із стінкою поверхні деталі, вони миттєво замикаються, імпульсні тиски від ударних хвиль і мікроструменей діють на площинах, які зіставленні з розмірами окремих структурних складових металу. Сила їх дії настільки велика, що руйнує практично всі відомі конструкційні матеріали.

Для відновлення а також зміцнення робочого стану було запропоновано технологію наплавлення в середовищі аргону вольфрамовим електродом змінним струмом на параметрах режиму: $d_{\text{ве}} = 6$ мм; (композитний дріт марки БрАН14–3); $U_n = 27\text{--}29$ В; витрати аргону 18–20 л / хв. [2].

Склад присадного композитного дроту забезпечує отримання наплавленого металу типу алюмінієво-нікелевої бронзи. Завдяки запропонованій технології, матеріалу стійкість гребних гвинтів підвищилась у декілька разів

При наплавленні латунню ЛЦ17К3 термін служби гвинтів не перевищує 200 год. експлуатації, в той час наш метод наплавлення гвинтів алюмінієвою бронзою, передбачає службу протягом усієї навігації (600 год), причому глибина ерозійних пошкоджень не перевищує 1 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Износостойкость сплавов, восстановление и упрочнение деталей машин: учебное пособие [Текст] / Под ред. В. С. Попова. – Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Сич», 2006. – 420 с.
2. Биковський О. Г. Зварювання та різання кольорових металів: Довідковий посібник. – К.: Б-60 Основа, 2011. – 392 с.
3. Антоненко С. В. Судовые движители: учеб. пособие / С. В. Антоненко; Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 126 с.

УДК 621.791.927:669.15

Холод А. В.¹, Густера Р. М.², Иштуинов Е. А.², Андрущенко М. И.³,
Осипов М. Ю.³

¹ инж. КП «НП» «Искра»

² студ. гр. Иф-412, ЗНТУ

³ канд. техн. наук, доц. каф. ОТСП ЗНТУ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ И СТРУКТУРЫ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ

Ранее было показано [1], что при одном и том же количестве остаточного метастабильного аустенита степень упрочнения увеличивается на 2 ГПа, а износостойкость – в 4–5 раз (рис. 1).

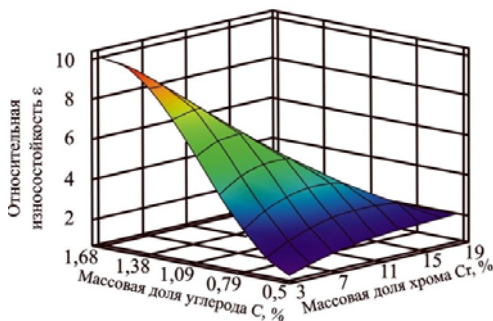


Рисунок 1 – Относительная износостойкость (ϵ)
бескарбидных сталей системы Fe-C-Cr [1]

Сопrotивляемость изнашиванию существенно зависит так же от типа и количества карбидной фазы, как в инструментальных высокохромистых сталях, так и в науглероженных. Поэтому анализ способов оценки и прогнозирования содержания углерода и хрома в металлической матрице и структуры в целом является актуальным.

Состав аустенита цементованного слоя оценивали по изотермическим разрезам диаграмм состояния сплавов системы Fe-C-Cr при различных температурах. Для этого продляли стороны конодного треугольника (рис. 2) до их пересечения. Затем через вершину образовавшегося треугольника и точки, характеризующие общий химический состав слоя на определенной глубине, проводили коноду до кривой, ограничивающей γ -область при данной температуре. Опустив от этой точки перпендикуляры на линии концентраций углерода и хрома, определяли содержание этих элементов в аустените.

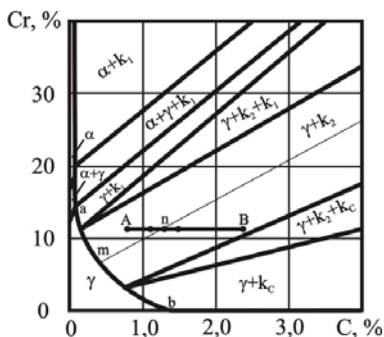


Рисунок 2 – Изотермический разрез диаграммы Fe-C-Cr при $T = 1000^\circ \text{C}$

k_c – карбид $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C}$, k_1 – карбид $(\text{Cr}, \text{Fe})_{23}\text{C}_6$, k_2 – карбид $(\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$.

Далее по известным формулам рассчитывали температуру начала мартенситных превращений при закалке. Затем по построенным ранее зависимостям определяли количество остаточного аустенита в металлической матрице (рис. 3).

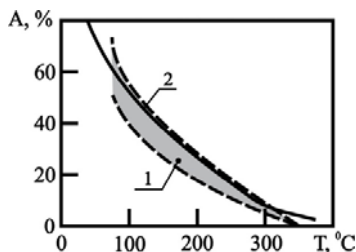


Рисунок 3 – Схема взаимосвязи температуры начала M_n и количества остаточного аустенита для нелегированных (1) и легированных (2) сталей

1 – углеродистые стали, 2 – сталь типа X12.

Сравнительный анализ известных экспериментальных данных с полученными по данной методике показал достаточно высокую сопоставимость результатов.

Определение типа карбидных фаз по глубине цементованного слоя проводили так же с использованием изотермических разрезов диаграмм. состояний Fe-C-Cr, ориентируясь на соотношения хрома к углероду по глубине цементованного слоя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Андрущенко М. И. Способность к самоупрочнению поверхности трения в процессе абразивного изнашивания и износостойкость сталей в зависимости от содержания углерода и хрома / М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский, М. Ю. Осипов, А. В. Холод, А. Е. Капустян // Новые материалы и технологии в металлургии и машиностроении. – 2014. – №1. – С. 92–99.

УДК 671.791.927.5

Камель Г. І.¹, Савонов Ю. М.², Мартовицький Л. М.³

¹ д-р. техн, наук, проф. ДДТУ

² к. т. н., доцент каф. ОТЗВ, ЗНТУ

³ к. т. н., доцент ЗНТУ

ОСОБЛИВОСТІ СПОСОБА ВИГОТОВЛЕННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ЛИСТІВ ЗІ ЗНОСОСТІЙКИМ ПОКРИТТЯМ

Біметалеві листи відносяться до галузі зварювальної техніки і можуть використовуватись для відновлення деталей і підвищення зносостійкості, наприклад, металургійного, хімічного, нафтохімічного та машинобудівного обладнання, а також при виготовленні біметалічних листів зі зносостійким покриттям, призначених для футерування і відновлення зношених поверхонь устаткування, схильних до різних видів зносу з метою збільшення їх стійкості [1].

В способі виготовлення зносостійкого біметалічного листа, в якому наносять наплавленням пошарово покриття із зносостійкого наплавленого матеріалу на прокатаний лист з вуглецевих або низьколегованих сталей, заздалегідь на прокатаний лист по периметру приварюють тонкий лист, на поверхню якого укладають захисну підкладку та приварюють її контактним зварюванням або пічною пайкою, отриману біметалічну заготовку розміщують під кутом 5°–10° до горизонтальної площини, стрічку зварювальної головки розміщують під кутом 5°–10° до вертикальної площини, і наплавлення ведуть кутом вперед зверху вниз імпульсно-дуговим наплавленням.

Крім того, в якості захисної підкладки можуть використовувати сітку з зернового або зерно-порошкового дроту чи стрічки, оболонки яких містять зерна карбідів, нітридів, боридів і силіцидів різних металів.

Для зняття зварювальних остаточних напружень і уникнення деформацій при виробництві біметалічної заготовки тонкий лист укладають на товстий лист і приварюють по периметру заготовки. Для забезпечення

мінімальної деформації і мінімальної глибини проплавлення тонкого листа, та максимальної ширини наплавленого шару заздалегідь на поверхню тонкого листа укладають захисну підкладку з наступною точковою приваркою або пічною пайкою їх до тонкого листа. При цьому отримують захисне екрануюче покриття, яке при дуговому наплавленні виконує такі функції: захищає тонкий лист від великого проплавлення; збільшує витрати теплової енергії зварювальної дуги на плавлення захисної підкладки і зменшує витрати теплової енергії на плавлення тонкого листа; наявність рідкого метала, наклону біметалічної заготовки та стрічки зварювальної головки призводить до заповнення кратера зварювальної ванни і цим зменшує проплавлення тонкого листа. Температура плавлення захисної підкладки не перевищує 1800° – температуру рідкої металевої ванни. За рахунок цього зерна карбідів або дроти вольфрама, які входять в захисну підкладку і мають температуру плавлення більше 3500° , не руйнуються та зберігають свої фізико-механічні характеристики (зносостійкість, корозійну стійкість та температурну витривалість).

Для забезпечення мінімальної глибини проплавлення, великої ширини шва та мінімальної деформації тонкого біметалевого листа заздалегідь заготовку з товстого та тонкого листа розміщують під кутом 5° – 10° до горизонтальної площини, головку порошкової стрічки встановлюють під кутом 5° – 10° до вертикальної площини та наплавлення ведуть кутом вперед зверху вниз. Це забезпечує формування валика за рахунок вирівнювання тиску зварювальної дуги стрічки та гідростатичного тиску рідкої металевої ванни. Рівень рідкої металевої ванни зміщується в кратер.

Імпульсне дугове зварювання на жорсткому режимі (великий струм та короткий термін протікання струму) забезпечує, в першу чергу, розплавлення захисної підкладки, присадочної плавлячої стрічки і цим забезпечує мінімальну глибину проплавлення тонкого листа. При цьому наплавлений шар складається, по довжині біметалічного листа, з багатьох послідовних точок, які переक्रиваються на 20–25% між собою.

Результатом роботи можуть використовуватися в гірничодобувної промисловості (шахтне обладнання, кар'єрне обладнання, дробильно-збагачувальне обладнання, окомковальне обладнання); вугільної промисловості (шахтне обладнання, збагачувальне обладнання, коксохімічне обладнання); цементній промисловості (кар'єрне обладнання, обладнання цементних заводів); хімічної промисловості (обладнання промислового транспорту, вентиляційне обладнання); металургійної промисловості (агломераційне обладнання, доменне обладнання); енергетичної промисловості (обладнання теплових електростанцій); портовому господарстві (перевантажувальне обладнання) та інші.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Камель Г. І. Технологічні процеси та комплекси відновлення і зміцнення деталей: Навчальний посібник / Г. І. Камель, В. М. Мілютін, П. С. Івченко, А. І. Панфілов. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 496 с.

УДК 671.791.927.5

Камель Г. І.¹, Савонов Ю. М.², Гасило Ю. А.³

¹ д-р. техн, наук, проф. ДДТУ

² к. т. н., доцент каф. ОТЗВ, ЗНТУ

³ к. т. н., доцент ДДТУ

ОСОБЛИВОСТІ СПОСОБА ВИГОТОВЛЕННЯ ОБИЧАЙКИ АРМОВАНОЇ РІВНОМІРНО РОЗПОДІЛЕНИМИ ЗА ОБ'ЄМОМ ЗЕРНАМИ КАРБІДІВ, БОРИДІВ, НІТРИДІВ І СИЛІЦИДІВ РІЗНИХ МЕТАЛІВ

Спосіб виготовлення обичайки, армованої рівномірно розподіленими за об'ємом зернами карбідів, нітридів, боридів і силіцидів різних металів відноситься до галузі виготовлення композиційних матеріалів, які використовуються, наприклад, в ракетній, авіаційній, металургійній та машинобудівній промисловості.

Відомі композиційні матеріали з металевою матрицею [1].

Недоліками вказаного способу виготовлення композиційних матеріалів є відносна велика вартість матеріалів, проблематичність отримання армованих матеріалів з заданими властивостями, та дуже складна технологія виготовлення.

Недоліком даного способу є неможливість прихвачування окремих елементів армованих сіток і обичаєк (листів), так як при цьому руйнуються волокна. Крім того, всі елементи заготовки: арміруючі сітки, обичайки (листи) не скріплені між собою і при контактному зварюванні виникають великі зазори, які призводять до деформації виробу та зниженню якості точкового зварювання. В армованих сітках волокна заізолювані між собою матричним дротом, що збільшує зазори та пустоти в заготовці виробу. При проходженні зварювального струму через заготовку виділяється тепло в контактні волокна – обичайка (лист), що призводить до додаткового перегріву та частковому руйнуванню волокон. При зварюванні готових виробів виникає проблема отримання якісного з'єднання кінцевок обичайки (листів), що знижує надійність виробу. В заготовках є багато пустот в армованій сітці та між нею та обичайками (листами), що знижує якість зварних швів.

Щільне укладання та прихватування армованого порошкового дроту за попереднім заданим законом, наприклад, по гвинтовій лінії або в вигляді сітки, до внутрішньої обичайки, забезпечую необхідну жорсткість конструкції. В залежності від висоти (товщини) виробу наноситься один, або декілька шарів армованого порошкового дроту з використанням в якості проміжної обичайки у вигляді стрічки, яка щільно укладається та прихватується за попереднім заданим законом, наприклад, по гвинтовій лінії або в вигляді сітки, до шарів порошкового дроту [3].

Укладання шарів з дроту по гвинтовій лінії зверху вниз направо або у вигляді сітки та шарів стрічок матричного сплаву по гвинтовій лінії зверху вниз наліво забезпечує мінімальні зазори в каркасі та необхідну жорсткість конструкції.

Використання стрічок в якості внутрішньої і зовнішньої обичайки після прихватування перед зварюванням також призводить до підвищення жорсткості і зниження деформації виробу, внаслідок чого покращується якість контактного зварювання.

При контактному зварюванні електропровідна оболонка порошкового дроту, підложка зерен та стрічка розплавляються і разом з розплавленням матеріалу обичайки та порошком між зернами формує ядро, в якому знаходяться непошкоджені зерна. Електропровідна підложка армованого порошкового дроту захищає зерна від руйнування та розчину в основі матричного сплаву за рахунок набагато більшого виділення тепла в контакті між оболонкою і підложкою, ніж між зернами та підложкою, та покращує технологічність зварювання, мінімальні деформації та мінімальні дефекти в виробі і отримати монолітну заготовку з мінімальними зазорами та максимальною жорсткістю.

Висновки.

1. Щільне укладання та прихватування армованого порошкового дроту за попереднім заданим законом, наприклад, по гвинтовій лінії або в вигляді сітки, до внутрішньої обичайки, забезпечую необхідну жорсткість конструкції.

2. В залежності від висоти (товщини) виробу наноситься один, або декілька шарів армованого порошкового дроту з використанням в якості проміжної обичайки в виді стрічки.

3. Використання стрічок в якості внутрішньої і зовнішньої обичайки після прихватування перед зварюванням також призводить до підвищення жорсткості і зниження деформації виробу.

4. При контактному зварюванні електропровідна оболонка порошкового дроту, підложка зерен та стрічка розплавляються і разом з розплавленням матеріалу обичайки та порошком між зернами формує ядро, в якому знаходяться непошкоджені зерна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Камель Г. І. Технологічні процеси та комплекси відновлення і зміцнення деталей: Навчальний посібник / Г. І. Камель, В. М. Мілютін, П. С. Івченко, А. І. Панфілов. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 496 с.

УДК 671.791.927.5

Камель Г. І.¹, Івченко П. С.², Носенко М. І.³

¹ д-р. техн, наук, проф. ДДТУ

² к. т. н., доцент ДДТУ

³ к. т. н., доцент ЗНТУ

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБИЧАЙКИ, АРМОВАНОЇ МЕТАЛЕВИМ МАТЕРІАЛОМ

Біметалічна заготовка у вигляді обичайки, армованої металевим матеріалом складається з внутрішньої, проміжної та зовнішньої обичайки, між ними укладають армуючий елемент з мінімальними зазорами та здійснюють контактне зварювання на роликовій машині, в якості армуючого елементу використовують армований композитний дріт, який щільно укладають за наперед заданим законом.

В якості матеріала для виготовлення внутрішньої, проміжної та зовнішньої обичайок використовують сплав ХН30ВМТ.

Відомі композиційні матеріали з металевою матрицею. Недоліками вказаного способу виготовлення композиційних матеріалів є відносна велика вартість матеріалів, проблематичність отримання армованих матеріалів з заданими властивостями, та дуже складна технологія виготовлення.

В основу дослідницької роботи поставлена задача удосконалення способу виготовлення обичайки, армірованої металевим матеріалом, шляхом використання армованого композитного дроту з електропровідною оболонкою і його послідовного прихвачування перед зварюванням, що призведе до підвищення жорсткості і зниженню деформації виробу, в наслідок чого підвищиться якість контактного зварювання [1].

Поставлена задача вирішується тим, що в способі виготовлення обичайки, армованої металевим матеріалом, при якому послідовно збирають внутрішню, проміжну та зовнішню обичайки, між ними укладають армуючий елемент з мінімальними зазорами та здійснюють контактне зварювання на роликовій машині, в якості армуючого елементу використовують армований композитний дріт, який щільно укладають за наперед заданим законом, наприклад, по гвинтовій лінії або у вигляді сітки, та прихвачують контактним

зварюванням до внутрішньої обичайки або до попередньо прихвачених витків шару армованого композитного дроту.

Крім того, армований композитний дріт можуть покривати електропровідної підложкою.

Щільне укладання та прихватування армованого композитного дроту за попереднім заданим законом, наприклад, по гвинтовій лінії або в вигляді сітки, до внутрішньої обичайки, забезпечує необхідну жорсткість конструкції. В залежності від висоти (товщини) виробу наноситься один, або декілька шарів армованого композитного дроту з використанням проміжної або обичайки.

При контактному зварюванні електропровідна оболонка армованого композитного дроту розплавляється і разом з розплавленням матеріалу обичайки (листа) формує ядро, в якому знаходяться непошкоджені волокна. Електропровідна підложка армованого композитного дроту захищає волокна від руйнування та розчину в основі матричного сплаву за рахунок багатого більшого виділення тепла в контакт між оболонкою і підложкою, ніж між волокнистим матеріалом і підложкою, та покращує технологічність зварювання, мінімальні деформації та мінімальні дефекти в виробі і отримати монолітну заготовку з мінімальними зазорами та максимальною жорсткістю.

Висновки.

1. Запропонований новий спосіб виготовлення біметалічної заготовки, армованої металевим матеріалом.

2. В якості армованого металевого матеріалу використовується композитний дріт, оболонкою. якої є нержавіюча сталь, а в якості сердечника виступають дроти з вольфраму.

3. Висока температурна стійкість біметалічного виробу досягається за рахунок використання: а) дроту з вольфраму, який має високу температуру плавлення; б) технології щільного укладання за наперед заданим законом, наприклад по гвинтовій лінії або у вигляді сітки;. в) роликової машини для контактного зварювання з перекриттям кільцевих продольних швів на 20–25% і г) після оплавлення по товщині отримуємо рівномірно розподіленої по площині витки вольфрамового неоплавленого дроту, який знаходиться посередині товщини біметалічного виробу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Камель Г. І. Технологічні процеси та комплекси відновлення і зміцнення деталей: Навчальний посібник / Г. І. Камель, В. М. Мілютін, П. С. Івченко, А. І. Панфілов. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 496 с.

УДК 621.791.927:669.15

Магда Е. С.¹, Холод А. В.², Андрущенко М. И.³, Осипов М. Ю.³

¹ асп. ЗНТУ

² инж. КП «НП» «Искра»

³ канд. техн. наук, доц. каф. ОТЗВ, ЗНТУ

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫМ СОСТОЯНИЕМ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ЛЕГИРОВАНИЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Ранее было показано [1], что среди сталей системы Fe-C-Cr закаленных в масле на структуру с большим количеством остаточного метастабильного аустенита при отсутствии карбидов, наиболее высокой сопротивляемостью абразивному изнашиванию обладают материалы, в которых в твердом растворе содержится высокое количество углерода (на уровне 1,5%) и незначительное количество хрома (3–3,5%).

Однако потенциал износостойкости высокоуглеродистых сталей реализуется далеко не в полной мере, если структура наплавленного металла была сформирована в условиях нерегулируемого термического цикла наплавки при недостаточных скоростях охлаждения. В частности, при наплавке штампов для прессования огнеупоров и силикатного кирпича. В процессе охлаждения происходит частичный распад аустенит, поэтому из-за повышения температуры начала мартенситного превращения в наплавленном металле не формируется необходимая структура.

Изучали два способа предупреждения распада аустенита в наплавленном металле:

а) увеличение скорости охлаждения наплавленного металла до значения не ниже критической путем принудительного отвода тепла от наплавляемой детали (валика);

б) повышение устойчивости аустенита к перлитным и промежуточным превращениям в процессе охлаждения, за счет дополнительного легирования.

Простые расчеты показали, что скорость охлаждения наплавленного металла типа 150X3, при которой будет формироваться необходимая структура составляет не менее 11° C / с.

Оценка известных способов ускорения отвода тепла (неполное окунание детали в охлаждающую жидкость, обдув сжатым воздухом, применение эндотермических флюсов и др.) с точки зрения их технологичности и эффективности показала, что применительно к штампам пресс-форм наиболее приемлемым является использование медных водоохлаждаемых формирователей. Исследования термического цикла наплавки кромки штампов с применением водоохлаждаемого формирователя

показали, что при этом обеспечивается необходимый диапазон скоростей охлаждения наплавленного валика.

Однако сложность конструкций многих деталей осложняет применение кристаллизаторов. Поэтому второй задачей работы являлся поиск химического состава наплавленного металла, критическая скорость охлаждения которого позволяла бы исключать промежуточный распад аустенита и обеспечивала возможность формирования необходимой метастабильной структуры и высокую способность к самоупрочнению в условиях абразивного изнашивания.

При выборе химического состава опытных материалов стремились к тому, чтобы расчетная температура начала мартенситного превращения находилась на уровне 20°C . Для упрощения процедуры и уменьшения трудоемкости выбора сплавов, отвечающих этому условию, обобщены известные аналитические и графические зависимости M_H от химического состава в системах Fe-C-Cr, Fe-C-Mn, Fe-C-Mn-Cr. Математическая обработка данных позволила получить выражение, связывающее содержание углерода в сплавах отвечающих требованию – $M_H \approx 20^{\circ}\text{C}$ с концентрацией хрома и марганца в диапазоне: C – 0,6...2%; Cr – 0...12%; Mn – 0...8,8%.

Таблица – Химический состав опытных наплавочных материалов

Номер сплава	Тип наплавленного металла	Химический состав, %		
		C	Cr	Mn
1	70X10Г5	0,68	10,4	5,1
2	80X10Г2	0,79	9,5	2,1
3	80X7Г3	0,80	6,5	3,1
4	80Г6Х	0,82	1,2	6,0
5	120X4Г2	1,18	3,9	1,7

Структура наплавленного металла – преимущественно аустенитная без карбидов. В результате испытаний установлено, что наибольшей способностью к упрочнению и износостойкостью обладает сплав 120X4Г2.

Таким образом, в тех случаях, когда обеспечение принудительного охлаждения наплавленного металла затруднено, а наплавка высокоуглеродистыми материалами системы Fe-C-Cr не обеспечивает ожидаемого уровня сопротивляемости изнашиванию, восстановление штампов целесообразно производить металлом, дополнительно легированным марганцем, при одновременном уменьшении содержания углерода в количествах пропорциональных влиянию этих элементов на температуру начала M_d . Реализация данного состава наиболее рациональна штучными электродами или порошковой проволокой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрущенко М. И. Влияние углерода и хрома на способность к упрочнению и износостойкость бескарбидных сталей в условиях абразивного изнашивания / М. И. Андрущенко, О. Э. Рузов, Р. А. Куликовский, Н. Н. Брыков // Проблемы трибологии (Problems of Tribology). – 2003. – №2. – С. 112–116.

УДК 621.791.927:669.15

Магда Е. С.¹, Холод А. В.², Андрущенко М. И.³, Осипов М. Ю.³

¹ асп. ЗНТУ

² инж. КП «НП» «Искра»

³ канд. техн. наук, доц. кафедры ОТСП ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из основных условий обоснованного выбора материалов для, деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания, является достаточно полная информация об основных параметрах их эксплуатации, прежде всего о свойствах абразивных масс.

Целью данной работы было исследование трибологических характеристик зерен шамота, муллита, электрокорунда, карборунда и их влияния на интенсивность поверхностного разрушения.

В качестве исследуемых материалов, на которых оценивалась изнашивающая способность абразивов, использовались:

а – сталь 20Х после цементации и термообработки на структуру металлической матрицы, включающей 90–100% мартенсита закалки, в которой находится 8–12% цементита;

б – сталь 20Х после цементации и закалки на структуру, включающую 80% аустенита и 20% мартенсита;

в – сталь 140Х12Ф после закалки на структуру, включающую 75% аустенита и 25% мартенсита (металлическая матрица) и 8–10% карбидов $(\text{CrFe})_7\text{C}_3$;

г – сталь 20Х13 после науглераживания и закалки на структуру цементованного слоя в испытываемой зоне, содержащей в металлической матрице 75% остаточного аустенита и 25% мартенсита. Структура слоя также включала 30–40% карбидов $(\text{CrFe})_7\text{C}_3$.

Микротвердость абразивных частиц, прочность, изнашивающую способность определяли по известным методикам [1].

Зерна всех исследованных видов абразивов и продуктов их разрушения обладают острогранной формой.

Исследования механических свойств зерен показали, что при переходе от шамота к карборунду (таблица) микротвердость зерен возрастает в 2,5 раза, а разрушающая нагрузка в 4,5 раза. В тоже время интенсивность изнашивания увеличивается в 125 раз (рисунок). Это связано с тем, что при испытании электрокорундом белым и карборундом преобладает микрорезание, в то время как при использовании менее твердых абразивов поверхностное разрушение происходит в основном в результате усталостных процессов.

Таблица – Свойства абразивных зерен

Материал	Микротвердость, $H_{0,5}$, ГПа	Разрушающая нагрузка, Н
Шамот	12,30	67
Муллит	15,70	90
Электрокорунд	24,20	180
Карборунд	31,00	250

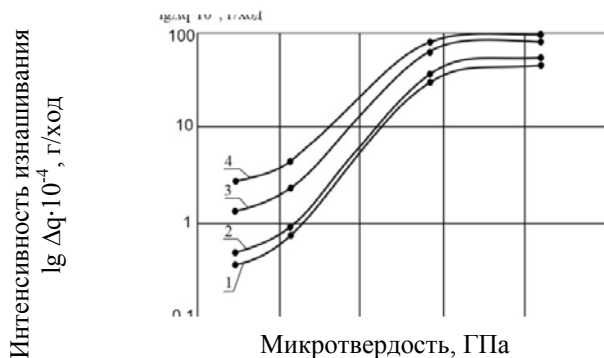


Рисунок – Изменение интенсивности изнашивания в зависимости от твердости абразива

1 – 20X13; 2 – 140X12Ф; 3 – 20X (36–38 HRC); 4 – 20X (60–64 HRC).

Таким образом, испытания абразивных масс показали, что при изменении микротвердости зерен с 12,3 ГПа до 31,0 ГПа интенсивность изнашивания возрастает более чем на два порядка. Среди испытанных материалов наибольшей износостойкостью обладает науглероженная сталь 20X13. Однако ее применение оправдано при переработке абразивов сравнительно не высокой твердости (шамот, муллит). В противном случае рационально использовать низколегированные дешевые материалы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрущенко М. И. Прогнозирование механизма и интенсивности изнашивания на основе оценки соотношения твердостей абразива и изнашиваемого материала / М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский, М. Н. Брыков, Д. М. Андрущенко // Проблемы трибології (Problems of Tribology). – 2009. – №1. – С. 6–12.

УДК 539

Шумилов А. А.

Аспирант, каф МиПП, ЗНТУ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

Во многих современных машинах и механизмах используется энергия ударного импульса. Однако, кроме выполнения полезной работы ударным импульсом, возникает проблема уменьшения негативного воздействия отраженной ударной волны, так как отраженный ударный импульс приводит к преждевременному разрушению деталей и оборудования. Одним из эффективных способов нейтрализации отраженного ударного импульса, является применение материалов, обладающих высокими демпфирующими свойствами[1].

Проведение исследований диссипативных характеристик конструкционных материалов применяемых для изготовления машин и механизмов, работающих в условиях ударного нагружения, является важной и актуальной задачей.

Существующие методики исследования диссипативных свойств материалов позволяют определять рассеивание энергии в материалах при вибрационной нагрузке, что применительно к ударному воздействию не дает полной картины свойств.

На основе методики исследований и стенде, разработанном в Муромском Филиале Владимирского Государственного Университета, нами была разработана и опробована методика сравнительной оценки демпфирующих свойств материалов при ударном нагружении. [4]

С целью определения оптимального материала для наполнителя было исследовано влияние материала наполнителя на демпфирующие свойства композита.

Композит получали путем электрошлаковой наплавки с введением гранул наполнителя.[2,3]

Сравнительную характеристику диссипативных свойств, проводили по величине энергии регистрируемого ударного импульса.

В ходе проведенных исследований влияния материала наполнителя на демпфирующие свойства композита было установлено, что при введении в сталь 45 иннокуляторов в виде меди, титана и серого чугуна наибольшее значение рассеивания ударного импульса наблюдается для композита сталь 45–СЧ10.

Для определения оптимального содержания наполнителя, проведены испытания образцов композитов с различным содержанием чугуна.

Процент наполнителя, для исследований принимался 10, 15 и 20.

Полученные в результате экспериментальных исследований осциллограммы ударных импульсов приведены на рисунке 1.

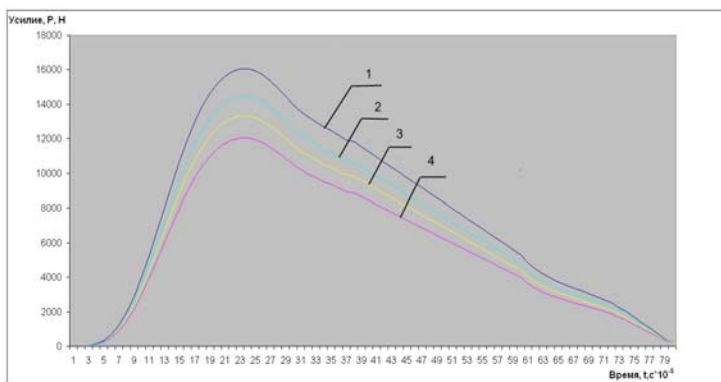


Рисунок 1. – Формы полученных ударных импульсов

1 – сталь 45; 2 – сталь 45+ 10% СЧ10; 3 – сталь 45 +15% СЧ10; 4 – сталь 45 + 20% СЧ10.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов, О. Д. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах / О. Д. Алимов, В. К. Манжосов, В. Э. Еремьянц. – М.: Наука, 1985. – 357 с.
2. Анализ возможности получения высокодемпфирующих материалов методом электрошлаковой выплавки. /Вісник СевНТУ. Механіка, енергетика, екологія. 2010., С 184–185.
3. Пат. 41465, Україна, МПК С22В 9/18 Спосіб отримання композита./ власник Запорізький національний технічний університет. –№u200814307; заявл. 12.12.2008; опубл. Бюл №10, 2009.
4. Киричек А. В., Соловьев Д. Л., Лазуткин А. Г. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием. Библиотека технолога. –М: Машиностроение, 2004.– 288с.

УДК 669.017

Прокопченко О. М.¹, Бриков М. М.²

¹аспірант ЗНТУ

²д-р техн. наук, проф. каф. ОТЗВ ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАЕВТЕКТОЇДНОЇ НИЗЬКОЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ ПІСЛЯ ГАРТУВАННЯ ТА ІЗОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Проведено дослідження з метою визначення кінетики ізотермічного перетворення аустеніту сталі 120Г3С2 після гартування від температур в діапазоні 760–1000 °С.

Після гартування від температури 760 °С твердість сталі становить 790–800 HV10. Оскільки нагрівання під гартування відбувається до температури, яка незначно перевищує A_{c1} , в структурі присутня велика кількість карбідної фази. Одночасно металева матриця поряд з мартенситом має містити деяку кількість аустеніту. Про присутність аустеніту свідчить невелика твердість сталі після гартування, у порівнянні з загартованими нелегованими заевтектоїдними сталями.

Після гартування від 1000 °С структура сталі є практично повністю аустенітною. Це обумовлено зсувом температури початку мартенситного перетворення до температури на рівні 20 °С через збагачення аустеніту вуглецем за рахунок розчинення карбідної фази під час нагрівання в однофазну область. Твердість після такого гартування є найнижчою, кількість аустеніту найбільшою, а карбідна фаза відсутня.

Гартування від температур 850 °С, 900 °С, 950 °С забезпечує в структурі різну кількість аустеніту, яка поступово збільшується із збільшенням температури. Одночасно відбувається зменшення кількості карбідної фази.

Після гартування від різних температур зразки сталі 120Г3С2 було піддано ізотермічній витримці при температурі 250 °С. Зміну твердості зразків в залежності від часу витримки та структуру сталі після закінчення обробки наведено на рис.1. Встановлено, що ізотермічна витримка зразків, які загартовано з температур 1000–900 °С, приводить до істотного зміцнення за рахунок бейнітного перетворення аустеніту. Після витримки структура містить аустеніт, невелику кількість мартенсита відпуску та бейнітний ферит у вигляді довгих та тонких пластин. Необхідно звернути увагу на подібнення аустеніто-мартенсито-бейнітної структури із зменшенням температури нагрівання під гартування. Визначення механічних властивостей сталі 120Г3С2 після зазначеної термічної обробки є напрямком подальших досліджень.

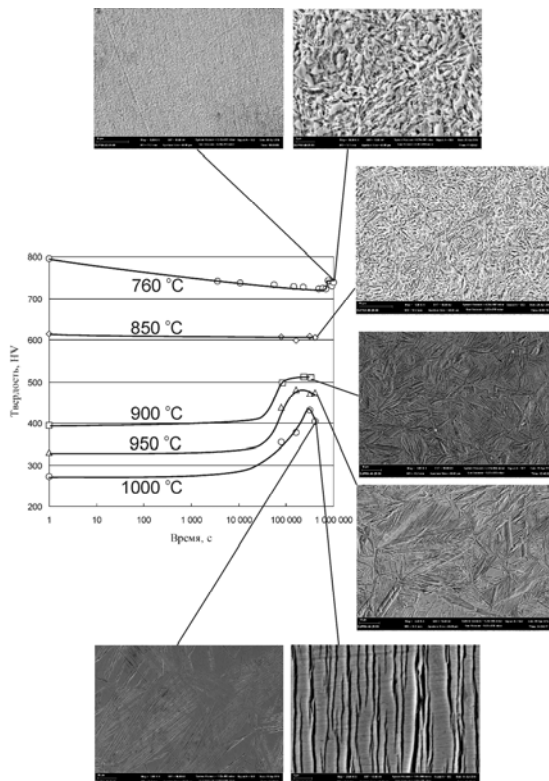


Рисунок 1 – Твердість і структура сталі 120Г3С2 після гартування від різної температури та ізотермічної витримки при 250 °С.
Збільшення мікроструктур:

760 °С – х5000, х30000; 850 °С – х5000; 900 °С – х3000; 950 °С – х3000; 1000 °С – х3000, х30000

СЕКЦІЯ «КОМПОЗИЦІЙНІ ТА ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 669.715

Подковинская У. В.¹, Волчок И. П.²

¹студ. гр. ИФ-714 ЗНТУ

²д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВТОРИЧНЫХ СИЛУМИНОВ

Благодаря малой плотности, высоким коррозионной стойкости и удельной прочности, алюминиевые сплавы среди конструкционных материалов занимают второе место после сплавов на основе железа. Для стран, не имеющих собственного производства первичного алюминия, в том числе и для Украины, экономически более целесообразным является метод рециклинга. Несомненным преимуществом процесса рециклинга являются в 25...35 раз меньшие энергетические затраты и нагрузка на окружающую среду, основным недостатком – более низкое качество металла вследствие загрязнения металлическими и неметаллическими примесями и газами. Вторичные алюминиевые сплавы, в сравнении с первичными, характеризуются более высоким содержанием интерметаллидных фаз, растворенных газов и неметаллических включений, и вследствие гетерогенной структуры и пористости значительно уступают по качеству первичным сплавам. При этом в наибольшей мере снижению физико-механических свойств алюминиевых сплавов способствуют железосодержащие фазы Al_5SiFe , Al_4Si_2Fe , Al_8SiFe_2 и др., имеющие грубокристаллическое строение и неблагоприятную (пластинчатую) форму.

Изучение сопротивления вторичных силуминов разрушению, показали, что микротрещины в них под действием статических и циклических нагрузок распространяются по телу интерметаллида Al_5SiFe , обладающего низкой прочностью и склонностью к расслоению. При малой присадке модификатора интерметаллиды Al_5SiFe имели форму пластин, средний параметр формы (отношение длины к ширине) которых равнялся 62,3. Микротрещины при этом распространялись по включениям фазы Al_5SiFe , что резко снижало сопротивление силумина усталостному разрушению. В результате увеличения присадки модификатора до 0,18% от массы расплава образовались компактные включения интерметаллида $Al_{15}Si_2(FeMn)_3$, микротрещины стали извилистыми и ветвящимися, малоцикловая выносливость N возросла в 3,2 раза.

При разработке рафинирующе-модифицирующих комплексов (флюсов и модификаторов) ставилась задача улучшения качества вторичных силуминов с повышенным содержанием железа в результате увеличения дисперсности и снижения параметра формы структурных составляющих, изменения состава и морфологии железосодержащих фаз, снижения содержания водорода и пористости сплавов. Входящая в состав флюса и модификаторов сера предназначалась, в первую очередь, для изменения формы железосодержащих фаз с пластинчатой и разветвленной на компактную. Согласно данным микрорентгеноспектрального анализа, под действием серы пластинчатые интерметаллиды Al_3SiFe изменяли форму на компактную со стехиометрической формулой $\text{Al}_{15}\text{Si}_2(\text{FeMn})_3$. Диссоциация карбонатов натрия и стронция с образованием углекислого газа уменьшала окисление серы и повышала степень рафинирования и модифицирования. Известно, что наиболее эффективными модификаторами твердого раствора на основе алюминия являются титан, бор и цирконий, которые образуют с алюминием соединения Al_3Ti , Al_2B , Al_3Zr , служащие центрами кристаллизации. Дополнительными центрами кристаллизации в разработанных комплексах являлись частицы мелкодисперсного карбида кремния (6...20 мкм).

Продукция заводов, перерабатывающих лом и отходы алюминия и его сплавов, поставляется в виде чушек. Исследовали влияние технологии рафинирующе-модифицирующей обработки на качество чушкового силумина АК9М2. Мы пришли к выводу, что более целесообразно использовать двухстадийную рафинирующе-модифицирующую обработку: на стадии получения чушки – флюсом и на стадии получения отливки – модификатором. Основным недостатком алюминиевых сплавов являются малые твердость и коррозионная стойкость в кислых средах. Повысить твердость алюминия и его фаз можно с помощью лазерной обработки. В результате поверхностной лазерной обработки происходит диспергизация структуры, увеличение количества дефектов кристаллического строения, формирование метастабильных фаз и, как следствие, повышение твердости поверхностного слоя алюминия и его сплавов. Так же известно, что алюминий и его сплавы обладают низкой коррозионной стойкостью в кислотах. Лазерная обработка привела к повышению коррозионной стойкости силумина АК8М3 в 10%-м растворе HCl в среднем на 2 порядка, при этом балл коррозионной стойкости сплава по ГОСТ 13819-68 изменился с 10 (нестойкий) на 5...7 (стойкий и пониженностойкий).

Результаты проведенных исследований показали, что соответствующая сортировка и подготовка шихтовых материалов, рафинирующе-модифицирующая обработка жидкого металла, термическая обработка, а также лазерная обработка с учетом содержания железа позволяют обеспечить высокий уровень технологических, механических и эксплуатационных свойств вторичных силуминов.

УДК 669.018

Рыжова А. В.¹, Савченко В. А.²

¹ студ. гр. ИФ-715 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

СВЕРХПРОЧНЫЙ СПЛАВ МЕТАЛЛА – МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СТЕКЛО

Впервые аморфные сплавы были получены закалкой из пара и электроосаждением еще в 30-е годы прошлого века, а в 1960 г. Клемент, Уилленс и Дувез сообщили о получении аморфного металла закалкой из жидкости. Путем быстрой заковки жидкого сплава Au-Si до температуры жидкого азота, они получили аморфное твердое тело. Первоначально аморфные металлические сплавы были предметом лишь научного интереса, как новое, необычное состояние твердого тела. Однако развитие методов спиннингования расплава в 70-х годах позволило получить промышленные аморфные сплавы, что, в свою очередь, стимулировало изучение их физических свойств.

Аморфные сплавы изготавливаются закалкой из расплава при скоростях охлаждения порядка 10⁶ К/с для того, чтобы задержать процесс кристаллизации и перевести переохлажденную жидкость в твердое состояние. Хотя по плотности металлические стекла близки к кристаллическим сплавам, их структура характеризуется случайным хаотическим расположением атомов и подобна структуре жидкого состояния.

Термин «металлический» имеет, конечно, свое обычное значение: металлическое стекло обладает проводимостью, близкой по величине к проводимости твердых и жидких металлов (хотя температурный коэффициент проводимости при низких температурах может быть в некоторых случаях отрицательным), и оптическими свойствами (например, блеск), типичными для металлов. По внешнему виду металлическое стекло и обычный металл не различимы. Термин «стекло» в своем первоначальном смысле означает аморфное твердое тело (т. е. некристаллическое твердое тело, в котором отсутствует дальний порядок в расположении атомов), получаемое охлаждением соответствующей жидкости. В отличие от кристаллизации жидкости (превращения I рода), когда твердый кристалл сосуществует с жидкой фазой и прорастает в нее, образование стекла из жидкости происходит гомогенно и в интервале температур.

Структура металлического стекла аналогична структуре жидких металлических расплавов. Это подтверждается также тем, что некоторые их физические свойства, например, электропроводность и теплоемкость, близки по своим численным значениям к свойствам жидких расплавов.

Различие структур металлических стекол и жидких расплавов состоит в том, что ближний порядок в стекле имеет большую упорядоченность, чем в жидкости. Полагают, что это различие, с одной стороны, обусловлено различием интенсивности тепловых колебаний атомов, а с другой стороны, – большей упорядоченностью в твердых аморфных сплавах по сравнению с жидкими сплавами.

Благодаря своей аморфной структуре, металлические стекла могут быть прочными как сталь и пластичными, как полимерные материалы, они способны проводить электрический ток и обладают высокой коррозионной стойкостью. Спектр применения объемных металлических стекол мог бы быть чрезвычайно широк – от производства износостойких смартфонов и других электронных устройств, до более прочных биологических имплантатов, если бы не одно неприятное свойство: хрупкость. Металлические стекла, как правило, являются ломкими и неравномерно сопротивляются усталостным нагрузкам, что ставит под вопрос их надежность. Использование многокомпонентных аморфных металлов (композитов) решает эту проблему, однако для монолитных металлических стекол она до сих пор актуальна.

В рамках нового исследования, проведенного совместно учеными из Лаборатории Беркли и Калифорнийского технологического института, был найден способ повысить усталостную прочность объемных металлических стекол. Объемное металлическое стекло на основе палладия, подвергнутое усталостным нагрузкам, проявило себя ничуть не хуже, чем лучшие из композитных металлических стекол. Его усталостная прочность сравнима с этим показателем для широко используемых поликристаллических конструкционных металлов и сплавов, таких как сталь, алюминий и титан. Широкому применению этого металлического стекла в технике, скорее всего, мешает высокая стоимость палладия, но исследователи планируют продолжать работу с разными, в том числе более дешевыми, сплавами.

Благодаря своим уникальным свойствам аморфные сплавы имеют широкое применение. Однако, очевидно, что физические свойства аморфных сплавов и возможности их практического использования еще до конца не раскрыты.

УДК 678.5.067:53

Савченко И. Н.¹, Савченко В. А.²

¹ студ. гр. ИФ-715 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общепризнанно, что уровень развития техники в значительной степени определяется наличием необходимых материалов. Наиболее наглядно это можно проследить на примере развития древних цивилизаций, когда изобретение или создание нового прогрессивного материала становилось толчком к развитию техники и цивилизации. Недаром технический уровень развития цивилизации характеризуют видом материала, позволявшего создавать в свое время наиболее передовые орудия и средства производства. Так были каменный век, бронзовый век, железный век. Настоящее время многие ученые называют «веком композиционных материалов».

Но композиционные материалы зародились не в настоящее время, человек использовал их еще в древние времена. Так, даже самые первые кирпичи и гончарные изделия, появившиеся за 5000 лет до н. э. содержали измельченные камни или армирующую солому. Древние гончары регулировали даже пористость своих изделий. Упоминание о таких материалах содержится в Библии. В начале первого тысячелетия римляне изобрели бетон, сыгравший грандиозную роль в строительстве и развитии цивилизации. В прошлом веке были изобретены такие композиционные материалы как резина и полимерные материалы на основе фенолформальдегидной смолы.

Таким образом, начало технологии композиционных материалов уходит в античные времена, но именно в настоящее время они получили широкое распространение. Действительно, в настоящее время доля композитов среди потребляемых материалов как никогда велика и с каждым годом растет. Так, еще в 1980 году в Западной Европе за год потребляли на душу населения около 40 кг полимерных композитов, в США – около 45 кг, в Японии – около 50 кг, в России – 20 кг, в странах третьего мира потребление не превышало 2 кг. А уже в 2015 году в Западной Европе за год потребляли на душу населения 146 кг полимерных композитов, в США – около 152 кг, в Японии – около 115 кг, в России – 40 кг, в странах третьего мира потребление на душу населения уже составило 32 кг.

Передовые в техническом плане отрасли промышленности, такие как ракетостроение, авиастроение, автостроение, являются лидерами в потреблении композиционных материалов.

Главное из преимуществ полимерных композиционных материалов по сравнению с традиционными материалами – это уникальное сочетание свойств. Как правило, композиционные материалы не являются «чемпионами» по отдельно взятому свойству. Но по сочетанию определенных свойств им нет равных. Например, резина не имеет такой прочности как металлы. Резина обладает высокой способностью к обратимой деформации, но каучук может развивать еще большую деформацию, чем резина. Однако по сочетанию прочности со способностью к многократным обратимым деформациям резины превосходят все остальные материалы. Можно привести другой пример. Стеклопластики или углепластики не самые прочные материалы в мире, и они далеко не самые легкие, но превосходят все другие материалы по сочетанию прочности и легкости, которая характеризуется отношением прочности к плотности материала и называется удельной прочностью.

Сама по себе идея получения новых материалов путем смешения известных кажется, на первый взгляд, достаточно простой и очевидной. Например, требуется материал, сочетающий в себе свойства двух других известных материалов, следовательно, надо соединить два эти материала в один и получится то, что требуется. Такая идея проста, и приходила в голову многим ученым, и ее тысячи раз пробовали осуществить. Но положительный результат получался далеко не всегда. Все оказалось не так просто, как кажется на первый взгляд. Дело в том, что смешение двух материалов не приводит к простому сложению их свойств. Свойства многокомпонентных материалов, как правило, очень сложно зависят от состава и условий их получения. Поэтому для успешного развития композиционных материалов необходимо иметь ответы на вопросы: почему свойства материала изменяются таким, а не другим образом? Какими свойствами будет обладать материал, сочетающий в себе данные вещества? Соединение каких веществ даст требуемое сочетание свойств? А для этого нужна наука о композиционных материалах. Несмотря на успехи в области полимерных композиционных материалов, закономерности, определяющие связь состава и условий получения композиционных материалов с их структурой и свойствами, оказались настолько сложными, что очень многие из них до сих пор не ясны. В результате, в настоящее время практические достижения в области разработки композиционных полимерных материалов значительно опережают их теоретическую интерпретацию. Но несомненно, что будущее композиционных материалов за научно обоснованным подходом. Поэтому необходимо расширение и углубление наших знаний в области полимерных композиционных материалов.

УДК 621.793

Кононенко А. С.¹, Савченко В. А.²

¹ студ. гр. ИФ-715 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Важнейшим преимуществом покрытий на основе порошковых красок по сравнению с традиционными жидкими лакокрасочными материалами (ЛКМ) является отсутствие органических растворителей. Это снижает пожароопасность процесса окраски, улучшает условия труда и экологическую обстановку. Отличительная особенность применения порошковой окраски – практическая безотходность процесса, потери составляют 1...2% по сравнению с 50...60% при окрашивании изделий распылением традиционными жидкими ЛКМ. Кроме того, сокращается время окраски, так как появляется возможность исключить операции грунтования и нанесения промежуточных слоев, обеспечить требуемую толщину однослойного покрытия.

Покрытия на основе порошковых красок отличаются хорошими физико-механическими и защитными свойствами. Подготовка поверхности изделий перед нанесением порошковых красок также важна, как и в случае применения жидких ЛКМ. В зависимости от материала, степени загрязнения и условий эксплуатации изделий применяют различные составы и способы обработки. Порошковые краски наносят в специальных камерах с системой фильтрации и рекуперации. Камеры нового поколения оснащены высокоскоростным циклоном, обеспечивающим возможность быстрой смены цвета краски. Покрытия отверждаются в сушильных камерах при 160...200°C в течение 10...15 мин. Метод сушки может быть конвекционный, с инфракрасным излучением или комбинированный. В качестве теплоносителей используют электричество, газ, мазут.

Применение порошковых красок в отечественном автомобилестроении долгое время сдерживалось отсутствием ЛКМ требуемого качества и трудностями, связанными с ремонтной окраской, переходом с одного цвета краски на другой и т. д. Сейчас многие из этих трудностей преодолены, и порошковые краски постепенно начинают занимать свое место в автомобилестроении. Кроме того, увеличившийся в настоящее время ассортимент выпускаемых порошковых красок (большая гамма цветов, ЛКМ для глянцевых, матовых, полуматовых покрытий, «под кожу», структурированных, перламутровых и др.) позволяет значительно расширить область их применения в автомобильной промышленности.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

На сегодняшний день стоматологические материалы, используемые для реставрации твердых тканей зубов, представлены несколькими классами: амальгамами, стеклоиономерными цементами, компомерами, композиционными материалами. Ведущую роль играют композиционные материалы. Широкое применение в клинической практике они получили в течение последних 20 лет благодаря достижениям в области материаловедения.

Формирование новой концепции адгезивной подготовки тканей зуба перед пломбированием и совершенствование свойств самих композиционных материалов позволяют максимально сохранять здоровые ткани зуба, повысить эстетичность, долговечность и функциональность реставраций. Ассортимент композиционных материалов, представленных на стоматологическом рынке, очень широкий. Материалы значительно различаются по своим физическим, химическим, рабочим свойствам, технике использования, что требует определенной подготовки стоматолога для эффективной работы с ними. Оптимальный выбор материала и методики работы с ним в зависимости от клинической ситуации будет способствовать повышению долговечности реставраций и предупреждению развития осложнений.

Разнообразие композиционных материалов требует от стоматолога владения терминологией в области материаловедения, что позволяет представить особенности современных материалов и обосновать их выбор. Композиционный материал – термин, объединяющий разные группы материалов, предназначенных для восстановления твердых тканей зуба. Любой образец этого класса представляет собой комбинацию в определенных пропорциях основных (матрицы, неорганического наполнителя) и дополнительных компонентов. Разные сочетания компонентов определяют физические, химические, биологические и рабочие свойства композиционного материала.

Проблема поиска идеального пломбировочного материала до настоящего времени полностью не решена, что подтверждается большим количеством новых разработок в материаловедении. На создание нового материала и выход его на стоматологический рынок уходит в среднем

4...6 лет. На доклиническом этапе тщательно изучаются физические, химические, биологические свойства экспериментального образца на предмет соответствия принятым стандартам. На клиническом этапе всесторонне оцениваются ближайшие и отдаленные результаты применения нового материала. Выбор того или иного материала определяется совокупностью характеристик, которые зависят от комбинации основных компонентов. Изменить параметры, заложенные производителем, невозможно, но знание их позволит выбрать наиболее подходящий материал в конкретной клинической ситуации.

К основным физическим свойствам композиционных материалов относятся прочность на сжатие и растяжение, устойчивость к износу, оптические эффекты (опаковость, прозрачность, флюоресценция, опалесценция), рентгеноконтрастность, полимеризационная усадка, плотность и тиксотропность, коэффициент термического расширения, модуль эластичности.

К основным химическим свойствам относятся тип органической матрицы, устойчивость к действию света, тип наполнителя и наполненность материала по весу и объему, скорость и глубина полимеризации. Биологические свойства композиционных материалов характеризуются, в первую очередь, количеством остаточного мономера, предельный уровень которого регламентируется стандартами.

В настоящее время основными направлениями усовершенствования существующих пломбировочных материалов и разработки материалов нового поколения является оптимизация их физико-механических, химических и оптических свойств, а также снижение величины усадки при полимеризации. Перспективным представителем композиционных материалов в стоматологии является принципиально новый класс пломбировочных материалов, изготовленных на основе так называемых силоранов – соединений силоксанов и оксиранов, которые согласно результатам тестовых исследований обладают чрезвычайно низкой величиной водопоглощения и усадки при полимеризации. Еще одним достаточно перспективным направлением является использование эпоксидных полимерных материалов, которые обладают значительно более высокой механической прочностью. Основной причиной задержки выпуска этих новых композитов является необходимость разработки достаточно широкого ассортимента материалов различного цвета и прозрачности, состав которого должен полностью соответствовать номенклатуре существующих систем пломбировочных материалов.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ – СПЕЦИФИКА ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА

Порошковой металлургией называют отрасль науки и техники, охватывающую совокупность методов изготовления порошков металлов и металлоподобных соединений, полуфабрикатов и изделий из них или их смесей с неметаллическими порошками без расплавления основного компонента. Метод порошковой металлургии был открыт в 1826 году русским инженером Петром Григорьевичем Соболевским, а 1926 год считается началом промышленного производства деталей этим методом. За истекший период порошковая металлургия прошла взлеты и падения.

В настоящее время эта отрасль промышленности находит распространение во всем мире, так как позволяет получать не только изделия различных форм и назначений, но и создавать принципиально новые материалы, которые другим путем получить или очень трудно или невозможно. У таких материалов можно получить уникальные свойства, а в ряде случаев существенно повысить экономические показатели производства. При этом способе в большинстве случаев коэффициент использования материала составляет около 100%.

Порошковая металлургия находит широчайшее применение для различных условий работы деталей изделий. Методами порошковой металлургии изготавливают изделия, имеющие специальные свойства: антифрикционные детали узлов трения приборов и машин (втулки, вкладыши, опорные шайбы и т. д.), конструкционные детали (шестерни, кулачки и др.), фрикционные детали (диски, колодки и др.), инструментальные материалы (резцы, пластины резцов, сверла и др.), электротехнические детали (контакты, магниты, ферриты, электрошетки и др.) для электронной и радиотехнической промышленности, композиционные (жаропрочные и др.) материалы. Металлические порошки – основа порошковой металлургии, технология которой начинается с их получения. Метод производства и природа соответствующего металла, сплава или металлоподобного соединения определяют химические (содержание основного металла, примесей и загрязнений, пирофорность и токсичность), физические (форма, размер, удельная поверхность, истинная плотность и микротвердость частиц) и технологические (насыпная

плотность, текучесть, уплотняемость, прессуемость и формуемость порошка) свойства получаемого металлического порошка.

Порошковая металлургия – наиболее экономичный метод изготовления изделий: отходы материалов здесь самые низкие по сравнению с традиционными технологиями (литьем, механической обработкой, холодной и горячей обработкой давлением) за счет получения изделий с размерами, близкими к окончательным; минимальным количеством операций. Другая особенность порошковой металлургии – возможность производства материалов и изделия, которые невозможно получить традиционными металлургическими методами. Это тугоплавкие материалы и твердые сплавы, композиционные многокомпонентные материалы триботехнического (подшипники скольжения, фрикционные диски и накладки), электротехнического (щетки электрических машин, эрозионно-стойкие контакты, магнитомягкие и магнитотвердые изделия) назначения, пористые материалы и изделия из них (фильтры, катализаторы, диспергаторы, глушители шума и т. п.). Еще одна особенность порошковой металлургии используется пока недостаточно, хотя именно за этим направлением будущее и стратегические перспективы: композиционные многокомпонентные функциональные материалы, в том числе содержащие наноразмерные и наноструктурные компоненты, производимые в промышленных объемах, можно создавать только традиционными и новыми методами порошковой металлургии и родственных технологий.

Основные операции технологии порошковой металлургии – формование из порошка заготовки с приложением давления (или без него) в специальной форме, размеры которой максимально приближены к размерам готовой детали, термическая обработка (спекание), а при необходимости – дополнительная обработка (калибровка, термическая или химико-термическая обработка, механическая обработка посадочных либо дополнительных поверхностей). При этом спекание ведется при температурах ниже температуры плавления основного компонента исходной шихты. Однако порошковая металлургия имеет и недостатки, сдерживающие ее развитие: сравнительно высокая стоимость металлических порошков, необходимость спекания в защитной атмосфере, что также увеличивает себестоимость изделий порошковой металлургии, невозможность изготовления в некоторых случаях заготовок больших размеров, необходимость использования чистых исходных порошков для получения чистых металлов.

В настоящее время используют большое количество методов производства металлических порошков, что позволяет варьировать их свойства, определяет качество и экономические показатели

УДК 669.715

Концур О. О.¹, Міт'єв О. А.²

¹ студ. гр. ІФ-211 ЗНТУ

² д-р техн. наук, професор ЗНТУ

ФОРМУВАННЯ ЗАДАНОЇ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ВТОРИННОГО ПОРШНЕВОГО СПЛАВУ АЛ25

Рух людства шляхом науково-технічного прогресу був неможливим без винаходу двигуна внутрішнього згоряння. Однією з найважливіших та найбільш навантажених його деталей є поршень, який протягом кожного робочого циклу зазнає значних динамічних навантажень, що змінюються за знаком і напрямом.

Намагання врахувати всі вимоги, що пред'являються до поршневих матеріалів, було зроблено в роботах [1,2] і в узагальненому вигляді вони зводяться до наступних: мала густина; низький коефіцієнт термічного лінійного розширення; високі теплопровідність і твердість; низька пористість і висока щільність лиття; стабільність структури поршня в діапазоні робочих температур; високі статична, динамічна та втомна міцність; низький коефіцієнт тертя; високий опір корозійному руйнуванню в агресивних рідинних і газових середовищах; достатній рівень технологічних властивостей.

Вимоги до поршневих матеріалів багатогранні, важко сумісні, іноді суперечливі, що робить процес вибору матеріалу актуальним у кожному конкретному випадку.

ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93) для поршневих сплавів регламентує тільки наступні показники механічних властивостей: тимчасовий опір розриву, відносне видовження та твердість за Брінеллем. При цьому структура сплавів не зазначається, а високі механічні властивості забезпечуються комплексним рафінувально-модифікувальним обробленням. У той же час, задана мікроструктура поршневих матеріалів є одним з головних вихідних параметрів, якому сьогодні надається особлива увага з боку провідних двигунобудувальних фірм світу. Головним закордонним постачальником поршнів на світовий ринок є фірма «Mahle» (Німеччина), котра розробила шкалу допустимих мікроструктур для сплавів, що є аналогами АЛ25 (АК12М2МгН) і АЛ30 (АК12ММгН). Ідеальною, з точки зору даної шкали, є зерниста, размодифікована структура з компактним евтектичним кремнієм на фоні дендритного α -твердого розчину кремнію в алюмінії, при цьому довжина кристалів первинного кремнію не повинна перевищувати 100 мкм.

З урахуванням спадковості алюмінієвих сплавів було зроблено спробу отримання оптимальної структури при переплаві 100% возврату поршневих матеріалів із сплаву АЛ25. Мета полягала в тому, що при переплаві модифікованого возврату та незначного часу його знаходження в рідкому стані, ефект модифікування повністю не зникає, що дозволяє отримати так звану размодифіковану структуру. Окрім цього, у зв'язку з тим, що у вторинних сплавах, внаслідок їх забруднення домішковими елементами та залізом, утворюються комплексні інтерметалідні фази несприятливої морфології та великих розмірів, постала задача розробки модифікувального комплексу, основна дія якого була б спрямована на зміну морфології, розмірів і характеру розповсюдження інтерметалідних фаз, первинного кремнію, а також забезпечила ефективне рафінування розплаву від неметалевих включень і розчинених газів.

Було розроблено модифікувальний комплекс [3] для оброблення вторинних поршневих сплавів, який при випробуваннях на сплав АЛ25 довів свою високу ефективність: знизив коефіцієнт термічного лінійного розширення на 5%, у порівнянні з необробленими сплавами; забезпечив отримання механічних властивостей на рівні вищому, ніж регламентують ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93); підвищив тривалу міцність при температурі випробувань 300°C та навантаженні 50 МПа у середньому в 2,4 рази у порівнянні з кращими первинними сплавами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зильберг Ю. Я. Алюминиевые сплавы в тракторостроении / Зильберг Ю. А., Хрущова К. М., Гершман Г. Б. – М.: Машиностроение, 1971. – 151 с.
2. Повышение ресурса работы поршней двигателей внутреннего сгорания / Б. М. Немененок, В. А. Калиниченко, М. А. Садох [и др.] // Литье и металлургия. – 2005. – № 2. – С. 175–178.
3. Пат. 46094 Україна, МПК C22C 1/00. Модифікувальний комплекс для алюмінієвих сплавів / Лоза К. М., Мітяєв О. А., Волчок І. П.; заявник і патентотримувач Запорізький нац. техн. ун-т. – № u200905914; заявл. 09.06.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 23

СЕКЦІЯ «ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ»

УДК 504.05

Незгода Л. М.¹, Пасько Ю. Ю.², Турчина Н. М.³

¹ старш. викл ЗНТУ

² студ. гр. ГП-422 ЗНТУ

³ студ. гр. ГП-422 ЗНТУ

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Людина змінює якісні і кількісні особливості планетарного кругообігу речовин, прискорюючи його. Сучасний стан навколишнього середовища вже оцінюються як глобальна екологічна криза.

Екологічна криза – одна з найважливіших проблем сучасності, виявляється в різкому загостренні протиріч у відносинах між людським суспільством і природою, у порушенні природних процесів у результаті антропогенного впливу, у непередбачених наслідках науково-технічного процесу, у зростанні величезними темпами енергоспоживання і зниження паливних ресурсів. Відбувається збільшення природних і антропогенних катастроф, аварій унаслідок ненормативного розвитку економіки, руйнується середовище проживання людини і зв'язаних з нею рослин і тварин.

Запоріжжя за рівнем промислового потенціалу замикає п'ятірку найбільших індустріальних центрів України. Поряд з потужними підприємствами чорної металургії – ВАТ «Запоріжсталь», ВАТ «Дніпрспецсталь», у Запоріжжі розташовані найбільші підприємства кольорової металургії – Запорізький державний титано-магнієвий комбінат і ВАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат», підприємства хімічної промисловості – заводи ВО «Кремнійполімер», підприємства машинобудівного комплексу: ЗАТ «ЗАЗ», ВАТ «Мотор-Січ», ВАТ «Запоріжжкокс», ВАТ «Укрграфіт». У районі Запоріжжя на Дніпрі споруджена найбільша гідроелектростанція дніпровського каскаду – ДніпроГЕС.

Запорізька область найбільш складна в техногенному відношенні. На її території розташовані: найбільша в Європі АЕС, 168 промислових підприємств чорної і кольорової металургії, з них – 21 підприємство металургійного комплексу, 61 завод машинобудівного комплексу.

В області 585 потенційно небезпечних об'єктів, 70 з них хімічно небезпечні, 41 вибухонебезпечні, 21 – екологічно-небезпечні об'єкти. До них належать, наприклад, арковий міст через русло Старого Дніпра, ВО «кремній полімер», Запорізький державний титано-магнієвий комбінат, автомобільний шляхопровід Дніпрогесу.

У Запоріжжі понад 600 промислових підприємств: 130 з яких перебувають під особливим контролем СЕС і обласного управління екології і ресурсів.

Враховуючи той факт, що Запорізька область є одним із найбільш індустріалізованих регіонів України з історично високо розвиненим сільським господарством, тут можна виділити такі проблемні області забруднення атмосфери та водних ресурсів, утилізація та скидання стічних вод у виробничому промисловому та будівельному секторах підтоплення земель, забруднення унікальних територій та зон природної спадщини.

Серйозною екологічною проблемою в регіоні є забруднення води, а органи місцевого самоврядування отримують лише мінімальне фінансування, якого вистачає лише на те, щоб реагувати на аварійні ситуації. Особливо гостро ця проблема стоїть у місті Запоріжжя та рекреаційних зонах регіону Приазов'я. Щодо останнього існує ризик повної втрати його природної привабливості. В області й надалі існують проблеми, пов'язані зі скиданням стоків, у тому числі побутових стоків та стоків тваринницьких підприємств.

Як показують більшість історичних досліджень, діяльність людини негативно впливає на складні природні системи. Можна сказати, що незважаючи на тривалість вивчення цієї проблеми, утилізація і переробка відходів промисловості, як і раніше не ведеться на належному рівні.

Гострота проблеми, незважаючи на достатню кількість шляхів рішення, визначається збільшенням рівня освіти і накопичення промислових відходів. Зусилля зарубіжних країн направлені, перш за все, на попередження та мінімізацію утворення відходів, а потім на їх рециркуляцію, вторинне використання і розробку ефективних методів остаточної переробки, знешкодження і остаточного видалення, а поховання лише відходів, що не забруднюють навколишнє середовище. Всі ці заходи, безперечно, зменшують рівень негативного впливу відходів промисловості на природу, але не вирішують проблему прогресуючого їх накопичення в навколишньому середовищі і, отже, наростаючої небезпеки. проникнення в біосферу шкідливих речовин під впливом техногенних та природних процесів. Різноманітність продукції, яка за сучасного розвитку науки і техніки може бути безвідходним, отримана і спожита, досить обмежена, досяжна тільки в ряді технологічних ланцюгів і тільки високорентабельними галузями і виробничими об'єднаннями

ВЛИЯНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Одной из важных характеристик воды является ее твердость (жесткость) – определенное свойство воды, которое связывают с растворенными в ней соединениями магния и кальция, то есть наличием в воде катионов этих элементов. Они взаимодействуют с анионами, образуя соединения – соли жесткости.

Различают два типа жесткости воды: временную (карбонатную) – когда кроме кальция и магния в воде есть гидрокарбонатные анионы, от которых можно избавиться термическим методом и она не влияет на человеческий организм.

И постоянную (некарбонатную) жесткость воды. Она обусловлена присутствием в ней кальциевых и магниевых солей сильных кислот (сульфатов и хлоридов). Такая жесткость не устраняется кипячением, т. к. соли этого типа не распадаются под действием температуры. Высокое их содержание влияет на вкус воды, делая ее горьковатой и снижая органолептические свойства. Но и вода, содержащая малое количество этих солей неприятна и непригодна для человека.

Порог вкуса для иона кальция (в зависимости от соответствующего аниона) находится в диапазоне 2–6 ммоль/л, а порог вкуса для иона магния значительно ниже (в отдельных случаях приемлема вода с жесткостью в 10 ммоль/л).

Твердость во многом определяет пригодность воды для использования как в промышленных, так и в бытовых целях.

Жесткая вода негативно влияет на организм человека. При приготовлении пищи в такой воде возникают заболевания желудочно-кишечного тракта, т. к. в присутствии солей кальция и магния плохо развариваются мясо и бобовые, что приводит к плохому усвоению белка.

Так же возникает риск образования камней в почках и желчном пузыре. Это связано с накоплением солей, которые не успевают выводиться из организма. Эти соли нарушают усвоение жиров вследствие их омыления и образования в кишечнике нерастворимых кальциево-магниевых мыл, которые ограничивают проникновение в организм человека полиненасыщенных кислот, жирорастворимых витаминов и некоторых элементов.

Жесткая вода сушит кожный покров из-за появления «мыльных шлаков», образованных из мыла и не способных растворяться в такой воде. Эти шлаки закупоривают поры, не давая им дышать и вызывают воспаление кожи, зуд и жжение.

Большое количество солей кальция в воде влияет на сердечно-сосудистую систему, вызывая сильные сердечные сокращения и остановку сердца, инсульт, ишемическую болезнь сердца, артрит, приводит к дефициту Zn и P.

Привышение количества магния провоцирует повышение кровяного давления, появление псориаза, и т. д.

Целью данной работы является повышение уровня знаний и приобретение сведений студентами по теме «Влияние воды с высоким содержанием ионов кальция и магния на здоровье человека».

В результате изучения и проведенных исследований научились определять жесткость воды трилонометрическим экспресс-методом.

Было установлено, что жесткость воды для питьевых нужд зависит от конкретных местных условий (типа городского поселения, осадков, загрязнений воздуха).

Эксперименты показали, что жесткость поверхностных вод меньше жесткости вод подземных.

Было определено, что в г. Запорожье временная жесткость не превышает норму (не выше 4 ммоль/л), постоянная жесткость тоже в пределах нормы.

УДК 504

Пономаренко Н. І.

доц. ЗНТУ

ЕКОЛОГІЧНА ХІМІЯ ГІДРОСФЕРИ

Гідросфера – переривчата водна оболонка Землі. Природні води переважно нерівноважні відкриті системи. Загальні запаси води на Землі становлять 1.385.984.610 км³. Але не у зв'язку з величезною кількістю, а винятково завдяки ряду аномальних характеристик сполуки гідрогену і окиснену H₂O виділено в самостійну Земну оболонку.

Аномальні властивості: вид температурної залежності густини; висока теплоємність, завдяки чому океани згладжують коливання і перепади температури; питома ентальпія плавлення, що згладжує сезонні переходи; питома ентальпія випаровування, що призводить до того, що велика частина сонячної енергії, яка досягає Землі, витрачається на випаровування води,

перешкоджаючи перегріву її поверхні; висока діелектрична проникність, що визначає найбільшу розчинну здатність води щодо речовин із полярною та іонною структурою; вода здатна накопичувати інформацію, змінюючи структуру, володіє інформаційною пам'яттю.

Найголовнішими природними сполуками, що визначають в основному склад природних вод є: галіт NaCl , гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, кальцит CaCO_3 і доломіт $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. В океанічній воді знайдено майже всі хімічні елементи, але вміст їх дуже різний: $\text{O}(85,7\%)$, $\text{H}(10,8\%)$, $\text{Cl}(1,93\%)$, $\text{Na}(1,03\%)$, $\text{Mg}(0,13\%)$, $\text{S}(0,09\%)$, $\text{Ca}(0,04\%)$, $\text{K}(0,039\%)$. Решта інші елементи. Головні катіони Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ ; головні аніони HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- .

У воді розчиняються гази. Важливим для життєдіяльності є кисень O_2 , його концентрація визначає розмір окисно-відновного потенціалу та напрямок і швидкість хімічних і біохімічних процесів. Кисневий режим впливає на життя водойми, перебігу процесу самоочищення, мінімальний вміст розчиненого O_2 , що забезпечує нормальний розвиток, становить близько 5 мг/дм^3 . Насиченість ним води потрібна для окисного розкладання більшості домішок, тому введено узагальнений показник, що дає змогу оцінити сумарну кількість забруднень у воді за поглинанням кисню.

Важливими хімічними характеристиками стану природних вод є також:

- твердість (зумовлення кількості йонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^-) багато в чому визначає можливості їх використання;

- кислотно-лужна рівновага визначається наявністю йонів HCO_3^- , CO_3^{2-} ; випадання атмосферних опадів з підвищеним вмістом H^+ призводить до серйозних змін стану поверхневих вод (процес закиснення); значення $\text{pH} < 5$ стабілізує водоймище навіть якщо атмосферні опади мають більш високі значення pH , що пояснюється наявністю гумусних сполук у воді. Виявлено, що зі зменшенням pH води різко зростає у воді вміст йонів важких металів, що прискорює процес загибелі екосистеми;

- окисно-відновні процеси в гідросфері:

- а) стан окиснення елемента є дуже важливим з погляду токсичності сполуки, наприклад, найвищий ступінь токсичності серед усіх форм має хром VI (CrO_4^{2-});

- б) денітрифікація (перетворення NO_3^- в інертний молекулярний N_2 ;

- в) сульфат-редукція (SO_2 бактерії $\rightarrow \text{H}_2\text{S}$).

Метою даної роботи є узагальнення теоретичних відомостей по екологічній хімії гідросфери, проведення дослідів з вивчення складу, властивостей природних вод нашого регіону. Аналіз теоретичних і практичних дослідів показав, що головною екологічною проблемою Запорізької області залишається забруднення природних водних об'єктів неочищеними і недостатньо очищеними стічними водами житлово-комунального комплексу, промислових підприємств.

КОРОЗІЙНЕ РУЙНУВАННЯ ВТОРИННИХ СИЛУМІНІВ

Алюмінієві сплави характеризуються сприятливим поєднанням механічних, експлуатаційних і ливарних властивостей, що зумовило їх широке застосування в промисловості та побуті. Інтенсивне використання сплавів призводить до накопичення значної кількості лому та відходів виробництва, які потребують переробки. Рециклінг і отримання з цих матеріалів вторинних сплавів економічно доцільний і актуальний, оскільки дозволяє зменшити у 20 разів енергетичні витрати та на 90...95% кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище. Для високолегованих алюмінієвих сплавів корозійна стійкість визначається не тільки ступенем агресивності середовища, але і структурним станом, який залежить від хімічного складу, металургійних і технологічних чинників виробництва. Структура вторинних сплавів із-за значної забрудненості початкової сировини Fe, Ni, Pb, Sn, мастилами, неметалічними матеріалами та іншими домішковими елементами, містить велику кількість комплексних фаз, розчинених газів, які негативно впливають на їх механічні властивості. Корозійна тривкість вторинних алюмінієвих сплавів, отриманих з різної початкової сировини, вивчена недостатньо.

Досліджували корозійну тривкість вторинного сплаву АК9М2 (9,2% Si, 2,1% Cu, 0,92% Fe, 0,25% Mn), отриманий в полуменевій відбивній печі типу ЕНУ5000 за технологічними варіантами: І – традиційний, ІІ – експериментальний із використанням рафінуюче-модифікуючого комплексу наступного складу: хлорид натрію, хлорид калію, фторию алюмінію, сірка, карбонат натрію та ультра дисперсний карбід кремнію, що забезпечило зниження поруватості та глобуляризацию інтерметалідних фаз. Методика дослідження корозійного руйнування вторинних силумінів включала наступні етапи. На першому етапі зі сплавів виготовляли мікро шліфи та фотографували місця з характерною структурою, що містила інтерметалідні фази з залізом, евтектичний кремній та α - твердий розчин кремнію в алюмінії (матриця).

Метою дослідження було з'ясування впливу зазначених фаз на корозійне руйнування вторинного силуміну АК9М2. Для цього поверхню шліфа обробляли 2М розчином NaOH, що забезпечило пришвидшену динаміку корозійних процесів.

На другому етапі, для підтвердження закономірностей мікрокорозійного руйнування, визначили глибинний показник і швидкість корозії.

Пришвидшені корозійні випробування сплавів проводили в стандартному розчині 3% NaCl + 0,1% H₂O₂ за температури 25°C. Тривалість випробувань – 720 годин (ГОСТ 9.017-74). Зразки для випробувань виготовляли зі злитків і термічно обробляли за режимом Т5 (гартування у воду + штучне старіння). Глибинний показник і швидкість корозії вторинного силуміну визначили за втратою маси зразків (ГОСТ 9.908-85). Продукти корозії усували розчином HNO₃. Аналіз результатів досліджень показав, що технологія виготовлення сплавів суттєво впливає на їх структуру. Форма фаз, присутніх у сплаві, змінювалася від пластинчастої та голкоподібної (варіант I) до компактної (варіант II). При цьому змінювалися їх розміри і протяжність меж, яка в площині шліфа характеризувалася периметром фаз. Згідно з літературними даними, результатами мікрорентгеноспектрального та рентгеноструктурного аналізів, інтерметалідні фази пластинчастої та голкоподібної морфології відповідають стехіометрії Al₅FeSi і Al₇eCu₂.

Встановлено, що середній периметр фаз для I варіанту складав 22,3 мкм, а для II – 11,9 мкм. Дослідження показали, що фази, які містили залізо та евтектичний кремній, виступали в цих сплавах катодними складовими, тоді як матриця сплаву була анодом. При цьому спостерігалось корозійне руйнування тонких шарів металевої матриці, які контактували з включеннями інтерметалідів або кремнію. Включення некомпактної форми великого периметру, маючи значну протяжність меж контакту, провокували протікання активного процесу корозійного руйнування матриці сплаву – анодної складової. Концентрація внутрішніх напружень на межі контакту «інтерметалідна фаза – матриця», що зумовлена їх некогерентністю, пришвидшувала корозійне руйнування. Одночасно із зменшенням периметру фаз і протяжності їх меж забезпечувалось зниження концентрації внутрішніх напруг навколо включень, що уповільнювало протікання корозійних процесів. Спостережено, що корозійні процеси активно протікали в околі інтерметалідних фаз, які містили залізо, на підставі чого зроблено висновок про високий катодний потенціал даних фаз. Частинки евтектичного кремнію також були катодами стосовно матриці сплаву. Локальна корозія спостерігалася вздовж меж «кремній – твердий розчин», але протікала з менш інтенсивно, ніж в околі комплексних інтерметалідних фаз. Підвищення дисперсності крем'янистої фази зменшувало площу ділянок розтравлювання навколо них.

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО КРУГООБІГУ НА БІОЛОГІЧНИЙ ТА ГЕОЛОГІЧНИЙ КРУГООБІГ

Колооберти речовин у біосфері та техносфері суттєво відрізняються і швидкість цих коло обертів теж. Речовину, її типи у біосфері виділяв В. І. Вернадський: 1) жива речовина; 2) біогенна речовина; 3) нежива речовина (косна); 4) біокосна речовина; 5) радіоактивна речовина та 6) космічна речовина.

Між живим і неживим неподоланної межі немає. Це динамічна система, яка активно сприймає і перетворює молекулярну інформацію з метою самозбереження – основна функція живої системи.

Речовину техносфери поділяють на технічну речовину – активну функціонуючу частину засобів виробництва. Всю неактивну масу техносфери – будівлі, споруди, комунікації, накопичення вилучених порід, відходів виробництва та вжитку, техногенні емісії – техногенна речовина. Маса техногенної речовини досягає сьогодні величини $8.5 \cdot 10^{12}$ т, що майже у 1.5 рази більше за масу біоти біосфери.

Серед особливих видів впливу техносфери на біосферу слід виокремити такі, що призводять до небажаних для екосистем антропогенних змін. Прикладом можна вважати негативні наслідки антропогенного впливу на ґрунти.

Технічні рішення, на які спиралися методи інтенсифікації, були анти екологічними. Виникли проблеми із здоров'ям населення через надходження пестицидів разом з повітрям, їжею, водою, що може спровокувати бурхливий розвиток онкозахворювань. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВОЗ) наводить інформацію про щорічне отруєння пестицидами (500000 осіб, більше 5000 з летальними наслідками). У 70-ті роки ХХ ст. вироблялось пестицидів 2 млрд т/рік, але загальні втрати врожаїв почали зростати і досягли майже 50%. Близько 1500 хімічних речовин, що використовуються у боротьбі з хворобами рослин та шкідливими мають пестицидну активність. З цих речовин 550 застосовуються як пестициди, а інші мають численні модифікації. Пестициди не мають вибіркової дії, а впливають на все живе.

В Україні ця проблема теж є однією з пріоритетних. Ситуація, що сьогодні склалася, потребує негайного вирішення. В Україні у сфері використання, утилізації знешкодження і поховання пестицидів виникла невідкладна потреба негайного вирішення цієї проблеми. Нагромадження

заборонених до використання пестицидів оцінюється сотнями тон, в кожній області їх кількість коливається від 130 до 2500 тон.

Вплив антропогенного кругообігу на геологічний кругообіг виявляється у техногенному втручанні у геоекосистеми, а саме на природу певної території, ландшафт, рельєф, ґрунти, рослинний та тваринний світ. Створення штучного водосховища, наприклад Каховське, змінило рельєф до значної частини акваторії р. Дніпро, поховавши під водою близько 700 га родючої землі, знищивши багато видів рослин та тварин, що мешкали на цій території, місця нересту риби та гніздування птахів. Місцевості вздовж штучного моря зазнали певних змін, які сьогодні проявляються підйомом води до непередбаченого проектом рівня. Так, у місті Кам'янка Дніпровська, що здавна відома не тільки в Україні, а й в Європейських країнах високою культурою городництва, відмінною якістю ранніх овочів, що йшли на експорт, сьогодні більше сотні господарств потерпають від високої води, яка зруйнувала значну частину присадибних маєтків, господарських будівель, підвали з продовольством опинилися в повені води (2014–2015 роки). Такі проблеми виникають і в інших селищах (Водяне), ґрунтові води підіймаються так. Що відбувається затоплення ґрунтів і неможливість проведення сезонних сільськогосподарських робіт стає типовою проблемою для низки поселень. Людина стає заручником власних наукових і технічних досягнень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Природокористування і сталий розвиток, економіка, екологія, управління: Зб. матер. Міжнародної науково-практ. конф., 10–11 квітня 2014 року – Ірпінь: Видавництво Національного університету ДСП України, 2014. – 396 с
2. Zbiór raportów naukowych. «Nauka dzis: teoria, metodologia, praktyka, problematyka. 30.07.2014– 31.07.2014 – Warszawa: Wydawca; Sp. z o. o. «Diamond trating four», 2014. – 88 str.

УДК 543.06

Сохрякова Т. В.

зав. лаб. ЗНГУ

РОМАТОГРАФІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Хроматографія (від грецького слова «хроматос» – колір) – це метод розділення і аналізу сумішей речовин, який ґрунтується на різному розподілі їх між двома фазами, які не змішуються – рухомою і нерухомою.

Адсорбційний метод хроматографії полягає у тому, що при пропусканні будь-якого розчину крізь високу та порівняно вузьку колонку, наповнену адсорбентом, речовини поглинаються залежно від ступеня їх адсорбованості у певній послідовності і в той же час оборотно.

Отриману хроматограму проявляють, пропускаючи крізь неї деяку кількість розчинника, як правило, того ж, у якому були розчинені досліджувані речовини. Для кожного компонента суміші у цій двофазній системі характерна рівновага, завдяки чому на стовбці адсорбенту утворюються горизонтальні зони певної висоти, які переміщуються вниз, вздовж колонки, по шляху руху проявляючої рідини зі швидкістю, яка залежить від здатності даної речовини поглинатися адсорбентом, що міститься у колонці. Оскільки здатність адсорбуватися у різних речовин різна, то зони більш-менш чітко відділяються одна від іншої.

Є багато видів хроматографії. За принципом фракціонування та фізико-хімічної взаємодії адсорбенту та речовин розрізняють адсорбційну хроматографію на колонці чи в тонкому шарі, розподільну хроматографію на папері чи в тонкому шарі, газорідинну хроматографію, молекулярно-ситову хроматографію, йонообмінну хроматографію на колонці та на папері та інші.

Йонообмінна хроматографія заснована на обміні між йонами, що знаходяться в розчині, та йонами, які входять до складу йонообмінника – іоніту. Є дві групи іонітів: катіоніти, які мають властивості кислот і аніоніти, що мають властивості основ. Іоніти повинні бути механічно-, хімічно- і термічностійкими. Вони характеризуються обмінною ємністю, величиною, яка показує максимальну кількість йонів, яку здатний зв'язати йонообмінник.

Для кількісного визначення катіонів Ni^{2+} та Co^{2+} при їх сумісній присутності у розчині необхідно спочатку їх розділити методом йонообмінної хроматографії. В основі такого розділення є відмінності цих йонів у комплексоутворенні. Кобальт більш схильний до утворення різноманітних комплексних сполук, ніж Нікол. По різному відносяться катіони Ni^{2+} та Co^{2+} до хлоридної кислоти. Так, йон Co^{2+} у розчині хлоридної кислоти з $c(1/1 \text{ HCl}) = 9,0 \text{ моль/дм}^3$ утворює комплексний аніон $[\text{CoCl}_4]^{2-}$, а Ni^{2+} за цих умов залишається у вигляді простого катіона. Тому при пропусканні такого розчину крізь аніоніт у Cl^- -формі аніон $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ обмінюється з аніонами Cl^- і поглинається на аніоніті, а катіони Ni^{2+} проходять без затримки. Для видалення катіонів Ni^{2+} з простору між зернами аніоніту, йонообмінну колонку промивають декілька разів тим же електролітом, тобто розчином хлоридної кислоти з $c(1/1 \text{ HCl}) = 9,0 \text{ моль/дм}^3$, в об'єднаних елюатах визначають Ni^{2+} методом комплексометричного титрування.

Йони металів, які поглинуті на аніоніті, можна вимити розведеним розчином хлоридної кислоти відповідної концентрації і далі визначати в

елюатах вміст йонів. Так, для визначення вмісту Кобальту колонку промивають розчином хлоридної кислоти з $c(^{1/1} \text{HCl}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$. При цьому Кобальт переходить в катіонну форму Co^{2+} . Вміст катіонів Co^{2+} знаходять методом комплексонометричного титрування з застосуванням різних індикаторів.

Якщо на аніоніті були поглинуті Кобальт і Купрум у вигляді аніонів $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ та $[\text{CuCl}_4]^{2-}$, то при промиванні колонки розчином хлоридної кислоти з $c(^{1/1} \text{HCl}) = 4,0 \text{ моль/дм}^3$ Кобальт у вигляді Co^{2+} переходить в елюат, а Купрум залишається; Купрум у вигляді Cu^{2+} можна потім вимити з колонки розчином хлоридної кислоти з $c(^{1/1} \text{HCl}) = 2,5 \text{ моль/дм}^3$.

Для розділення йонів Al^{3+} та Fe^{3+} до розчину додають концентровану хлоридну кислоту до концентрації 2 моль/дм^3 . При цьому утворюється ацидокомплекс $\text{H}[\text{FeCl}_4]$, а Алюміній залишається у формі катіона. Потім суміш пропускають через аніоніт у Cl^- -формі. Відбувається обмін йонів Cl^- на FeCl_4^- . Йони FeCl_4^- затримуються на колонці, а йони Al^{3+} проходять через колонку, не поглинаючись.

При узагальнені та удосконалені методик кількісного визначення катіонів металів при їх сумісній присутності у розчинах використовувалась їх здатність утворювати ацидокомплекси, застосовувався метод йонообмінної хроматографії та метод комплексонометричного титрування з використанням різних індикаторів (мурексиду, ксиленолового оранжевого, пірокатехинового фіолетового).

СЕКЦІЯ «БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

УДК 69:697.329

Рунов В. В.

студ. гр. ІФ-811 ЗНТУ

ОГЛЯД ІННОВАЦІЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ

Енергозбереження – реалізація комплексу організаційних, правових, виробничих, наукових, економічних, технічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання та економне витрачання паливно-енергетичних ресурсів. Крім того, в систему енергозбереження включають заходи по залученню до господарського обігу поновлюваних джерел енергії. Поновлювані джерела енергії – джерела безперервно поновлюваних в біосфері Землі видів енергії сонячної, вітрової, океанічної, гідроенергії річок.

«Розумне» стінове огороження. Головним напрямком діяльності денверської компанії RavenBrick є розробка еко-технологічних систем, які дозволяють власникам заміських та дачних ділянок знизити споживання енергії, просто керуючи кількістю сонячного світла і тепла, що надходить щодня до їх будинку. Остання інновація від компанії являє собою концептуальну систему інтелектуальної стіни, в якій за допомогою нанотехнологій сонячне тепло, яке надходить в будівлю, затримується, щоб потім використовуватися для обігріву внутрішніх приміщень в нічний час. Ця інтелектуальна «повільна стіна», що отримала назву RavenSkin, використовує матеріал з фазовим переходом, здійснюваним на молекулярному рівні, що дозволяє переносити теплоту від сонця з дня в ніч. Стіна робить це шляхом перетворення вхідного сонячного світла в інфрачервоне випромінювання, яке прямує далі всередину приміщення тільки тоді, коли це необхідно.

Графітове покриття. Китайські дослідники задалися питанням створення «всепогодних» сонячних батарей. «Ми хотіли розробити батарею, яка виробляє енергію і під час сонячного дня, і під час дощу» – розповідає Кунвей Тань (QunweiTang), вчений-матеріалознавець з китайського Океанічного університету (OceanUniversityofChina) в Циндао. Завдяки спеціальному покриттю на основі графену сонячні батареї зможуть виробляти електричну енергію не тільки під час ясної сонячної погоди, а й під час дощу. Яким же чином можна отримати енергію з дощових крапель? Виявляється, дощова вода далеко не чиста, в ній містяться розчинені солі, які поділяються на негативні і позитивні іони. І для того, щоб використовувати цю хімію в своїх інтересах китайські вчені звернулися до графену, формі вуглецю, кристалічна решітка якого має

одноатомну товщину. Електрони в графені можуть притягнути позитивно заряджені іони натрію, кальцію, амонію та інші. В результаті цього утворюються роздільні насичені позитивними і негативними іонами шари, які діють як обкладки конденсатора, в якому вже міститься якийсь електричний заряд.

«Розумні» вікна. Нова система «розумних вікон», розроблена дослідниками Сеульського університету Soongsil, є практичною реалізацією однієї з енергозберігаючих технологій. Спекотного літа, вікна цієї системи можуть стати непрозорими і не пропускати тепло всередину приміщення, а взимку ці «розумні» вікна можуть стати кристально прозорими, безперешкодно пропускаючи сонячне світло. Такі заходи допоможуть суттєво скоротити витрати енергії, і грошей, витрачених на кондиціонування і опалення. Сеульські дослідники стверджують, що їм вдалося розробити систему «розумних» вікон, яка повністю позбавлена недоліків. Вчені використовували матеріал, який називається мультieleктролітним кополімером (polyelectrolyte copolymer), в якому знаходяться іони і протиіони. В якості розчинника для цього полімеру використовувався метанол. Крім цього, новий матеріал володіє дійсно високою швидкістю, час, який потрібен на перемикання від абсолютно прозорого до абсолютно непрозорого стану матеріалу, становить лише кілька секунд.

Система генерування електрики з стічних вод. Студент Університету Де Монтфорт в Лестері (Leicester's DeMontfort University) Том Бродбент (Tom Broadbent) вигадав установку генераторів електрики в трубу стічних вод. Ідея йому прийшла в голову, коли він спостерігав за зливом води у ванній. Ідею HighDroPower можна порівняти з функціонуванням гідроелектростанції, мініатюрна копія якої вбудовується в стічну систему багатоповерхового будинку: вода, яка переміщається по трубах вниз, впливає на лопатки турбіни, яка в свою чергу обертає генератор, що виробляє електрику. Гарний натиск стічних вод є в хмарочосах, тому HighDroPower ідеально підходить для них.

УДК 69:621.31

Поварчук В. А.

студ. гр. ІФ-811 ЗНТУ

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВО: ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

В сучасних економічних умовах постійна зміна цін на паливно-енергетичні ресурси і обмеженість їх запасів, безпосередньо впливають на економічний стан держави в цілому і його складових зокрема. Не ефективне використання цих ресурсів тягне за собою їх значні перевитрати, що прямо

веде до переплати та погіршенню матеріального становища всіх дійових осіб, а також негативному впливу на екологічну обстановку в регіонах. Саме тому впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій та їх всебічне використання в будівельній індустрії, допоможе збільшити енергоефективність зведених і існуючих будівель і споруд, що істотно зменшить тарифи на комунальні послуги, знизить навантаження на державний, обласні та міські бюджети і в результаті призведе до поліпшення добробуту всіх громадян в цілому і держави зокрема.

Ринок сучасних західних і східних енергозберігаючих технологій пропонує широкий спектр можливостей для економії і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, а досвід, політика, нормативно-правова документація, кваліфікація трудових ресурсів і обізнаність громадян про переваги використання енергозберігаючих технологій в іноземних державах, забезпечує усебічне впровадження цих технологій в будівельну галузь, що забезпечує високу ефективність споживання і витрат енергоресурсів.

Основними способами збільшення енергоефективності будівель і споруд є зменшення тепловтрат шляхом використання сучасних енергозберігаючих технологій та матеріалів, зменшення витрат електроенергії шляхом впровадження інтелектуальних систем енергорозподілу, сонячних батарей, зменшення втрат при доставці тепла в будівлі шляхом установки сучасних автономних опалювальних систем, замість централізованих систем і т. д.

Основними проблемами на шляху впровадження сучасних енергозберігаючих технологій в будівельну галузь є: не досконалість законодавчої бази, адміністративні бар'єри, застаріла нормативна документація, низька кваліфікація трудових ресурсів, висока вартість використання технологій, низька вмотивованість і обізнаність людей про переваги застосування енергозберігаючих технологій.

Основою метою є порівняння зарубіжного і вітчизняного досвіду впровадження та застосування енергозберігаючих технологій, законодавчої та нормативно-технічної документації, методів популяризації використання енергозберігаючих технологій серед населення і ґрунтуючись на цій інформації, визначити варіанти вирішення проблеми.

ЩОДО ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ ТА ЦІНОУТВОРЕННЯ У БУДІВНИЦТВІ

Ціноутворення – найважливіша спеціальність у ряді галузей, таких як – будівництво, електромонтаж, санітарно-технічний монтаж, реставрація, з міст об'єктів вулично-дорожньої мережі населених пунктів, об'єктів житлово-комунального господарства, благоустрою, пусконаладки устаткування та ін.

Є вирішенням головних питань: скільки коштуватиме? Які трудовитрати (людські і механізовані) необхідно притягнути? Які матеріали, устаткування і вироби планувати придбавати і в якому обсязі? Скільки заробить організація, робітник, інженер, держава (податки) і які відрахування необхідно перерахувати згідно чинного законодавства?

Дає можливість передбачити широкий спектр можливих витрат у разі інфляційних процесів і всілякі ризики; витрати на проектно-дослідницькі роботи і роботи по технічному нагляду; витрати на проведення робіт в зимовий і літній період і багато іншого, що дає повну картину вартості об'єкту на початковій стадії визначення ціни, що надалі запобігає від додаткових вкладень.

Оптимізує інформацію незалежно від розміру об'єкту, розділяючи його на під об'єкти залежно від видів робіт, черги виконання, типу, з усіма матеріально-трудовими ресурсами, на будь-якій із стадій виконання робіт.

Головне завдання – допомогти усім учасникам будівництва не лише мінімізувати витрати, але і уникнути багатьох проблем в процесі роботи.

Будь-яка система не досконала, система кошторису робіт не виключення. Наукова діяльність в цьому напрямі має бути спрямована на точне визначення трудовитрат робітника згідно з сучасними тенденціями, враховуючи сучасні матеріали, інструменти і їх вартість, оскільки велика частина розцінок базується на досвіді і наукових дослідженнях часів СРСР.

Ряд робіт, які недооцінені (трудовитрати на які занижені) порівняно з роботами того ж сегменту, хоча по своїх фізичних і моральних аспектах вони не поступаються, а іноді і перевершують другі, але оцінюються нижче (роботи по бетонуванню, кам'яній кладці, санітарно-технічні роботи, електромонтажні та ін.) – ця проблема, рішенням якої може бути наукові дослідження по порівнянню, обстеженню, проведенню необхідних вимірів і внесенню корективів в державний норматив.

Праця людини повинна правильно нормуватися і гідно оплачуватися не лише в сусідніх країнах, де будівельники і монтажники з України користуються успіхом, але і в нашій країні, адже робота виконується однакова, але оцінюється по-різному.

УДК 621.396

Бугрова Т. І.

доц. ЗНТУ

СПРЯМОВАНІ ВЛАСТИВОСТІ 3D ГІБРИДНИХ АНТЕН ФРАКТАЛЬНОГО ТИПУ НА ОСНОВІ МЕТАМАТЕРІАЛІВ

Основною метою досліджень було створення нового типу антен для безпілотників гібридних 3D фрактальних антен у вигляді пірамід із застосуванням метаматеріалів. Подібні конструкції поки не були досліджені іншими авторами. В процесі роботи проаналізовані частотні властивості антен по модулях коефіцієнтів відбиття S_{11} і по КСХ, а також досліджувались їх спрямовані властивості по діаграмах спрямованості (ДС).

У доповіді наводяться результати дослідження парасолькових пірамідальних тригранних і чотиригранних антен як для бортового розміщення (з розмірами $\lambda/8$), так і для наземного пересувного пульта керування ($\lambda/4$) в автомобілі. Кожну грань піраміди виконано у вигляді модифікованої серветки Серпінського на одному боці діелектричної підкладки і метаматеріалів – на іншому її боці (рис.1).

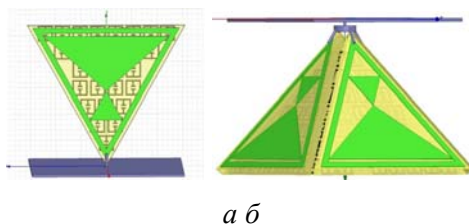


Рисунок 1 –Чотиригранна піраміда із зовнішнім підключенням точки живлення через шайбу

a – конструкція однієї грані з метаматеріалом; *б* – 3D антена.

Наявність метаструктур на поверхні підкладки посилює мультирезонансний характер антени, що дозволяє застосовувати її відразу в декількох частотних діапазонах. Сама антена при цьому стає більш високочастотною, і для налаштування резонаторів їх розміри зменшуються. Це дозволяє зменшити і габарити всієї антени, що особливо важливо для безпілотників. Виявлено сильну залежність S_{11} від частоти і від типу використовуваної метаструктури. MNG-середовище менш ефективне для збудження резонаторів антени в порівнянні з ENG-середовищем. Найбільш

узгоджена з розглянутих антен – чотиригранна піраміда з ENG–метаматеріалом. Її частотні властивості показані на рис.2. Коефіцієнт відбиття займає діапазон значень $-23... -9,75$ dB, відповідний КСХ знаходиться у межах 1,15... 1,96.

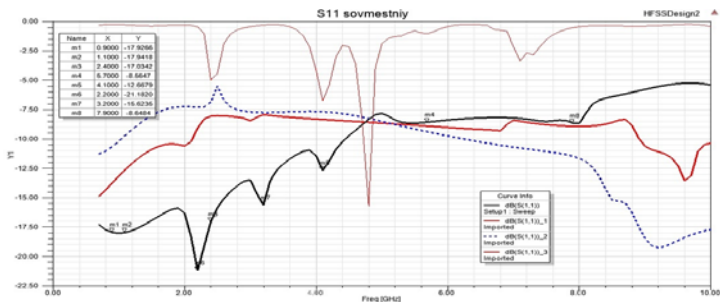


Рисунок 2 – Частотна залежність S_{11} в діапазоні 0,7... 10 ГГц

Спрямовані властивості антени представлені на рис.3 у вигляді тривимірних ДС. У широкому діапазоні частот і просторових кутів спостерігається стійкість форми і сталість таких важливих параметрів, як ширини головних пелюсток.

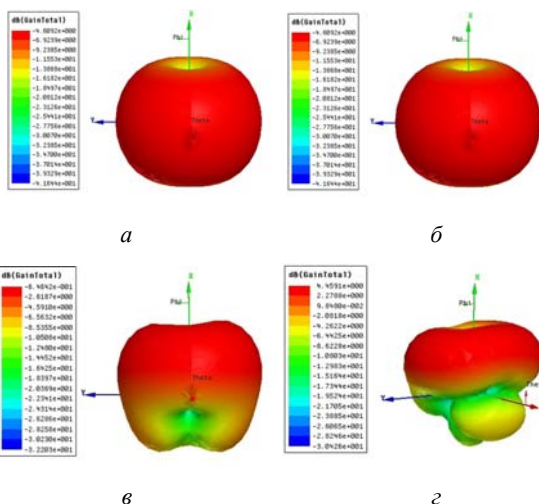


Рисунок 3 – Тривимірні ДС гібридної 3D фрактальної антени у вигляді піраміди з застосуванням метаматеріалів на резонансах

$a - 0,9$ ГГц; $b - 1,1$ ГГц; $c - 2,4$ ГГц; $d - 5,7$ ГГц.

Унікальні спрямовані властивості в поєднанні з мультичастотністю вказують як на прихований потенціал 3D фрактальних антен у вигляді пірамід із застосуванням метаматеріалів, так і на можливість їх використання у інших галузях НВЧ техніки та інших частотних діапазонах.

УДК 621.391.812.7

Пиза Д. М.¹, Мороз Г. В.², Звягинцев Е. А.³

¹ проф. ЗНТУ

^{2,3} аспир. ЗНТУ

ФОРМИРОВАНИЕ КЛАССИФИЦИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ АВТОКОМПЕНСАТОРА ПОМЕХ

В радиолокации для защиты от воздействия активных маскирующих помех (АМП) могут быть использованы как пространственные, так и поляризационные отличия в структуре полезных и помеховых сигналов. Для пространственной фильтрации применяются различного вида автокомпенсаторы помех (АКП) или адаптивные антенные решетки.

Установлено [1], что при одновременном воздействии активной и пассивной помехи, последняя, за счет пространственно-распределенного характера, разрушает пространственную корреляцию точечных источников АМП. Поэтому, в условиях воздействия комбинированных помех, необходимо тем или иным способом устранить влияние пассивной помехи на процесс формирования весовых коэффициентов АКП.

Известно решение [2], в котором формирование классифицированной обучающей выборки для адаптации весовых коэффициентов АКП осуществляется на временном интервале, расположенном в конце дальности действия РЛС. Решение основывалось на предположении, что интенсивность пассивной помехи по мере увеличения дальности существенно уменьшается, но это не позволяет гарантированно обеспечить эффективную компенсацию активной составляющей комбинированной помехи.

В [3] описан метод, основанный на использовании частотных различий между активной и пассивной помехой и формировании весовых коэффициентов АКП на частоте, не совпадающей с частотой пассивной помехи. Отношение коэффициента подавления АМП при адаптации АКП на частоте помехи f_n $K(f_n)$ к коэффициенту подавления на частоте f_c $K(f_c)$ определяется выражением

$$\frac{K(f_n)}{K(f_c)} = 1 + \{1 - \cos[2\pi d \sin \theta (f_n - f_c) / c]\} \frac{P_{АМП}}{P_{вн.ш}}, \quad (1)$$

где d – расстояние между приемными антеннами; θ – угловое положение источника помехи относительно нормали к антенне; $\tau = (d \sin \theta) / c$ – задержка сигнала, обусловленная разностью хода помехового сигнала до приемных антенн; c – скорость распространения волнового фронта; $P_{АМП}$ – мощность активной маскирующей помехи; $P_{вн.ш}$ – мощность внутреннего шума приемных каналов.

Из (1) следует, что формирование весовых коэффициентов на частоте, отличающейся от частоты f_c , при разноте приемных антенн может привести к существенному снижению компенсации АМП, которое обусловлено различием фазовых сдвигов активной помехи между основной и компенсационной антенной пространственного фильтра. Для формирования классифицированной обучающей выборки в [3] фазовые межканальные сдвиги измеряются и выполняется их автоподстройка. Недостатком данного метода является то, что при использовании двух АКП (ведущего и ведомого), а также при измерении фазовых межканальных сдвигов реализация пространственного фильтра существенно усложняется.

При использовании поляризационно-временной обработки [4] диаграммы направленности основного и компенсационного каналов формируются одной и той же дуальнополяризованной антенной. Таким образом, разнос антенн и межканальный фазовый сдвиг отсутствуют. Это существенно упрощает формирование классифицированной выборки по сравнению с методом, предложенным выше.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавльов А. К. Адаптивные радиотехнические системы с антенными решетками [Текст] / А. К. Журавльов, В. А. Хлебников и др. – Л.: Изд. Ленинградского университета, 1991. – 544 с.

2. Пат. 48705 Україна, МПК G01S 7/36 Спосіб компенсації активної складової комбінованої завади [Текст] / Кононович В. Я., Кукольніцкий А. П., Залевський О. П., Каспирович О. Г., Мейстер Ю. Л., Денека А. А.; Казенне підприємство «Науково-виробничий комплекс «Іскра»; заявл. 06.11.2009; опубл. 25.03.2010, Бюл. №6.

3. Пат. 2444751 Рос. Федерация, МПК G01S 7/36. Устройство компенсации активных помех / Анохин В. Д., Симохамед Ф., Анохин Е. В., Кильдюшевская В. Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военный авиационный инженерный университет» (г. Воронеж)

Министерства обороны Российской Федерации; заявл. 10.03.2009; опубл. 10.03.2012, Бюл. № XXX. – 5 с.

4. Пат. 91114 Україна, МПК G01S 7/36 Спосіб захисту радіолокаторів від комбінованих завад, діючих по головному променю діаграми спрямованості антени / Піза Д. М., Сіренко А. С., Звягінцев Є. О.; Запорізький національний технічний університет; заявл. 20.12.2013; опубл. 25.06.2014, Бюл. №12.

УДК 621.372.85

Самойлик С. С.

старш. викл. ЗНТУ

ВЛАСНІ ЧАСТОТИ ПРЯМОКУТНОГО РЕЗОНАТОРА З БАГАТОШАРОВОЮ НАПІВПРОВІДНИКОВОЮ ЦИЛІНДРИЧНОЮ НЕОДНОРІДНІСТЮ

У доповіді розглянутий розвиток методу інтегральних рівнянь макроскопічної електродинаміки, що дозволяє строго вирішувати електродинамічні задачі для резонаторних структур із довільною кількістю неоднорідностей.

З використанням методу інтегральних рівнянь обчислені комплексні частоти нижчого типу коливань резонатора із двошаровою циліндричною вставкою, що представляє модель напівпровідникового діода (рис. 1).

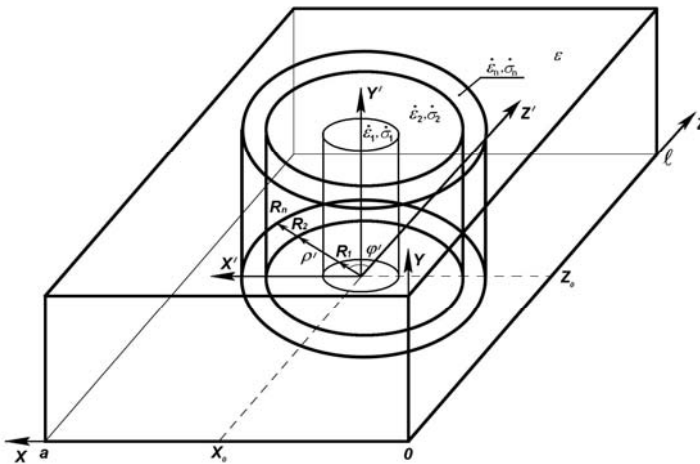


Рисунок 1 – Резонатор із багатошаровим заповненням.

Показано, як впливають параметри речовини з якої виготовлені вставки, на комплексну частоту резонаторної структури та встановлена лінійна залежність як дійсної, так і уявної частин комплексної частоти від провідності p - n переходу напівпровідника.

Метод дозволяє оптимізувати параметри резонатора при розв'язку конкретних практичних питань залежно від геометрії й параметрів напівпровідникових і діелектричних структур.

УДК 621.395

Костенко В. О.¹, Мисюк А. М.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. ЗНТУ

АЛАМПА – ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Предлагаемый прибор внешне похож на обыкновенную лампу накаливания, но предназначен для выполнения функций, обратных работе лампы. На рис. 1 показаны его внешний вид и устройство.

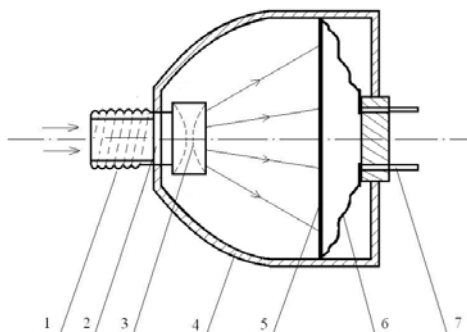


Рисунок 1 – Внешний вид и устройство алампы

1 – патрон; 2 – оптический разъем; 3 – рассеивающая линза; 4 – колба;
5 – фотоэлектрический преобразователь; 6 – проводник; 7 – выходной электрический разъем.

Современные технологии получения трехслойных преобразователей [1] позволяют до 48% энергии светового потока превращать в электродвижущую силу (Э. Д. С.). А помещение источника света и преобразователя в единое замкнутое пространство дает стабильность в работе и независимость от

влияния внешней среды (пыли, влаги и др.). Среда же внутри колбы не обязательно должна быть вакуумирована. Колба может быть заполнена, например, осушенным азотом или осушенным воздухом [2].

Предлагается выпустить целую линейку таких приборов на разные мощности, точно также, как и выпускаются лампы накаливания (на 10, 40, 60, 75, 100 ватт).

Потребность в таких устройствах появилась при проектировании систем мониторинга вышек высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) 750 кВ. Для обеспечения электропитания электронного блока на каждой вышке отвод макроскопически малой части энергии осуществляется от линейного провода с помощью светового потока, проходящего внутри гирлянды изоляторов по оптоволокну, с последующим преобразованием алампой в Э. Д. С [3]. Таким образом удастся часть энергии вывести из высокопотенциальной области в низкопотенциальную, где расположен электронный блок видеонаблюдения.

Мощность экспериментального образца составляет 5 ватт (напряжение 5 В при токе в нагрузке 1 А), что достаточно для питания видеокамеры и телекоммуникационного блока, обеспечивающего передачу изображения в центр наблюдения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sources: Alta Devices, GaAs Solar Startup, Acquired by China's Hanergy. Режим доступа: <http://www.greentechmedia.com/articles/read/Sources-Alta-Devices-GaAs-Solar-Startup-Purchased-by-Chinas-Hanergy>. – Название с экрана.
2. Фурье-спектроскопия водяных паров в 40-метровом оптическом транспортном канале Новосибирского ЛСЭ / [Кубарев В. В., Винокуров Н. А., Колобанов Е. И. и др.]. – Научный вестник Новосибирского государственного технического университета, 2012. – № 4. – С. 72–75.
3. Костенко, В. О. Электропитание охранной сигнализации от высоковольтной линии электропередач [Текст] / В. О. Костенко, И. Н. Сметанин, О. В. Щекотихин // Радиотехника. Информатика. Управление. – 2014. – №1. – С. 40–45

ВПЛИВ АТТРАКТОРІВ НА РЕАЛІСТИЧНІСТЬ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕМІЩЕННЯ АБОНЕНТІВ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Прогноз перевантаження у фрагменті стільникової мережі мобільного зв'язку багато в чому залежить від мобільності користувачів і можливості передбачити подальше місце розташування абонентів. В той же час, вибрана модель мобільності користувачів, характеристики її набору даних можуть значно вплинути на точність прогнозування. Існуючі моделі мобільності абонентів являються або занадто спрощеними, або не представляють реальні характеристики руху користувача. Але важливо, щоб модель була як можна ближча до дійсності і відповідала реальності. Як правило, при моделюванні пересування абонента для різних сценаріїв, переміщення людини характеризується поєднанням різних ознак. Аналіз літературних джерел показав, що досить часто розглядаються моделі для різної кількості абонентів, які мають нормальний, вільний, не спрямований і неузгоджений характер руху.

В якості набору даних для математичних моделей, як правило, виступають [1] параметри руху (швидкість, прискорення і зміна кута напрямку) і залежності між ними, величина часу зупинки абонентів в дорозі і елементи, які відображають зовнішні чинники.

Проте, на причини мобільності людей основний вплив утворюють соціологічні чинники [2]. Отже, при моделюванні процесу реалістичного руху цей аспект повинен братися до уваги. У основу поведінкових моделей руху абонента закладений ряд чинників, яким відповідає поведінка людини: по інтересу до об'єкту, по впливу географії і інфраструктури на шляху до мети, по взаємодії з іншими учасниками руху.

Підхід до моделювання з випадковим характером вибору напрямку переміщення людини має очевидні недоліки, тому, що в житті людина рухається не хаотично, а усвідомлено відповідно до своїх інтересів до об'єктів і місць, які притягають його. Це призводить до введення в модель руху такого елементу як аттрактор, тобто деякої області або об'єкту, до якої притягуються (сходяться) усі можливі траєкторії руху. Аттракторами можуть виступати люди або місця, які представляють інтерес для людини (наприклад, сцени на шоу, стадіони при проведенні змагань та ін.).

Для формалізованого відображення в математичних моделях будь-який аттрактор характеризується привабливою силою, з якою він може впливати на прагнення абонента потрапити до нього. Така сила є головною причиною, сприяючою руху людини, і по суті, являється основою визначення майбутнього шляху. Основною параметричною характеристикою аттрактора

a є міра його привабливості A . Привабливість $A(a, z_i)$ аттрактора a_i для абонента z_i (і ряду інших людей, які також його вибрали) пропорційна його популярності і зворотно пропорційна до відстані, яка відділяє його від абонента (інших людей) [3]:

$$A(a_i, z_i) = \frac{1 + \sum_{z_j \in Z, z_j \neq z_i} B(a_i, z_j)}{\sqrt{(X_{a_i} - X_{z_i})^2 + (Y_{a_i} - Y_{z_i})^2}}, \quad (1)$$

де X і Y координати індивіда або аттрактора; $B(a_i, z_j)$ являє собою змінну Бернуллі.

Якщо взяти до уваги, що маршрут абонента, характеризується початком і цільовим аттрактором, то головна особливість полягатиме у виборі саме такого аттрактора. Такого роду вибір може бути реалізований таким чином. Вірогідність $P(a_i)$ того, що абонент z_i серед усіх можливих, вибере аттрактор a_i , пропорційна тій частині від загальної привабливості, яку вносить цей аттрактор a_i у суму загальної кількості j навколишніх аттракторів [3]:

$$P(a_i) = \frac{A(a_i, z_i)}{\sum_j A(a_j, z_i)}. \quad (2)$$

Окрім зацікавленості у напрямі руху абонентів в нормальних умовах необхідно враховувати схильність людини йти до цільового аттрактору найкоротшим шляхом.

Таким чином, вказані чинники і параметри є основою для формування поведінкових моделей руху абонента.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Azevedo, T. S. An analysis of human mobility using real traces [Text] / T. S. Azevedo, R. L. Bezerra, C. A. V. Campos, L. F. M. de Moraes // In WCNC'09: IEEE conference on Wireless Communications & Networking Conference: proceedings. – Piscataway, NJ, USA,: IEEE Press. – 2009. – P. 2390–2395.
2. Ribeiro, A. G. Improving mobile networks based on social mobility modeling [Text] / A. G. Ribeiro, R. C. Sofia, A. Zuquete // ICNP 2011: of the 19th annual IEEE International Conference on Network Protocols, 17–20 October, 2011: proceedings. – Vancouver, BC, Canada, 2011. – P. 289–291.
3. Borrel, V. On Natural Mobility Models [Text] / V. Borrel, M. D. de Amorim, S. Fdida // In LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE, –Vol. 3854; Springer, New York, USA, – 2005. – P.243–253.

УДК 621.3.062.9

Мороз Г. В.¹, Захарова М. В.², Ковальчук М. К.³, Кулинич В. С.⁴,

Луковенко П. С.⁵, Сумарюк С. Г.⁶

¹ ассист. ЗНТУ

²⁻⁶ студ. ЗНТУ

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

С момента появления первых мобильных телефонов прошло немногим более двух десятилетий, но мобильная связь уже подверглась существенным изменениям. Системы первого поколения сменились системами второго поколения, которое долгое время преобладало на территории Украины. С февраля 2015 года МТС и еще два оператора сотовой связи приобрели частоты под связь третьего поколения UMTS (3G).

ПрАО «МТС Украина» обеспечивает связь на 98% территории нашей страны.

Технология третьего поколения (3G) обеспечивает высококачественную передачу речи, изображений, мультимедиа контента и доступ в Internet, а также обмен данными между мобильным телефоном и компьютером. Сети 3G должны поддерживать следующие скорости передачи данных:

для абонентов с высокой мобильностью (до 120 км/ч) – не более 144 кбит/с;

для абонентов с низкой мобильностью (до 3 км/ч) – 384 кбит/с;

для неподвижных объектов – 2048 Кбит/с.

В то же самое время, 3G технологии должны улучшить качество сервиса сетей вторых поколений, добавляя им множество новых услуг. С увеличением скорости передачи данных возрастают требования к качеству предоставляемых услуг. Также возрастает количество сервисов, к которым абонент может получить доступ.

На базе данного оператора предлагается услуга облачного хранения. Облачное хранилище данных – модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных распределенных в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам, в основном, третьей стороной.

В качестве метода анализа трафика на основе технологий широкополосного доступа предлагается использовать оборудование Huawei Ocean Stor UDS, включающее в себя коммутатор S6724, логический узел T3200, корпус UDSN, SmartDisk 4TB.



Рисунок 1 – Магистральная и зонавые кабельные сети Украины

Промоделированы магистральные и зонавые кабельные сети (рис.1), рассчитаны с помощью алгоритма Дейкстры кратчайшие пути прохождения сигналов от абонента к серверу. Экономический расчет показал, что срок окупаемости проекта составляет примерно 1,67 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов 2-е издание./ В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – Спб.: Питер,2003. – 864 с.: ил.
2. Облачные хранилища данных. Сергей Грицачук. [Электронный ресурс] / Журнал IT-Expert: № 03/2012 / Режим доступа: <http://www.it-world.ru/tech4human/solutions/7357.html/2012>. – Загл. с экрана.
3. Лубенец С. В. Перспективы и проблемы развития систем беспроводной передачи данных в Украине [Текст] / С. В. Лубенец // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Зб. наук. пр. Темат. випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – №30. – с. 13–18.

ПУТИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

В представленной работе рассматриваются этапы развития транспортных сетей, проводится сравнение их основных показателей и обосновывается перспектива использования технологии OTN.

В настоящее время, в связи с постоянным увеличением передаваемой информации, происходит модернизация транспортных сетей, направленная на увеличение пропускной способности, повышение надежности и качества передаваемой информации, упрощение масштабируемости и наращивание спектра услуг, предоставляемых пользователю.

Функции транспортной сети делятся на две группы. Основные (транспортные) функции осуществляет непосредственно транспортная сеть, обеспечивающая передачу информации из одного пункта в другой. Вспомогательные функции выполняют сети поддержки, которые осуществляют управление, синхронизацию, энергообеспечение, техническое обслуживание и т. д.

В настоящее время в сетях используется синхронный и асинхронный режимы передачи информации.

Эволюция развития транспортных сетей происходила в определенной последовательности. Ее начало относят к 1970-м годам, с появлением АСП, в середине 70-х начинается переход на ЦСП, в следствие чего появляется PDH. Главным недостатком АСП является низкое качество передачи голоса и необходимость в большом количестве ретрансляторов. Технология PDH помогла устранить эти недостатки, но у данной технологии были выявлены следующие недостатки: сложность и неэффективность операций мультиплексирования и демultipлексирования пользовательских данных, отсутствие средств обеспечения отказоустойчивости, недостаточная производительность даже на верхнем уровне иерархии скоростей. В ходе исследований методов борьбы с возникающими трудностями были разработаны технологии SDH и ATM, которые прочно завоевали рынок связи и долгое время оставались оптимальным решением. Принципиальное отличие между сетями SDH и ATM заключается в предоставлении пользователю транспортного ресурса сети. Преимущество сетей ATM – это возможность передачи как синхронного, так и асинхронного трафика.

Сильной стороной технологии Ethernet является ее гибкость, однако она применима на небольших расстояниях и перестала соответствовать растущей потребности в передаче информации на большие расстояния.

Технология WDM позволила увеличить как скорости передачи информации, так и расстояния. Основным недостатком WDM является наличие громоздких интерфейсов, которые призваны обеспечить совместимость с другими технологиями.

В последнее десятилетие, на смену всем ранее известным технологиям, пришла активно внедряемая ведущими компаниями мира технология OTN. Она позволяет не только увеличить скорость передаваемой информации до десятков Тбит/с, но и упростить интерфейсы с одновременным улучшением масштабируемости и надежности сети.

УДК 621.38, 621.3, 621.397

Кудрявцев Д. П.¹, Сбродов О. О.²

¹ канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

² студ. ЗНТУ

СВІТЛОДІОДНИЙ РЕКЛАМНИЙ МОДУЛЬ З WI-FI ДОСТУПОМ

Вивчення та організація зовнішньої реклами, зокрема світлодіодних екранів, набуває все більш актуального звучання [1]. Оскільки до 85% інформації, одержуваної нами, це візуальна інформація, одним з головних напрямків в освоєнні новітніх засобів відображення інформації стає розвиток і вдосконалення мультимедійних інформаційних технологій. У всьому світі, на ринку зовнішньої реклами активно розвиваються світлодіодні технології. Останнім досягненням в області відображення інформації є світлодіодний екран, який за своїми технічними характеристиками не має аналогів [2, 3].

У даній роботі розроблено простий та дешевий світлодіодний монохромний дисплейний модуль (56x8 точок) з бездротовим (Wi-Fi) доступом на базі мікроконтролера ATmega16 та Wi-Fi модуля ESP8266. Для зменшення вимог до мікроконтролера у проєкті застосовувалися регістри-засувки 74HC573 у якості розширювачів портів [4].

Застосування над'яскравих СІД сприяло зменшенню споживаної і розсіюваної електричної потужності, що в свою чергу дозволило використовувати найбільш просту і дешеву систему охолодження (природна конвекція).

Можливість бездротового доступу як до пристрою в цілому, так і до окремих його модулів дозволила реалізувати пристрій з високими експлуатаційні характеристики.

Для реалізованого пристрою характерна легкість варіювання розмірами і формою дисплеїв, а також легкість варіювання колірної гами дисплеїв в широкому діапазоні.

За рахунок модульності конструкції вдалося добитися уніфікації і взаємозамінності вузлів, легкості налаштування і налагодження, що у високому ступені збільшило ремонтпридатність пристрою в цілому.

Використані при розробці ідеї дозволяють сподіватися на швидкий старт при комерційному використанні і конкурентноздатність з дешевими аналогами.

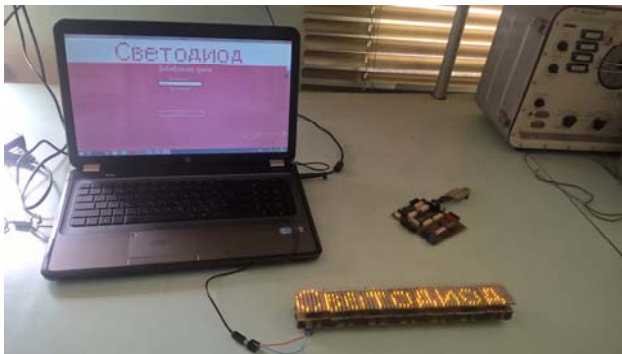


Рис. 1. Зовнішній вигляд розробленого пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Владимир Крылов, Михаил Никуличев. Прогнозы и тенденции на рынке светодиодных технологий. – SCREENS. – 2016. – № 4. [<http://www.screens.ru/ru/2016/4.html>]
2. Шубина Н. В., Егорова Л. Е. Разработка электронных устройств с процессорным управлением (на примере создания светодиодного экрана). – Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–12. – С. 2625–2629.
3. Гаркавенко А. С., Гатало М. С., Шепелев А. В. Светодиодные матричные экраны для отображения визуальной информации. – Компьютерная оптика. – 1989. – № 5. – С. 75–78.
4. Хоровиц П. Искусство схемотехники. В 3-х томах: /П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1993. – 371 с.

УДК 669.15:537.621.4:620.193.4

Сніжної Г. В. доц. ЗНТУ

IDENTIFICATION OF CORROSION RESISTANCE BY THE MAGNETOMETRIC METHODS OF AUSTENITIC FE-CR-NI ALLOYS

Despite numerous studies of the processes of corrosion of various materials, the problems encountered in practice require the comprehensive investigation of the mechanisms of corrosion behavior aimed at guaranteeing the reliable and safe operation of contemporary structural materials.

Chromium-nickel austenitic steels contain small amounts of δ -ferrite and characterized by different local interactions with corrosive media. In fact, the low content of δ -ferrite (0,005...0,5%) cannot significantly affect the corrosion behavior of steels of the austenitic class. It is possible to assume that the corrosion is affected by the preliminarily formed atomic-magnetic state of the austenitic matrix [1] determined by the sum of magnetic moments of atoms contained in the unit mass (specific magnetization) and described by the external parameter, namely, by the specific magnetic susceptibility χ_0 of austenite [2].

The purpose of the present work is to study the dependence of the corrosion resistance of five commercial heats of the austenitic chromium-nickel alloy 06HN28MDT of δ -ferrite did not contain from the paramagnetic state of the austenitic matrix (parameter χ_0).

It is experimentally established that the corrosion resistance of austenitic chromium-nickel alloys 06HN28MDT (of δ -ferrite did not contain) depends on the atomic-magnetic state of austenite, which is a paramagnetic characterized by the specific magnetic susceptibility χ_0 : the corrosion resistance of alloy decreases with increasing χ_0 (whereas the corrosion rate K increases), and vice versa.

REFERENCES

1. Snizhnoi, G. V. Dependence of the corrosion behavior of fustenitic chromium-nickel steels on the paramagnetic state of austenite / G. V. Snizhnoi // Materials Science. – 2013. – V.49. – №3. – P.341–346.
2. Snizhnoi, G. V. Magnetic state of the deformed austenite before and after martensite nucleation in austenitic stainless steels // G. V. Snizhnoi, M. S. Rasshchupkyna / Journal of Iron and Steel Research, International. – 2012. – V.19. – № 6. – P.42–46.

УДК 539.2

Погосов В. В.¹, Вакула П. В.², Рева В. І.³, Коротун А. В.⁴

¹ проф. ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

³ асп. ЗНТУ

⁴ доц. ЗНТУ

ВПЛИВ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ПОКРИТТЯ НА РОБОТУ ВИХОДУ ПОЗИТРОНІВ

До числа металів з негативними значеннями W_p належать, наприклад, Al, Cu, Fe, Mo, Ni, Cr і Ti. Для них з аналізу енергетичного спектра зворотної емісії (по відношенню до вакуумного рівня) були отримані значення $W_p < 0$ (ці метали є потенційним бар'єром для інжекттованих позитронів).

Одним з каналів фіксації зворотної емісії позитронів служить реєстрація «емісії» атомів позитронія. Атоми Ps утворюються на хвості просторового розподілу електронів за поверхнею металу. Робота виходу W_{ps} може бути розрахована з циклу Борна. Для того щоб «витягти» з металу атом позитронія потрібно витягти електрон і позитрон окремо, а потім «об'єднати» їх в атом:

$$W_{ps} = W_e + W_p - Ry/2, Ry = 13,6 \text{ eV}, \quad (1)$$

Роботи виходу електрона і позитрона визначаються своїми об'ємними складовими і поверхневим дипольним бар'єром D . Для Al, Cu і Zn величини $W_p^{\text{bulk}} = 3.97, 2.82$ і 3.80 eV.

Вважаючи, що електростатичний потенціал далеко за поверхнею рівний нулю, величина електростатичного бар'єру $D = -e\bar{\phi}$, де $\bar{\phi} < 0$ значення електростатичного потенціалу в об'ємі металу. Внаслідок того, що $D > 0$ конкуренція доданків в (1) для різних металів приводить до величин W_p різного знака.

Величина дипольного бар'єра на поверхні металу залежить від кристалографічних індексів грані і вельми чутлива до способу розрахунку. Внаслідок того, що залежність $D(\epsilon)$ виявилась суттєвою (ϵ – діелектрична стала ізолятора на поверхні), можна стверджувати, що для одного і того самого металу (або індексів грані) знак роботи виходу позитрона може змінюватись із зміною ϵ .

Результати розрахунків для Al і Cu, які демонструють ефект зміни знаку роботи виходу позитронів, а також чутливість до чисельних методів рішення задачі, наведено на рисунку 1. Необхідна обережність у використанні

частково самоузгодженого прямого варіаційного методу на основі пробних однопараметричних функцій. Ці висновки можуть бути перевіреними у ході експериментальних досліджень.

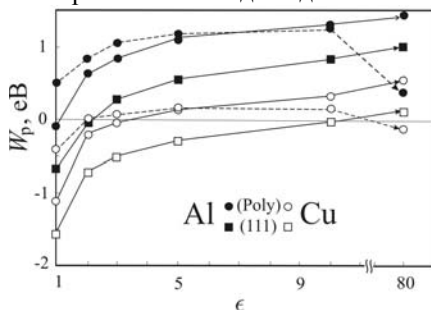


Рисунок 1 – Залежність роботи виходу позитрона від діелектричної сталої покриття металу для Al і Cu: суцільна лінія – розрахунок методом Кона-Шема, пунктир – прямим варіаційним методом для полікристалів

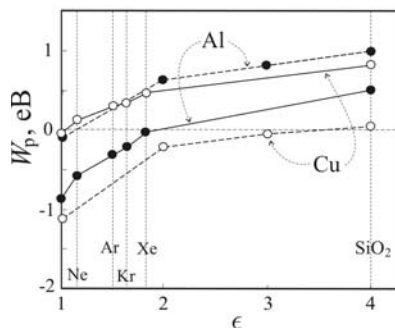


Рисунок 2 – Залежність роботи виходу позитрона від сталої покриття металу для інтерфейсів полі-Al і Cu з «реальними» ізоляторами з урахуванням позитронних зон провідності та наявності потенціалу зображення (суцільні лінії). Штриховими лініями позначено розрахунки у відсутності зони провідності в діелектрику і потенціалу зображення

Для полікристалічного Zn /грані Zn (0001) залежність $D(\epsilon)$ не призводить до принципових змін: $W_p = +0.61/-2.59$ і $+2.01/-1.23$ eV, відповідно, при $\epsilon = 1$ і 80. Аналогічні висновки можна зробити для граней Al (110) / (100) [$W_p = -4.86/-2.23; -3.39/-0.55$ eV] і Cu (110) / (100) [$W_p = -4.52/-2.64; -3.02/-0.95$ eV], відповідно, при $\epsilon = 1$; 80.

Результати розрахунку роботи виходу проілюстровані на рисунку 2, де продемонстровано суттєвість врахування зонної діаграми діелектрика та потенціалу зображення, що досі в літературі не відмічено. Отримані результати можуть бути використані для діагностики поверхні виробів, наноматеріалів і, можливо, в нанотехнологіях.

ВЛИЯНИЕ ВАКАНСИИ МЕТАЛЛА НА ЭНЕРГЕТИКУ ПОЗИТРОНОВ

Положение дна зон проводимости электронов и позитронов, их работы выхода $W^{e,p}$ зависят от концентрации вакансий n_v^{3D} в металле и диэлектрической константы покрытия поверхности ε :

$$W^e(n_v, \varepsilon) = W_\infty^e(\varepsilon) + \delta W_v^e(n_v) \quad (1)$$

$$W^p(n_v, \varepsilon) = W_\infty^p - \Delta D(\varepsilon) + \delta W_v^p(n_v) \quad (2)$$

где $W_\infty^{e,p}$ – традиционно рассчитываемая методом функционала плотности характеристика, состоящая из объемной компоненты и поверхностного дипольного барьера. Для идеального контакта величина $\Delta D(\varepsilon) \leq 0$ в (2) – это изменение поверхностного дипольного барьера вследствие покрытия, $\Delta D(1) = 0$.

Величина $\delta W_v^{e,p}$ в (1) и (2) – это поправки к объемным компонентам работ выхода, обусловленные наличием вакансий в металле. При условии $|\delta W_v^{e,p}| = |W_\infty^{e,p}|$ предполагается слабая зависимость дипольного барьера от концентрации вакансий. Вакансионный вклад состоит из двух слагаемых

$$\delta W_v^{e,p} = -T_0^{e,p} - \langle \delta v_{\text{eff}} \rangle_v^{e,p} \quad (3)$$

где $T_0^{e,p}$ – энергия основного состояния позитрона в сверхячейке Вигнера-Зейтца радиуса

$$R_v = \left(\frac{3}{4\pi n_v} \right)^{1/3} \quad ? \quad R_{\text{ws}},$$

вычисляемая в приближении потенциала нулевого радиуса, а $\langle \delta v_{\text{eff}} \rangle_v^{e,p}$ – усредненный по объему такой ячейки вклад потенциальной энергии от электрон/позитрон – вакансионного потенциала. Выполненные для A_1 результаты вычислений в наших предыдущих работах могут быть аппроксимированы формулой

$$\delta W_v^{e,p} \approx -A_1^{e,p} c_v - A_2^{e,p} c_v^2 \quad (4)$$

где $A_1^e = 0.129 \text{ эВ} \cdot \%^{-1}$, $A_2^e = 0.010 \text{ эВ} \cdot \%^{-2}$ и $A_1^p = 0.055 \text{ эВ} \cdot \%^{-1}$, $A_2^p = 0.148 \text{ эВ} \cdot \%^{-2}$. Выражения (4) для δW_v^e и δW_v^p справедливы при $c_v < 1\%$ и $c_v < 0.4\%$, соответственно.

Наличие вакансий не меняет концентрацию однородного электронного газа в металле, но меняет кинетическую энергию (член $T_0^{e,p}$ в (3)), поэтому дипольный барьер на чистой внешней поверхности, а следовательно и величины $W_\infty^{e,p}$ для 3D-металла зависят от n_v .

Начиная с комнатных температур время захвата позитронов вакансиями составляет всего несколько пикосекунд и все вакансии оказываются занятыми позитронами. Позитроны обратной эмиссии рассеиваются не столько на пустых вакансиях (формула (4) соответствует именно этому режиму), а на вакансиях, уже заряженных локализованными позитронами. Поэтому в формуле (4) для позитронов появляется дополнительное слагаемое

$$-\langle e\delta\phi_+ \rangle_v^p = -n_v \frac{e^2}{2} \iint d\mathbf{r} d\mathbf{r}' \frac{|\psi_f^p(\mathbf{r})|^2}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}, \quad (5)$$

которое рассчитывается с помощью волновой функции основного состояния локализованного позитрона. Для Al

$$-\langle e\delta\phi_+ \rangle_v^p \approx -A_3^p c_v - A_4^p c_v^2 \quad (6)$$

где $A_3^p = 0.089 \text{ эВ} \cdot \%^{-1}$, $A_4^p = 0.001 \text{ эВ} \cdot \%^{-2}$.

Концентрация вакансий, образующихся в результате радиационных повреждений в металлах, может составлять десятки процентов. Используя формулы (4) в качестве оценочных при $c_v = 3\%$, сдвиги работ выхода составляют значительные величины: $\delta W^e \approx -0.5 \text{ эВ}$ и $\delta W^p \approx -1.5 \text{ эВ}$, а с учетом (5) это -1.77 эВ . Как мы видим, вакансионный эффект дает значительно больший вклад для позитронов, чем для электронов.

Оценим наличие равновесных вакансий в островках и пленках. Концентрация вакансий в кластерах/островках металлов повышена по сравнению с 3D-состоянием и может быть учтена с помощью размерной зависимости энергии образования вакансии

$$\varepsilon_v(R) = \varepsilon_v \left(1 - 3 \frac{R_{ws}}{R} \right) \quad (7)$$

где R – радиус кластера ($R = N^{1/3} R_{ws}$). Для кластера, состоящего из $N = 10^3$ атомов ($R = 1.5 \text{ нм}$), энергия образования вакансии уменьшается примерно на 30%.

ДЕФЕКТОУТВОРЕННЯ В НАПІВПРОВІДНИКОВИХ КРИСТАЛАХ ПІД ДІЄЮ АТОМАРНОГО ВОДНЮ

В даний час виявлено: радикалорекомбінаційну люмінесценцію, хемовольтові ефекти, радикалорекомбінаційну емісію, радикалорекомбінаційний розігрів твердих тіл, радикалорекомбінаційне розпорошення, хемостимульовану дифузію [1]. Але енергія, яка виділяється при рекомбінації атома водню в молекулу може стимулювати і інші процеси, такі як виникнення дефектів.

Атомарний водень отримувався під дією високочастотного розряду, при цьому в реакторі запалювалася плазма, в якій молекулярний водень частково розкладався на атомарний водень. Радикали H^+ , а також інші іони, які утворюються в області розряду, «гинули» на відстані 25 см від області розряду або уловлювалися магнітною пасткою, розміщеною перед входом в робочий об'єм камери [1].

Для дослідження морфології поверхні і характеру змін на поверхні зразків, оброблених атомарним воднем, була розроблена методика, заснована на реєстрації дифузно відбитого від поверхні зразка світла.

Вплив атомарного водню на кристали германію призводить до генерації вакансій в приповерхневих областях зразків. Для подальшого вивчення процесу дефектоутворення досліджувалися криві спектра пропускання в ІЧ області спектра в діапазоні довжин хвиль $7\div 11$ мкм, що відповідає діапазону енергії $0,12\div 0,18$ еВ.

Збільшення шорсткості поверхні може служити доказом того, що в процесі впливу атомарного водню генеруються дефекти по Шотткі (поверхневі вакансії). Поверхневі вакансії можуть втягуватися в приповерхневі шари і дифундувати в обсяг кристала, або об'єднуватися на поверхні, утворюючи при цьому мікронерівності, що і призводить до збільшення мікрорельєфу.

Час виділення енергії хімічної взаємодії атомів водню $\tau \sim 10\text{--}10$ с, тому механізм виділення і дисипації енергії укладається в уявлення про Θ -спалах.

Під впливом атомарного водню внаслідок Θ -спалаху на поверхні в локальних місцях (де в даний момент виділяється енергія рекомбінації H) значно підвищується температура, що може призводити до впровадження поверхневих домішкових атомів в найближчі міжвузілья.

У приповерхневих областях вплив вакансій на коефіцієнт хемостимульованої дифузії може бути суттєвим. У міру віддалення від поверхні їх вплив слабшає внаслідок зменшення їх концентрації. На великих глибинах вплив хемостимульованих вакансій вже незначний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Матюшин, В. М.** Радикалорекомбінаційна обробка мікроструктур [Текст]: монографія / В. М. Матюшин, Є. Л. Жавжаров. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 57 с.

УДК 621.317.31; 519.6

Соколов А. В.¹, Василенко О. В.²

¹ студ. гр. РТ-334 ЗНТУ

² доц. ЗНТУ

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ ДЛЯ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ

Досить широко використовуються імпульсні перетворювачі постійної напруги (ІППН), які можна віднести до систем автоматичного регулювання із широтно-імпульсним принципом регуляції (PWM). Ці пристрої також називаються імпульсними регуляторами, перетворювачами постійного струму (DC-DC Converters), імпульсними стабілізаторами та відносяться до класу SMPS, тобто потужних пристроїв, що працюють в ключовому режимі (Switch Mode Power Supply) [1]. Конструктивно вони можуть бути реалізовані як на дискретних приладах, так і на мікросхемах. ІППН використовуються також для зарядних пристроїв, при цьому до технічних вимог (технічного завдання) відносяться рівні вхідної та вихідної напруги, вихідного струму та номінальної активної потужності, коефіцієнт пульсацій. Досить корисно мати недорогий компактний зарядний пристрій на 12 В, який працює від USB-порту комп'ютера (5 В). Базуватися такий пристрій буде на ІППН підвищувального типу (Boost Converter) із контролем/стабілізацією рівня вихідної напруги.

В циклі проектування електронних пристроїв важливим етапом є математичне моделювання, оскільки воно дозволяє прийняти оптимальні рішення щодо параметрів та структури проектованого пристрою, дослідити (спрогнозувати) його характеристики і область безпечної роботи.

Програми проектування/моделювання в електроніці (ECAD) мають в своїх бібліотеках набір макромоделей для ІППН різних типів. Основний розподіл макромоделей – по типу перетворювача, роботу якого вони мають

моделювати. Крім макромоделей основних ІППН різного роду, наприклад, знижувального та підвищувального типів (Buck, Boost, Buck-Boost), до бібліотеки внесено макромоделі й інших перетворювачів [2].

В ECAD-програмі MC11 (демо-версія) існує два способи моделювання ІППН: за допомогою Switch (ключових) та Averaged (усереднених) макромоделей. Switch – макромоделі створені із урахуванням усіх нелінійностей, які властиві транзисторам, вентилям, трансформаторам, дроселям; їхнє використання обмежується режимами розрахунку перехідних характеристик. В Averaged-макромоделях немає ключових елементів, функціонування пристрою в режимі малого сигналу описано квазістатичним нелінійним рівнянням із параметричними коефіцієнтами, які залежать від коефіцієнту заповнення. Ці економічні макромоделі набули найбільшого поширення при дослідженні САР.

Існує також поділ за режимом контролю: за струмом (Current Mode – CM), або по напрузі (Voltage Mode – VM). Назви файлів мають інформативний характер та відображають властивості макромоделі згідно наведеної класифікації: наприклад, файл S_BOOST_VM вміщує ключову макромоделю перетворювача підвищувального типу, в режимі контролю вихідної напруги.

У моделях перетворювачів центральне місце займають ключ (в даному випадку MOSFET MTP3055E) та макромоделю системи управління – PWM-контролер, із входами від датчиків струму та напруги. Схема моделі ІППН та результати моделювання представлені на рис. 1 та 2 відповідно.

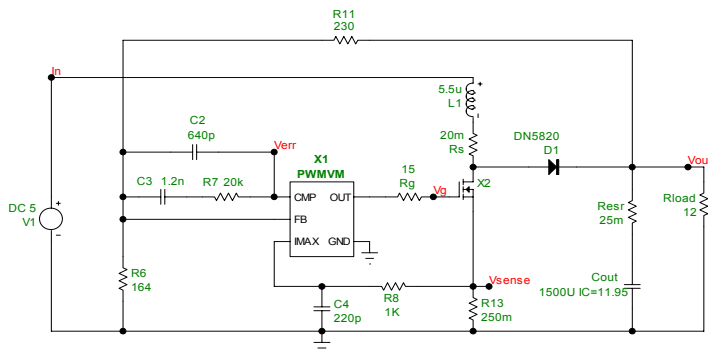


Рисунок 1 – Схема моделі ІППН підвищувального типу

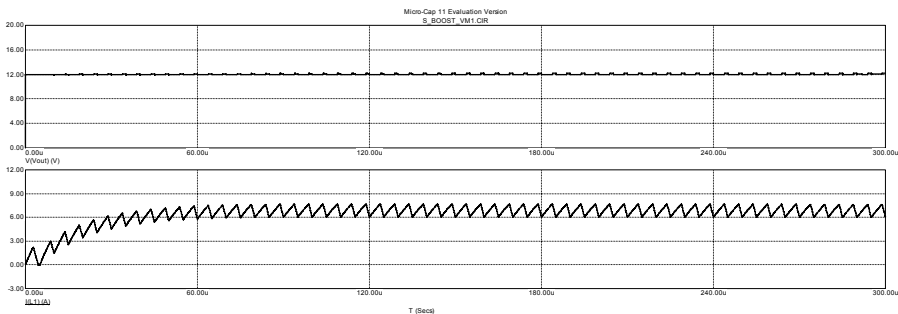


Рисунок 2 – Результати моделювання: вихідна напруга (верхній графік)
та струм через індуктивність (нижній графік)

В ході багатоваріантного аналізу вдалося підібрати оптимальні значення реактивних елементів, виходячи з умов мінімізації коефіцієнта пульсації та відсутності збудження резонансних контурів. Після підбору елементів з існуючої номенклатури, переходять до трасування друкованої плати, виробленню дослідного зразку та натурних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Севернс, Р. Импульсные преобразователи постоянного напряжения для систем вторичного электропитания [Текст]: Пер. с англ. под ред. Л. Е. Смольникова. / Р. Севернс, Г. Блум. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 294 с: ил
2. Micro-Cap 9 Electronic Circuit Analysis Program. User's Guide. – Spectrum Software, 2007. – 220 с.

СЕКЦІЯ «ЯКІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ»

УДК 006.91-389.14

Ігнаткін В. У.¹, Томашевський О. В.², Сніжної Г. В.³

¹ д-р техн. наук, проф. ДДТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

³ канд фіз.-матем. доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛЕЙ МЕТРОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Рішення задач оцінки й контролю метрологічної надійності засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), які використовуються для контролю виробничих процесів у технологічних системах, повинно підлягати головній задачі самого виробництва – забезпечити необхідний об'єм випуску виробів при мінімальних витратах. Метрологічне обслуговування (МО) ЗВТ можна розглядати в цьому аспекті як забезпечуючу підсистему системи управління якістю продукції виробничого процесу. Ефективне функціонування МО ЗВТ забезпечується оптимальним вибором значень параметрів метрологічного обслуговування для мінімізації втрат від виробництва «бракованої» продукції й витрат на утримування МО ЗВТ, тобто в досягненні мінімуму загальних витрат.

Підсистеми МО ЗВТ, як складові системи управління якістю продукції, направлені не стільки на виявлення дефектів або браку в готовій продукції, скільки на перевірку якості виробу в процесі його виготовлення. Головними задачами при аналізі виникнення дефектів та браку є мала вивченість властивостей і закономірностей виникнення явних і схованих метрологічних відмов в засобах вимірювальної техніки (ЗВТ), відсутність необхідного математичного апарату (моделей) метрологічної надійності, а звідси хаотичність та недостатня достовірність визначення причин погіршення якості продукції.

Оскільки основним об'єктом МО ЗВТ є саме ЗВТ, покажемо основні стани, в яких воно може перебувати. Зупинимося на моделі, що має п'ять станів ЗВТ:

- ЗВТ працездатний і застосовується за призначенням;
- ЗВТ непрацездатний, але застосовується за призначенням (схована відмова);
- ЗВТ працездатний і перевіряється;
- ЗВТ непрацездатний і перевіряється;
- ЗВТ в ремонті.

Перехід із стану 1 у стан 2 характеризується виникненням у ЗВТ схованої відмови.

Переходи 1–3 і 2–4 здійснюються планово, за графіком проведення періодичних перевірок.

Перехід 3–4 аналогічний переходу 1–2. Перехід 3–4 здійснюється наприкінці перевірки за умови, що не було прийнято помилкове рішення про наявність у ЗВТ схованої відмови. У протилежному випадку спостерігається перехід 3–5. Аналогічно перехід 4–2 здійснюється, якщо через помилку (пропуску відмови) користувачеві повертається ЗВТ зі схованою відмовою, у протилежному випадку – перехід 4–5 – прийнято вірне рішення.

Крім цього, можуть відбуватися переходи 1–5, 2–5, 3–5, 4–5, якщо в ЗВТ виникає явна відмова. Явна відмова – це, як правило, раптова відмова, поява якої може встановити сам користувач ЗВТ.

Перехід 5–3 – ідеальне відновлення, перехід 5–4 відновлення зі схованою відмовою, не усуненою через помилки, допущені під час виконання ремонту,

Як параметри МО ЗВТ використовуються: період повторення перевірочних робіт; час виконання перевірки; час відновлення ЗВТ в ремонті; імовірність помилкової діагностики схованої відмови при перевірці; імовірність пропуску (не виявлення) схованої відмови при перевірці; імовірність повернення ЗВТ з ремонту зі схованою відмовою.

Марківська модель базується на ймовірностях знаходження ЗВТ в кожному з десяти можливих станів. Альтернативою розглянутій марківській моделі експлуатації і МО ЗВТ є дискретно-безперервна модель [1,2].

Показано, що марковська модель у порівнянні з дискретно-безперервний завжди занижує такі показники надійності, як коефіцієнт готовності і коефіцієнт вірогідності, але загальний характер їхньої залежності від параметрів МО ЗВТ однаков для обох моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ігнаткін, В. У. Моделювання процесів метрологічного обслуговування засобів вимірювання / В. У. Ігнаткін // Вісник двигунобудування. 2014. №1. С.161–167.

2. Ігнаткін, В. У. Моделі процесів метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки / В. У. Ігнаткін, В. А. Литвиненко, Л. В. Олійник, О. В. Томашевський, О. Ю. Шпаковський // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. №1(30).– 2014. – С.21–27.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ MEMS ДАТЧИКІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКІСНИХ І КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ У СПОРТІ

Під час учбово-тренувальної підготовки чи проведенні змагань спортсменів у боксі та різних видах бойових єдиноборств часто виникає потреба в контролі та вимірюванні якісних та кількісних характеристик удару, таких як напрямок удару, сила удару, тощо. Інформація про ці характеристики дає змогу підвищити ефективність тренувального процесу за рахунок обстеження удару, виконаного спортсменом по тренажеру.

На сьогодні існують різні способи вирішення проблеми збору такої інформації, які базуються на різного роду електромагнітних, гідропневматичних та оптичних датчиках та системах. Однак в залежності від конструктивного виконання таким системам часто притаманні такі недоліки як інерційність, великі масо-габаритні показники, невисока швидкодія чи точність вимірювання.

Розвиток сучасної електроніки та техніки дає змогу суттєво покращити ці параметри за рахунок використання нової елементної бази, наприклад MEMS-датчиків. MEMS-акселерометри є одним з найпростіших, але і найбільш застосовуваних мікро-електромеханічних пристроїв. Вони широко використовуються з причини своєї невеликої вартості, високої чутливості, низького енергоспоживання, можливості детектування нахилу і руху в різних застосуваннях, таких як мобільні пристрої, ігрові системи, захист дисків, стабілізація зображення, а так само пристроях для спорту і здоров'я. Найбільш відомими застосування є Wii Remote від Nintendo та Apple, iPhone.

Як показали дослідження кінетики удару, для вимірювання сили та напрямку удару можна використовувати інтегральні MEMS-акселерометри. Швидкість роботи акселерометрів складає від одиниць Гц до декількох КГц, що дозволяє реєструвати зміни у прискоренні рухомої частини тренажеру із дискретністю не гірше за 1 мс.

Запропоновано конструкцію та принцип дії тренажеру, що дозволяє відстежувати та реєструвати силу та напрямок удару. Електронна частина тренажеру будується на досить потужній мікропроцесорній системі та MEMS-датчику фірми STM і дозволяє відслідковувати зміни прискорення одночасно за трьома осями в діапазоні ± 16 g. Математична обробка цих даних дозволяє в реальному часі розраховувати не тільки силу поточного удару та відхилення від нормалі напрямку удару спортсмену по тренажеру, але і фіксувати кількість ударів за певний проміжок часу та реєструвати мінімальні та максимальні значення цих величин.

СЕРТИФІКАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВА ЯК РЕМОНТНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗГІДНО ВИМОГАМ АВІАЦІЙНИХ ПРАВИЛ

Останнім часом в Україні все інтенсивніше проводяться роботи по гармонізації нормативної бази з міжнародними та європейськими нормативними документами. В авіаційній галузі така робота проводиться по відношенню до комплексу Авіаційних правил.

На початку 2014 року були затверджені Авіаційні правила України «Частина 21. Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника і виробника, АПУ-21 (Part-21)». Відмінність цих Авіаційних правил від тих, що діяли раніше, полягає в тому, що тепер всі розділи і глави цих правил повністю гармонізовані з аналогічними правилами Європейського Союзу, і сертифікати відповідності, що видаються авіабудівним організаціям України, тепер будуть відповідати європейським зразкам, що повинно спростити просування авіаційної продукції України на європейські і світові ринки.

Відповідно до Авіаційних правил АПУ-21 (Part-21) здійснюється сертифікація типу розроблюваної авіаційної техніки (АТ), визнання сертифікатів типу інших країн – розробників, внесення змін до сертифікатів типу та видання додаткових сертифікатів типу, схвалення організацій – виробників АТ, сертифікація льотної придатності і шуму на місцевості, схвалення організацій – розробників АТ, а також ряд інших підтверджень відповідності. Нові Авіаційні правила вимагають певних уточнень нормативної бази авіабудівних організацій, яка є основою для підтвердження організаціями відповідності вимогам до розробників та виробників АТ.

Згідно АПУ-21 (Part-21) обов'язковим нормативним документом організації – розробника АТ став Довідник, який повинен повністю описувати організацію і її діяльність, пов'язану з підтвердженням відповідності АТ, яка розробляється, вимогам льотної придатності та охорони навколишнього середовища для отримання від компетентних авіаційних органів сертифікатів типу чи додаткових сертифікатів типу на кожний зразок АТ. У європейських авіабудівних організаціях такі Довідники розробляються за типовою схемою у відповідності до існуючого для Part-21 додаткового нормативного документу «AMC & GM, Допустимі методи відповідності та керівні матеріали». З AMC & GM стає зрозумілим, що Довідник, поряд з чисто інформаційними матеріалами, повинен фактично

містити основні керівні вимоги щодо діяльності організації, пов'язаної з виконанням усього комплексу робіт, який дозволяє обґрунтувати компетентному авіаційному органу відповідність розроблюваного зразка АТ вимогам льотної придатності та охорони довкілля. Вимоги, викладені у Довіднику, повинні бути тісно пов'язані з такими нормативними документами організацій – розробників АТ, як «Настанови з управління процесами проектування», «Настанови з управління якістю» та іншими чинними нормативними документами, з метою уникнення дублювання вимог по одних і тих же питань, а також з метою можливості проведення незалежних сертифікацій основної діяльності організації – розробника АТ і її системи управління якістю.

Другим важливим аспектом Авіаційних правил АПУ-21 (Part-21) є обов'язкова наявність в організації спеціальної служби льотної придатності, що виконує комплекс запропонованих правилами функцій. В даний час ці функції, як правило, виконують різні підрозділи. Аналіз нинішньої ситуації показує, що передача всіх приписуваних функцій одному підрозділу може бути недоцільною. Оптимальне поєднання діяльності служби льотної придатності організації – розробника АТ відповідно до Авіаційних правил та з урахуванням сформованої практики розподілу виконуваних функцій – це ще одне завдання, яке потрібно вирішити при впровадженні нових Авіаційних правил АПУ-21 (Part-21).

Ще одним нововведенням для українських організацій – розробників АТ є обов'язкове створення групи інженерів з перевірки відповідності (з числа компетентного персоналу організації), які не беруть участь в даній конкретній розробці, а здійснюють функцію незалежної перевірки доказів відповідності розробленої АТ вимогам льотної придатності й охорони навколишнього середовища, на підставі якого організація надає заявку про відповідність і пов'язану з цим документацію до компетентного авіаційного органу. До теперішнього часу ці функції виконують фахівці незалежної інспекції, яка складається з представників замовника в організації. Тому, належить раціонально розподілити функції контролю між незалежною інспекцією та групою інженерів з перевірки відповідності. При впровадженні розглянутих правил доведеться також вирішити ряд інших важливих питань, що забезпечують відповідність діяльності організації встановленим вимогам.

Висновок. Впровадження та виконання вимог нових Авіаційних правил АПУ-21 (Part-21) має дозволити організації – розробнику АТ підвищити свою конкурентоспроможність на ринку АТ, а правильне структурування нормативних документів з основної діяльності та управління якістю дозволить проводити незалежні сертифікаційні перевірки по кожному з цих напрямків.

УДК 006.065

Оліфір А. А.², Томашевський О. В.¹

¹ студ. гр. РТ-411 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ ISO 9001:2015 В СИСТЕМУ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ НА ДП «ІВЧЕНКО-ПРОГРЕС»

П'яте видання ISO 9001:2015 «Системи менеджменту якості – Вимоги» більше трьох років переглядалася експертами комітету ISO / TC 176 / SC 2 з 95 країн учасниць та спостерігачів, щоб привести у відповідність до сучасних потреб зміст даного стандарту. Дане видання скасовує та замінює видання 2008 року (в тому числі Технічну поправку ISO 9001: 2008 / кор.1: 2009), яке було технічно переглянuto.

В. о. генерального секретаря ISO Кевін Мак-Кінлі вважає, що «ISO 9001 дозволяє організаціям адаптуватися до мінливого світу. Це підвищує здатність організації задовольняти потреби своїх клієнтів і забезпечує узгоджену основу для зростання і сталого успіху». А, за словами Найджел Крофт, голови підкомітету ISO-розробника стандарту, найбільш важливі зміни в новій версії ISO 9001 є «еволюційними, а не революційними». І якщо перші версії ISO 9001 носили більшою мірою розпорядчий характер, з багатьма вимогами до документованих процедур та записів, а у виданнях 2000 і 2008 років, експерти ISO приділили особливу увагу управлінню процесами, а не на документації, то стандарт ISO 9001:2015 замість цього зосереджений на результативності. «Ми добилися цього шляхом поєднання процесного підходу з ризик-орієнтованим мисленням і використанням циклу Plan-Do-Check-Act на всіх рівнях організації».

Нова версія ISO 9001:2015, будучи основою, дозволить легко інтегрувати вимоги інших стандартів для систем менеджменту якості (автомобільної, аерокосмічної галузі, медичної промисловості і т. Д.), А також вимоги для інших систем менеджменту.

З моменту публікації ISO 9001:2015 підприємству надано 3-річний період для переходу на оновлену версію. Щоб отримати сертифікацію потрібно внести деякі зміни в систему управління якістю, тому буде проведений аналіз та порівняння сертифікатів ISO 9001 і показаний потрібний об'єм документів, який потрібний, щоб відповідати новим вимогам. Основна увага буде приділена терміну «ризик-орієнтованому мисленню», так як це поняття введено в сертифікат ISO 9001 в перше і це одне із головних нововведень.

Концепція ризик-орієнтованого мислення простежувалася і в попередній версії цього стандарту, наприклад, через вимоги до планування,

аналізу і поліпшення. Цей стандарт встановлює для організації вимоги розуміти її середу і визначати ризики, як основу для планування. Це відображає застосування ризик-орієнтованого мислення для планування і впровадження процесів системи менеджменту якості і допомагатиме у визначенні обсягу документованої інформації.

Основою ризик-орієнтованого мислення є прийняття рішення в умовах невизначеності. Ми завжди ризикуємо, бо неможливо виключити ймовірність небажаних подій. Але можна зменшити ймовірність їх появи та можливі збитки. Для цього необхідно спрогнозувати подальший розвиток подій, зокрема наслідки прийнятих рішень, виявити ризики, оцінити їх, а потім управляти ризиками. Це і є основною задачею риск-менеджменту.

Під ризиком розуміється подія, яке може статися в майбутньому з певною ймовірністю і завдати певної шкоди або принести вигоду. Ризик може бути результатом як діяльності, так і бездіяльності.

Ризик-менеджмент – це усвідомлена діяльність, пов’язана з подоланням невизначеності в ситуації неминучого вибору, в процесі якої є можливість кількісно і якісно оцінити ймовірність досягнення передбачуваного результату, невдачі і відхилення від мети.

На ризик можна впливати чи знижувати ймовірність, чи знижувати наслідки, тобто, можна вивести формулу ризику:

$$\text{РИЗИК} = \text{ЙМОВІРНІСТЬ} \times \text{НАСЛІДКИ}.$$

Таким чином, впровадження стандарту ISO 9001:2015, і перш за все, ризик-орієнтованого мислення, дозволить привести систему управління якістю ДП «Івченко-Прогрес» у відповідність до сучасних вимог.

СЕКЦІЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ»

УДК 621.396.967, 004.42

Фарафонов О. Ю.

канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ КОЕФІЦІЄНТІВ ФОРМУВАННЯ ДІАГРАМИ НАПРАВЛЕНОСТІ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ

У сучасних умовах складно обійтися без радіолокаційних станцій. Радіолокаційна станція (РЛС) – система для виявлення повітряних, морських і наземних об'єктів, а також для визначення їх дальності, швидкості і геометричних параметрів. Вона використовує метод, заснований на випромінюванні радіохвиль і реєстрації та їх відображень від об'єктів.

Застосування РЛС дуже важливо в сучасних війнах. Вона здатна знаходити повітряні цілі на величезній відстані. Щоб визначити місце розташування будь-якого об'єкта щодо РЛС, необхідно виміряти дистанцію до цього об'єкта і визначити напрямок на нього [1].

У сучасних РЛС використовують цифрові антенні решітки. Графічне представлення залежності коефіцієнта посилення антени або коефіцієнта спрямованої дії антени від напрямку антени в заданій площині називають діаграмою спрямованості. Для формування діаграми спрямованості необхідно правильно порахувати віконні коефіцієнти. Саме від них залежить форма діаграми спрямованості. Необхідно домогтися мінімально можливою ширини основної пелюстки променю. Так само необхідно домогтися мінімально можливої висоти бічної пелюстки. Але зниження рівня висоти бічного пелюстка призводить до збільшення ширини основної пелюстки. Тому необхідно домогтися найбільш оптимального співвідношення ширини основної пелюстки і висоти бічної пелюстки.

З метою прискорення проведення розрахунків та отримання уточнених результатів, нами була написана програма для розрахунку віконних коефіцієнтів діаграми спрямованості, що може мати до 16 променів. Розроблена програма має ряд особливостей, що враховують різні параметри РЛС з можливістю задавати відстані між ними. Ширина променю розраховується за методом січних, який є наближеним методом Ньютона. У програмі використовується 7 різних вікон (прямокутне, косинус, Гауса, Хеммінга, Блекман-Херісса, Тейлора, Чебишева), з можливістю змінювати коефіцієнт α для кожного променю. Програма здатна автоматично

[illegible]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 288

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ КВАЗІСТАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ НВЧ-ПРИСТРОЇВ НА МІКРОСМУЖКОВИХ ЛІНІЯХ

В сучасних системах моделювання електронних пристроїв обчислення реалізуються в режимі реального часу. Внаслідок цього до продуктивності програмного забезпечення висуваються високі вимоги, які складно задовольнити.

При використанні паралельних інформаційних технологій вдається значно прискорити процес моделювання, а також знизити часові та трудові витрати на розробку електронних приладів, і в тому числі НВЧ-пристроїв на мікросмужкових лініях. При розробці паралельного алгоритму необхідно проводити аналіз графа алгоритму та вирішити задачу відображення паралельного алгоритму на архітектуру мультипроцесорної обчислювальної системи. Слід також враховувати, що здатність алгоритму до розпаралелювання потенційно пов'язана з однією з двох внутрішніх властивостей, які характеризуються як паралелізм задач та паралелізм даних. Якщо алгоритм засновано на паралелізмі задач, то задача ділиться на декілька відносно самостійних підзадач. При наявності в алгоритмі властивостей властивостей паралелізму даних, одна операція може виконуватися зразу над усіма елементами масиву даних [1].

В роботі [2] було розроблено алгоритм квазістатичного моделювання мікросмужкових пристроїв. Одним із етапів цього алгоритму є розрахунок хвильових опорів мікросмужкових ліній. Значення цих опорів, в свою чергу, визначаються на основі матриць ємностей, отриманих при квазістатичному аналізі топології мікросмужкових ліній [3]. При цьому в алгоритмі простежується майже лінійний порядок виконання операцій над великими масивами даних, що збільшує час, необхідний на обчислення.

Аналіз розробленого в [2] алгоритму показав, що застосування паралельного алгоритму найбільш ефективно при знаходженні матриці ємностей, яке зводиться до визначення зворотної матриці методом Гауса-Джордана, оскільки розмірність квадратної матриці може бути 5000x5000 і більше, і процес розрахунку ємностей мікросмужкових ліній може займати 94% часу роботи програми.

При розпаралелюванні алгоритму Гауса-Джордана потрібно враховувати те, що на кожній ітерації використовуються загальні для всіх

потоків коефіцієнти, що обчислюються. Тому некоректне розпаралелювання може привести до невірних кінцевих результатів.

В результаті проведеного аналізу було розроблено паралельний алгоритм роботи програм для квазістатичного розрахунку багато провідних мікросмушкових пристроїв. Для оцінки якості паралельного алгоритму було використано показники прискорення та ефективності [1]. Прискорення розробленого алгоритму склало 1,86, а ефективність – 1.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гергель В. П. Лекции по параллельным вычислениям [Текст]. учеб. пособие / В. П. Гергель, В. А. Фурсов. – Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. – 164 с.

2. Міщенко М. В. Моделювання багатопровідних зв'язаних мікросмушкових ліній у квазідинамічному наближенні з урахуванням неоднорідностей топології [Текст] / М. В. Міщенко, О. Ю. Фарафонов, Ю. О. Сицилицин, В. М. Кришук, С. М. Романенко // Радіoeлектроніка, інформатика, управління, 2013. – No1. – С. 46 – 50.

3. Современные методы и результаты квазистатического анализа полосковых линий и устройств [Текст] // Обзоры по электронной технике. Сер. 1. Электроника СВЧ; А. И. Гипсман, В. М. Красноперкин, Г. С. Самохин и др. / ЦНИИ «Электроника». М., 1991. – Вып. 1. – 102 с.

УДК 621.396.9

Фурманова Н. І.¹, Шинкаренко Е. М.²

¹ канд. техн. наук, старш. викл. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² ст. викл. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

ЗАСТОСУВАННЯ ХВИЛЬ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДІАПАЗОНУ В СУЧАСНИХ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ

Одним із напрямків розвитку сучасної радіoeлектроніки є освоєння терагерцового частотного (ТГЧ) діапазону, що знаходиться між областю міліметрових довжин хвиль та інфрачервоним діапазоном. До останнього часу ТГЧ-діапазон залишався найменш дослідженим, проте можливість практичного використання терагерцових частот обумовила активні спроби їх освоєння.

ТГЧ-діапазон має специфічні властивості, що робить його привабливим для фундаментальних та прикладних досліджень в області фізики, хімії, біології, медицини. В цьому діапазоні знаходиться велика кількість сильно обертальних переходів молекул, в тому числі органічних, що відкриває

можливості для їх досліджень та селективної дії на них. Терегерцові хвилі є перспективними для діагностики та спектроскопії різних середовищ, в тому числі методи електронного парамагнітного резонансу та ядерного магнітного резонансу високої роздільної здатності, а також для створення густої плазми та управління її параметрами.

Через малу енергію квантів терагерцове випромінювання є неіонізуючим і відносно безпечним для людини, і, відповідно, може використовуватися для томографії та інших медичних досліджень. Зокрема, оскільки терагерцовий квант енергії менше рентгенівського на 9 порядків, а зображення в Т-променях для біосередовищ є більш контрастним у порівнянні з інфрачервоним та оптичними хвилями через мале релєєвське розсіювання, Т-хвилі є привабливою альтернативою рентгенівському випромінюванню при проведенні діагностики живих організмів. На сьогодні вже запропоновані прилади для діагностики раку шкіри, молочних залоз, контролю опікових раневих поверхонь, вмісту вологи у біотканинах, виявлення зубного карієсу тощо.

Терагерцові хвилі володіють також і лікувальним ефектом завдяки впливу на реакційну здатність атмосферних газів-метаболітів, що мають спектри поглинання в ТГЧ-діапазоні. На сьогодні запропоновані такі методи лікування та операційного втручання, як молекулярна ТГЧ-акустотерапія, ТГЧ-аеротерапія, інгаляційна ТГЧ-акустотерапія, термічна деструкція біотканин [1].

Висока проникна спроможність ТГЧ-випромінювання дозволяє адаптувати його для виявлення та ідентифікації предметів, що приховані за перешкодами, що є необхідним для розв'язку задач забезпечення безпеки. Якщо об'єкт не містить молекул води або інших полярних речовин, сильно поглинаючих таке випромінювання, то Т-хвилі вільно проникають через об'єкт практично без втрат енергії. При цьому може спостерігатися резонансна взаємодія електромагнітного поля з окремими молекулами та молекулярними комплексами, що дозволяє не тільки виявляти, але й ідентифікувати різні середовища. Численні експериментальні дослідження показали, що Т-хвилі дозволяють більш ефективно здійснювати контроль прихованих під одягом небезпечних предметів та зброї [2].

Терагерцові хвилі представляють великий інтерес для радіолокаційних та телекомунікаційних застосувань. В більшості випадків для наземних радіоелектронних систем переваги ТГЧ-випромінювання відносно мікрохвильового та інфрачервоного випромінювань проявляються на середніх та малих відстанях. Як показали результати досліджень, затухання терагерцових сигналів досить сильно залежить від вологості атмосферного повітря, і, наприклад, на частоті 400 ГГц може перевищувати 20 дБ/км, при вологості 50...60%. Висота та температура повітря також впливають на коефіцієнт

ослаблення терагерцових хвиль. На значних висотах вологість зменшується, збільшуючи тим самим дальність передачі сигналів.

Спектроскопія речовин в різних агрегатних станах є одним із найбільш перспективних напрямків використання ТНЧ-випромінювання, в тому числі для екологічного моніторингу. Завдяки розвитку методу терагерцової спектроскопії у часовій області, що заснований на генерації та детектуванні когерентного ТГЧ-випромінювання за допомогою імпульсів одного й того ж лазера, стало можливим також і дослідження фізико-хімічних властивостей деяких рідин і твердих матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуляев, Ю. В. Терагерцовая техника и ее применение в биомедицинских технологиях [Текст] / Ю. В. Гуляев, А. П. Керницкий, О. В. Бецкий, А. В. Майбородин, В. Ф. Киричук // Успехи современной радиоэлектроники. – 2008. – №9. – С.30–35.
2. Armstrong, C. M. The truth about terahertz [Текст] / C. M. Armstrong. //IEEE Spectrum. – 2012. – No 9. – P. 36–41.
3. Song, H. J. Present and future of terahertz communications [Текст] / H. J. Song, T. Nagatsuma // IEEE Transactions of Terahertz Science and Technology. – 2011. – Vol. 1, No 1. – P.293–300.

УДК 624.07:621.396

Шило Г. Н.¹, Лопатка Ю. А.², Семенцов О. Н.³

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ИТЭС ЗНТУ

² аспирант каф. ИТЭС ЗНТУ

³ студент гр. КНТ-121м каф. ПС ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕРМЕТИЧНЫХ БЛОКОВ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ БОРТОВЫХ РЭС

Проектирование бортовых РЭС происходит в условиях необходимости расширения функциональных возможностей устройств и уменьшения их габаритов и массы. Оптимизация массогабаритных показателей несущих конструкций происходит на этапе компоновки аппаратуры. На этом этапе выбираются количество печатных плат их размеры и расстояния между ними, которые существенно влияют на тепловой режим блоков. Поэтому компоновка блока производится с учетом ограничений на максимально допустимую температуру электрорадиоэлементов. Целью работы является исследование связи массогабаритных показателей и тепловых режимов с

конструктивными параметрами герметичных блоков модульной конструкции.

Для определения обобщенных массогабаритных и тепловых характеристик необходимо использовать упрощенную геометрическую трехмерную модель конструкции блока. Упрощенная конструкция блока модульной конструкции приведена на рис 1, где 1–нижняя и верхняя крышки корпуса, 2 – платы, 3– рейки. При анализе массогабаритных показателей упрощенная конструкция блока не учитывает массу и габариты электрорадиоэлементов, соединителей и элементов объемного монтажа. Габариты электрорадиоэлементов учитываются соответствующим расстоянием между печатными платами.

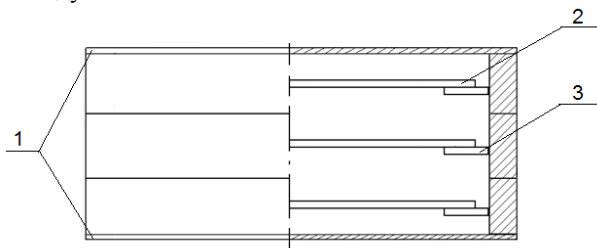


Рисунок 1 – Конструкция герметичного блока модульной конструкции

Массогабаритные показатели блоков радиоэлектронной аппаратуры оцениваются их объемом и массой. Исследовалось влияние изменения количества печатных плат, расстояния между платами и величины перекрытия платы рейкой на массогабаритные показатели. Исследования показали, что график зависимости объема блока от изменения расстояния между платами и величины перекрытия платы рейкой имеет линейный вид. Оптимизация этих показателей может улучшить объем блока в 2–4 раза. График зависимости объема блока от изменения количества печатных плат имеет минимум. За счет выбора оптимального количества плат возможно улучшить массогабаритные показатели в 1,5–2 раза. Графики зависимости объема и массы блока от изменения конструктивных параметров имеют аналогичный вид и позволяют за счет выбора оптимального варианта существенно улучшить массогабаритные показатели блоков.

Для получения тепловых характеристик проводилось исследование тепловых режимов в среде SolidWorks с помощью модуля Flow Simulation. Для моделирования тепловых процессов создавалась тепловая модель блока, которая сформирована с учетом допущений [1]. Исследование тепловых режимов показало, что наиболее теплонагруженными являются электрорадиоэлементы, которые расположены на средних платах блока. В центре этих плат наблюдаются

наибольшие температуры. При плотной упаковке плат в блоке температуры корпусов элементов могут превышать предельно допустимые значения. Полученные результаты аналогичны тепловым режимам в блоках этажерочной конструкции [1]. Улучшение отвода тепла возможно при увеличении расстояния между платами. Также существенно уменьшается перепад температур в блоке при увеличении площади перекрытия платы рейкой. Зависимость максимальной температуры в блоке от изменения количества печатных плат имеет экстремум, поэтому за счет выбора оптимального варианта возможно улучшить тепловой режим в блоке.

Полученные массогабаритные и тепловые характеристики могут использоваться при компоновке герметичных блоков модульной конструкции для определения количества плат, расстояний между ними и величины перекрытия плат рейкой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шило, Г. М. Дослідження масогабаритних і теплових характеристик герметичних блоків радіоелектронної апаратури [Текст] / Г. М. Шило, О. В. Сиротюк, О. Є. Савело, Ю. А. Лопатка, Є. К. Арешкін, М. П. Гапоненко // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2013. – №2. – с.42–47.

УДК 62

Поспеева І. Є.¹, Ложневська Т. Ю.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² зав. лаб. ЗНТУ

ІНФОКОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ СПРИЙНЯТТЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Розподіл людей на соціонічні типи обумовлений відмінністю способів сприйняття інформації з навколишнього світу, її переробки і подальшої реакції. При цьому можна провести відповідні аналогії між роботою людського мозку і електронної системи (зокрема, електронно-обчислювальної техніки). Розглянемо процес сприйняття інформації.

Існують дві соціонічні дихотомії: раціоналізм і ірраціоналізм.

Раціональні типи орієнтовані на осмислення сприйнятої інформації. Це пов'язано з тим, що вони «бачать» світ дискретно, фрагментарно, помічаючи всі деталі, але часто упускаючи сутність. За це відповідає пара раціональних функцій «логіка» – «етика», за допомогою яких і відбувається оцінка отриманої інформації.

Оцінка за допомогою функції «логіка» є об'єктивною і заснована на зіставленні отриманих фактів з існуючими в суспільстві законами, правилами. Відбувається розподіл за принципом: «плюс» – «мінус».

Якщо ж оцінка проводиться за допомогою функції «етика», то тут фігурує пара полярних категорій, які відносяться до області суб'єктивного сприйняття. При цьому розподіл відбувається за принципом: «подобається» – «не подобається».

В обох випадках такий спосіб сприйняття та аналізу вхідної інформації аналогічний роботі цифрової техніки, яка оперує дискретними поняттями, такими, як «нуль» – «одиниця».

Розглянемо тепер механізм сприйняття інформації ірраціональними типами. Вони орієнтовані безпосередньо на сам об'єкт. Для них важливо, в першу чергу, налагодити безпосередній контакт з реальністю, і для цього вони використовують пару ірраціональних функцій «сенсорика» – «інтуїція».

При оцінці нового об'єкта сенсорики користуються органами чуття, отримуючи всю необхідну інформацію, щоб його ідентифікувати, а інтуїтики пізнають об'єкт шляхом інтуїції, здогадки.

І сенсорика, й інтуїція оперують складними мінливими формами, аналогічними безперервним сигналам різної форми, характерним для аналогової техніки.

Отримана і оцінена одним з перерахованих вище способів інформація надходить в саму систему, де відбувається її подальша переробка.

У раціоналів проаналізована дискретна інформація для отримання загальної картини піддається синтезу з використанням функцій «сенсорика» – «інтуїція», у ірраціоналів – аналізу за допомогою функцій «логіка» – «етика».

Перероблена одним з цих способів інформація подається «на вихід» – людина на її основі виконує ті чи інші дії. Частина подальших дій призводить до отримання нової порції інформації, тобто після виходу ми знову потрапляємо на вхід, реалізуючи так званий «зворотний зв'язок». Характер цього зв'язку залежить від вертності соціотипу.

Екстраверт, переробивши інформацію про об'єкт, відразу починає відчувати потребу в новій інформації, що відповідає позитивному зворотному зв'язку, коли вихідний сигнал підсилює дію вхідного.

Інтроверт, отримавши певну дозу інформації, починає її обробляти, витрачаючи на це час. Сигнал «затухає», відповідаючи від'ємному зворотному зв'язку.

Моделі сприйняття і переробки інформації наведені на рис. 1.

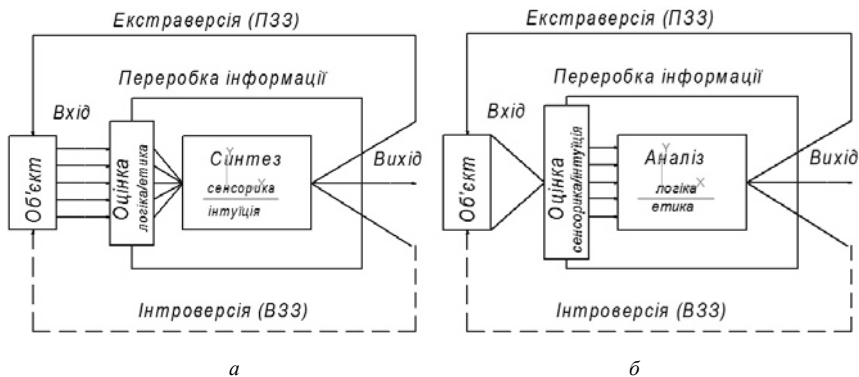


Рисунок 1 – Моделі сприйняття і переробки інформації

а – раціонали; *б* – ірраціонали.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аугустинавичуте, А. Модель інформаційного метаболізму [Текст] / А. Аугустинавичуте // Соціоніка, ментологія і психологія личности, № 1, 1995. – С. 3 – 10.

УДК 624.07:621.396

Шило Г. М.¹, Арешкін Є. К.², Болтенков С. В.³

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² аспірант каф. ІТЕЗ, ЗНТУ

³ студент гр. РТ-111м, каф. ІТЕЗ ЗНТУ

ТЕПЛОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ БЛОКІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ОПТИМАЛЬНОЇ МАСИ

Постійний розвиток радіоелектронних систем призводить до необхідності підвищення функціональності та обчислювальних потужностей апаратури без збільшення їх габаритів і маси [1]. У зв'язку з цим відбувається ускладнення системотехнічних і схемотехнічних рішень, зростає кількість електрорадіоелементів. Ці особливості призвели до значного посилення вимог на масогабаритні показники апаратів, які визначаються в процесі їх перегляду з урахуванням умов забезпечення теплових режимів всіх електрорадіоелементів.

Метою роботи є розробка методів і алгоритмів оптимізації маси блоків радіоелектронних апаратів з природним повітряним охолодженням з використанням систем інженерного аналізу.

У роботі використовувалася спрощена конструкція блоку модульного типу, в основі якої рама кутового алюмінієвого профілю [2]. Друковані плати мали однакові розміри, закріплені на направляючих і орієнтовані в блоці вертикально. Для визначення оптимальних конструктивних параметрів блоку при тепловому проектуванні необхідно вирішувати багатокритеріальну задачу оптимізації, яка включає як мінімізацію маси блоку, так і мінімізацію теплового опору. В цьому випадку оптимізація проводиться за двома критеріями:

– мінімізація маси:

$$M(n, h_p, d_r) \rightarrow \min. \quad (1)$$

$n, h_p, d_r \in D$

де n – кількість плат; h_p – відстань між платами; d_r – ширина направляючої;

– мінімізація теплового опору:

$$R_T(n, h_p, d_r) \rightarrow \min. \quad (2)$$

$n, h_p, d_r \in D$

Для спрощення задача оптимізації розбивається на дві підзадачі:

- визначення оптимальної кількості друкованих плат;
- визначення відстаней між платами та ширини направляючих.

Вираз для визначення оптимального значення кількості плат при оптимізації маси блоку можна записати у вигляді:

$$n_o = \pm \frac{\sqrt{(R_T \cdot a_1 \cdot k_1 + M \cdot b_1 \cdot k_2) \cdot (R_T \cdot a_2 \cdot k_1 + M \cdot b_2 \cdot k_2)}}{R_T \cdot a_1 \cdot k_1 + M \cdot b_1 \cdot k_2}. \quad (3)$$

Коефіцієнти k_1 і k_2 визначаються експертною оцінкою. Для оптимізації маси блока коефіцієнти задавались $k_1 = 0,4$, а $k_2 = 0,6$.

Оскільки залежності об'єму і маси блоку від відстаней між платами і ширини направляючих не мають екстремумів, значення цих параметрів визначається виходячи з умови забезпечення теплових режимів. Тоді відстань між платами та розмір ширини направляючих визначаються за допомогою формул:

$$h_{po} = \frac{R_{Tal} - c_0}{c_1}. \quad (4)$$

$$d_{ro} = \left(\frac{R_{Tal} - g_0}{g_1} \right)^2. \quad (5)$$

Параметри, визначені за допомогою співвідношень (3–5) містять коефіцієнти моделей, які мають нелінійну залежність. Тому при оптимізації маси блоку використовується ітераційний алгоритм. Оптимізація проводилася починаючи з максимальної компоновки блоку, при якій задавалися максимально доцільні значення конструктивних параметрів блоку. Застосування алгоритму дозволило зменшити масу блоку більш ніж на 55% в порівнянні з максимальною компоновкою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григорьян, С. Г. Конструирование электронных устройств систем автоматизации и вычислительной техники [Текст] / С. Г. Григорьян. – М. : Феникс, 2007. – 304с.
2. Гапоненко, Н. П. Исследование массогабаритных и тепловых характеристик блоков радиоэлектронной аппаратуры с естественным воздушным охлаждением [Текст] / Н. П. Гапоненко, Г. Н. Шило, Е. К. Арешкин // Прикладная радиоэлектроника. – 2015. – Т.11 – №3 – С. 155–158.

УДК 678.5

Фурманова Н. І.¹, Трунов Д. Д.²

1 канд. техн. наук, старш. викл. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

2 студ. гр. РТ-111 ЗНТУ

ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТРИВИМІРНОГО ПРИНТЕРА

3D-принтер – це периферійний пристрій, що використовує метод пошарового створення фізичного об'єкта за цифровою 3D-моделлю. На даний час вже багато галузей виробництва успішно використовують дані пристрої для створення елементів конструкції, макетів тощо [1].

Після проведення аналізу існуючих технологій тривимірного друку, нами було обрано технологію FDM через її відносну простоту, функціональність та забезпечення мінімальних грошових витрат. Також нами було проведено аналіз матеріалів, що використовуються для тривимірного друку.

3D-принтер, що використовує FDM технологію друку, складається з таких основних частин: рама; механізм переміщення; сопло; нагрівальний стіл; блок електроніки; механізм подачі пластика (рис. 1).

У якості прототипу конструкції рами обрано модель «Prusa I3», оскільки вона є стійкою, надійною, має малі габарити та значний робочий простір.

Витратним матеріалом для принтера за даною технологією є пластикова ліска діаметром 1,75 мм, яка у процесі друку розплавляється та видавлюється у необхідній кількості за допомогою крокового двигуна.



Рисунок 1 – 3D-принтер загальний вид

Основним конструкційним матеріалом для збірки рами принтера є листовий алюміній 5 мм. Каретки координат X та Y переміщуються за допомогою циліндричних лінійних кулькопідшипників, рухомою силою для переміщення служить кроковий двигун із ремінною передачею типорозміру «Nema 17». Каретка за віссю Z переміщується також за допомогою лінійних підшипників, корінною відмінність є лише те, що переміщення реалізується за допомогою двох двигунів та різьбових валів.

Для того, щоб розпочати друк на даному принтері, необхідно розробити тривимірну модель у CAD програмі та завантажити цей файл у програму слайсер, що виконає розрізання даного файлу на шари та сформує управляючий код (набір послідовних переміщень), який вже і керує безпосередньо переміщенням каретки принтера.

За розробленими ескізами нами було створено реальну конструкцію 3D-принтера та проведено перевірку її функціональності шляхом друку моделей розроблених раніше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Канесса, Е. А. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития [Текст] / Е. А. Канесса, К. Л. Фонда, М. М. Зеннаро. – Абдус Салам. : МЦТФ, 2013 – 186с.: ил.
2. 3D принтер своими руками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.3dindustry.ru/how-to-build-3d-printer/>

УДК 621.372.54

Фарафонов О. Ю.¹, Шаптала С. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² студ. гр. РТ-112 ЗНТУ

РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Питання використання відновлюваних видів енергії досить давно турбує людство. Адже енергія була і залишається головною складовою життя людини. З кожним днем актуальність питання знаходження та використання альтернативних видів енергії зростає, адже запаси традиційних природних палив (нафта, вугілля, газ та ін.) обмежені. Тому було прийнято рішення розробити систему енергозабезпечення, яка б поєднувала в собі декілька джерел енергії, була автономною та нормально при цьому працювала.

Було вирішено, що джерелами електричної енергії будуть: сонячна батарея, вітряний генератор та термогенератор. Вироблена електрична енергія від кожного джерела потраплятиме до контролера заряду, який в свою чергу постійно проводить моніторинг ємності акумулятору. З акумулятору енергія подається до інвертору, де постійна напруга акумулятору інвертується в синусоїдальну ~ 220 В частотою 50/60 Гц. Вихід інвертора підключається до мережі приміщення.

В якості досліджуваного середовища було прийнято житло сім'ї в складі 3–4 чоловік, з середньою кількістю споживаної електроенергії 5 кВт*добу. На основі отриманих даних було розраховано споживання електричної енергії за годину та обрані складові компоненти системи, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Компоненти комбінованої системи енергозабезпечення

Прилад	Кількість, шт.
Сонячна батарея Luxeon PT-050	2
Вітряний генератор Hyacinth 100W	1
Термоелементи TGM-287-1.0-1.3	6
Інвертор Power Inverter 3000W	1
Акумулятор FORTE F-12V 100G	2
Контролер JUTA CMP 12	3

Була розрахована ціна розробленої системи та вартість 1 кВт виробленої енергії, яка становить приблизно 0,96 грн/кВт за перші 10 років використання, та 0,62 грн/кВт за 20 років.

Розроблена система дозволяє забезпечити електричною енергією житлові приміщення з невеликою кількістю приладів та середньою потужністю споживання електричної енергії.

Незважаючи на те, що розрахована вартість виробленої електроенергії на даний момент вище, ніж ринкова ціна, слід відзначити основні переваги розробленої системи, а саме можливість автономного використання від мережі, забезпечення безперебійного живлення електроенергією, а також можливість використання даної розробки у віддаленій місцевості, де забезпечення електроенергією є проблематичним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Городов Р. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие [Текст] / Р. В. Городов, В. Е. Губин, А. С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
2. Бернштейн, А. С. Термоэлектрические генераторы [Текст] / А. С. Бернштейн – Москва: Государственное энергетическое издательство, 1956. – 47 с.

УДК 530.145

Фурманова Н. І.¹, Степура Р. В.²

¹ канд. техн. наук, старш. викл. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² студ. гр. РТ-113 ЗНТУ

ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ КВАНТОВИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Квантовий комп'ютер – це обчислювальний пристрій, робота якого заснована на принципах квантової механіки [1]. Традиційні ж кремнієві комп'ютери, працюють на базі фізичних законів, описаних у зводі класичної механіки. Повноцінних квантових комп'ютерів поки не створено, поки лише розробляються підходи до створення їх архітектури. Зараз чіпи виробляють з транзисторами, розміри яких не перевищують пари десятків нанометрів. Технологічний процес у виробництві транзисторної техніки підійшов до того рівня мініатюризації, на якому починають проявлятися квантові ефекти для окремих груп атомів, тобто майже до межі зменшення розміру. Безпосередньо порівнювати потужність двох типів ЕОМ не можна: чіпи з кремнію використовують для обробки інформації біти (послідовності нулів та одиниць), а квантові комп'ютери – кубіти, тобто квантові біти. Сьогоднішні комп'ютери працюють з бітами, які знаходяться в одному з двох станів: 0 або 1. У квантових комп'ютерів таких обмежень немає: інформація в них зашифрована в кубітах, які можуть містити суперпозиції обох станів.

Фізичними системами, що реалізують кубіти, можуть бути атоми, іони, фотони або електрони, що мають два квантових стани. Фактично, якщо

зробити елементарні частинки носіями інформації, за допомогою них можна побудувати комп'ютерну пам'ять і процесори нового покоління.

Завдяки суперпозиції кубітів квантові комп'ютери розраховані на виконання паралельних обчислень. Цей паралелізм дозволяє квантовим комп'ютерам виконувати одночасно мільйони обчислень, в той час, як сучасні процесори працюють лише з одним єдиним. Квантова система дає результат, що тільки з деякою ймовірністю є правильним. Але за рахунок невеликого збільшення операцій в алгоритмі можна наблизити ймовірність отримання правильного результату до одиниці [2].

30-кубітний квантовий комп'ютер по потужності буде рівний суперкомп'ютеру, який працює з продуктивністю 10 терафлопс. Потужність сучасних настільних комп'ютерів вимірюється всього лише гігалопах. Квантові комп'ютери будуть в мільйони і мільярди разів потужніше тих, які ми використовуємо сьогодні для класу задач, де важливі явища, що описуються теорією ймовірності. До них відносяться багато проблем, що стоять перед людством, такі як створення штучного інтелекту, вивчення ефектів зміни клімату, ефективна боротьба з епідеміями та дорожніми пробками, моделювання індивідуальних ліків від раку для конкретного організму. Квантові комп'ютери здатні сильно вплинути і на вже впроваджені технології. Так, можливості квантових обчислювальних пристроїв дозволять швидко зламати найбільш криптистичні алгоритми, що захищають електронні транзакції.

Канадська компанія D-Wave Systems заявила в лютому 2007 р. про створення зразка квантового комп'ютера, що складається з 16 кубіт. Інформація про цей пристрій не відповідала вимогам достовірного наукового повідомлення, тому новина не отримала наукового визнання. У листопаді 2007 р. та ж компанія D-Wave продемонструвала роботу зразка 28-кубітного комп'ютера онлайн. Дана демонстрація також викликала скепсис. У грудні 2008 р. компанія організувала проект розподілених обчислень, в якому тестуються алгоритми, що оптимізують обчислення на адіабатичних надпровідних квантових комп'ютерах. 8 грудня 2009 р. на конференції NIPS науковий співробітник Google продемонстрував на комп'ютері D-Wave роботу програми розпізнавання образів. 11 травня 2011 р. представлений комп'ютер D-Wave One, створений на базі 128-кубітного процесора. 3 20 травня 2011 р. D-Wave Systems продає за \$11 млн квантовий комп'ютер D-Wave One з 128-кубітним чіпсетом, який виконує тільки одну задачу – дискретну оптимізацію. Його робоча температура становить 20 мкК, комп'ютер ретельно екранований від зовнішніх електромагнітних полів. 23 серпня 2012 р. було оголошено про успішне рішення задачі про знаходження тривимірної форми білка з використанням 115 кубітів квантового комп'ютера D-Wave One з 128 наявних. У травні 2013 р. професор К. МакГі оголосила про свої результати порівняння комп'ютера D-Wave One з чотирьохядерним

комп'ютером на основі 2,4 ГГц чіпа Intel з 16 Гб оперативної пам'яті. У першому тесті одну з задач комп'ютер D-Wave One виконав за 0,5 с, у той час як комп'ютеру з процесором Intel знадобилося 30 хв (виграш за швидкістю 3600 разів). У другому тесті була потрібна спеціальна програма для «перекладу» завдання на мову комп'ютера D-Wave і швидкість обчислень двох комп'ютерів була приблизно рівною. У третьому тесті, в якому також була потрібна програма «перекладу», комп'ютер D-Wave One за 30 хв знайшов рішення 28 з 33 заданих завдань, в той час як комп'ютер на процесорі Intel знайшов рішення тільки для 9 завдань.

За прогнозом футурологів-дослідників з компанії Cisco Systems, «повноцінний» квантовий комп'ютер повинен з'явитися до середини 2020 року. Комп'ютер майбутнього вартістю в \$1000 може бути таким же потужним, як людський мозок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Валиев, К. А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность [Текст] / К. А. Валиев, А. А. Кокин. – Ижевск : РХД, 2004. – 320 с.

2. Вакарчук, І. О. Квантова механіка [Текст] / І. О. Вакарчук. – Л. : ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. – 872 с.

УДК 004.38

Мищенко М. В.¹, Краснокутський М. Г.²

¹ канд. техн. наук, старш. викл. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² студ. гр. РТ-513 ЗНТУ

РОЗВИТОК БІОКОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В наш час, коли кожен новий крок у вдосконаленні напівпровідникових технологій дається з великими труднощами, вчені шукають альтернативні можливості розвитку обчислювальних систем. Природний інтерес низки дослідницьких груп викликали природні способи зберігання і обробки інформації в біологічних системах. Внаслідок їхніх досліджень з'являються гібриди інформаційних і молекулярних технологій з біохімією – біокомп'ютери. На теперішній час проводяться розробки декількох типів біокомп'ютерів, робота яких базуються на різних біологічних процесах. на принципах функціонування молекули ДНК та живої клітини.

Одним із напрямків досліджень є створення комп'ютерів, зберігання та обробка інформації в яких базується на використанні молекули ДНК. Однак вчені зіткнулися з цілою низкою серйозних проблем. Перша проблема пов'язана із читуванням результату, оскільки сучасні способи секвенування (визначення кодувочої послідовності) не досконалі і не можуть за один раз

секвенувати ланцюжки довжиною хоча б у кілька тисяч підстав. Крім того, це дуже дорога, складна і трудомістка операція. Друга проблема – помилки в обчисленнях. Для біологів точність в 1% при синтезі і секвенуванні вважається дуже хорошою, а для спеціалістів інформаційних технологій подібна точність неприйнятна. Помилки обчислень можуть бути викликані тим, що рішення задачі можуть загубитися внаслідок прилипання молекул до стінок посудин; також можуть виникнути точкові мутації в молекулі ДНК, і т. п. Ще одним фактором обмеженості використання молекул ДНК для створення біокомп'ютерів є розпад самої молекули з плином часу, внаслідок чого результати обчислень зникають.

Ще одним цікавим напрямком досліджень є створення клітинних комп'ютерів. Для цієї мети ідеально підійшли б бактерії, якби в їх геном вдалося включити логічну схему, яка могла б активізуватися в присутності певної речовини. Такі комп'ютери дуже дешеві у виробництві. Для їх створення не потрібно настільки стерильні умови виробництва, як при виготовленні напівпровідникових пристроїв. Перевагою клітинних комп'ютерів є можливість використання тисячі запрограмованих клітин, які створюються із одної запрограмованої материнської клітини.

У 2001 р. американські вчені створили трансгенні мікроорганізми, клітини яких можуть виконувати логічні операції І та АБО, при виконанні операцій. Для цього в клітину подаються дві речовини, по суті вхідні операнди, під впливом яких ген виробляє певний білок. Тепер вчені намагаються створити на базі цих клітин більш складні логічні елементи, а також намагаються створити клітини, які могли би виконувати паралельно декілька логічних операцій. Такі елементи використовують не бінарний, а тернарний код (інформація в них кодується трійками нуклеотидів). Обчислення проводяться шляхом одночасного вступу в реакцію трильйонів молекул ДНК, тому логічні елементи можуть виконувати до 1014 операцій в секунду. При цьому зчитування результатів обчислень є складною задачею, оскільки це передбачає декілька етапів дуже ретельного біохімічного аналізу, який здійснюється досить повільно. Обчислювальні пристрої на основі молекул ДНК зберігають дані з щільністю, що в трильйони разів перевищує показники оптичних дисків. Треба також додати, що біокомп'ютери на основі молекул ДНК мають виключно низьке енергоспоживання, що є дуже актуальним питанням в проблематиці енергозбереження.

Розвиток даної галузі досить проблематичний але вкрай перспективний і допоможе обійти стороною фізичні межі можливостей кремнієвих чипів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований [Текст] / Под ред. М. К. Роко, Р. С. Уильямса и П. Аливисатоса. Пер. с англ. – М. : Мир, 2002 – 292с., ил.
2. Ратнер, В. А. Генетика, молекулярная кибернетика [Текст] : Личности и проблемы / В. А. Ратнер. – Новосибирск: Наука, 2002.– 272 с.

ПРОЕКТУВАННЯ СМУГОПРОПУСКАЮЧИХ ФІЛЬТРІВ НА МЕТАМАТЕРІАЛАХ

В останні роки проводяться інтенсивні дослідження явищ, пов'язаних з негативним коефіцієнтом заломлення. Причиною цих досліджень стала поява нового класу штучно модифікованих матеріалів з особливою структурою, які називаються метаматеріалами.

Метаматеріал – композиційний матеріал, властивості якого обумовлені не стільки властивостями складових його елементів, скільки штучно створеною періодичною структурою з макроскопічних елементів, що володіють довільними розмірами і формою. Штучна періодична структура модифікує діелектричну і магнітну проникності вихідного матеріалу. Метаматеріали володіють унікальними електрофізичними, радіофізичними та оптичними властивостями, відсутніми в природних матеріалах. Теоретичні та експериментальні дослідження і технічні додатки метаматеріалів охоплюють широкий діапазон частот від радіохвиль до діапазону видимого світла. За останні роки в ряді лабораторій досягнуті великі успіхи в дослідженні і застосуванні метаматеріалів в надвисокочастотному діапазоні (1–100 ГГц) [1].

Потенційні застосування метаматеріалів охоплюють всі області, в яких використовується електромагнітне випромінювання – від космічних систем до медицини.

На відміну від звичайних матеріалів, будівельними блоками метаматеріалів є не атоми і молекули, а більш великі об'єкти, що представляють собою електромагнітні резонатори, у вигляді металевих смужок, спіралей, розірваних кілець. Розміри резонаторів і відстані між ними залишаються багато менше довжини хвилі випромінювання.

На основі конструкції фільтра, запропонованого в [2], нами було спроектовано компактний плоский фільтр в мікросмужковій технології. У нашому випадку – це фільтр, що складається з подвійних розрізних кільцевих включень у вигляді травлення в екрануючому шарі фільтра.

У розрізних кільцевих елементах магнітний потік, що проходить через металеве кільце, наводить в ньому кругові струми, аналогічні струмів, що обумовлює магнетизм деяких матеріалів.

Спроекований нами фільтр заснований на розімкнуто-кільцевому елементі, витравленому в екрануючому шарі. Він реалізований на діелектричній підкладці з матеріалу Rogers RO3010, діелектрична

проникність якого становить 10,2. Підкладка має товщину 1,27 мм, металізована з двох боків: з одного боку розміщені паралельні мікросмужкові лінії, що представляють собою відрізок зв'язаних ліній, з іншого боку в площині металевого екрану товщиною $h = 0,05$ мм витравлений елемент у вигляді двох концентричних розімкнутих кілець.

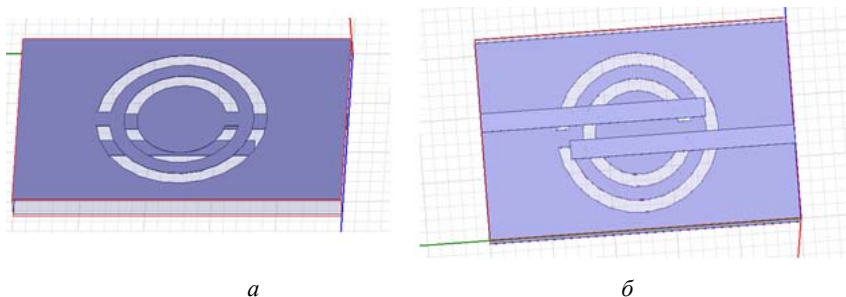


Рисунок 1 – Топологія запропонованого мікросмужкового фільтра
а – рисунок экранующего шару; *б* – рисунок струмопровідного шару.

Резонатор у вигляді подвійних розімкнутих кілець – дуже вдала структура, в якій ємність між двома кільцями компенсується їх індуктивністю. Змінне в часі магнітне поле з вектором напруженості, перпендикулярним поверхні кілець, викликає потоки, які, в залежності від резонансних властивостей структури, породжують вторинне магнітне поле, яке посилює вихідне або протидіє йому, що призводить до позитивних або негативних ефективних значень відносної магнітної проникності μ .

За результатами моделювання та наступної оптимізації топології фільтра було отримано вузькосмуговий смугопр пропускаючий фільтр з двома смугами пропускання з центральними частотами 5,38 та 7,04 ГГц у першій та другій смузі пропускання відповідно.

Двосмугові фільтри представляють інтерес для систем бездротового зв'язку та телекомунікацій, що працюють у декількох частотних діапазонах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вендик, И. Б. Метаматериалы и их применение в технике сверхвысоких частот (Обзор) [Текст] / И. Б. Вендик, О. Г. Вендик // ЖТФ, т.83, вып. 1, 2013. – с. 3–29.
2. Bonache, J. Novel microstrip bandpass filters based on complementary split-ring resonators [Текст] / J. Bonache, I. Gil, J. García-García, F. Martín // IEEE transactions on microwave theory and techniques, vol. 54, no. 1, 2006. – P. 265–271.

РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

У сучасному світі, наповненому численними ризиками для здоров'я та життя, необхідна наявність спеціальних засобів самозахисту. Такі засоби засновано на різних принципах дії, мають різні масогабаритні показники. Кожен з таких засобів характеризується своїми перевагами та недоліками, але всі вони дозволяють ефективно впоратися з основним завданням – захист здоров'я, майна і життя. Дія сучасних засобів індивідуального захисту направлена на запобігання нападу зловмисника.

Найбільш розповсюдженими засобами індивідуального захисту є: електрошокери, надпотужні ліхтарики, пістолет-електрошокери, лазерні пристрої для засліплення.

Перевагами електрошокерів є компактні розміри, а також здатність генерувати напругу до 2,5 МВ, яка здатна миттєво зупинити нападника внаслідок виникнення судом та втрати координації [1]. Електрошокери виготовляються в різних модифікаціях: у вигляді ліхтариків, ручок, мобільних телефонів тощо. Засобом нейтральної дії є Тайзер – електрошокер не летальної дії. Унікальність і головна відмінність цього засобу від аналогів полягає в запатентованій технології, що дозволяє звести до мінімуму отримання каліцтв і летального результату і в здатності вражати ціль на відстані 4,5–10 м залежно від моделі. Принцип дії полягає, в першу чергу, в ефекті ураження, що залежить від сили струму.

Пістолет-електрошокер має клавішу незалежного контактної дії, що дозволяє демонструвати розряд або застосовувати пристрій контактним способом без здійснення пострілу. Цей засіб має вбудований таймер для генерації електроімпульсів за спеціальною програмою. Він не завдає шкоди людині, а тільки позбавляє його на кілька хвилин можливості рухатися, тобто блокує м'язову систему. При цьому посиляється струм занадто слабкий, щоб викликати які-небудь ураження тканин.

Вплив електрошокерів на людину полягає у наступному:

- виникнення болювого шоку, який може зберігатися навіть через деякий час після припинення дії приладу;
- виникнення судом у м'язах, які призводять до тимчасового паралічу;
- виникнення загальмованості реакцій і деяка втрата орієнтації.

Одним із засобів індивідуального захисту є надпотужний ліхтарик.

Прилад було розроблено компанією Intelligent Optical Systems (США) [2]. «Ліхтарик», за допомогою потужних світло діодів, генерує серію дуже болючих для очей світлових імпульсів різних кольорів і тривалості. В результаті жива мішень, залишаючись неушкодженою, втрачає орієнтацію в просторі.

Лазерний пристрій для засліплення розроблено для ускладнення візуального спостереження. Цим засобом можна тимчасово засліпити супротивника без шкідливих наслідків для його зору. Такий пристрій ефективний навіть на відстані двадцяти метрів. Для громадянської самооборони він майже не застосовується, але у воєнній промисловості США він набуває обертів.

Вплив надпотужного ліхтарика та лазерного пристрою для засліплення полягає у наступному:

- 1) засліплення для дезорієнтації;
- 2) виникнення больового ефекту.

Перспективи цих розробок великі. Проте розглядати електрошокер як універсальну зброю самооборони не можна. У випадках, коли супротивник один, електрошокер на відмінно справляється зі своїми задачами. Оскільки застосування електрошокера – це фактично рукопашний бій з підтримкою електричного струму. Пістолет-електрошокер менш універсальний засіб. Він більш функціональний на малій відстані для поодинокого застосування проти нападників чи звірів, які можуть зашкодити. Надпотужний ліхтарик найменше функціональний, хоча має найменші габарити серед інших засобів захисту. Ринок товарів індивідуального захисту потроху відтісняють надпотужні ліхтарики на другий ряд. Лазерний пристрій для засліплення найменше поширений для громадського користування. Конструктори та виробники роблять все, аби зменшити габарити та збільшити дальність ураження та функціональність.

Розвиток сучасних засобів індивідуального захисту йде шляхом зменшення масогабаритних показників, що підвищує мобільність засобів. Важливим аспектом є також створення засобів самозахисту, які б не привертали «зайвої» уваги до себе, наприклад, у виді пачки цигарок, мобільного телефону, ліхтарика тощо. Крім того, засоби самозахисту мають бути такими, які можна легко та швидко застосувати в разі необхідності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ Р 50940-96. Устройства электрошоковые [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50940-96>.
2. Home Products Intelligent Optical Systems [Електронний ресурс] / Режим доступу: www.glimmerglass.com/ /[intelligent-optical-systems](http://intelligent-optical-systems.com/).

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ НОМЕРІВ

Автомобільний транспорт – невід’ємна частина нашого життя. Власників бізнесу, який так чи інакше пов’язаний з відвідуванням території об’єкта автомобілями, рано чи пізно починають цікавити питання, такі як:

- хто і коли заїжджав на територію об’єкта;
- кількість часу, який проводив певний автомобіль на території об’єкта;
- статистика відвідувань об’єкта;
- автоматизація пропускового режиму на об’єкті;
- автоматизація маніпуляцій над автомобілями.

Система розпізнавання автомобільних номерів виконує пошук номерних знаків в зонах розпізнавання і, при виявленні номерного знаку, виконує його розпізнавання із записом дати і часу події. Крім цього, виконується запис фотографії номерного знаку та автомобіля.

До складу системи розпізнавання транспортних засобів входить відеокамера, апаратний модуль відео захвату, апаратне забезпечення реалізації пропускового режиму, персональний комп’ютер, засоби сповіщення.

Загальна архітектура програми представлена на рис. 1.

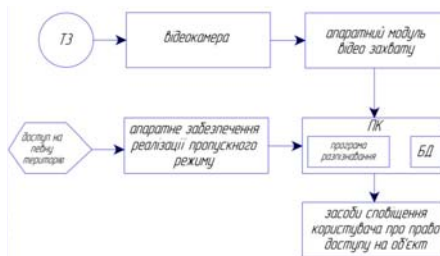


Рисунок 1 – Загальна архітектура системи

За бажанням, до системи можна підключити модуль управління виконавчими механізмами, за допомогою якого система дистанційно управляє воротами, шлагбаумами, освітленням, системами індикації тощо [1].

Алгоритм розпізнавання номерного знака складається з наступних етапів: попередня обробка зображення; сегментація; розпізнавання.

На вхід системи подається кольорове зображення номерний пластины. Її розміри в середньому становлять 130х30 пікселів. Саме ж зображення частіше перевищує ці розміри на 10–20 пікселів в ширину і висоту. Тому першим етапом є обрізання такої «рамки». Також на першому етапі відбувається вирівнювання зображення за гістограмою розташування номерного знаку на зображенні для підвищення контрастності та обробка фільтром підкреслення кордонів.

Сегментація заснована на методі нарощування меж. Після виконання цієї процедури відбувається вирівнювання на основі апріорної інформації про розміри і відносне розташування символів на номерній пластині.

Розпізнавання символів базується на алгоритмі дорозпізнавання адаптивного методу, оптимізованого за трудомісткістю.

Результати експериментів щодо тривалості та відносної швидкості роботи алгоритмів наведені нижче (табл. 1). Для вимірювання продуктивності використовувався фоновий малюнок «Безмятежність. bmp» розміром 800х600 з Windows XP. Всі процедури, за винятком першої, викликалися в циклі 4000 разів [2].

Таблиця 1 – Час і відносна швидкість роботи алгоритмів

Test	Pentium D/2.8GHz		i5-2300/2.8GHz	
	Time (ms)	Speed	Time (ms)	Speed
Bitmap 800x600x32				
BitmapToGrayscale	5078	1	1468	1
4000 * Grayscale1	10937	1857	4453	1319
4000 * Grayscale2	7829	2584	2204	2664
4000 * Grayscale3	5781	3514	1921	3057

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалевский, В. А. Методы оптимальных решений в распознавании изображений [Текст] / В. А. Ковалевский. – М. : Наука, 1967.
2. Арлазоров, В. Л. Адаптивное распознавание символов [Электронный ресурс] / В. Л. Арлазоров, В. В. Троянker, Н. В. Котович. – Режим доступу: <http://umotnas.ru/umot/adaptivnoe-raspoznavanie-simvolov-v-l-arlazarov/>

СЕКЦІЯ «ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»

УДК 621.391

Остапенко Я. М.¹, Клітній О. Г.², Козіна Г. Л.³

¹ студ. гр. РТ-811 ЗНТУ

² студ. гр. РТ-711 ЗНТУ

³ канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

СУЧАСНІ АЛГОРИТМИ ШИФРУВАННЯ

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології дозволяють всім користувачам зберігати і обмінюватися величезними потоками інформації, але при цьому вона стає більш вразливою через збільшення обсягу та розширення кола осіб, які мають доступ до неї. Тому проблема захисту інформації від несанкціонованого доступу стає все більш актуальною.

Одним із шляхів вирішення проблеми захисту інформації, а точніше вирішення частини задач є застосування криптографічних перетворень, або шифрування.

Надійність різних алгоритмів шифрування відрізняється, як і надійність систем криптографічного захисту, побудованих на базі цих алгоритмів.

Сучасні алгоритми шифрування діляться на симетричні та асиметричні, які в свою чергу підрозділяються на потокові та блочні.

Симетричні блочні шифри є одними з найбільш поширених криптографічних примітивів. Крім забезпечення конфіденційності (шифрування) основних обсягів інформації, що передаються по мережі або збережених локально, вони застосовуються як конструктивний елемент інших примітивів (функцій хешування, кодів аутентифікації повідомлень, генераторів псевдовипадкових послідовностей та ін.). Значення цього криптографічного перетворення підкреслює і ряд міжнародних конкурсів, таких як AES, NESSIE, CRYPTREC, які були орієнтовані на розробку блочного шифру (як основної мети або в складі набору перспективних рішень).

В Україні з 1990 р використовувався ДСТУ ГОСТ 28147:2009 (ГОСТ 28147-89), який все ще забезпечує практичну стійкість, але є менш ефективним у порівнянні з сучасними рішеннями. Цей шифр виведений з дії в Білорусі і буде замінений в РФ в якості основного. Проведений в Україні відкритий конкурс криптографічних алгоритмів дозволив визначити перспективний блочний шифр, на основі якого і був розроблений новий національний криптографічний стандарт блочного перетворення ДСТУ 7624: 2014 року, що враховує світовий досвід побудови сучасних шифрів. При розробці стандарту використовувався прозорий і консервативний підхід, що дозволяє забезпечити доказову стійкість до ряду методів криптоаналізу.

Порівняння властивостей основних компонентів алгоритму з іншими регіональними та міжнародними шифрами демонструє перевагу саме національного стандарту України, що забезпечує більший запас стійкості до основних методів криптоаналізу.

Новий національний стандарт підтримує розмір блоку і довжину ключа шифрування 128, 256 і 512 біт (довжина ключа дорівнює розміру блоку або в два рази перевищує його), забезпечуючи нормальний, високий і надвисокий рівень стійкості. Різні варіанти забезпечують гнучкість вибору параметрів для розробників систем криптографічного захисту, що дозволяє отримати як найвищий рівень швидкодії, так і найбільший запас стійкості перетворення.

Оцінка криптографічного стійкості до диференційного, лінійного, алгебраїчного, інтегрального та інших методів аналізу (практичний критерій) показала, що шифр є стійким при 6 циклах для 128-бітового блоку, 7 циклах для 256-бітового і 9 циклах для 512-бітового (кожен додатковий цикл забезпечує експоненціальне зростання складності криптоаналізу). Таким чином, шифр, що містить 10, 14 і 18 циклів для блоку 128, 256 і 512 бітів відповідно, забезпечує захист від розглянутих видів аналізу і має суттєвий запас стійкості.

Продуктивність шифру рівносильна з AES або перевершує його на 64-бітових платформах. При програмній реалізації на сучасному обладнанні швидкодія національного стандарту України істотно вище, ніж у ГОСТ 28147-89 і нових стандартів Білорусі і РФ. Прийнятий стандарт не обмежує використання в Україні інших шифрів, зокрема, AES, TripleDES тощо. В той же час дозволяє створювати сучасні національні високопродуктивні і стійкі системи криптографічного захисту.

УДК 621.391

Панкова Т. Б.¹, Лизунов С. И.²

¹ студ. гр. РТ-712 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОТОКОЛ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В РАДИОКАНАЛАХ БПЛА

Развитие современных технологий управления и передачи информации приводит к значительному возрастанию информационных потоков в радиоканалах. Информация, циркулирующая по радиоканалам управления и информационного обмена, может иметь критическое значение для пользователя, то есть раскрытие информации посторонним лицам может

привести к значительному ущербу для пользователя. Такая информация является конфиденциальной и требует защиты от различных угроз.

Среди множества угроз безопасности информации в беспилотных системах можно выделить:

1. Перехват в радиоканале (контроль трафика).
2. Воздействие преднамеренных и естественных помех.
3. Несанкционированное декодирование и дешифрование информации.
4. Информационную перегрузку за счет передачи большого количества фрагментов ложной информации.
5. Передачу ложной информации, постановку имитирующих помех.
6. Физические воздействия на оконечные устройства.

Учитывая пространственную доступность радиоканалов управления и информационного обмена с беспилотного летательного аппарата (БПЛА), значительное внимание необходимо уделять вопросам защиты информации от несанкционированного доступа к ее смысловому содержанию. Основным инструментом защиты информации в этом случае является криптографическая защита, построенная на основе различных алгоритмов шифрования.

В беспилотных системах целесообразнее использовать асимметричные криптосистемы, которые обладают следующими преимуществами:

1. Асимметричные криптосистемы позволяют строить эффективные алгоритмы аутентификации.
2. Использование для защиты информации только симметричных криптосистем требует распространения большого числа ключевой информации, а асимметричные криптосистемы свободны от данного недостатка.

В общем случае системы управления и информационного обмена с беспилотным летательным аппаратом могут быть разнородными и использовать различные протоколы на различных уровнях модели взаимодействия открытых систем. В таких сетях могут быть использованы различные каналы передачи информации, в том числе проводные, радио, оптические и др. Кроме того, в интересах управления и информационного обмена с беспилотным летательным аппаратом возможно использование сетевых спутниковых систем связи общего пользования. В связи с этим наиболее целесообразно размещать криптографические функции на уровне представления или прикладном уровне семиуровневой модели взаимодействия открытых систем OSI (open systems interconnection basic reference model), что аналогично «туннелированию» при создании закрытых каналов в компьютерных сетях.

Шифрование всей передаваемой информации в этом случае осуществляется до ее поступления в терминальную абонентскую аппаратуру. За

счет этого становится возможной аутентификации абонентов последующим переходом к информационному обмену в закрытом режиме работы.

Шифрование передаваемых сообщений в этом случае производится только конечными абонентами. Зашифрованный пакет информационного обмена абонентов инкапсулируется в пакет по стандарту, принятому в используемой сети связи.

В предложенной работе был разработан комбинированный алгоритм генерации общего сеансного ключа и поточного шифрования, который сочетает в себе преимущества симметричных и асимметричных криптосистем. Алгоритм определяет порядок выработки общего сеансного ключа на основе протокола Диффи-Хеллмана с использованием эллиптических кривых (ЭК) (асимметричная часть) с последующим шифрованием потока информации методом гаммирования (симметричная часть). Начальные состояния обоих генераторов определяются ключом, полученным в результате алгоритма генерации сеансного ключа.

УДК 621

Лизунов С. И.¹, Акаева А. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. РТ-711 ЗНТУ

CUJO – СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ДЛЯ «УМНОГО ДОМА»

В наше время с помощью одного лишь мобильного телефона или даже голосовых команд пользователь может управлять всей электроникой в доме. Поэтому вопрос безопасности стал настолько актуальным, так как мошенники (злоумышленники) могут воспользоваться уязвимостями современных систем автоматизированного контроля жизнеобеспечения «Умного дома» и предпринять попытку атаки. Для защиты «Умного дома» от несанкционированного доступа, предлагается использовать новейшую разработку группы калифорнийских исследователей – устройство под названием CUJO.

CUJO представляет собой небольшой блок, который подсоединяется к домашней сети Wi-Fi и отслеживает любую подозрительную активность в сети. Компактное изобретение применяет алгоритм машинного обучения, которое позволяет различать систематическую активность «умных» устройств от возможной угрозы. CUJO информирует пользователя о несанкционированном доступе посредством приложения для устройств на базе Android и iOS. Также устройство отображает текущие статусы

подключения, отправляет предупреждение и позволяет дистанционно контролировать соединения.

Данное изобретение использует многослойный подход при обеспечении безопасности. CUJO сочетает в себе брандмауэр (межсетевой экран), антивирус и фильтр. Его основное отличие от традиционных программных решений заключается в том, что входящий трафик анализируется еще до попадания на компьютер, то есть до того, как смогут нанести ущерб.

В устройстве есть два разъема Ethernet – входной и выходной. Входящие пакеты подвергаются анализу не только путем сверки с общеизвестными вредоносными программами, но и по своим уникальным методикам, которые анализируют поведенческие данные в облаке CUJO. Несомненно, часть данных передастся по зашифрованному каналу на облако, но от этого нам не избавиться. И уже после всех этих действий пакеты направляются на выходной разъем. К выходному разъему Ethernet можно подключить роутер и раздавать почищенную уже безопасную информацию на все подключенные устройства. Схема работы CUJO выглядит так:



Рисунок 1 – Схема работы CUJO

CUJO будет всегда устанавливать нужные нам обновления, не останавливая свою работу. Данное устройство обладает такими техническими характеристиками:

- двудерный процессор Cavium с тактовой частотой 1 ГГц;
- оперативная статическая память – 2 Гб;
- два Ethernet-порта на 1 Гб каждый.

Исследуя уязвимости в системе защиты «Умного дома», было выделено, что основными недостатками являются подключение к интернету, а также возможность удаленного доступа к данной системе. Устройство CUJO способно защитить систему «Умный дом» от большинства угроз.

УДК 621.391

Абраменко Л. А.¹, Лизунов С. И.²

¹ студ. гр. РТ-713 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЖИМНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Пожаротушение помещений, в которых содержится в том или ином виде информация с ограниченным доступом, имеет ряд особенностей и ограничений. Это предъявляет специфические требования к средствам пожаротушения.

В докладе рассматривается способ пожаротушения, который разработала тайландская компания «Elide fire ball Pro Co., Ltd. Разработка Elide Fire Extinguishing Ball представляет собой шар диаметром 147 мм, весом 1,5 кг, который способен самостоятельно потушить пожар большой силы. В месте возникновения пожара, под воздействием температуры, устройство подает предупредительный звуковой сигнал (127 дБ), после чего происходит самовзрывная реакция. В результате этой реакции, на площади до 10 м², происходит дисперсное распространение специального химического вещества, которое отвечает за пожаротушение.

Данное средство первичного пожаротушения уже стандартно используется в таких развитых странах, как Германия, Япония, Австралия и Турция. Теперь начинает активно продаваться и использоваться на территории Украины. У нас Elide fire известен как Шар-1.

Elide fire ШАР-1 эффективен для тушения практически всех основных видов пожаров, соответствующих следующим классам пожаротушения:

А – горение твердых веществ таких, как дерево, ткань, уголь, резина, пластмассы.

В – горение жидкостей таких, как бензин, нефтепродукты, спирт, глицерин.

Е – горение оборудование под напряжением вплоть до 5000 Вольт.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики Elide fire и обычного огнетушителя

Особенности	Огнетушитель Elide Fire	Обычные огнетушители
Самоактивация	Самоактивируется, когда вступает в контакт с огнем. Оболочка не выдерживает температуру свыше 80 градусов. Она начинает разрушаться, и мощным выбросом распыливает во все стороны специальный порошок. Защищаемый объем составляет 30 м ³ .	Требуется выполнения определенной последовательности действий для того, чтобы начать свою работу. Необходимо сорвать пломбу выдернуть чеку, повернуть раструб и т. п. А еще лучше ознакомиться с инструкцией на огнетушителе.
Пожарная сигнализация	Можно использовать и как пожарную сигнализацию, т. к. в момент активации он производит громкий хлопок примерно в 127 дБ.	Обычные огнетушители не имеют такого механизма. И люди могут некоторое время оставаться в неведении.
Легкость (габариты)	Диаметр всего 15 см и вес 1,5 кг. Поэтому его могут использовать даже дети или любые другие ограниченно дееспособные люди.	Большая часть остальных огнетушителей – металлические баллоны, имеющие вес 10–15 кг.
Экономия	Гарантийный срок службы 5 лет. Огнетушитель Elide Fire устроен таким образом, чтобы не требовалась перезарядка и обслуживание.	Требуется периодическое техническое обслуживание, такое как встряхивание, проверка, перезарядка, различные испытания.
Особенности	Огнетушитель Elide Fire	Обычные огнетушители
Безопасность	За счет самоактивации не требуется нахождение близи очага возгорания. Достаточно закрепить в потенциально опасных участках. Безопасен для находящихся вблизи людей.	Вынужденное приближение к пламени на расстояние необходимое огнетушителю, чтоб добросить огнетушащее вещество до огня. В случае с серьезным пожаром, к огню нельзя приблизиться и на 10 метров.

УДК 621.391

Верещака М. П.¹, Лизунов С. И.²

² студ. гр. РТ-713 ЗНТУ

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ВЫДЕЛЕННЫМ ПОМЕЩЕНИЕМ С ПОМОЩЬЮ WI-FI

Контроль за выделенным помещением должен осуществляться постоянно и, желательно, негласно.

В докладе рассматривается разработка американских программистов, которые научились видеть сквозь стены с помощью Wi-Fi: они заставили беспроводной передатчик составить трехмерную карту помещения и искать людей. На основе сигналов, отражающихся от человека, новый механизм воссоздает его точный силуэт и местоположение.

Прибор под названием RF Capture был разработан в лаборатории информатики и искусственного интеллекта Массачусетского технологического института. Он передает Wi-Fi-сигналы, которые проходят сквозь стену и отражающиеся от тел находящихся в соседнем помещении людей.

Разные части тела человека отражают Wi-Fi-сигнал по-разному в зависимости от положения тела относительно источника облучения. Данное устройство отслеживает, как эти отраженные волны меняются в зависимости от движений человека. Затем он собирает эти отражения и «склеивает» их в единый силуэт.

Конструкторы научили свое устройство отличать людей по их «силуэтным отпечаткам». В результате оно смогло различить 15 человек с точностью в 90 процентов, а также определять особенности движений (например, пишет ли человек или ходит по комнате).

Таким образом, становится возможным негласный контроль за происходящим в помещении. Кроме того, для использования таких устройств не нужно получать какие-либо дополнительные разрешения, т. к. используется стандартный диапазон частот и мощностей излучения.

Данную технологию хотят усовершенствовать до уровня бытовой техники – прибор, который сможет автоматически вызвать скорую, если человек упадет в обморок. Она также поможет в управлении освещением и отоплением, отслеживая местоположение обитателей дома.

ПРОТОКОЛЫ ГРУППОВОЙ ПОДПИСИ

Аутентификация информации с помощью двухключевых схем электронной цифровой подписи нашла широкое применение в информационных технологиях, связанных с циркуляцией электронных сообщений и документов, имеющих юридическое значение. В разнообразных практических приложениях используются протоколы электронной цифровой подписи различного типа: обычная (индивидуальная) цифровая подпись, коллективная цифровая подпись, слепая цифровая подпись и др. Одним из интересных протоколов является групповая цифровая подпись.

Протокол групповой электронной цифровой подписи обеспечивает возможность формирования цифровой подписи от имени некоторого коллегиального органа – группы подписывающих, один из которых является лидером (руководителем). В данном протоколе реализуются следующие свойства: подписать документ имеет возможность любой член группы; лидер по значению электронной цифровой подписи и соответствующему ей документу может определить лицо, сформировавшее данную конкретную подпись; лица, не состоящие в штате органа, не могут установить, кто конкретно сформировал групповую подпись к заданному документу.

Рассматривается протокол групповой цифровой подписи, удовлетворяющий дополнительным требованиям: личные секретные ключи подписывающих не разглашаются кому бы то ни было; формирование групповой подписи осуществляется в два этапа; предподпись может быть сформирована любым подписывающим или любым подмножеством подписывающих; по некоторому документу и групповой подписи к нему идентифицировать подписавшего или подмножество подписавших может только лидер.

В протоколе данного типа вопрос о том, кто подписывает конкретный документ, является прерогативой руководителя (лидера), который распределяет работу по подготовке электронных документов.

При формировании подписи на первом этапе исполнителем или несколькими исполнителями формируется «групповая предподпись», которая фактически является их цифровой подписью, прилагаемой к этому документу. Если руководитель решает утвердить документ, то на втором этапе он из «предподписи» вычисляет значение групповой подписи, т. е. выполняет процедуру утверждения подписанного документа.

Таким образом, групповая подпись в предложенном протоколе включает в себя подписи разработчиков документа и утверждающую подпись руководителя.

Рассмотренный протокол групповой цифровой подписи обеспечивает работу с электронными документами в близкой аналогии с традиционной процедурой подготовки, подписывания и утверждения бумажных документов. Это делает его достаточно интересным для практического использования в технологиях электронного документооборота. Достоинством является также и возможность использования стандартной инфраструктуры открытых ключей, которая в настоящее время имеется и используется для реализации протоколов индивидуальной цифровой подписи. Это позволяет легко расширять группу подписывающих, а также сменять лидера, если возникнет в этом необходимость.

Протокол также достаточно гибко реализует и свойство «пороговости». Гибкость состоит в том, что не требуется участие доверенных лиц и лидер решает самостоятельно, сколько и какие исполнители должны быть привлечены для работы над тем или иным документом.

Задача обеспечения неотслеживаемости участников процедуры формирования конкретной групповой подписи решается путем маскировки открытых ключей, подписывающих в зависимости от значения хэш-функции от подписываемого документа и от дополнительного секретного ключа лидера.

Предложенный протокол групповой цифровой подписи отличается от известных ранее набором дополнительных свойств. В отличие от индивидуальной электронной цифровой подписи групповая цифровая подпись содержит три элемента, что существенно увеличивает размер подписи по сравнению со случаем протоколов индивидуальной цифровой подписи, основанных на сложности задачи дискретного логарифмирования. Однако размер групповой цифровой подписи (1344 бит) незначительно превышает размер индивидуальной цифровой подписи в криптосистеме RSA (1024 бит) при заданном уровне стойкости.

Конструктивная схема рассмотренного протокола и ее основные механизмы позволяют разрабатывать новые протоколы групповой электронной цифровой подписи с применением других проверочных уравнений и других конечных групп.

УДК 621.391

Сидоренко Т. С.¹, Неласа Г. В.²

¹ студ. гр. РТ-811м ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТОКОЛІВ КВАНТОВОЇ КРИПТОГРАФІЇ НА ПЛАТФОРМІ CUDA

Квантова криптографія є новим етапом в еволюції інформаційного захисту, заснованим на законах квантової фізики. Кожен біт коду передається за допомогою квантового стану елементарної частинки світла-фотона. Як відомо, аксіома квантової фізики свідчить, що квантовий стан неможливо виміряти не порушивши його. Таким чином, виключається спроба зломисника заволодіти інформацією.

В даний час квантова криптографія включає кілька напрямків, одним з яких є квантові протоколи розподілу ключів (КПРК). Існує декілька протоколів розподілу ключів. У дослідженні розглядається принцип роботи КПРК і проводиться порівняльний аналіз на прикладі двох протоколів: протоколу BB84 і протоколу з шістьма станами.

Однією з причин привабливості досліджень в області квантових комп'ютерів є їх природний паралелізм обчислень.

На сьогоднішній день набирає обертів парадигма GPGPU-неспеціалізовані обчислення на графічних процесорах – метод використання графічного процесора відеокарти (масивно-паралельного пристрою) для виконання не тільки графічних, а й загальних обчислень. Однією з платформ для таких обчислень є технологія CUDA. Вона дозволяє істотно збільшити обчислювальну продуктивність в результаті використання графічних процесорів.

Метою даного дослідження є розробка програмних моделей протоколів квантової криптографії на масивно-паралельних пристроях з використанням технології CUDA. Це дозволить виключити недоліки протоколів на етапі моделювання до створення реального квантового комп'ютера.

ИЗ ИСТОРИИ КОДИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Проблема защиты информации путем ее преобразования, исключаяющего ее прочтение посторонним лицом, волновала человеческий ум с давних времен. В опасной для жизни боевой обстановке любые данные, циркулирующие между военными подразделениями, носили секретный характер. Они скрывались от врагов и были понятны только «своим». Представляет несомненный интерес изучение Римской системы передачи разведывательных донесений, приказов и сигналов.

Цель этой работы – показать истоки и развитие способов передачи информации на примере армии Древнего Рима. В работе проводится анализ роли государственной почтовой службы в деле функционирования армейской связи, приводятся примеры применения тайнописи, звуковых и световых сигналов.

Различные системы передачи секретных данных полностью могли удовлетворить нужды военного командования лишь при их комплексном использовании.

Римская почтовая служба функционировала лишь в Италии и некоторых наиболее развитых провинциях. Использование птиц и животных для доставки посланий было малораспространенным явлением. Тайнопись служила интересам, скорее всего, лишь образованных людей. Более распространенной и, главное, эффективной могла быть сигнальная коммуникация. Там, где обмен информацией ограничивался технической оснащенностью, употреблялся язык жестов. На больших расстояниях использовались дымовые и огневые сигналы, однако их содержательная наполняемость была не велика.

В римской армии шифрованием чаще всего должны были заниматься люди, близкие к командованию, штабные офицеры и разведчики. В источниках встречаются несколько примеров использования криптографии. Светоний пишет, что видел письма Гая Юлия Цезаря, в которых буквы менялись так, что не складывалось ни одного слова. Чтобы разобрать их, нужно было читать всякий раз четвертую букву вместо первой. Его преемник Август менял первую букву на вторую.

Во II веке до н. э. был изобретен квадрат Полибия. В нем буквы алфавита записывались в квадрат 5 на 5, после чего с помощью оптического телеграфа передавались номер строки и столбца, соответствующие символу

исходного текста. Это можно рассматривать как первую систему, уменьшавшую исходный алфавит, и, в некотором смысле, как прообраз современной системы двоичной передачи данных.

Грекам было хорошо известно искусство шифра, которое у них заимствовали римляне. Один из наиболее известных способов – применявшаяся спартиатами тайнопись скитала. Скитала представляла собой длинный стержень, на который наматывалась лента из пергамента. На ленту наносился текст вдоль оси скиталы так, что после разматывания текст становился нечитаемым. Для его восстановления требовалась скитала такого же диаметра.

Приведенные в данном исследовании криптографические методы шифрования и передачи информации активно применялись в Древнем Риме и надолго определили характер криптографии. В условиях необходимости ручного расшифрования полибианский квадрат был практически неуязвимым шифром, а скитала достаточно простым, тем не менее, позволяли оперативно передавать, шифровать и расшифровывать информацию, что делало их применимыми, скажем, в полевых условиях для оперативной передачи приказов.

Идеи, заложенные в использующиеся в древних времен способы и методы кодирования и передачи информации, могут быть полезны при создании новых современных подходов к методам защиты информации.

УДК 621.391

Триш Ю. С.¹, Воскобойник В. А.²

¹ студ. гр. РТ-711м ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АУТЕНТИФИКАЦИИ

По мере развития компьютерных сетей и расширения сфер автоматизации ценность информации неуклонно возрастает. Известно, что систему можно обмануть, представившись чужим именем. Для этого необходимо лишь знать некую идентифицирующую информацию, которой, с точки зрения системы безопасности, обладает единственный человек. Злоумышленник, выдав себя за сотрудника компании, получает в свое распоряжение все ресурсы, доступные данному пользователю в соответствии с его полномочиями и должностными обязанностями. Выход из этой ситуации можно найти с помощью современных биометрических технологий, которые позволяют идентифицировать личность.

Биометрическое распознавание объекта заключается в сравнении физиологических или психологических особенностей этого объекта с его

характеристиками, хранящимися в базе данных системы. По сравнению с паролями и карточками такая система обеспечивает гораздо более надежную защиту, ведь собственное тело нельзя ни забыть, ни потерять.

Аутентификация, как правило, предусматривает представление пользователями в информационную систему своих действительных идентификационных данных, сопровождаемых одним или более аутентифицирующими факторами для подтверждения их подлинности.

Необходимо отметить, что наибольшую эффективность защиты обеспечивают системы, в которых биометрические системы сочетаются с другими аппаратными средствами аутентификации, например, смарт-картами. Комбинируя различные способы биометрической и аппаратной аутентификации, можно получить весьма надежную систему защиты. По мнению ряда аналитиков, биометрические технологии развиваются пока достаточно медленно, однако недалеко то время, когда не только настольные и портативные компьютеры, но и мобильные телефоны будут немыслимы без подобных средств аутентификации.

В табл. 1.1 представлены некоторые достоинства и недостатки биометрических систем аутентификации.

Таблица 1.1 – Достоинства и недостатки биометрических систем аутентификации

Достоинства	Недостатки
Пользователю удобно использовать аутентификатор, который всегда «с собой»	Вероятностный характер распознавания приводит к ложным срабатываниям
Аутентификатор не может быть передан другому человеку	Биометрические параметры могут со временем изменяться по разным причинам: болезнь, возраст, изменение состояния внешней среды
Аутентифицируемый, пройдя аутентификацию, не сможет в дальнейшем отречься от своих действий	Возможна подмена, насильственное изъятие и фабрикация биометрического материала
Многие современные электронные устройства (компьютеры, телефоны и др.) готовы для внедрения биометрической аутентификации, поскольку изначально оснащены средствами снятия биометрических образцов: фотокамерами, звукозаписывающими системами.	Единожды скомпрометированный биометрический аутентификатор нельзя сменить на другой
Биометрические параметры достаточно просто могут быть использованы в двухфакторной аутентификации, например, в комбинации с паролем	Сложности обеспечения безопасности персональных данных человека

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПОЛІТИКИ БЕЗПЕКИ В ДЕРЖАВНИХ УСТАНОВАХ УКРАЇНИ

В даний час розвиток інформаційних технологій, їх поширення в усі сфери життєдіяльності людини та суспільства стали нормою подальшої еволюції цивілізації.

В провідних країнах світу, у тому числі країнах-членах ЄС, розвиток інформаційного суспільства визначено одним з головних пріоритетів державної політики.

Формування та реалізація ефективної державної політики в цій сфері обумовлена наступними факторами:

- зростаючим значенням інформації для будь-якої сфери життєдіяльності особи, суспільства та держави;
- прагнення України набути статусу асоційованого члена ЄС;
- входженням нашої країни в світовий інформаційний простір;
- появою нових та зростанням рівня традиційних загроз в інформаційній сфері;
- загостренням комплексу проблем в інформаційній сфері;
- недосконалістю чинного законодавства;
- важливістю державного регулюючого впливу на інформаційну сферу та реалізації державної політики у сфері інформаційного суспільства.

Концепція державної політики у сфері інформатизації та розвитку інформаційного суспільства визначено законодавчим актом, в якому позначені головна мета, основні завдання, шляхи розв'язання проблем, завдання та функції органів влади, механізми взаємодії їх між собою та суспільством.

З метою вирішення проблеми захисту національних інтересів України доцільно створити Центральний орган виконавчої влади в сфері телекомунікації та інформатизації. Очолити цей орган має висококваліфікована, порядна та досвідчена в цій галузі людина-науковець.

Основним завданням цієї державної структури мають бути:

- всебічний розвиток та захист галузі ІТ;
- заходи щодо її інвестиційної привабливості;
- вихід нашої держави в світові лідери в ІТ галузі;
- стимулювання впровадження новітніх ІТ і виробництва конкурентоспроможного національного інформаційного продукту, зокрема сучасних засобів і систем захисту інформаційних ресурсів;

– забезпечення безпеки інформаційно-телекомунікаційних систем, що функціонують в інтересах управління державою, забезпечують потреби оборони та безпеки держави, кредитно-банківської та інших сфер економіки, систем управління об'єктами критичної інфраструктури;

– розробка та впровадження національних стандартів і технічних регламентів застосування інформаційних стандартів і технічних регламентів застосування інформаційно-комунікаційних технологій, гармонізованих із відповідними стандартами держав – членів ЄС, у тому числі, згідно з вимогами Конвенції про кіберзлочинність;

– створення національної системи кібербезпеки;

– розбудова сучасної, заможної України.

УДК 621.391

Литовка Т. В.², Никулищев Г. И.¹

¹ студ. гр. РТ-813 ЗНТУ

² старш. преп. ЗНТУ

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАЧНЫЕ АНТИВИРУСЫ

Сегодня одним из ключевых факторов развития современного бизнеса являются облачные технологии, помогающие поддерживать высокий уровень адаптивности к рациональному использованию информационных ресурсов. Поскольку все больше сервисов переходят на облачные вычисления, современные антивирусные технологии также перемещаются в облака. На сегодняшний день такие тенденции являются очень актуальными, так как традиционные антивирусы имеют ограниченные возможности.

Авторами рассмотрены особенности облачных антивирусов, их преимущества и недостатки, представлены результаты тестирования комплексных антивирусов лабораториями AV-Comparatives, AV-TEST, MRG Effitas.

Облачный антивирус – это антивирусный комплекс, построенный на архитектуре тонкого клиента (в отличие от традиционного антивируса). Клиентская часть сканирует файлы на компьютере пользователя, где она и установлена, и отправляет для анализа облачному серверу их метаданные (например, хеш-данные). Основную работу выполняет вторая часть такого антивируса – веб-сервис. Здесь происходит полномасштабное сравнение полученных данных с аналогами в вирусной базе – так называемой базе сигнатур. После всех исследований на обнаружение вредоносного ПО, пользователь получает отчет с результатами проверки. Если файл оказался зараженным, тогда сервер отправляет клиентской части специальные инструкции как обезвредить угрозу.

Использование облачных антивирусных технологий имеет ряд преимуществ. Прежде всего, при использовании облачной антивирусной защиты продуктивность работы остается достаточно высокой. Такой эффект достигается за счет того, что клиентская часть не требует установки дополнительного антивирусного ПО, как в случае толстого клиента. Вторым преимуществом является единая база сигнатур, расположенная на серверах облачной части. Эта база постоянно обновляется посредством сбора анонимной информации с ПК каждого пользователя о новых угрозах, случаях заражения, а также предоставленных данных антивирусных лабораторий. Подобный подход дает возможность защитить пользователей от новых уязвимостей (в том числе и уязвимостей «нулевого дня») одновременно с выходом в Internet. Также значительно уменьшается количество ошибок первого рода (ложных срабатываний).

Основной проблемой облачных технологий антивирусной защиты является необходимость постоянного подключения к сети Internet для обеспечения максимальной эффективности.

Современные антивирусные компании развивают продукты с традиционным названием «Internet Security», объединяющие в себе облачные, проактивные и антивирусные технологии. По результатам исследований независимой лаборатории AV-Test в 2016 году среди платных комплексных антивирусов можно выделить Avira Antivirus Pro, Bitdefender Internet Security 2016, Kaspersky Internet Security 2016 и Norton Security 2016, набравшие наивысший балл оценки по трем категориям – защита, скорость, удобство. Среди бесплатных антивирусов, проходивших то же тестирование, в тройку лидеров вошли Avira Free Antivirus, Bitdefender Antivirus Free и Kaspersky Free.

Как правило, облачные вычисления применяются для снижения нагрузки на клиентов. В антивирусных системах это играет весомую роль в стратегии обеспечения безопасности. За счет облачных технологий происходит быстрое распространение новых сигнатурных баз, а также накопление признаков известных угроз, что позволяет моментально реагировать на них.

На сегодняшний день только 3 антивирусных сервиса построены исключительно на облачных технологиях: Panda Security, Immunet и Prevx. Тем не менее, антивирусные компании следуют тенденции объединения традиционных технологий, которые сейчас уже не в состоянии обеспечить эффективную защиту в реальном времени, с облачными.

УДК 621.391

Лех В. О.¹, Нікуліщев Г. І.²

¹ студ. гр. РТ-812 ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ КІБЕРЗАХИСТУ УКРАЇНИ

27 січня 2016 року Рада національної безпеки і оборони ухвалила стратегію кібербезпеки України. Стратегія кібербезпеки передбачає розбудову національної системи забезпечення захисту кіберпростору, своєчасне виявлення та нейтралізацію кіберзагроз, а також запобігання їм з урахуванням практики провідних держав-членів НАТО та ЄС.

У стратегії йдеться про координацію, взаємодію і розподіл повноважень та відповідальності органів сектора безпеки й оборони України в питаннях кібербезпеки, кіберзахисту та протидії кібертероризму й кіберзлочинності.

Доповідь складається з чотирьох частин:

Ситуація в Україні. Термінологія

Різновиди та приклади кібератак

Основні напрямки забезпечення кіберзахисту України

Шляхи вирішення питання кібербезпеки України

Аналітична складова доповіді основана на розгляді та аналізі стратегії кібербезпеки України, що була прийнята 27.01.2016р. Необхідно мати на увазі, що у Сполучених Штатах Америки добре розуміють, що військові переваги в кіберпросторі роблять Америку найпотужнішою глобальною державою світу. Однак разом із перевагами посилюються численні загрози кіберпростору. Саме тому у ХХІ ст. кіберпростір стає чи не найважливішою сферою державних і глобальних інтересів усіх розвинутих країн. В кінці доповіді запропоновані шляхи вирішення питання кібербезпеки України.

УДК 621.391

Скрынский А. С.¹, Никулищев Г. И.²

¹ студ. гр. РТ-812 ЗНТУ

² старш. преп. ЗНТУ

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ЗАЩИТЫ КИБЕРПРОСТРАНСТВА

Действующая отечественная нормативно-правовая база в сфере противодействия преступлениям в киберпространстве лишь частично удовлетворяет потребности времени и не всегда охватывает все ключевые

328

элементы, которые необходимы для эффективного противодействия киберпреступности всех уровней сложности. На сегодняшний день в Украине действует ряд законов Украины и нормативных документов различных уровней, охватывающих проблемы обеспечения кибербезопасности государства.

Целью доклада является анализ проблем действующего законодательства и терминологических неопределенностей в сфере защиты киберпространства Украины.

В результате проведенного анализа охарактеризованы ключевые проблемы отечественного законодательства в сфере противодействия киберпреступности. Рассмотрены основные направления совершенствования нормативно-правовой базы в сфере противодействия киберпреступности. Приведены основные параметры структуры основного закона в сфере защиты киберпространства государства. Предложено определение ключевых терминов по кибербезопасности, которые могут стать основой для законодательства в данной сфере.

УДК 621.391

Скрута А. В.¹, Щекотихин О. В.²

¹ студ. гр. РТ-813 ЗНТУ

² канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

Целью представленной работы является рассмотрение и сравнительный анализ современных транспортных сетей, направленные на выбор оптимального варианта сети, отвечающей требованиям сегодняшнего дня.

В настоящее время, в связи с постоянным увеличением передаваемой информации, вызванной информационным взрывом, проводится модернизация транспортных сетей, направленная на увеличение пропускной способности, повышение надежности и качества передаваемой информации, наращивание предоставляемых услуг пользователю и защите от несанкционированного съема информации (НСИ).

Транспортная сеть связи – это совокупность всех ресурсов, выполняющих функции транспортирования информации в телекоммуникационных сетях. Она включает не только передачу информации, но и средства контроля, оперативного переключения резервирования, управления и защиты от НСИ.

Технология плейзохронных транспортных сетей (PDH) пришедшая на смену аналоговых сетей передачи (АСП), позволила устранить ряд недостатков, присущих АСП и значительно повысила быстродействие.

Однако PDH обладает такими недостатками как сложность и неэффективность операций мультиплексирования и демультиплексирования пользовательских данных, отсутствием средств устранения отказоустойчивости и низкими скоростями передачи информации, максимум 500 Мбит/с.

В ходе исследования возникших трудностей была разработана технология синхронной передачи информации (SDH), которая значительно превосходила технологию PDH по скорости передачи информации, надежности, мониторингу и другим характеристикам. Однако скорость передачи SDH не превышала 10–40 Гбит/с, что не соответствовало возросшим объемам передаваемой информации.

Технология спектрального мультиплексирования (WDH) позволила повысить быстродействие сетей до единиц Тбит/с. Однако данная технология является только транспортным каналом передачи информации сетей PDH и SDH, в связи с чем возникла необходимость в разработке технологии, способной дополнить недостатки WDH. В связи с этим в последнее время стала внедряться новая технология оптических транспортных сетей (OTN). Она позволяет не только увеличить скорость передачи информации до десятков Тбит/с, но и значительно упростить интерфейсы для мультиплексирования разнообразных наборов информации, улучшить контроль работы сети, надежность и масштабируемость, а также защиту от НСИ.

Сравнительный анализ характеристик рассмотренных транспортных сетей позволяет сделать вывод о необходимости использования сетей OTN.

УДК 621.391

Гуменяк Д. В.¹, Беликов Д. В.²

¹ студ. гр. РТ-814 ЗНТУ

² старш. преп. ЗНТУ

УПРАВЛЕНИЕ ИСКЛЮЧЕНИЯМИ КАК НЕОБХОДИМАЯ ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Любое состояние ошибки или непредвиденное поведение, возникающее при выполнении программы, принято называть «исключением». Например, если в процессе выполнения программы производится «деление на ноль», то возникнет исключительная ситуация.

Целью исследования является определение стратегии управления исключениями, которая, при использовании, будет способствовать повышению надежности и безопасности ПО.

В докладе рассматривается влияние некорректного (или вовсе отсутствующего) подхода к обработке исключений на надежность программных систем и конфиденциальность данных, приводятся другие связанные угрозы безопасности.

В результате исследования определены основные шаги стратегии управления исключениями. На примере программы и языка Java показаны простейшие реализации:

- распространения исключения по программе;
- сохранения информации об исключении в журнале программы.

УДК 621.391

Данілов А. І.¹, Бобирь М. А.¹, Козіна Г. Л.²

¹ студ. гр. РТ-812 ЗНТУ

² доц. ЗНТУ

КРИПТОЗАХИЩЕНІСТЬ ІНТЕРНЕТ-ВАЛЮТИ BITCOIN

Біткоіни – це перша в світі децентралізована цифрова валюта. Це валюта принципово відрізняється від усіх раніше створених електронних валют і платіжних систем. Вона не прив'язана ні до яких фізичних активів або «офіційних» валют, а ціна цифрової монети – біткойну – регулюється виключно ринковим попитом і пропозицією.

Біткойн – це також і всесвітня платіжна система, через яку можна проводити операції з даною валютою. Головна її відмінність від традиційних платіжних систем в тому, що система біткойнов не має ніякого керуючого і процесингового центру – всі операції відбуваються виключно в мережі рівноправних клієнтів.

У даній роботі розглянуто основні принципи роботи з Bitcoin.

Авторизація користувача при кожному запуску програми дозволяє розробнику стежити за статистикою використання програми, виявляти випадки порушення ліцензій, позбавляти ліцензій недобросовісних користувачів, а також гнучко змінювати ліцензійну політику у відповідності зі своїми потребами.

Bitcoin покладається на криптографічні принципи, щоб створити унікальні, невідтворювані і ділені маркери валюти. Користувачі зберігають криптографічні ключі до своїх власних грошей локально на своєму власному комп'ютері, і проводять транзакції безпосередньо один з одним через пірингову мережу, перевіряючи за допомогою мережі достовірність грошових переказів. Фізично кожна монета в системі має свій унікальний ключ.

При здійсненні транзакції користувач додає до монети відкритий ключ адресата і підписує її своїм особистим закритим ключем. Щоб виключити подвійне списання однієї монети, всі транзакції транслуються іншим учасникам, а повний список транзакцій в анонімному вигляді зберігається в розподіленій мережі. При кожній новій транзакції ключі перевіряються за списком попередніх транзакцій. Криптостійкість Bitcoin заснована на записі переміщень грошових коштів з використанням асиметричного шифрування.

Для запобігання багаторазової витрати однієї і тієї же суми мережа реалізує щось подібне розподіленому серверу часу, використовуючи ідею ланцюжка хешів, кожен з яких обчислюється на базі попереднього. Для зменшення розміру розподіленої мережевої бази даних використовується деревоподібне хешування.

В даний момент кількість монет в обігу системи становить трохи більше 1 млн. Фактично на даний момент Bitcoin – це хмарна мережа розподілених обчислень. Дохід в Bitcoin монетизується за рахунок валюти, цінність якої забезпечує електрична енергія і робота процесора. Фактично, номінал однієї монети дорівнює певній кількості процесорного часу. На практиці вартість її визначається співвідношенням біржових пропозицій та попиту, що з певною затримкою впливає на необхідні комп'ютерні ресурси для генерації монети.

Головними світовими трендами в 2016 році, стосовно Bitcoin, є розробка додатків з використанням Bitcoin, зростаюче використання в мікроплатежах; активне фінансування біткоїн-гаманців та подальше їх перетворення в біткоїн-банки; інтеграція в локальні банківські системи, криптовалютний бум в країнах, що розвиваються.

Україна теж приймає участь в підтримці технології Bitcoin. Так у вересні 2015 року в м. Київ пройшла друга міжнародна виставка-конференція «Bitcoin Conference Kiev – майданчик», на якій зустрілися кращі фахівці в сфері криптовалют з усього світу. Основними темами конференції стали: що таке криптовалюта і біткоїни в цілому; біткоїни в Україні, діяльність Bitcoin Foundation Ukraine; blockchain остаточно призведе світ до економіки обміну і змінить модель споживання.

В рамках конференції пройшов круглий стіл за участю представника НБУ, який зазначив, що «Україна не заборонятиме біткоїни». Влада країни відкрита до діалогу і готова до впровадження сучасних технологій, підтримки інноваційних візій і зміни структури і взаємин у фінансовому секторі держави.

Таким чином, інтернет валюта Bitcoin отримує розвиток і на території України. Основною причиною успіху є криптозахищеність та анонімність валюти.

УДК 621.391

Точилін Д. Д.¹, Неласа Г. В.²

1 студ. гр. РТ-811м ЗНТУ

2 канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

АНАЛІЗ ПРОТОКОЛІВ СПРЯМОВАНОГО ШИФРУВАННЯ

Розвиток сучасного інформаційного суспільства неможливий без застосування суттєвих заходів захисту інформації, що циркулює по телекомунікаційним каналам. На теперішній час в розвинених країнах побудовано інфраструктури відкритих ключів (ІВК, *PKI – Public Key Infrastructure*), що забезпечують послуги криптографічного захисту інформації та сертифікації відкритих ключів згідно стандарту X.509.

В Україні розгортання ІВК почалося з впровадження підсистеми цифрового підпису згідно стандарту ДСТУ 4145-2002 «Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Цифровий підпис, що ґрунтується на еліптичних кривих. Формування та перевіряння». Перший центр сертифікації почав функціонувати в 2006 році. З того часу послугами захищеного інформаційного зв'язку в системах електронного документообігу може користуватись будь-яка фізична чи юридична особа.

Зовсім недавно набули чинності й інші стандарти – ДСТУ 7624:2014 «Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Алгоритм симетричного блочного перетворення» та ДСТУ 7564: 2014 «Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Функція хешування». Таким чином, для завершення формування національної ІВК залишилося розробити стандарт спрямованого шифрування, який би задовольняв сучасним вимогам по стійкості та швидкості криптографічних перетворень.

В роботі розглянуті такі крипто алгоритми: RSA, Elgamal, Рабіна, Люка, Мак-Еліса, NTRUEncrypt. Оцінюються їх переваги, особливості і недоліки в порівнянні один з одним. Вигідно відрізняється від інших криптосистема NTRUEncrypt, заснована на арифметиці решіток, винайдена в якості альтернативи RSA ще в 1996 році, яка в зв'язку з можливою появою квантових комп'ютерів зараз досить активно досліджується. В якості математичної бази в NTRUEncrypt використовується арифметика в кільці усічених поліномів. Основна її перевага заключається в тому, що зазвичай найбільш трудомістка операція приведення за модулем виконується простим зсувом (shift), що має зовсім невелику обчислювальну складність.

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОБ'ЄКТА ЗА ДОПОМОГОЮ GSM

Оперативне визначення місцезнаходження об'єкта (суб'єкта) є важливою складовою з точки зору безпеки.

Системи глобального позиціонування на місцевості (GPS) відомі давно й використовуються спецслужбами й транспортниками для обчислення точних координат об'єкта. Однак ці системи засновані на супутниковому зв'язку й малопридатні для масового використання як підрозділами МВС та СБУ, так і службами безпеки (охорони) режимних підприємств. Систем визначення місця розташування, побудованих на основі стільникових мереж, в Україні до останнього часу не було. Зараз оператори стільникового зв'язку (Київстар, Vodafone) почали надавати такі послуги.

Відомо, що до 90% часу розмови по «тривожних телефонах» витрачається на пояснення місця розташування абонента й лише 10% – на розповідь про те, що відбулося. Якщо відповідні служби будуть обладнані спеціальною апаратурою, то координати об'єкта, що дзвонить, визначаться миттєво.

Визначення координат мобільних терміналів абонентів закладено у всіх стандартах стільникового зв'язку. Причому це зроблено зовсім не з бажання знати все про абонентів, а через особливості бездротових комунікацій. Процедура визначення місцезнаходження абонента, що закладена в стандарти GSM, виконується не тільки при яких-небудь подіях (реєстрація апарата на базовій станції, вихідний/вхідний виклик, прийом/відправлення SMS-повідомлення, зміна базової станції), але просто в режимі очікування з інтервалом кратним 6-ти хвилинам, при примусовій, з ініціативи базової станції, перереєстрації телефону в мережі.

У режимі очікування телефон (термінал GSM) стежить за рівнями сигналу декількох сусідніх базових станцій (зазвичай 6), і автоматично перереєструється, як активний абонент, на базовій станції з максимальним рівнем сигналу. Виконання процедури визначення місця розташування необхідно для коректного і якісного надання послуг зв'язку. У мережах стандарту GSM визначення місця розташування абонента може бути виконано декількома способами.

1. Метод ідентифікаторів сот (Cell ID)

Місце розташування абонента визначають по соті, у якій він перебуває. Використання даного методу не вимагає якого-небудь додаткового

обладнання, необхідно тільки програмна підтримка на обладнанні оператора. Точність визначення координат ± 150 метрів у містах, ± 35 км – за містом.

2. Метод ідентифікаторів сот і часової компенсації (Cell ID + Timing Advance).

Базується на попередньому методі. При виконанні процедури визначення місця розташування, у момент розмови або реєстрації абонента на базовій станції, визначається величина часової компенсації (TA) – час затримки розповсюдження сигналу, пропорційний відстані від антени абонентського терміналу до антени базової станції. Значення TA виражаються в умовних одиницях від 1 до 63, одна одиниця дорівнює 547 м. До речі, максимальна теоретична відстань між абонентом і базовою станцією не може перевищувати 34,46 км. Даний метод є базовим для стандартів GSM, тому яке-небудь додаткове обладнання операторові не потрібно. З урахуванням розбивки зони покриття всіх базових станцій на сектори точність даного методу досягає $\pm 100 \dots 300$ м у містах, ± 500 м на окраїнах і за містом.

3. Метод часу прибуття (Time of Arrival)

При використанні даного методу місце розташування абонента визначається шляхом виміру інтервалів часу, за які сигнал мобільного телефону досягає трьох або більше точок, оснащених спеціальним устаткуванням – Location Measurement Units (LMU) – вимірювальними модулями системи. Дане обладнання встановлюють або на базових станціях, або окремо, так щоб один LMU охоплював територію, що покривається кількома базовими станціями. Типове співвідношення – 1 LMU на 4 базові станції. Дані, одержувані LMU, передаються на MLC (Mobile Location Center) – центр розрахунків положення, що звичайно є ініціатором визначення місця розташування абонента. Точність визначення місця розташування абонентів досягає ± 125 м. Метод збільшує навантаження на мережу стільникового зв'язку, тому що для визначення місця розташування необхідно відправити запит телефону. Для коректного визначення місця розташування необхідна високоточна синхронізація часу на всіх LMU.

4. Метод різниці часів затримки сигналу (Enhanced Observed Time Difference).

Основою методу є вимір різниці в часі прибуття сигналу на одну з базових станцій, що оснащена блоком LMU, щодо часу прибуття сигналу на дві інші базові станції, також оснащеними LMU. Всі розрахунки при використанні даного методу виконує MLC. Достоїнствами методу є те, що він не вимагає високоточної синхронізації часу й дозволяє задіяти меншу кількість LMU. Точність визначення координат досягає ± 100 м.

Підводячи підсумки, можна сказати наступне. Визначення місця розташування абонента мережі рухливого радіозв'язку – необхідність, обумовлена специфікою її функціонування. Зазвичай, цілком достатньо

точності, що досягається за допомогою методу ідентифікаторів сот і часової компенсації. Однак оператори оснащують свої мережі LMU й MLC, виводять на ринок послуги визначення місця розташування абонента. Тому, при бажанні, місце розташування абонента можна визначити більш точно – наприклад, одночасно застосувати метод ідентифікаторів сот і часової компенсації й метод різниці часів затримки сигналу, а потім сполучити отримані результати. Також можна задіяти більшу кількість LMU, що дозволить зменшити зону, у якій приблизно може перебувати об'єкт. Таким чином, при виникненні реальної необхідності, оператор може легко визначити місце розташування будь-якого включеного телефону.

УДК 519.1

Нікуліщев Г. І.¹, Козіна Г. Л.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² доц. ЗНТУ

ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ СХЕМ СЛІПОГО ПІДПISУ

Актуальною задачею на сучасному етапі розвитку суспільства є переведення звичних офіційних та соціальних процедур в онлайн. Не останню роль в її вирішенні відіграє криптографічний механізм електронного цифрового підпису (ЕЦП). Традиційні схеми ЕЦП вже давно застосовуються на практиці в системах електронного документообігу як на рівні окремих підприємств чи відомств, так і на рівні держави. Втім, коло задач, які можуть бути вирішені за допомогою схем ЕЦП не обмежується підтвердженням приналежності електронного документа учаснику системи електронного документообігу та засвідченням його цілісності. Існують схеми ЕЦП різного призначення, зокрема, сліпий підпис, який може бути використано в системах електронного голосування та для забезпечення обігу електронної готівки.

На часі розроблено велику кількість схем ЕЦП, а в багатьох розвинених країнах діють національні чи міждержавні стандарти ЕЦП. Криптостійкість таких схем, як правило, перевірена і доведена їхніми авторами та експертною спільнотою. Натомість, схеми ЕЦП іншого призначення, зокрема сліпого підпису, ще не стандартизовані.

Існують два підходи до формування схем сліпого підпису – розробка нової схеми та модифікація існуючої схеми ЕЦП. Другий підхід видається авторам більш виправданим, оскільки в цьому випадку криптостійкість основних перетворень схеми забезпечується базовою схемою ЕЦП. Також модифіковану схему легко інтегрувати до системи електронного документообігу чи інфраструктури відкритих ключів, де використовується базова схема ЕЦП.

Модифікація схеми ЕЦП в рамках другого підходу передбачає перетворення алгоритму постановки підпису, розрахованого на одного учасника, на протокол взаємодії двох учасників. Алгоритм перевірки підпису має залишитись без змін.

Новостворений протокол має передбачати обмін між емітентом документа і підписантом. При цьому емітент має засліпити параметри, які він надсилає підписанту, і зняти засліплення з отриманого від підписанта компонента підпису. Засліплення, як правило, відбувається за допомогою декількох випадкових коефіцієнтів, які емітент обирає окремо для кожної сесії постановки підпису. При розробці співвідношень для засліплення параметрів і його зняття можуть використовуватись тимчасові коефіцієнти, які потім мають бути виражені через коефіцієнти засліплення шляхом вирішення відповідної системи рівнянь. Також треба враховувати необхідність забезпечення захищеності схеми сліпого підпису за критерієм анонімності, оскільки криптостійкість базової схеми ЕЦП на нього не розрахована.

Авторами продемонстровано дієвість такого підходу, зокрема, на прикладі модифікації німецького стандарту ЕЦП ECGDSA. Отримане сімейство схем сліпого підпису захищене за критерієм анонімності і може бути використане за призначенням.

УДК 621

Карпуков Л. М.¹, Щекотихин О. В.²

¹ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

² канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ОПТИЧЕСКИХ ЛИНЕЙНЫХ ТРАКТАХ

Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП) в силу особенностей распространения электромагнитной энергии в оптическом волокне (ОВ) обладают повышенной скрытностью. Однако всегда существует принципиальная возможность съема информации с оптического кабеля (ОК).

На кафедре защиты информации ЗНТУ проводятся работы по исследованию способов несанкционированного съема информации (НСИ) с ОВ, методов защиты информации в ВОСП.

Конфиденциальный трафик, передаваемый по ВОСП, может подвергаться различным опасностям, таким как нарушение конфиденциальности, целостности и доступности. Угрозы реализуются различными способами, но одним из основных способов является перехват посредством НСИ с ОВ. При реализации НСИ нарушитель предпринимает попытку присоединиться с помощью разрыва ОВ или без разрыва канала связи путем отвода части информационного светового потока с помощью специальных технических средств. Возможен дистанционный перехват информации путем регистрации сигнала утечки.

Основные физические принципы формирования каналов утечки в ВОСП можно разделить на следующие типы:

1. Нарушение внутреннего отражения ОВ.
 2. Регистрация рассеянного излучения на длинах воли основного информационного потока.
 3. Параметрические методы регистрации проходящего излучения.
- Защита от НСИ в ВОСП может быть осуществлена с использованием следующих методов:

1. Выбором типа ОВ препятствующем НСИ.
2. Выбором конструкции ВОК, затрудняющий доступ к ОВ.

УДК 004.056.5

Беликов Д. В.¹, Корольков Р. Ю.²

¹ старш. преп. ЗНТУ

² старш. преп. ЗНТУ

ПРАКТИКИ ВЕРИФИКАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Задача верификации состоит в определении необходимых процессов и мер, связанных с проверкой и тестированием компонентов программного обеспечения. Модель SAMM (Software Assurance Maturity Model) содержит определение трех практик, которые могут применяться при верификации:

1. Анализ проекта программной системы.
2. Анализ кода.
3. Тестирование безопасности.

Целью доклада является анализ практик верификации в контексте сложных программных систем; в качестве примера используется система, построенная на сервисно-ориентированной архитектуре (SOA).

В ходе исследования установлено, что успешное применение практик верификации в большой степени зависит от факторов, которые необходимо учитывать на этапе конструирования:

1. Проектирование и разработка системы с учетом принципов многоуровневой архитектуры.
2. Следование принципам объектно-ориентированного проектирования.
3. Реализация принципов разработки на основе тестов (TDD); применение модульного тестирования.

В результате исследования составлены контрольные списки, которые могут использоваться при верификации сложных программных систем. Контрольные списки составлены на основе упрощенного подхода, описанного в модели SAMM. В них включены дополнительные уточнения, определенные в ходе исследования, что, при использовании на практике, позволит повысить надежность и безопасность программных систем.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАНЬ НА МАСИВНО-ПАРАЛЕЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ДЛЯ КРИПТОГРАФІЧНИХ ЗАДАЧ

Розвиток технологій обчислень на графічних прискорювачах робить платформу CUDA все більш привабливою для різних проєктів, як дослідницької спрямованості, так і комерційних розробок. Однак специфічні особливості даної платформи – орієнтованість на арифметику дійсних чисел обмеженої точності, складна структура організації пам'яті, нестандартний підхід до управління паралельними потоками – ускладнюють процес адаптації технологій обчислення на графічних прискорювачах до застосування в деяких напрямках наукових і інженерних досліджень. Прикладом такого роду завдань можуть служити обчислення, які оперують довгими цілими числами, що лежать в основі всіх сучасних криптосистем.

На сьогодні бібліотека GMP є однією з найбільш високопродуктивних бібліотек довгої арифметики. Однак повна версія GMP, крім стандартних засобів, містить також додаткові оптимізації під різні процесорні архітектури, що помітно знижує її крос-платформеність. У складі проєкту GMP існує скорочена версія даної бібліотеки – MINI-GMP, яка містить всі основні функції повної версії, але позбавлена при цьому архітектурно-залежних частин.

В роботі представлено результати перенесення кода MINI-GMP на на CUDA. Перший етап зводиться до простого синтаксичному прийому, який визначає для яких функцій потрібно генерувати при компіляції GPU-орієнтований машинний код. Це реалізується на рівні вибору ключів запуску компілятора nvcc. Другий етап полягає у виключенні з коду функцій і системних викликів, для яких немає аналогів в середовищі GPU. Третій етап полягає в зміні функцій роботи з пам'яттю, оскільки архітектура CUDA не передбачає можливості динамічного розподілу пам'яті в процесі обчислень.

Отримана бібліотека повністю повторює програмний інтерфейс бібліотеки GMP і сумісна з нею на рівні структур даних, що дозволяє використовувати засновані на GMP алгоритми в середовищі GPU без необхідності зміни кодової бази.

УДК 539.3

Mastinovskiy Y. V.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

THERMO-ELASTIC DEFORMATION OF CONDUCTIVE BODY CAUSED BY MAGNETIC FIELD EFFECT

In many applications where the influence of the magnetic field significantly affects the deformation of different structures, there is a need to assess the relative influence of volume forces induced by eddy currents on the process of thermo-elastic stresses. Such problems arise in the design of electronics, solving magneto-aero-elasticity problems, induction heating of bodies, magnetic punching, destruction of bodies under the influence of pulsed electromagnetic fields and others.

This work aims to develop a mathematical model to investigate the thermo-elastic stresses in the conductive body, excited by non-stationary magnetic field. Magneto-thermo-elasticity task is formulated for one-dimensional half-space. It is believed that the material has a finite conductivity without magnetic or electrical polarization. The speed of heat propagation is finite.

The initial system of equations are the Maxwell equations and the generalized Ohm's law for determination of the electromagnetic field, the law Duhamel-Neumann for the elastic field and the generalized Fourier heat conduction equation for the determination of the temperature field. These equations form a closed system and are basic equations of magneto-thermo-elasticity.

After the conversion and the simplification of the basic equations for the problem under consideration, namely, bringing the level of thermal conductivity to the hyperbolic form and neglecting nonlinear term in Maxwell's equations for magnetic induction, we obtain the following system of equations in the dimensionless form:

$$\frac{\partial^2 \sigma}{\partial \xi^2} - \frac{1}{c_1^2} \cdot \frac{\partial^2 \sigma}{\partial \tau^2} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial \tau^2} + \gamma \frac{\partial^2 \beta^2}{\partial \xi^2}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial \xi^2} - \frac{1}{c_2^2} \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial \tau^2} = (1 + \varepsilon) \frac{\partial \theta}{\partial \tau} + \varepsilon \frac{\partial \sigma}{\partial \tau} + \varphi \left(\frac{\partial \beta}{\partial \xi} \right)^2.$$

with initial

$$\sigma = \frac{\partial \sigma}{\partial \tau} = \theta = \frac{\partial \theta}{\partial \tau} = 0 \text{ at } \tau = 0. \quad (2)$$

and boundary

$$\frac{\partial \theta}{\partial \xi} = 0 \quad \beta = \begin{cases} 1, \tau \geq 0, \\ 0, \tau < 0. \end{cases} \text{ at } \xi = 0. \quad (3)$$

conditions.

To solve the second order hyperbolic equations direct numerical solution using the method of characteristics is applied.

The proposed mathematical model and method of calculating the thermal elastic deformation of structures caused by the influence of non-stationary magnetic field allow get concrete results for different initial and boundary conditions, i. e. to conduct numerical experiments, without changing the computing model for internal nodes of the grid.

The numerical results for the particular cases are consistent with those obtained by other methods.

УДК 519.65

Коротунова Е. В.¹, Нечипоренко Н. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

АЛГОРИТМ РАВНОМЕРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ, ИМЕЮЩИХ НЕ БОЛЕЕ ДВУХ ТОЧЕК ПЕРЕГИБА

Одной из основных задач, возникающих при обработке результатов экспериментов, является задача восстановления функций, заданных таблицами своих приближенных значений. При этом часто возникает необходимость в сохранении восстанавливающей функцией определенных свойств – монотонности, выпуклости и т. д.

Рассматривается задача восстановления непрерывной функции, заданной своими приближенными значениями в узлах произвольной фиксированной сетки и имеющей в области определения не более двух точек перегиба. Приведены алгоритмы восстановления таблично заданной функции $f(x) \in F$. Эти алгоритмы позволяют не только сохранить изогеометрические свойства восстанавливаемой функции $f(x)$, но и, как показывают результаты численных экспериментов, достичь достаточно высокой точности восстановления. В качестве восстанавливающей принимается функция $S(x)$,

построенная на основе метода квазирешений. Если задана точность ε входных данных $f(x_i)$, $i = \overline{1, N}$ и соответствующий класс функций $F_{N, \varepsilon}$ ограничен, то приведенные алгоритмы являются оптимальными по порядку точности с константой, не превосходящей 2.

Отметим также, что используя значения x_i , $S(x_i)$, $i = \overline{1, N}$, можно построить гладкую восстанавливаемую функцию с требуемыми геометрическими свойствами.

Проведены численные эксперименты. В качестве модельных примеров рассматривались следующие: $f_1(x) = \frac{1}{x}$, $x \in [1; 10]$; $f_2(x) = e^x$, $x \in [0, 1]$;

$f_3(x) = \ln x$, $x \in [1, 2]$; $f_4(x) = \sin x$, $x \in [0, 1, 35]$; $f_5(x) = \sin x$, $x \in [-1, 1]$;

$f_6(x) = \frac{\sin x}{x}$, $x \in [-2\pi, -0, 1]$; $f_7(x) = \operatorname{ctgx}$, $x \in [0, 5, 2]$; $f_8(x) = e^{-x^2}$, $x \in [-1, 0]$.

Для каждой из функций $f_k(x)$, $k = \overline{1, 8}$ решалась задача восстановления по информации x_i , y_i , $i = \overline{1, N}$ для 30 различных наборов δ_i , $i = \overline{1, N}$, которые формировались с помощью датчика случайных чисел. Показано, что для каждой серии из 30 задач восстановления функции $f_k(x)$, $k = \overline{1, 8}$ около 50% принадлежит интервалу $(0, 5\delta; 0, 75\delta]$, где $\delta = \max_{1 \leq i \leq N} \delta_i$.

УДК 519.6

Шишканова Г. А.

канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ДО СУМУВАННЯ РОЗБІЖНИХ РЯДІВ

При вивченні «Теорії рядів» у курсі математичного аналізу для технічних спеціальностей поняття ряди викликають труднощі, пов'язані з незвичайністю самого об'єкту, яким є ряд. Суть у тому, що ряд є «сумою нескінченної кількості доданків». Висловлювання, яке стоїть у дужках, необхідно не просто розуміти буквально хоча б тому, що звичайна арифметика займається тільки діями над кінцевим числом компонент та сумами кінцевої кількості доданків. Тобто річ іде не про звичайну суму, а про поняття, яке потрібно ще грамотно розтлумачити та зрозуміти. Числовий ряд називають збіжним, якщо послідовність його частинних сум має скінчену границю, а значення цієї границі називають сумою ряду. Якщо ж послідовність частинних сум ряду границі не має, то ряд називається розбіжним.

Із цього означення випливає що сума ряду не обов'язково існує. В цьому полягає основна відмінність нескінченних рядів від скінчених сум: у

любої скінченної сукупності чисел обов'язково існує сума, «додати» ж нескінченну множину чисел виявляється не завжди можливим.

З цієї точки зору ряди, які мають скінченну суму, найбільш досліджені. Аналіз сучасного стану науково-технічного прогресу, розвитку обчислювальної техніки показує актуальність вивчення розбіжних рядів, зокрема для розв'язання задач математичної фізики.

Дослідження методів сумування розбіжних рядів важливо тим, що дає представлення про те, чому дорівнює сума розбіжного ряду, або чому вона дорівнювала би як би існувала, а також допомагає уявити, як можна сумувати ряди, сума яких не має границі за означенням.

Існує багато методів сумування рядів: Ейлера, Абеля, Чезаро, Дирихле та ін. Для того щоб застосувати їх на практиці не достатньо лише використовувати готові формули, потрібно також провести нестрогі, правдоподібні евристичні міркування. В даній роботі розглянуто сумування одного класу розбіжних рядів та знаходження поправок до методу збурень.

УДК 378.4

Шишканова Г. А.¹, Зарубіна Т. В.²

¹ канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

² асист. ЗНТУ

СУЧАСНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ТЕХНІЧНОМУ ВУЗІ

Сучасна тенденція розвитку науки спрямована суто на практичні питання, які можуть принести швидкий та вагомий матеріальний прибуток. У цьому відношенні математика знаходиться у найбільш складному положенні, тому що вона найбільш абстрактна з усіх наук і потому найбільш віддалена від матеріальних прибутків. Проте саме завдяки абстракції, математика є фундаментом усього природознавства та точних наук. Жодна наука, яка оперує якими-небудь кількісними даними, не може існувати без математики.

Вивчення математики дає у розпорядження інженера не тільки окреслену суму знань, проте і розвиває у ньому здатність формулювати, досліджувати та розв'язувати різноманітні задачі. Крім того, саме завдяки математиці найкраще прогресує логічне мислення, формується концентрація уваги, акуратність та ретельність.

Математичні курси у технічному вищому навчальному закладі, як правило, викладаються на першому-другому роках навчання та є для студентів одними з найскладніших для сприйняття. Одна з причин цих ускладнень – це абстрактність математики, яка оперує об'єктами, яких побачити чи до яких

доторкнутися неможливо у природі (таких як нуль, нескінченність, комплексні числа і т. п.). Наступна причина – це досить великий об’єм, який втискується у рамки навчальних годин, відведених на її навчання. Наприклад, винаходження та опанування інтегро-диференційного числення потребувало від людства декількох сторіч, а студенти мають оволодіти ним за один-два семестри. Тобто математичний курс виявляється надзвичайно концентрованим з точки зору насиченості ідеями, поняттями та методами.

Останнім часом загальний об’єм годин на вивчення математики ще й зменшується, а програма практично не змінюється. Ясно, що у найближчий час збільшення годин на викладання математики не передбачається. Але хотілося б підтримати якість навчання на належному рівні. Тут традиційний метод проведення практичних занять потрібно переглянути і хоча б половину відводити лабораторним заняттям з використанням сучасних математичних комп’ютерних пакетів. Тоді можливо розв’язання студентами більш складних прикладних завдань, проведення комп’ютерного моделювання та чисельних експериментів пов’язаних з фахом у відведений час. Завдяки комп’ютерного моделювання студенти дійсно відчують зв’язок між математичними курсами та своєю спеціальністю.

УДК 519.64

Анпілогов Д. І.¹, Калініченко Д. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. РТ-315 ЗНТУ

ПОРІВНЯННЯ ТОЧНОСТІ ЧИСЕЛЬНОГО ІНТЕГРУВАННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ПОЛІНОМІВ

Квадратурні формули, придатні для чисельного інтегрування, можна побудувати при підміні підінтегральної функції поліномом певного степеню. Оцінки залишкового члену, який при цьому виникає, відомі [1].

Нехай при обчисленні інтегралу $\int_0^{nh} f(t)dt$ інтерполяційний поліном

$$P_n(t) = \sum_{i=0}^n p_i \left(\frac{t}{h} \right)^{n-i}. \quad \text{Коефіцієнти } p_i \text{ методом поточної колокації}$$

знаходимо з системи $P_n(t_i) = f_i \equiv f(t_i)$, $t_i = ih$, $i = \overline{0; n}$. Залишається проінтегрувати поліном, що виникає. При $n=0$ і $n=1$ отримуємо формули прямокутників і трапецій, при $n=2$ і $n=3$ – формули Симпсона і «3/8»:

$$\int_0^{2h} P_2(t) dt = \frac{h}{3}(f_0 + 4f_1 + f_2), \quad \int_0^{3h} P_3(t) dt = \frac{3}{8}h(f_0 + 3f_1 + 3f_2 + f_3).$$

Лінійною заміною $x = a + \frac{b-a}{nh} \cdot t$ ці формули легко розповсюдити на інтервал інтегрування $x \in [a; b]$. Покращення точності розрахунків здійснюється розбиттям інтервалу $x \in [A; B]$ на N субінтервалів довжиною $nh = \frac{B-A}{N}$ і застосуванням отриманих квадратур для кожного з них.

Становить інтерес порівняння формул Симпсона і «3/8». З одного боку, формула «3/8» має більш високий порядок малості залишкового члену. З іншого боку, вона вимагає врахування більшої кількості значень функції. Для створення коректних умов порівняння оберемо різну кількість субінтервалів, яка забезпечує однакову кількість $N_p = Nn + 1$ вузлів сітки.

Тоді $2N^{(s)} + 1 = 3N^{(38)} + 1$ (верхнім індексом позначено належність до відповідної квадратури). Тоді $N^{(s)} = 3m$, $N^{(38)} = 2m$, $N_p = 6m + 1$, $m \in \mathbb{Z}$.

Тестування якості квадратур проведемо на прикладі функції $f(x) = \sqrt{x}$ в межах $x \in [0; 1]$. Результати розрахунку приведено на рис. 1.

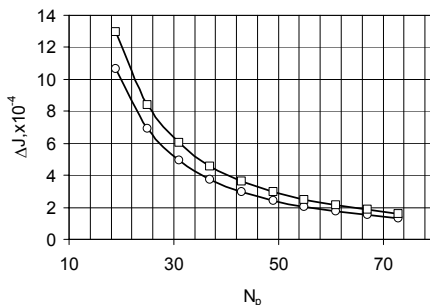


Рисунок 1 – Залежність похибки від кількості вузлів сітки

На осі абсцис відкладено загальну кількість N_p вузлів сітки. Відповідні кількості субінтервалів, звичайно, є різними ($N^{(s)} = \frac{3}{2} N^{(38)}$). На осі ординат відкладено абсолютну похибку розрахунків (при відомому значенні $\int_0^1 \sqrt{x} dx = \frac{2}{3}$). Дані, позначені квадратиком, отримані для формули «3/8», а

кружечком – для формули Симпсона. Як бачимо, за допомогою формули Симпсона отримано більш точний результат в порівняних умовах. Попри те, що формула «3/8» асимптотично має більш високий порядок малості залишкового члену, вона виявилась гіршою в сенсі модуля похибки. Очевидно, це пов'язано з природою поліномів: проявляти осциляційні властивості при збільшенні степеню. Цей неочікуваний результат було перевірено також на прикладах декількох інших функцій: $f(x) = \cos x$, $f(x) = 2xe^{x^2}$.

Висновок. В роботі порівняно якості квадратурних формул Симпсона і «3/8» при інтерполяції поліномами другого і третього степенів відповідно. За порівняних умов при дослідженні різних функцій абсолютна похибка формули Симпсона виявилась меншою навіть попри те, що ця формула має менший порядок малості залишкового члену. Це пов'язується з осциляціями, притаманними поліномам високих степенів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы [Текст] / Н. Н. Калиткин. – М : Наука, 1978. – 512 с.

УДК 539

Мізерна О. Л.

старш. викл., ЗНТУ

РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В'ЯЗКОПРУЖНОГО ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТУ

Останнім часом застосування композитів у техніці стало дуже поширеним завдяки можливості спрямовано регулювати властивості, вагу та геометричні параметри при створенні конструкцій, а також покращувати інші експлуатаційні характеристики. Сучасні композиційні матеріали володіють комплексом властивостей і особливостей, що відкривають широкі можливості як для вдосконалення існуючих конструкцій найрізноманітнішого призначення, так і для розробки нових перспективних конструктивних форм і технологічних процесів. У сучасних силових конструкціях часто застосовують волокнисті композиційні матеріали, що являють собою порівняно податливу матрицю, армовану високоміцними та високо модульними волокнами.

Таким чином, при розв'язку задач необхідно враховувати, що матеріал матриці володіє реологічними властивостями, тобто процес деформування є

в'язкопружним. Якщо для розв'язку пружних задач механіки композитів розроблено значну кількість методик, то часто ці методики не можуть бути застосовані для розрахунку в'язкопружних композитів. В'язкопружні властивості матеріалу значно впливають на процес деформування конструкції, і це достатньо ускладнює моделювання і розрахунок напружено-деформованого стану композитних конструкцій.

У даній роботі розглянуто деформування гумового амортизатора з композитною вставкою в середній частині під дією осьового навантаження. Моделювання напружено-деформованого стану конструкції здійснено на основі пружно-спадкової теорії Больцмана-Вольтера.

Розрахунок проведено за моментною схемою методу скінченних елементів, а для врахування в'язкопружних властивостей застосована просторово-часова апроксимація переміщень. Методику реалізовано в пакеті прикладних програм «MPELA+».

Порівняння отриманого результату з експериментальними даними показало, що використання даного методу розрахунку дає змогу більш адекватно описати напружено-деформований стан амортизатора.

УДК 519.865

Левицька Т. І.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХ ПОДОЛАННЯ

Невизначеність – це відкриті задачі, в яких людина, яка ухвалює рішення не знає всієї сукупності діючих чинників і повинен сформулювати безліч гіпотез, перш ніж їх оцінювати.

За роки планування багато менеджерів звикли до високого ступеня визначеності. Об'єми виробництва, ціни, асортимент як фірми, так і «конкурентів» визначалися на досить тривалий проміжок часу і спускалися зверху. З переходом від планової економіки до ринкової багато підприємств вийшли з-під державного контролю, що спричинило зростання ступеня невизначеності.

Ситуація повної невизначеності характеризується тим, що вибір конкретного плану дій може привести до будь-якого результату з фіксованої множини результатів, але ймовірності їх здійснення невідомі. Виділяють два випадки: а) ймовірності не відомі через відсутність необхідної статистичної інформації; б) ситуація не статистична і про об'єктивну ймовірність говорити взагалі не має сенсу (це ситуація чистої невизначеності). Чиста

невизначеність досить часто зустрічається в економіці, адже рішення (особливо стратегічні) ухвалюються кожною конкретною фірмою в унікальних умовах.

Розрізняють наступні види невизначеності:

- 1) об'єктивна («природи»);
- 2) невизначеність через відсутність достатньої інформації;
- 3) стратегічна, викликана залежністю від інших суб'єктів ринку;
- 4) породжена слабоструктурованими проблемами;
- 5) викликана нечіткістю як процесів і явищ, так і інформацією, що їх описує;
- 6) перспективна (поява непередбачених чинників);
- 7) ретроспективна (відсутність інформації про поведінку об'єкту у минулому), при цьому розрізняють випадки, коли:
 - а) інформацію можна відновити;
 - б) інформацію можна заповнити перспективною;
 - в) інформацію не можна ні відновити, ні заповнити;
- 8) технічна – неможливість передбачити результати схвалюваних рішень;
- 9) стохастична;
- 10) невизначеність цілей;
- 11) невизначеність умов.

Ситуацію повної невизначеності слід відрізняти від ризику. Під ризиком розуміють ситуацію, в якій люди не знають точно, що трапиться, але представляють імовірність кожного з цих результатів. Невизначеність же означає недолік інформації про ймовірні майбутні події.

Невизначеність ускладнює ухвалення рішень фірмою, але вона заважає і ухваленню рішень конкурентів. Тому фірма може (і винна) у випадку, якщо вона має вагому ринкову частку, сама створювати додаткову невизначеність. Всяка помилка конкурентів – надана нам можливість. Відповідно, підприємство повинне прагнути розширювати власні області рішень і звужувати аналогічні поля конкурентів.

Основним прийомом зниження рівня невизначеності, звичайно, є отримання додаткової інформації. Отже, виникають наступні питання: по-перше, скільки коштуватиме ця інформація, а по-друге, скільки часу буде потрібно для її отримання. Тому необхідно дотримувати баланс точність/час і точність/ціна. Немає сенсу одержувати дуже точну інформацію, якщо вона коштуватиме більше можливих втрат або до моменту отримання повної інформації момент для ухвалення рішення буде упущений.

Із-за концептуальних і методичних труднощів, в даний час не існує єдиного методологічного підходу до рішення задач, що містять елементи невизначеності. Історично першими з'явилися ймовірно-статистичні

методи, і на сьогодні вони є найбільш розвиненими. Ці методи опису і аналізу невизначеності є основою для ухвалення рішень в умовах ризику, а більшість завдань, що вирішуються людьми як в діловій сфері, так і в буденному житті, мають ризикований характер.

Не дивлячись на розвиток імовірнісних методів, вони не можуть бути універсальним засобом для опису всіх типів невизначеності в завданнях ухвалення рішень. Це відноситься, перш за все, до слабоструктурованих проблем і завдань з нечіткою початковою інформацією.

Використання нечітких словесних понять дозволяє ввести в розгляд якісні описи і врахувати невизначеність в завданнях ухвалення рішень, досягти повнішого опису всіх чинників, що мають відношення до даного завдання і непіддатливих точному кількісному опису.

Теорія нечітких множин не покликана конкурувати з теорією ймовірності і статистичними методами, вона заповнює нішу у області невизначеності, що структурується, там, де не можна коректно застосовувати статистику і ймовірність. Методи, засновані Л. Заде, не можуть дати остаточного критерію відбору, їх завдання – відкинути неконкурентоздатні, виділити найбільш перспективні. Використання методів теорії нечітких множин дозволяє, подібно до принципу Парето, «стиснути» множину можливих альтернатив.

УДК 004.93

Пожуєва І. С.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

МОДИФІКАЦІЯ ЕВОЛЮЦІЙНОГО МЕТОДУ БАГАТОМІРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Розглянуто рішення задачі багатомірної оптимізації, запропоновано застосування методу імітації відпалу та розроблено його модифікацію. На теперішній час існує велика кількість різних методів багатовимірної оптимізації. Одним з них є алгоритм симуляції відпалу, який традиційно використовувався для розв'язку задач комівояжера і задачі про розстановку ферзів. У даній роботі цей метод досліджувався в аспекті розв'язку задач багатовимірної оптимізації.

Метод імітації відпалу моделює процес відновлення – фізичний процес, який полягає в нагріванні і наступному контрольованому охолодженні субстанції. В результаті виходить міцна кристалічна структура, яка відрізняється від структури з дефектами, що утворюється при швидкому безладному охолодженні. Структура тут є кодований розв'язок, а

температура використовується для того, щоб вказати, як і коли будуть прийматися нові розв'язки.

Алгоритм відпалу може бути розділений на п'ять етапів.

1. Початковий розв'язок буде випадковим. На самому першому етапі він поміщається в поточний розв'язок.

2. Оцінка розв'язка складається з декодування поточного розв'язка і виконання потрібної дії, яка дозволяє зрозуміти його доцільність для вирішення даної проблеми.

3. Пошук розв'язка починається з копіювання поточного розв'язка в робочий розв'язок. Потім довільно модифікується робочий розв'язок. Пошук нового розв'язка заснований на методі Монте-Карло.

4. Критерій допуску. На цьому етапі алгоритму є два розв'язка. Перший – поточний розв'язок, а другий – знайдений (робочий) розв'язок. З кожним розв'язком пов'язана певна енергія, що представляє собою його ефективність (чим нижче енергія, тим ефективніше розв'язок). Якщо робочий розв'язок має меншу енергію, ніж поточний, то робочий розв'язок буде скопійовано в поточний розв'язок і буде відбуватися перехід до етапу зниження температури. Однак, якщо робочий розв'язок гірше, ніж поточний, тоді визначається критерій допуску. Імовірність допуску ґрунтується на рівнянні 1 (яке базується на законі термодинаміки):

$$P(\delta E) = e^{-\delta E/T}. \quad (1)$$

Значення цієї формули полягає в наступному: при високій температурі (наприклад, понад 60° C) погані розв'язки приймаються частіше, ніж відкидаються. Якщо енергія менше, ймовірність прийняття рішення вище.

Після ряду ітерацій за алгоритмом при даній температурі, вона не набагато знижується. Існує безліч варіантів зниження температури. Наприклад, можна використовувати просту геометричну функцію виду:

$$T_{i+1} = \alpha T_i, \quad \alpha < 1. \quad (2)$$

5. При одній температурі виконується кілька ітерацій. Після завершення ітерацій температура буде знижена. Процес продовжиться, поки температура не досягне нуля.

Основні особливості модифікації методу імітації відпалу для розв'язання задачі багатовимірної оптимізації полягають в наступному: як параметр оптимізації використовується цільова функція, в той час як набір значень змінних на різних етапах методу є робочий, поточний і кращий розв'язки; вибір нового робочого розв'язка виконується шляхом випадкового вибору, а вже перехід до робочого здійснюється з використанням формули (1); робота методу триває або до досягнення заданого мінімуму, або до

досягнення параметром t , певного граничного значення, зміна якого відбувається за формулою (2).

Розглянутий алгоритм був програмно реалізований з використанням пакета Matlab. Розроблений програмний продукт реалізований у вигляді трьох функцій, кожна з яких виконує свої завдання: 1 – управляє процесом відпаду, 2 – виробляє випадковий пошук розв’язку, 3 – обчислює значення функції при заданому векторі.

Даний метод порівнювався з традиційним методом Нелдера-Мідда. На підставі проведеного тестування і аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що метод дає досить точні результати. Одна з переваг даного алгоритму є те, що він заснований на техніці Монте-Карло і, використовуючи його можна знайти глобальний оптимум, не «застрягнувши» на локальному, що є досить важливим при рішенні реальних задач.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

УДК 621.365.32

Яримбаш Д. С.¹, Яримбаш С. Т.²

¹д-р. техн. наук, доц. ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ОСОБЛИВОСТІ ЧАСТОТНОЇ АДАПТАЦІЇ РІВНЯНЬ МАКСВЕЛА ДЛЯ ЗМІННОГО СТРУМУ

Для забезпечення узагальненості підходів до опису електромагнітних та електротеплових процесів необхідна розробка принципово нових підходів до синтезу математичних формулювань електрофізичних процесів в областях струмопровідних систем складної просторової будови по яких протікають великі струми промислової частоти.

Метою дослідження є розробка спеціального методу частотної адаптації рівнянь Максвелла для змінного струму, який би забезпечив узагальнення підходів до опису електромагнітних і електротеплових процесів, високу точність та простоту чисельної реалізації.

Для цього приймається, що проекції векторного магнітного A та електричного V потенціалів є параметричними функціями кутової частоти ω змінного струму, які мають неперервні похідні по цьому параметру.

За допомогою диференціювання систем рівнянь відносно векторного магнітного A та електричного V потенціалів по параметру ω , нехтуючи магнітними та електричними властивостями матеріалів провідників та інших середовищ від кутової частоти, виконуючи заміну безперервної області зміни частоти ω на дискретну послідовність можна перетворити систему диференціальних рівнянь до інтегральної форми.

Застосувавши квадратурні формули та виконавши усереднення для інтервалів зміни параметру ω можна отримати рекурентні рівняння відносно невідомих частотних похідних потенціалів переносу, що допускають незалежні один від одного рішення. Отриманні при цьому співвідношення можна розглядати як аналогію добре відомих і апробованих неявних схем, котрі забезпечують стійкість розрахункового процесу.

Початкові наближення для векторного магнітного та електричного потенціалів визначаються із незалежних рішень однорідних диференціальних рівнянь та розглядаються як наближення по постійному струму.

Таким чином, система рівнянь Максвелла у частотній області для змінного струму адаптується до математичного опису та підходам до рішення для аналогічних рівнянь постійного струму шляхом описаних вище перетворень. Основною перевагою адаптованого підходу слід вважати

можливість незалежного вирішення рівнянь магнітного та електричного полів відносно частотних похідних векторного магнітного та електричного потенціалів на кожному кроці дискретної зміни частотного параметру. Початкове наближення векторного магнітного та електричного потенціалів визначається по постійному струму. Умови збіжності ітераційного процесу визначаються умовами збіжності для методу Ейлера.

Для оцінки запропонованого методу частотної адаптації для реалізації задач електромагнітного поля розглядалась модельна задача математичного опису скін-ефекту у провіднику зі струмом, яка має точне аналітичне рішення. За результатами розрахунків було встановлено, що похибка наближеного рішення методом частотної адаптації задачі електричного поля змінного струму у одновимірній постановці не перевищує 1%.

Характерною особливістю методу частотної адаптації є парне число ітерацій. На непарних ітераціях уточнюються уявні складові рішення, а на парних – комплексні складові. При цьому число ітерацій для досліджуваної моделі не перевищує 4.

УДК 621.313.333

Коцур І. М.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ОЦІНКА ТЕПЛОВОГО СТАНУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЗНИЖЕНІЙ ЧАСТОТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА

При експлуатації кранових електроприводів на базі асинхронних двигунів (АД), має місце зміна умов охолодження в повторно-короткочасних режимах роботи, в широкому діапазоні зміни частоти обертання ротора. Асинхронні двигуни кранових і металургійних серій в основному виготовляються з не вентиляльованим виконанням. Ефективність охолодження АД пропорційна швидкості обертання двигуна, тому при значному і тривалому зниженні частоти обертання ротора охолодження АД істотно погіршується, що впливає на його тепловий стан.

У зв'язку з цим при розрахунку режимів роботи за каталожними даними необхідно враховувати поправку на зміну умов охолодження. Для розрахунку і аналізу теплового стану АД використовувалася електротеплова модель АД, яка дозволяє врахувати особливості перетворення енергії електромагнітного поля в теплову енергію, процеси теплопередачі і теплообміну, в залежності від режимів роботи і частоти обертання АД. Електротеплова модель АД заснована на ЕТС, яка містить 45 вузлів і на відміну від існуючих ЕТС враховує дискретизацію визначальних елементів ізоляції в залежності від

конструктивних особливостей досліджуваного АД. Еквівалентна теплова схема містить як постійні, так і змінні теплопровідності елементів, що враховують зміну умов охолодження, які викликані зміною частоти обертання АД. Параметри ЕТС розраховувалися за загальновідомою методикою розрахунку нагріву АД.

Таким чином в результаті досліджень була проведена оцінка теплового стану асинхронного двигуна з фазним ротором типу МТФ-111-6, $P_n = 3,5$ кВт, в тривалому (S1) і повторно-короткочасному (S3) режимах роботи, в під синхронному діапазоні частоти обертання ротора. Встановлено, що значне перевищення температури має місце в діапазоні великих ковзань АД. З метою підвищення експлуатаційної надійності і підтримки номінальної температури АД в під синхронному діапазоні частоти обертання ротора методами ЕТС і середніх втрат були визначені допустимі значення струмового навантаження обмотки статора АД типу МТФ-111-6. Встановлено, що застосування методу середніх втрат для розрахунку допустимого струмового навантаження призводить до недовикористання потужності АД.

УДК 621.527.2

Куланіна Є. В.

канд. техн. наук, старш. викл. ЗНТУ

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ВЕКТОРНИМ КЕРУВАННЯМ

Розробка керування асинхронними електроприводами є складною задачею, для вирішення якої необхідне знання складновимірюваних параметрів двигуна. Використання датчиків доцільне, якщо необхідні параметри повністю відомі. Але на практиці ця інформація відсутня. Найбільшу невизначеність серед електромагнітних параметрів мають опори ротора (R_r) і статора (R_s), що змінюються внаслідок зміни температури асинхронного двигуна. Для ідентифікації опору ротора необхідна змінність модуля вектора потокозчеплення, що формується за допомогою струму намагнічування. Тому в намагнічуючу складову струму статора інжектується синусоїдальна складова з малою амплітудою. Зарпонований метод оцінки, що являє собою спостережник (1), працездатний в режимі намагнічування двигуна, генераторному і рушійному режимах, при реверсі і при нульовій швидкості, а також відрізняється простотою і точністю в порівнянні з відомими методами.

$$\dot{z} = -l_{\alpha} \left((z - l_{\alpha} \frac{|w_d|^2}{2}) (|w_d|^2 - L_m w_d i_d) \right), \quad \dot{\hat{\alpha}} = (z - l_{\alpha} \frac{|w_d|^2}{2}), \quad (1)$$

Для реалізації векторного керування асинхронними двигунами необхідне знання вектора потокозчеплення ротора, швидкості його обертання, знання кутової швидкості ротора, а також наявність ланцюга формування програмних напруг. Для підвищення точності оцінки модифіковано метод оцінки потокозчеплення ротора і статора Ohtani шляхом заміни в прототипі П-спостережника на ПІ-спостережник, за рахунок чого досягаються більші точність та діапазон робочих швидкостей ротора. Модифікований метод має вид

$$p\hat{\psi} = e_0 + e_s + \frac{1}{T_L} \left[(\psi^* - \hat{\psi}) + k_s \int (\psi^* - \hat{\psi}) dt \right], \quad \hat{\omega}_0 = \frac{\hat{\psi}_{\alpha} \dot{\hat{\psi}}_{\beta} - \hat{\psi}_{\beta} \dot{\hat{\psi}}_{\alpha}}{\hat{\psi}_{\alpha}^2 + \hat{\psi}_{\beta}^2} \quad (2)$$

Для спрощення спостережника в регуляторі струму пропонується замість спостережника другого порядку використовувати спостережник першого порядку, що оцінює тільки невизначеність

$$\hat{f} = z - lk_0^{-1}i, \quad \dot{z} = l \left[z - ik_0^{-1} \left((T'_{s0})^{-1} + l \right) + u_p \right]. \quad (3)$$

Запропонований метод покращує вигляд перехідних процесів і забезпечує менші коливання швидкості при кидках напруги мережі.

УДК 621.313

Літвінов Д. О.

старш. викл. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОПУСТИМОЇ НАПРУЖЕНОСТІ В ІЗОЛЯЦІЇ КОТУШКОВИХ ОБМОТОК ВИСОКОВОЛЬТНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Представлена методика розрахунку електричної міцності ізоляції середньої та кінцевої частин котушкових обмоток високовольтних потужних трансформаторів.

У головній ізоляції обмоток потужних трансформаторів маслобар'єрного типу прийнято розрізняти електричну міцність двох зон: середньої частини котушкової обмотки та її края, включаючи кут між торцевою та боковою поверхнями. Критеріями електричної міцності ізоляції

в обох випадках є напруженість електричного поля у масляних каналах, при якій виникають часткові розряди із уявним зарядом вище 1000 пКл, які викликають незворотні пошкодження твердої ізоляції.

У якості розрахункового значення було прийнято середнє значення напруженості у каналі. Дослідження міцності ізоляції середньої частини обмотки проводились для двох типів конструкцій дистанціювання каналу в обмотці, при різній ширині масляного каналу.

У результаті розрахунків отримані залежності мінімальної пробивної напруженості від довжини найбільш напруженої силової лінії S , які визначаються за формулою

$$E_{\min \text{ пр}} = (a + b)/\sqrt{S} \quad (1)$$

Значення коефіцієнтів a та b (1) були отримані для різних видів напруг (випробувальної однохвилинної 50 Гц, при повному грозовому імпульсу 1,2/50 мкс, аперіодичному імпульсу 600/1600 мкс, коливальному імпульсу 0,4 с).

Ціллю розрахунків з урахуванням прикладеного аперіодичного та коливального імпульсу була оцінка електричної міцності при комутаційних перенапругах, що мають місце в експлуатації.

Дослідження електричної міцності кінцевої ізоляції полягало у визначенні відмінності розподілу напруженості поля, тобто у концентрації поля в куті між торцевою та боковою поверхнями обмотки, де напруженість досягає найбільшого значення.

Розрахунки цих полів показали, що відношення середніх напруженостей вздовж силової лінії до максимальних (коефіцієнт використання), у кінцевій ізоляції та в ізоляції середньої частини близькі. Це дозволяє враховувати, що в обох випадках електрична міцність підпорядковується однаковим законами.

УДК 621.313

Солодовнікова Т. П.

старш. викл. ЗНТУ

ПЛЮСИ ТА МІНУСИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗКОШТОВНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ВУЗІВ

При проведенні першої запланованої лабораторної роботи з дисципліни «Спеціальний курс електричних машин», присвяченої силовим трансформаторам, які є однією з тем дипломування, «Дослідження зміни взаєміндуктивного опору розсіювання між обмотками трансформатора при нерівномірному розподілу магніторушійних сил» в програмі MathStudio з

використанням методу планування експерименту виникли проблеми з обчисленням суми добутків простих множників.

Ця програма, мало того, що не зробила обчислення множника зі строковим та стовбцевим індексами величина одного з множників була «1», а іншого в межах до $[-1; 1]$ за формулою

$$b_j := \frac{\sum_{i=1}^{25} PFE_{i,j} \cdot X \sigma d_i}{\sum_{i=1}^{25} (PFE_{i,j})^2}, \quad (1)$$

не виконала обчислення, коли коефіцієнти було розкладено на множники тільки в строковому вимірі, поки не було проведено «чисельної оптимізації» тільки за цим коефіцієнтом

$$b_0 := \sum_{i=1}^N (X o_i \cdot X \sigma d_i) \quad (2)$$

Коментар програми – «виходить за межі обчислення».

В результаті цього, в порівнянні з програмою MathCAD розрахунки збільшились в об'ємі в три рази (по відношенню до кінцевої функції). І це була тільки половина програми першої лабораторної роботи. В другій частині треба було провести оптимізацію за чотирма критеріями. Використання рангових змінних призвело до труднощів, які прийшлося долати за рахунок розкладання формул на складові, що збільшило похибки розрахунку кінцевого результату. При цьому збільшився час виконання лабораторної роботи, який є обмеженим до мінімуму як для денної так і для заочної форм навчання.

Проблеми з використанням безкоштовних програм в освіті майбутніх спеціалістів ведуть до проблем майбутніх. На виробництві, куди вони прийдуть, будуть, навряд, користуватись, безкоштовними програмами. Для кожної національної Вищі повинні викладати кошти на придбання найсучасніших програм розрахунків. Якщо цього нема, як можна ставити питання про участь у змаганнях за набуття якихось місць у наукових конференціях, я вже не кажу на міжнародному рівні. Не має сенсу і робота студентів та викладачів, якщо програма є застарілою, або не відповідає вимогам ВУЗу.

Придбання найкращих операційних програм: MathCAD – є зараз кращою (з моєї точки зору) дозволить студентам під керівництвом викладачів зробити прорив в науковій сфері та вивести електромашинобудування на перші ряди розвитку. Ця гілка розвитку була обмежена десятиліттями, за рахунок припущень, але ж сучасні програми дозволяють розраховувати

модельовані системи електричних машин та трансформаторів, незважаючи на деякі припущення, які були головними ще десятиліття назад.

Виконувати лабораторні роботи по дисциплінам: «Матмодельовання електромеханічних систем (ЕМС)», «Спеціальний курс ЕМ» та «Несиметричні режими роботи ЕМС» в програмі MathStudio – є зниженням рівня діяльності викладача та отримання інформації студентами, які на даний момент не готові до вирішення проблем: тільки до отримання результату, який вони навіть не можуть проаналізувати. Ми не обговорюємо проблему на занятті, бо використовуємо цей час для того, щоб записати формули належним чином в безкоштовній програмі.

Проблема роботи з програмою «SMath Studio» в тому, що обчислення деяких складних функцій не дають результату без попереднього розкладання на складові, або спрощення та проведення «Оптимізації» численної, або символічної, або ще якоїсь.

Студенти не готові приймати рішення на кожному рядку розрахунків, це завдає труднощів при рішенні звичайних задач, які в MathCAD вирішувались без проблем. Ця програма дозволяла будувати графіки на основі формули розрахунку, без будь-яких перебудовань її в немислимі конфігурації.

УДК 621.313

Шлянін О. О.

старш. викл. ЗНТУ

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ SMATH STUDIO

Пропонується використання в процесі навчання фахівців-електромеханіків безкоштовну вільно поширювану програму SMath Studio на прикладі розробки програмного комплексу з автоматизованого оптимального проектування трансформаторів.

Автоматизоване проектування дозволяє значно скоротити час розробки, підвищити точність розрахунків. Спроектвані трансформатори задовольняють вимогам щодо електричної міцності, механічної міцності, динамічної та термічної стійкості обмоток при короткому замиканні та ін.

Повний розрахунок поділяється на сім частин у наступній послідовності: розрахунок розмірів магнітної системи, щільності потоку і втрат; розрахунок ампер-витків і струму неробочого ходу; розрахунок кількості витків, розмірів дроту та остаточних розмірів обмотки НН; розрахунок кількості витків, розмірів дроту та остаточних розмірів обмотки

ВН; перевірка ізоляційних відстаней між магнітною системою та обмотками; розрахунок втрат в обмотках, загальних втрат, ККД, опорів, регулювання; розрахунок розмірів бака, кількості та розмірів охолоджуючих пристроїв, перевищення температури, загальної маси трансформатора, співвідношення маси до потужності трансформатора кг/кВА.

Програма дозволяє обрати найкращі варіанти для реалізації на основі п'яти критеріїв оптимізації. Реалізована трьома мовами: англійською, українською та російською. Це дозволяє використовувати програму в навчальному процесі з метою поглиблення знань студентів та вдосконалення навичок проектування.

УДК 621.313

Дівчук Т. Є.¹, Савельєв В. Г.²

¹старш. викл. ЗНТУ

²доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ МАГНІТНИХ ПОТОКІВ ТРАНСФОРМАТОРА ПО ЙОГО МАГНІТНІЙ СИСТЕМІ

Електромагнітний розрахунок трансформатора, який зазвичай виконується є досить умовним. Він проводиться для всієї системи загалом без урахування складної ступеневої форми стрижнів, тому не дає повної картини розподілу магнітного потоку. Магнітна система складається з n -ої кількості пакетів, які мають свою окрему систему зі своїми втратами. В усіх розрахунках умовно вважається що магнітна система однорідна, а магнітний потік розподілений у ній рівномірно по всьому перетину. В кінці розрахунку це відображається на вихідних даних. Тому важливо знати на скільки, та як відрізняється крива намагнічування, розрахована для всієї системи в цілому та по пакетах. Точний розподіл магнітного потоку по пакетах дозволяє уточнити вебер-амперну характеристику трансформатора. Особливе значення це набуває при розгляді перехідних процесів.

Розрахунок розподілу магнітних потоків у системі та по кожному пакету окремо заснований на двох законах: першому та другому законах Кірхгофа.

Перший закон Кірхгофа: алгебраїчна сума магнітних потоків в будь якому вузлі магнітного ланцюга дорівнює 0.

Другий закон Кірхгофа: алгебраїчна сума падінь магнітного напруження вздовж будь якого замкненого контуру дорівнює алгебраїчній сумі МДС вздовж того ж контуру.

Другий закон Кірхгофа для магнітних кіл є не що інше як форма запису закона повного струму.

Розрахунок магнітних потоків по пакетах магнітної системи проводилися тільки для фаз А та С, тому що для фази В розподіл магнітних потоків по пакетах магнітної системи не відрізняється від розподілу магнітних потоків по магнітній системі в цілому.

За допомогою метода інтерполяції були побудовані характеристики розподілу магнітних потоків.

В результаті проведеного дослідження можна зробити висновок про те що при більш точному по-пакетному розрахунку магнітної системи можливо зменшити кількість витрачених матеріалів та поліпшити приблизно на 10% характеристики неробочого ходу трансформатора, та, як наслідок отримати суттєве зниження вартості самого трансформатора.

УДК 621.313

Волхонський А. О.¹, Яримбаш С. Т.²

¹студ. гр. Е-211м ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

МОДЕЛЮВАННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Силові трансформатори різних потужностей і класів напруги широко використовуються в електроенергетичних системах. Конструкція магнітних систем силових трансформаторів застосовується переважно стрижневого або бронестержневого типу. Дослідження показують, що насичення магнітної системи силових трансформаторів електроенергетичних систем виникає внаслідок режиму холостого ходу, перезбудження трансформаторів, короткому замиканні у зовнішній електроенергетичній системі, а також при одночасному намагнічуванні магнітної системи силового трансформатора змінним і постійним магнітними полями. Це обумовлює актуальність підвищення точності електромагнітного розрахунку завдяки визначенню впливів наведених вище факторів.

Метою роботи є виявлення можливості заміни фізичного моделювання розрахунком розподілу магнітного поля силового трансформатора.

Для її реалізації було виконано розрахунок магнітної індукції і напруженості магнітного поля в стрижнях магнітопроводу силового трансформатора.

Для моделювання магнітного поля силового трансформатора застосовано метод скінченних елементів в ПЗ FEMM. Це дозволяє задавати властивості магнітних матеріалів у вигляді нелінійної характеристики намагнічування, як безперервної нелінійної функції.

При застосуванні моделі плоскопаралельного магнітного поля, рівняння векторного потенціалу записується як скалярне диференціальне рівняння в часткових похідних, для вирішення якого будується мережа кінцевих елементів. Простір, займаний магнітним полем силового трансформатора, розбивається на окремі елементи, які мають малі кінцеві розміри. Завдання знаходження векторного потенціалу являє собою крайову задачу і тому вимагає належного задання граничних умов. Для вирішення завдання на горизонтальній осі симетрії задано граничну умову Неймана (рівність нулю нормальної похідної від потенціалу).

Для оцінки зміни величини магнітної індукції побудовані залежності середніх значень магнітних індукцій в центральних поперечних перетинах стрижнів магнітної системи силового трансформатора від величини струму, що протікає по обмотці ВН силового трансформатора.

За даними моделювання було визначено, що магнітні потоки і ЕРС обмоток є пропорційними середнім значенням магнітних індукцій у стрижнях.

УДК 621.313

Бурка Н. М.¹, Яримбаш С. Т.²

¹студ. гр. Е-211м ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

РОЗРАХУНОК ДВОМІРНОГО СТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Асинхронні двигуни перетворюють електричну енергію в механічну, широко застосовуючи в установках регулювання і автоматичного керування, в слідкуючих системах, лічильно-розв'язувальних пристроях, апаратах для медичних цілей, електроприводах і побутових приладах.

Аналіз теплових процесів в електромеханічному перетворенні асинхронного двигуна змінного струму з короткозамкненим ротором є необхідним на етапі конструкторської підготовки виробництва. Перед розробником ставиться задача оцінки температурних навантажень елементів двигуна. Зараз застосовують інженерний розрахунок а також моделювання теплового поля при використанні чисельних методів, в тому числі, методів кінцевих елементів (МКЕ).

При розрахунку двовірних стаціонарних температурних полів МКЕ було застосовано програму FEEM 4.2. Тому дані математичного моделювання двовірного стаціонарного теплового поля подібні до фізичного експерименту, а різниця між ними не перевищила 5%.

РОЗРАХУНОК ДВОМІРНОГО СТАЦІОНАРНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Трифазну асинхронну машину, можна використовувати не тільки як асинхронний електродвигун, але й як генератор змінного струму, електромагнітне гальмо, перетворювач частоти, трансформатор з обертовим магнітним полем. При вирішенні завдань раціонального конструювання електромагнітних систем двигунів і вибору головних розмірів найбільш перспективним і актуальним є математичне моделювання.

Мета даного дослідження – аналіз електромагнітного поля асинхронного двигуна за допомогою комп'ютерного моделювання.

У роботі наведені результати використання комп'ютерного програмного комплексу FEMM для розрахунку характеристик електромагнітних пристроїв. Точність побудови характеристик за допомогою програмного комплексу оцінюється шляхом порівняння з результатами фізичного моделювання. В основу спеціалізованої математичної програми розрахунку двовимірного електромагнітного поля покладено метод кінцевих елементів, реалізований з допомогою графічного інтерфейсу користувача.

Опис програмного забезпечення, яке використовується в широко поширених скінченно-елементних програмах, створених на основі графічного інтерфейсу в FEMM, слід виділити три основних функціональних блока:

- 1) створення геометрії розрахункової області, ідентифікації та привласнення фізичних властивостей її окремих частин (препроцесор);
- 2) розрахунок параметрів моделі методом кінцевих елементів (процесор);
- 3) виведення результатів розрахунку (постпроцесор).

Розрахунок двовимірних магнітних полів в FEMM відрізняє, насамперед, простий у використанні графічний інтерфейс, а також доступність програми.

Досягнута точність моделювання дає можливість широкого практичного використання даного способу розрахунку. Відхилення статичних характеристик пояснюються, очевидно, похибками як фізичного моделювання так і похибками наближення кривої намагнічування.

Застосування спеціалізованої програми FEMM для розрахунку електромагнітного поля асинхронного двигуна дозволяє частково доповнити фізичне моделювання і наблизити проектні дані до даних типових випробувань.

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Електромеханічні пристрої мають дуже широке застосування у промисловості. Теорія таких пристроїв до теперішнього часу розроблена доволі детально. Однак, разом з тим, у цій області залишаються недостатньо дослідженими такі явища як вихрові струми у магнітопроводах при різних процесах, наприклад перехідних. Від характеру протікання перехідних процесів у електромеханічних пристроях суттєво залежить надійність їх роботи. Врахування впливу на перехідні процеси вихрових струмів пов'язано зі значними труднощами. Вихрові струми виникають в магнітопроводах, які містять поряд з шихтованими також і масивні елементи. Складність процесів і умов, при яких порушуються вихрові струми, не дозволяє з високою точністю врахувати їх вплив на перехідні процеси в силових ланцюгах постійного струму. Тому зазвичай, при складанні та розрахунках схемних моделей електромеханічних пристроїв, впливом вихрових струмів або нехтують, або враховують наближено.

В останні роки широке застосування отримали прикладні пакети програм, що дозволяються виконувати розрахунки електромагнітних полів методом скінчених елементів, наприклад FEMM. Перевагою пакету FEMM є відкрита ліцензія, що дає змогу його безоплатного використання.

Тому, для підвищення точності розрахунків електромеханічних пристроїв доцільно доповнювати схемне моделювання результатами моделювання електромагнітних полів для елементів схемних моделей, що дасть змогу враховувати різноманіття ефектів і явищ змінного струму.

Застосування такого комбінованого підходу, дозволить поєднати переваги обох методів розрахунку, простоту і швидкодію схемного методу, та високу точність польового моделювання. Такий комбінований метод можна застосовувати для будь-яких електромеханічних, а також, електротехнічних пристроїв. Це дасть змогу забезпечити єдність підходів для розрахунку таких пристроїв, систематизувати такі розрахунки та суттєво підвищити їх точність, що в свою чергу дозволить проектувати нові пристрої з високими показниками енергоефективності та надійності.

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ШИХТОВАНИХ ШИННИХ ПАКЕТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ FEMM

Більшість сучасних технологічних комплексів з потужними електроспоживачами мають у своєму складі системи живлення, утворені з шинопроводів складної просторової будови. Характерною особливістю таких шинопроводів, особливо при роботі комплексів на струмах промислової частоти, є великі втрати активної потужності, які не відповідають сучасним вимогам енергоефективності. Оптимізація систем живлення не можлива без попереднього визначання їх електричних параметрів та встановлення їх залежності від режимів роботи і конструктивного виконання. Проведення таких досліджень у промислових умовах ускладнено особливостями технологічних процесів та їх високою вартістю. Тому для вирішення таких питань широке застосування отримали методи схемного моделювання.

Для визначення параметрів схемних моделей, в інженерній практиці, застосовується методика, що базується на аналітичних виразах, отриманих з суттєвими припущеннями і спрощеннями. Це призводить до похибок у розрахунках параметрів систем струмопроводів, особливо складної просторової будови, величина яких може сягати до 25%. Тому альтернативою цій методиці є застосування методів польового моделювання. Раніше їх використання потребувало надпотужної обчислювальної техніки та спеціалізованого ліцензійного програмного забезпечення. Однак, розвиток комп'ютерної техніки та поява програмного забезпечення з відкритими ліцензіями, як, наприклад, FEMM, значно спростили ці задачі. Тому актуальною стає задача адаптації таких пакетів програм для розрахунку струмопроводів надпотужних технологічних комплексів.

Для вирішення поставленої задачі у роботі проводилось дослідження однофазних шихтованих шинних пакетів з використанням програмного забезпечення. Більшість сучасних технологічних комплексів з потужними електроспоживачами мають у своєму складі системи живлення, утворені з шинопроводів складної просторової будови. Характерною особливістю таких шинопроводів, особливо при роботі комплексів на струмах промислової частоти, є великі втрати активної потужності, які не відповідають сучасним вимогам енергоефективності. Оптимізація систем живлення не можлива без попереднього визначання їх електричних параметрів та встановлення їх залежності від режимів роботи і конструктивного виконання. Проведення

таких досліджень у промислових умовах ускладнено особливостями технологічних процесів та їх високою вартістю. Тому для вирішення таких питань широке застосування отримали методи схемного моделювання.

Для визначення параметрів схемних моделей, в інженерній практиці, застосовується методика, що базується на аналітичних виразах, отриманих з суттєвими припущеннями і спрощеннями. Це призводить до похибок у розрахунках параметрів систем струмопроводів, особливо складної просторової будови, величина яких може сягати до 25%. Тому альтернативою цій методиці є застосування методів польового моделювання. Раніше їх використання потребувало надпотужної обчислювальної техніки та спеціалізованого ліцензійного програмного забезпечення. Однак, розвиток комп'ютерної техніки та поява програмного забезпечення з відкритими ліцензіями, як, наприклад, FEMM, значно спростили ці задачі. Тому актуальною стає задача адаптації таких пакетів програм для розрахунку струмопроводів надпотужних технологічних комплексів.

Для вирішення поставленої задачі у роботі проводилось дослідження однофазних шихтованих шинних пакетів з використанням програмного забезпечення FEMM для визначення залежності їх електричних параметрів від температурних режимів і конструктивного виконання. Дослідження проводилось з використання відомих рівнянь електростатичних та електромагнітних полів.

В ході дослідження було встановлено, що застосування програмного забезпечення FEMM дозволяє суттєво підвищити точність розрахунків у порівнянні з відомими інженерними методиками та не потребує занадто великих обчислювальних ресурсів та витрат часу.

УДК 621.314

Тищенко В. В.¹, Яримбаш Д. С.²

¹студ. гр. Ез-211м ЗНТУ

²д-р. техн. наук, доц. ЗНТУ

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМИ FEMM ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КОАКСІАЛЬНОГО КАБЕЛЮ

Коаксіальні кабелі отримали широке застосування у різних енергетичних установах. В теперішній час існує велике різноманіття кабельної продукції, але нові вимоги та нові області застосування, з урахуванням розвитку сучасної технологічної бази, матеріалів, вимірювальної техніки та методів проектування, дозволяють вирішувати складні задачі розробки нових

кабелів та високоточного визначення їх параметрів, які б відповідали сучасним вимогам енергоефективності.

Коаксіальна конструкція кабелю забезпечує мінімальний вплив зовнішнього та внутрішнього електромагнітних полів кабелю.

Застосування сучасного програмного комплексу FEMM дозволяє проводити моделювання пов'язаних електричних та магнітних полів. При цьому можна застосовувати два різні підходи для визначення індуктивності на основі моделювання електромагнітних полів коаксіального кабелю. Перший підхід базується на ряді припущень. По-перше, розрахунок ведеться без урахування вихрових струмів в екранах та без ефекту витиснення (близькості) струму в основних провідниках. По-друге, приймається, що внутрішній провідник має форму цільного циліндру, а зовнішній – форму полого. По-третє, відносна магнітна проникність всіх елементів дорівнює одиниці. З урахування цих припущень вирішення задачі полягає у визначенні магнітного потоку між внутрішнім та зовнішнім контурами. Альтернативним підходом для вирішення цієї задачі є визначення індуктивності через енергію магнітного поля по всьому перетину кабелю.

Для уточнення величини індуктивного опору, можна проводити моделювання у структурі FEMM для розрахункової області з урахування структури центральної жили кабелю та зворотного провідника.

Таким чином, застосування пакету FEMM дозволяю вирішувати задачі проектування коаксіальних кабелів, визначати їх параметри з високою точністю та їх залежність від конструктивного виконання. Отримані результати стали наслідком врахування та аналізу багатьох чинників. Врахувати і правильно оцінити вплив цих факторів вдалося завдяки використанню при розрахунках спеціалізованого пакета прикладних програм FEMM, який є потужним інструментом для вирішення завдань теорії поля і пов'язаних прикладних задач.

В подальшому, з метою оптимізації конструкції, можна доповнювати електромагнітні задачі рішенням нелінійних теплових, а також задачами по пружності, механічним напруженням і деформації.

УДК 621.313

Дубина Г. М.¹, Яримбаш Д. С.²

¹студ. гр. Ез-211м ЗНТУ

²д-р. техн. наук, доц. ЗНТУ

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМИ FEMM ДЛЯ РОЗРАХУНКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

При проектуванні та розрахунку асинхронних двигунів велику увагу слід приділяти правильному врахуванню властивостей сталі, які впливають на електромагнітні параметри, рівень втрат та характеристики.

На сьогоднішній час аналіз електромагнітних процесів у асинхронних двигунах переважно відбувається на основі використання колових методів, які базуються на схемах заміщення. Параметри схем заміщення містять у неявному виді інформацію щодо конструкційного виконання і схем з'єднання обмоток двигуна. Основним недоліком цих методів є те, що вони базуються на великому ряді припущень та спрощень, які суттєво впливають на точність розрахунків. Тому, все частіше застосовується альтернативний метод дослідження електромагнітний процесів в асинхронних двигунах – польовий метод. Його використання значно спростилося з розвитком комп'ютерної техніки та появою спеціалізованих прикладних пакетів програм з відкритою ліценцією, таких як FEMM.

З аналізу попередніх робіт з цього питання можна зробити незаперечний висновок, що використання чисельних розрахунків магнітних полів асинхронних двигунів дає більш точний результат у порівнянні з коловими моделями. Розвиток комп'ютерної техніки суттєво розширив можливість застосування чисельних методів розрахунку двовірних електромагнітних полів асинхронних двигунів методом скінченних елементів.

Метою дослідження був розрахунок магнітного поля асинхронного двигуна з урахуванням властивостей пакету сталі статора.

Для розрахунку магнітного поля асинхронного двигуна у середовищі пакету FEMM було реалізовано графічну модель. Для областей побудованої графічної моделі було задано відповідні властивості матеріалів, з врахуванням кривої намагнічування сталі та шихтовки осердя. Струми в обмотках під час розрахунків приймалися синусоїдальними для певного моменту часу.

Отримані результати показали, що розрахунок магнітного поля асинхронного двигуна з використанням методу скінченних елементів забезпечує врахування властивостей пакету сталі статора, що не дозволяють досягнути колові методи. Результати розрахунків дозволили отримати розподіл зусиль та моментів в асинхронному двигуні.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМИ FEMM ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРА

Визначення зовнішньої характеристики трансформатора є важливою складовою на етапі конструкторської підготовки виробництва нових типів виробів із покращеними енергетичними показниками. При роботі силового трансформатора під навантаженням саме від зовнішньої характеристики залежить стабільність вихідних параметрів, насамперед напруги на різних ступенях пристрою регулювання напруги.

З одного боку це обумовлює наукову актуальність поданої тематики, а з іншого – її практичну значущість.

На сучасному етапі зовнішню характеристику визначають як результат впливів параметрів короткого замикання трансформатора, його відносної завантаженості та коефіцієнту потужності. Для цього використовують розрахунки на основі алгебраїчних залежностей для параметрів номінального режиму. Це вносить певні похибки, які можуть на вищих або нижчих ступенях регулювання напруги створювати достатньо вагомий вплив і відхилення від паспортних значень поза допустимими обмеженнями ДСТУ.

Вказані недоліки можна компенсувати завдяки поєднанню схемної моделі трансформатора і просторової моделі електромагнітного перетворення енергії, яку реалізують на основі метода скінчених елементів і спеціалізованих прикладних програм комп'ютерного моделювання.

Найбільш доступною у виробничому і навчальному процесі є програма Femm, яка має вільний статус freeware. Тобто для її застосування не потрібно додаткових фінансових витрат, а обмеження геометричної розмірності моделювання зазвичай компенсується завдяки конформним перетворенням області дослідження.

На основі моделювання розподілу напруженостей та індукцій в структурі Femm можна на основі вбудованих функцій інтегрування у визначених блоках можна з високою точністю розрахувати електричні втрати і магнітну енергію в активній частині трансформатора. Тобто визначити активні і реактивні складові падіння напруги у режимі короткого замикання, а також вплив на них відносного струмового навантаження.

Порівняння інженерних і комбінованих схемно-польових розрахунків визначило істотну перевагу останніх по точності збігу із даними випробувань.

УДК 621.313

Дусь В. Г.¹, Тюхаєв А. П.¹, Коцур І. М.²

¹студ. гр. Ез-211м ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБОК ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ З ЕЛЕГАЗОВОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ В ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ

Системи релейного захисту, що використовуються в Україні, реагують на вже усталений струм короткого замикання, що призводить до виходу з ладу захищеного ними електрообладнання ще до спрацювання.

Трансформатори струму (ТС), що працюють у перехідних режимах реагують на миттєві підвищення струмів у мережах і здатні швидше реагувати на небезпечні перевантаження обладнання. Вони ізолюють силові ланцюги високої напруги від струмових ланцюгів вимірюючих приладів та приладів релейного захисту, а також дозволяють привести різні номінальні струми силових ланцюгів високої напруги до стандартних значень вторинних струмів.

Тому доцільним стає питання похибок трансформаторів струму, які є одними з найважливіших параметрів.

Розглянута методика моделювання трансформатора струму, працюючого у перехідних режимах. Модель реалізована за допомогою програми розрахунку нелінійних електричних кіл NAP2, яка розроблена на підприємстві ВАТ «ВІТ». Математична модель моделює метрологічні характеристики трансформатора струму з обмоткою типу ТРУ у перехідних режимах короткого замикання.

Було проведено дослідження кутової і миттєвої струмової похибки у номінальному і перехідних режимах трансформатора з елегазовою ізоляцією на прикладі опорного ТС ТОГ-330 кВ. Виконано електромагнітний розрахунок, де були отримані параметри магнітної системи і двох обмоток, одна з яких працює у перехідних режимах.

Здійснено порівняння результатів отриманих шляхом моделювання і класичного розрахунку похибок трансформатора струму, наведено залежності миттєвої струмової похибки у перехідних режимах від основних параметрів магнітної системи та визначені шляхи покращення характеристик.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСА COMSOL MULTIPHYSICS ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ТРАНСФОРМАТОРА

Аналіз науково-технічної вітчизняної та зарубіжної літератури показав, що роботи, які присвячені оцінці теплових полів складних конструкцій електротехнічних пристроїв недостатньо досліджені. Необхідно дослідження процесів розподілу теплових потоків всередині і зовні пристроїв, визначення та ідентифікації внутрішніх пошкоджень трансформаторного і іншого електротехнічного обладнання. Проведені раніше дослідження створили передумови для вирішення завдань ідентифікації внутрішніх порушень, що впливають на тепловий режим роботи обладнання, і визначення його місця розташування. Тому теоретичне узагальнення процесів теплового розподілу з урахуванням динамічного руху масла в трансформаторах і ідентифікація на цій основі його ушкоджень (стану працездатності) є актуальною науковою задачею. Очевидно, що при кожному конкретному дефекті буде свій розподіл теплового поля, а значить і свої наслідки. Передбачення нових дефектів за допомогою аналізу цього поля – досить дієвий спосіб попередження різних поломок трансформатора. Одним з перспективних напрямків розвитку систем моніторингу в частині діагностування є розробка діагностичних моделей з урахуванням інформації про конструктивні і технологічні особливості кожної одиниці трансформаторного обладнання. Перевірка результатів розрахунку спеціалізованих моделей можлива при прийнятно-здавальних або типових випробуваннях трансформаторного обладнання спільно з заводами виробниками. Часто для оцінки стану обладнання створюються математичні моделі, що містять в собі велику кількість розрахунків, що вимагають багато часу для власного розрахунку для кожної окремої одиниці обладнання. До того ж, при розрахунку складних систем нерідко можна допустити помилки чисто математичного характеру.

Більш перспективним і наочним є створення інтерактивних моделей в різних програмних пакетах. Вони дозволяють створювати моделі, близькі до реальних. У даній роботі для моделювання використовується програмний пакет Comsol Multiphysics. Це потужне інтерактивне середовище для моделювання і розрахунків більшості наукових і інженерних задач заснованих на диференціальних рівняннях в часткових похідних методом кінцевих елементів. Повну тривимірну комп'ютерну модель такої складної

нелінійної термогідролінійної системи, як реальний силовий масляний трансформатор, можна визначити як загальну теплогідролінійну підмодель трансформатора. Вона може включати в себе опис геометрії і детальної структури обмоток всіх трьох фаз, а також активної частини трансформатора. Така модель повинна забезпечити отримання достовірних основних інтегральних характеристик температури і розподілу швидкості на виділених поверхнях. Для моделювання на рівні підмоделі обмотка представлена еквівалентним суцільним твердим тілом без окремого розгляду конвекції в міжкатушкових горизонтальних каналах і детальної структури котушок з ізоляцією. Як зазначено раніше, завданням є опис і загальний розрахунок теплогідролінійних процесів всього трансформатора з обов'язковим урахуванням всіх (основних і додаткових) тепловиділень, що мають місце в трансформаторі. За допомогою Comsol Multiphysics можливе створення варіантів моделей трансформатора з дефектами і без таких. Дефекти можуть бути задані як додаткові джерела теплоти. Очевидно, що там, де розташований дефект, температура вище, ніж в аналогічній моделі нормального режиму (без дефектів), отже, температура на поверхні так само підвищується. Отже, використання Comsol Multiphysics дозволяє змодельовувати і наочно продемонструвати розподіл температурних полів при різних режимах роботи трансформатора. Створення інтерактивної моделі може стати дуже зручним і перспективним способом діагностики і моніторингу дефектів в різних його частинах.

УДК 621.313

Панасевич В. Р.¹, Коцур І. М.²

¹студ. гр. Е-211м ЗНТУ

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ ANSYS MAXWELL ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН З ЗАДАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

На сьогоднішній день в умовах ринку гостро стоїть питання економічності розвитку і швидкості обробки варіантів рішень в електро механічній промисловості. З цієї причини потрібно швидко і з мінімальними витратами аналізувати ефективність різних електро механічних систем. При цьому розрахунок ручним способом за відомими методиками є трудомістким і вимагає багато часу. Типовим застосуванням програмного пакету ANSYS Maxwell може бути автоматизований розрахунок електричних машин з заданими характеристиками. Цей набір програм призначений для

моделювання електромагнітних полів при проектуванні і дослідженні моделей двигунів, датчиків, трансформаторів та інших електричних і електро механічних пристроїв різного застосування. ANSYS Maxwell побудований на основних рівняннях Максвелла і для розрахунків використовує метод кінцевих елементів (Finite Element Method – FEM), що дозволяє розраховувати електромагнітні та електричні поля, а також перехідні процеси в польових завданнях. У пакеті програм є велика бібліотека шаблонів відомих електричних машин. У цих шаблонах досить ввести основні геометричні розміри, матеріали, передбачувані до використання, і за цими вихідними даними виконати розрахунок характеристик досліджуваної електричної машини. Є можливість розрахунку і аналізу на трьох різних рівнях: прискорений аналіз за схемами заміщення; розрахунок методом кінцевих елементів в двовимірній постановці задачі; розрахунок методом кінцевих елементів в тривимірній постановці завдання. В останніх двох рівнях розрахунку існує можливість вирішення магнітностатичного завдання, динамічної задачі, є можливість підключення електричної схеми системи, а значить, є можливість аналізу роботи електричної машини при підключенні напівпровідникової техніки, різного навантаження і т.д. Також є можливість ознайомитися з різними осцилограмами, побачити величину індукції, картину шляхів замикання силових ліній потоку, провести розрахунок магнітних, електричних втрат, а так же втрат, викликаних генерацією вихрових струмів в магнітопровідних частинах системи.

Були співставлені дані математичного моделювання і розрахунків за класичної методикою. В ході перевірки були розраховані втрати в електричній машині, була розрахована магнітна ланцюг, побудовані робочі характеристики і осцилограми напруг і струмів ідеалізованої системи. Всі розрахунки, проведені вручну, підтвердили результати розрахунку за допомогою програми Maxwell. При цьому слід зазначити, що Maxwell надає деякі додаткові можливості, які неможливо отримати при розрахунку вручну, такі як кидки напруг і скачки струмів, втрати від вихрових струмів і пульсації електромагнітного моменту. Аналізуючи результати виконаної роботи з розрахунку електричної машини можна зробити наступні висновки: точність розрахунку електричних машин в програмному пакеті ANSYS Maxwell не поступається точності обчислень за традиційними методиками розрахунку; для виконання спочатку оціночного розрахунку електро механічної системи та визначення основних розмірів доцільно скористатися спрощеними оціночними методиками проектування; для аналізу і перевірки розрахунків, проведення оптимізації слід використовувати сучасне програмне забезпечення, що має забезпечити високу точність обчислень і швидкість проведення робіт.

ЗАСТОСУВАННЯ СПРОЩЕНИХ МОДЕЛЕЙ ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Асинхронний двигун (АД) є найпоширенішим типом електродвигунів. Його відрізняє від інших типів двигунів простота обслуговування, дешевизна, висока надійність, можливість працювати в агресивних середовищах. Недоліком АД є складні електромагнітні процеси, які ускладнюють розробку методів керування. Останнім часом набуло поширення векторне керування (ВК), яке розглядає електромагнітні процеси в обертовій системі координат, що пов'язана з будь-яким фізичним вектором. Досягнуті точність і динамічні характеристики сучасних асинхронних електроприводів (АЕП) забезпечуються за рахунок складних нелінійних алгоритмів керування, що найчастіше використовуються для керування технологічними об'єктами з помірною точністю та з порівняно простою динамікою. У той же час, актуальним є застосування АД з ВК для точного керування складними динамічними об'єктами. Це можуть бути системи керування антенами радіолокаторів, металообробних верстатів, систем прицілювання стрілецької зброї, встановленого на рухомих об'єктах, і т. п. Розробка систем керування складними об'єктами за допомогою АД з ВК є важкою через взаємодію двох складних динамічних процесів, що відбуваються в АД з ВК і в технологічному об'єкті. Ця складність зумовлена численними нелінійностями в математичній моделі АД з ВК. Тому розробка і застосування лінійних спрощених моделей, які з достатньою для практики точністю відтворюють динаміку вихідної нелінійної моделі АД з ВК, дозволить спростити подальшу розробку методів керування. В свою чергу лінійнізації математичної моделі АД з ВК можлива завдяки застосування робастних комбінованих методів керування, що застосовуються у нижче описаних блоках.

Регулятор електромагнітного моменту, який є комбінованим регулятором моменту (КРМ), що складається з компенсуючої та керуючої частин. КРМ формує програмний електромагнітний момент m_0 , на який діє сумарна невизначеність \hat{f}_m , яка компенсується спостережником (3).

$$m_0 = m_{00} - \hat{f}_m \quad (1)$$

$$f_m = m_\delta + m_l + m_f - I_\delta \ddot{\theta} + f_1(L_{m\delta}, L_{r\delta}, T_r \dot{\psi}_d, i_d, i_q) \quad (2)$$

$$\dot{z} = -k(z + m_0 + kI_0 \dot{\theta}), \quad \dot{\hat{f}}_m = z + kI_0 \dot{\theta} \quad (3)$$

Це забезпечує робастність по відношенню до навантаження, збурень, невизначеності індуктивностей і приведенного моменту інерції ротора.

Для формувача програмних струмів шляхом мінімізації активної потужності, що споживає АД, знайдені наступні вирази знаходження складових статорного струму

$$i_{dp} = \sqrt[4]{\frac{R_{s0} + R_{r0} L_{mr}^2}{R_{s0}}} \sqrt{\frac{|m_0|}{n L_{m0}}}, \quad i_{qp} = \frac{m_0 L_{r0}}{n L_{m0}^2 i_{dp}} \quad (4)$$

Для лінійзації цього блоку застосовується оптимізація електроспоживання для найбільш типового випадку (i_{dp} буде постійним, а i_{qp} буде мати лінійну залежність).

Регулятор струму також побудований за комбінованим принципом і складається зі спостережників невизначеності та законів формування перехідних характеристик намагнічуючого струму і струму навантаження.

$$u_p = k_0^{-1} p i_p + (k_0 T'_{s0})^{-1} i_p - (q_1 + q_2 p^{-1})(\hat{i} - i_p) - \hat{f}_i \quad (5)$$

При правильному виборі параметрів спостережника змінні будуть з часом наближатися до нуля і вираз (5) буде мати вигляд

$$W(p) = \frac{i}{i_p} = \frac{(T'_{s0})^{-1} + k_0 q_1}{p + [(T'_{s0})^{-1} + k_0 q_1]} \quad (6)$$

Робота контурів струму не залежить від кидків напруги мережі живлення, усіх похибок перетворювача частоти (опорів ключів, запізнювань їх відкриття і закриття, мертвого часу), перехресних зв'язків між моментним і намагнічуючим контурами струму, змін (в тому числі, температурних) опорів контурів, змін індуктивностей контурів, обумовлених кривою намагнічування.

На рис. 1 представлена структурна схема спрощеної системи ВК АД, що складається з контуру моментного струму і динаміки механічної частини системи.

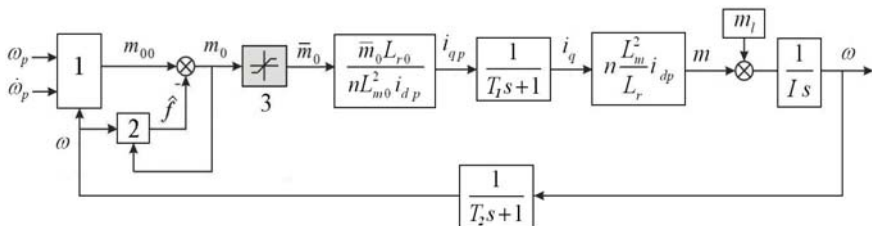


Рисунок 1 – Структурна схема спрощеної системи ВК АД

Застосування запропонованих простих математичних моделей асинхронного двигуна на порядок зменшує час моделювання в порівнянні з вихідною нелінійною моделлю. На відміну від відомих методів лінеаризації, отримання простих моделей не вимагає точного знання параметрів вихідної нелінійної моделі.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ І ЕЛЕКТРОННІ АПАРАТИ»

УДК 621.314

Афанасьєв О. І.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

При передачі електроенергії з шин живлячих підстанцій до споживачів частина електроенергії витрачається на нагрів провідників, створення електромагнітних полів та інші ефекти. Ці витрати мають назву втрати електроенергії. Величина цих втрат суттєво залежить від характеру навантаження та його зміни у межах часу, що розглядається, а також від якості електроенергії та засобів її забезпечення. Якість електроенергії характеризується показниками, які визначають міру відповідності напруги нормованим значенням при номінальних величинах таких головних показників, як частота мережі живлення, напруга та струм навантаження.

У загальному випадку проблема якості електроенергії складається у підтримці рівнів напруги та частоти мережі, що наближені до номінальних значень. В умовах енергоємних виробництв використовують цілий ряд електроспоживачів (прокатні стани, дугові сталеплавильні печі, випрямляючі пристрої, системи електролізу та ін.) з різко змінними навантаженнями, або нерівномірністю їх розподілу за фазами і наявністю струмів та напруг, форма яких суттєво відхиляється від синусоїдальної. Ці види споживачів ведуть до порушення якості електроенергії, головними показниками якої є відхилення напруги, розкид змінення напруги, коефіцієнт несінусоїдальності кривої напруги, коефіцієнт зворотній послідовності напруг, відхилення частоти та ін.

Вплив низької якості електроенергії на працю мереж та електрообладнання проявляється у підвищенні втрат електроенергії, скороченні термінів експлуатації обладнання, технологічних втратах, які виражаються у зниженні виробничих можливостей та погіршенні якості продукції, що виробляється.

Таким чином, найбільш ефективно зниження втрат потужності можливо досягнути шляхом регулювання напруги, яке, у свою чергу, залежить від величини втрат напруги у мережі, які визначаються її опором. У розподільчих мережах активний опір більше реактивного. Таким чином його регулювання найбільш ефективно здійснити зменшенням площі зрізу ліній електропередачі. У живлячих мережах навпаки – реактивний опір більше активного, тому втрати напруги у значній мірі визначаються реактивним

опором ліній, який мало залежить від площі зрізу. Найбільш часто змінення реактивного опору використовують для регулювання напруги шляхом включення у лінію конденсаторних батарей за схемами прокольного або поперечного регулювання.

Активну потужність живлячих мереж не можливо використовувати для оперативного регулювання напруги, тому найбільш ефективним засобом залишається реактивна потужність. Для змінення реактивної потужності використовують різноманітні регулюючі пристрої, серед яких найбільш широке використання отримали пристрої наступних видів: батареї статичних конденсаторів, синхронні компенсатори, статичні джерела реактивної потужності та ін.

Для дослідження втрат потужності в електричних мережах розроблені алгоритми розрахунку необхідних параметрів та головних показників якості електроенергії з урахуванням конкретних особливостей мережі та специфіки споживачів енергії та схеми їх підключення. Для цього розроблена комп'ютерна модель для моделювання процесів протікання струмів та розподілу потужностей на прикладі схеми розподільчого пристрою для живлення індукційних печей плавильного виробництва. На основі цієї моделі розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє оцінити головні показники якості електроенергії та провести оптимізацію процесу регулювання та оцінку ефективності тих, чи інших його засобів.

УДК 621.316.71

Коцур М. І.¹, Андрієнко А. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² асп. ЗНТУ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОГЛАСОВАННОГО ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Основная масса эксплуатируемых кранов имеют электроприводы с релейно-контакторным управлением, которые обладают рядом общеизвестных недостатков: низкий коэффициент мощности, нет возможности реализации плавности хода крана. Последний приводит к существенному износу составных частей механизмов передвижения, что обусловлено появлением кривизны чолесных пар и рельсов крана. Следствием этого является появление неудовлетворительных характеристик для согласованного вращения асинхронных двигателей с фазным ротором (АД). Современная тенденция устранения указанных недостатков связано с применением частотного регулируемого электропривода. Однако такое решение приводит к

существенному усложнению, а также удорожанию электропривода. Для модернизации крановых механизмов предложены ряд технических решений на основе параметрических источников тока. Указанные решения достаточно просты, но обладают рядом недостатков, которые связаны с увеличенным установленной мощности индуктивно емкостного преобразователя. Поэтому для устранения вышеизложенных недостатков предложено применение системы импульсного регулирования (ИР), основанного на формировании пусковых и регулировочных характеристик на основе импульсно-токового регулирования в цепи ротора АД.

Основным преимуществом системы ИР является:

- ведомый сетью инвертор работает с постоянным углом опережения $\beta=30^\circ$;
- напряжение на конденсаторе С поддерживается с помощью ИППН;
- роторы двух АД соединены параллельно при помощи неуправляемых выпрямителей [1].

Работа ВСИ с постоянным углом $\beta=30^\circ$ обеспечивает рекуперацию энергии скольжения с коэффициентом мощности равным

$$\cos \varphi = \cos \left(\beta - \frac{\gamma}{2} \right), \quad (1)$$

где γ – угол коммутации.

Значение $\cos \varphi$ находится в пределах $0,86 \div 0,94$, что соответствует диапазону коэффициентов мощности наиболее используемых серий крановых АД. Поэтому можно считать, что коэффициент мощности будет определяться коэффициентом мощности АД при рекуперации энергии скольжения в процессе его пуска и реверса.

Для реализации преимущественных скоростей АД для системы ИР вводится обратная связь. Вид обратной связи зависит от требований к жесткости механических характеристик. Наибольшая жесткость обеспечивается при наличии датчиков скорости или скольжения. Наименьшая – при косвенном изменении напряжения ротора [2].

Таким образом использование системы ИР с ограничением по заданному пусковому току в период пуска обеспечивает уменьшение рассогласования в $1,2 \div 1,8$ раза в зависимости от частоты собственных колебаний упругих связей плеч крана. Чем меньше эта частота, тем выше эффективность от применения преобразователя. Преобразователь также обеспечивает рекуперацию энергии скольжения при формировании статической и динамической характеристик при достаточно простой схеме реализации, что обеспечивает ее надежность. Предложенная система ИР

может быть рекомендована для модернизации электроприводов с АД механизмов перемещения кранов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коцур, М. И. Преобразователь для электропривода согласованного вращения асинхронных двигателей с фазным ротором. [Текст] / М. И. Коцур Д. С. Андриенко, П. Д. Андриенко, И. М. Коцур // Энергосбережение, Энергетика, Энергоаудит. – 2014. – №9(128), Т.2. – С. 37– 2.

2. Kotsur, M. Impulse-controlled system for matched rotation of induction motors [Text] / M. Kotsur, P. Andrienko, O. Bliznyakov, A. Andrienko, D. Andrienko // Electrotechnic and Computer Systems. – 2015. – № 19 (95). – P.14–17.

УДК 621.3.048.1

Скрупська Л. С.

асп., старш. викл. ЗНТУ

UML-МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Работа с диагностическими моделями на практике затруднена ограничениями их программной имплементации, например, спецификой конкретного языка программирования, примененного для реализации модели. Поэтому важно разработать UML-модели прогнозирования состояния изоляции трансформаторов тока, которые не зависят от конкретной аппаратной и программной платформы.

Работа посвящена прогнозированию состояния изоляции трансформаторов тока. Она связывает в нелинейную зависимость тангенс угла диэлектрических потерь основной изоляции под рабочим напряжением (x_1), отклонение емкости основной изоляции от паспортного значения (x_2), влажность (x_3) и температуру воздуха окружающей среды (x_4), интенсивность частичных разрядов (x_5). Эта модель позволяет спрогнозировать состояние изоляции трансформатора тока в диапазоне от «0», означающего достоверный отказ, до «1», достоверно свидетельствующей о безотказной работе.

Пользователь должен иметь возможность взаимодействовать с интерфейсом моделей: вводить основные параметры изоляции и получать заключение о вероятности безотказной работы.

Диаграмма классов описывает объекты, необходимые для программной реализации математической модели независимо от конкретного языка программирования. Основными классами являются «Insulation», описывающий параметры изоляции, «Diagnostics», содержащий метод

прогнозирования состояния изоляции, и «View», описывающий графический интерфейс пользователя.

Класс «View» инициализирует работу программы. После ввода параметров и их нормирования, создается экземпляр класса «Insulation», в конструктор которого передаются нормированные параметры. Экземпляр «Insulation» передается в класс «Diagnostics», в котором выполняется основной расчет модели по запросу, приходящему от класса «View». Результат возвращается в класс «View» для отображения на экран. События в модели происходят синхронно, то есть, пока не возвращено управление из метода одного класса, метод другого класса не может получить управление.

УДК 648.048.1.

Васи́левский В. В.

инженер ЗНТУ

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБНОВЛЕНИЯ РЕСУРСА БУМАЖНОЙ МАСЛЯНОЙ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В процессе эксплуатации единичного силового трансформатора (СТ) происходит расход ресурса его бумажно-масляной изоляции (БМИ). В ходе технического обслуживания возможно восстановление ресурса изоляции с целью продления срока службы путем дегазации и осушки масла, его фильтрации, сушки твердой изоляции, регенерации изоляции и т. д. Актуальной проблемой является отсутствие методик оптимизации периодичности технического обслуживания с целью обновления ресурса с учетом изменения технического состояния СТ в ходе эксплуатации и затрат на восстановительные работы. Задача – разработка технико-экономических моделей обновления ресурса БМИ СТ.

С применением разработанных ранее моделей расхода ресурса БМИ СТ предложена методика технико-экономического моделирования обновления ресурса БМИ СТ. Методика включает в себя следующие этапы.

Выбор стратегии технического обслуживания (техническое обслуживание по состоянию, плановое техническое обслуживание и гибридная стратегия технического обслуживания).

Задание критических значений для моделируемых параметров характеризующих ухудшение состояния изоляции для стратегии технического обслуживания по состоянию. Задание периодичности технического обслуживания для стратегии планового технического обслуживания.

Задание исходных данных для экономической оценки затрат на эксплуатацию силового трансформатора.

Моделирование и анализ полученных результатов.

В предложенной модели допущены следующие упрощения:

– процесс технического обслуживания СТ принят как процесс с нулевой длительностью;

– моделирование не учитывает изменения ресурсных характеристик БИ СТ в период времени от момента установки СТ на месте эксплуатации до момента включения его под нагрузку.

УДК 621.314.1/621.3.017

Поляков М. О.¹, Ларионова Т. Ю.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² асп. ЗНТУ

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ СТОХАСТИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Полупроводниковые преобразователи представляют собой значительный резерв повышения энергоэффективности систем электроснабжения, так как основой многих техник оптимизации потребления энергии является управление преобразованием энергии.

Для количественного описания эффективности преобразователей используется коэффициент полезного действия (КПД). Однако значение КПД не дает полной информации о потерях в преобразователе в конкретном его применении, так как вариант использования преобразователя может отличаться от того, в котором выполнялось определение КПД. Точность оценки эффективности преобразователя с помощью КПД заметно снижается в условиях изменяющихся случайным образом входных факторов.

С целью уточнения оценки эффективности преобразователя при случайном изменении внешних факторов была разработана методика интегральной оценки эффективности преобразователя. Разработанная методика включает следующие этапы: определение множества внешних факторов, от которых зависит эффективность преобразователя; построение модели оценки эффективности как функции внешних факторов; выбор версии применения преобразователя в некотором временном интервале; нахождение коэффициентов корреляции между значениями внешних факторов; вычисление эффективности с помощью статистического моделирования; определение распределения эффективности преобразователя.

Использование предложенной методики продемонстрировано на примере понижающего преобразователя системы питания собственных нужд электроподвижного состава, отличительной чертой работы которого является стохастическое изменение входного напряжения в широком диапазоне. В модели преобразователя учтены основные факторы, оказывающие влияние на его эффективность: сопротивление ключа в открытом состоянии; рабочая частота; время спада и нарастания фронтов при коммутации полевого транзистора, прямое напряжение сток-исток; коэффициент заполнения; статические и динамические потери в индукторе и на эквивалентном последовательном сопротивлении конденсатора. Показано, что рассчитанная по предложенной методике эффективность преобразователя, как и входное напряжение, является стохастической величиной и, в среднем, ниже значений, полученных по базовому методу.

УДК 648.048.1

Аватков О. Р.

асп. ЗНТУ

ПРОБЛЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ НА ДІЛЯНКАХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ З ПРЕЦИЗІЙНИМ ОБЛАДНАННЯМ

На сьогоднішній день використання прецизійного обладнання, наприклад верстатів з ЧПК, є невід'ємною частинною виробничого процесу сучасних виробничих промислових підприємств.

Одним з факторів точної та надійної роботи верстатів з ЧПК є надійність та якість електричного живлення. При недотриманні цих властивостей електричного живлення збільшується ризик виникнення бракованих деталей.

Тобто при просадці напруги живлення або при її зникненні верстат може некоректно завершити роботу та виникне брак деталі. Також недопустимим є наявність у мережі вищих гармонік, тому що вони викликають збої у роботі систем керування верстатом.

Наявність реактивних струмів у мережі також є негативним фактором для роботи не тільки для верстатів з ЧПУ, але і для іншого обладнання (шинопроводів, комутуючих апаратів тощо).

Отже, проблема стабілізації напруги живлення на ділянках електромереж з прецизійним обладнанням полягає в тому, що необхідно вести чіткий контроль вищезгаданих параметрів з урахуванням особливостей побудови електромережі на підприємстві.

На більшості підприємств зі застарілою побудовою електромереж ця проблема вирішується не якісно. Стабілізація напруги не виконується, тобто не передбачено ніяких елементів у схемі електропостачання. Також не передбачені фільтри для усунення вищих гармонік, але цю функцію частково виконують конденсаторні батареї, які являються пристроєм для компенсації реактивної потужності. Компенсація реактивної потужності, взагалі, виконується централізовано, тобто для системи шин підстанції або усього шинопроводу.

Щоб усунути вищезгадані недоліки пропонується розробити установку, яка буде розрахована на підтримку роботи верстатів з ЧПК та виконувати наступні функції: групову компенсації реактивної потужності (окремо групи верстатів), фільтрацію від вищих гармонік та стабілізацію напруги у заданих межах. Особливістю ідеї буде те, що усі недоліки будуть вирішуватися в одному місці та у безпосередній близькості до прецизійного обладнання.

УДК 621.314

Ларионова Т. Ю.

асп. ЗНТУ

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Потребностями современного общества ставится задача экономии энергии во всех сферах деятельности, и в системах питания собственных нужд (СПСН) электроподвижных составов (ЭПС) в частности. Вместе с тем на сегодняшний день отсутствуют как количественные, так и качественные показатели энергоэффективности СПСН ЭПС. В известных автору работах для оценки энергоэффективности СПСН используются качественные и/или количественные показатели отдельных элементов системы питания.

На энергоэффективность СПСН влияет ряд параметров, таких как КПД элементов СПСН, рекуперация и накопление энергии, управление полезной мощностью и др. Так как воздействие этих и других параметров на энергоэффективность СПСН однозначно не определяется, что затрудняет применение точных количественных методов и подходов, то решение можно получить с использованием теории нечетких множеств.

Для нахождения комплексного показателя энергоэффективности СПСН ЭПС была создана система нечеткого вывода на основе алгоритма нечеткого вывода Мамдани. Разработка модели системы нечеткого вывода выполнена в среде MATLAB Fuzzy Logic Toolbox.

На первом этапе создания системы нечеткого вывода эмпирические знания о влиянии различных параметров на энергоэффективность СПСН были представлены в виде эвристических правил.

В среде MATLAB Fuzzy Logic Toolbox заданы четыре входные переменные – КПД наиболее энергоемкого потребителя СПСН (двигательного потребителя), возможность рекуперации, возможность управления полезной мощностью, возможность накопления энергии и одна выходная – комплексный показатель энергоэффективности СПСН. Далее определены термы входных переменных и их функции принадлежности. На завершающем этапе проектирования построена база правил системы нечеткого вывода, состоящая из 64 правил.

С применением разработанной системы нечеткого вывода установлен комплексный показатель энергоэффективности СПСН электровоза постоянного тока типа S252. Результаты нечеткого вывода подтверждают адекватность созданной модели.

Разработанный комплексный показатель энергоэффективности и модель его определения предполагается использовать при проведении энергетической экспертизы и энергетических обследований СПСН ЭПС.

УДК 621.315.626

Афанасьев О. І.¹, Михайлюк В. В.²

¹ доц. ЗНТУ

² студ. гр. Е-811м ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ ІЗОЛЯЦІЙНІЙ КОНСТРУКЦІЇ БЛОКА ВИМИКАЧ-РОЗ'ЄДНУВАЧ У ВРП-750 КВ

Ізоляційна конструкція призначена для електричної ізоляції струмопровідних частин електричних апаратів від заземлюючих елементів конструкції чи від струмопровідних частин інших плюсів, а також для підтримки та кріплення частин контуру, що знаходиться під напругою.

Напруженість електричного поля – це векторна фізична величина, що характеризує електричне поле в даній точці і чисельно дорівнює відношенню величини сили, що діє на нерухомий точковий електричний заряд, поміщений у цю точку, до величини заряду.

Електрична міцність колонок ізоляторів та треног при перенапругах практично не пов'язана з характеристиками електричної міцності ізоляторів, що входять до колонки, а повністю визначаються характером електричного

поля сформованого на високовольтному електроді та заземленому кінці ізоляційної конструкції.

Створення екранів в багатьох випадках залежить від визначення електростатичних полів і ємнісних коефіцієнтів багатоелементних систем екранів. Відомо, що рішення цих двох основних задач електростатики в тривимірному випадку пов'язане з істотними труднощами для конкретної системи екранів заданої конфігурації. Останнє, а також значне урізноманітнення електростатичних систем, що вимагають аналізу при проектуванні високовольтних пристроїв, призводять до того, що від тривимірних моделей зазвичай відмовляються і переходять до менш точних, менш якісних двовимірних моделей.

Нині розрахунок елементів екранування та вибір матеріалу проводиться за допомогою емпіричних формул. Головним відомим та найбільш використовуваним способом підбору профілю високовольтних кільцевих екранів являється спосіб використання тороїду обертання. Цей спосіб досить поширений, оскільки тороїд найбільш простий у виготовленні.

Технічною задачею є розрахунок міцного каркасу тороїдальної, сферичної, еліптичної форми різних розмірів, щоб в подальшому спроектувати легкий та доволі міцний каркас екрану, який зменшить напруженість поля на «діючих» елементах апаратів 750кВ.

УДК 621

Корнус Т. М.¹, Логвин К. А.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Е-422 ЗНТУ

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА МОДЕЛИРОВАНИЯ MATLAB-SIMULINK ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКОВ УСТАВКИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Для оптимизации выбора силового оборудования проектируемого изделия и алгоритма работы токовых защит необходимо знать ожидаемые величины аварийных токов и их тепловые интегралы при наиболее характерных видах аварий, присущих изделию.

Для реверсивных тиристорных преобразователей к наиболее опасным авариям относятся два вида аварий:

- внутреннее короткое замыкание;
- внешнее короткое замыкание.

При наличии быстродействующей электронной защиты, обеспечивающей блокировку импульсов управления, аварийный процесс прекращается, когда токи проводящих тириستоров упадут до нуля.

Симуляция модели без системы защиты, т. е. отсутствии подачи сигнала на вход Block блока Synchronized 6-Pulse Generator, позволяет определить токи уставки системы защиты для блокировки импульсов управления тиристорами до первой, либо между первой и второй коммутациями. При моделировании аварий с учетом срабатывания системы защиты по управляющему электроду найденные токи уставки используются как параметр сравнения в блоке Hit Crossing.

УДК 629

Баслик С. О.¹, Поляков М. О.²

¹ студ. гр. Е-424 ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц.. ЗНТУ

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ОШИБОК В БОРТОВОЙ СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЯ

Для находящихся в эксплуатации автомобилей экономически нецелесообразно приобретать устройства для мониторинга показателей этого автомобиля.

Цель работы – создать более дешевый прибор с тем же или большим функционалом.

Разработанный прибор получает информацию от датчиков: давления масла, уровня топлива, ДПДЗ, УОЗ, оборотов двигателя, давления топлива, в общем – любого датчика, который подключен к блоку управления автомобиля. Кроме того прибор имеет функционал корректировки (удаление и мониторинг ошибок системы) базы данных блока управления автомобиля.

Прибор состоит из следующих узлов и электрорадиоэлементов: микропроцессорная плата Arduino Uno R3, жидкокристаллический модуль LCD2004, модуль Bluetooth HC-05, Bluetooth сканер OBD ELM327, построечный резистор 10 кОм, бипер для звуковых сигналов и две кнопки для управления режимами.

Сканер подключен в диагностический разъем блока управления автомобиля, и по беспроводному каналу связи через Bluetooth модуль передает данные блока управления плате Arduino. Для визуализации считанных данных используется жидкокристаллический модуль, подключенный через цифровые выходы платы Arduino. С помощью кнопок пользователь выбирает режим работы прибора и может корректировать базу данных системы управления

автомобилем. Построечный резистор необходим для задания частоты обновления данных от системы управления. Работой платы Arduino управляет скетч объемом 2000 строк, написанный на языке C/C++.

Прибор испытан на автомобиле Ford Mondeo Mk2, и показал свою эффективность. После небольшой доработки скетча прибор может работать на автомобилях других марок и годов выпуска. Предложенные технические решения позволили снизить стоимость прибора в сравнении с аналогом фабричного производства более чем в 2 раза.

УДК 621.318.38

Жорняк Л. Б.¹, Жежера И. И.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. Е-412 ЗНТУ

MAGNETIC STARTER 220 V/63 A

Magnetic starters are commonly found on equipment drawing several horsepower or higher. Examples include woodworking machinery such as cabinet saws or shapers. Machines with smaller loads, such as a drill press or most handheld tools normally use only a switch instead. Magnetic starters are stock components for many machines, and aftermarket starters are available for use as replacements or for retrofitting older machines.

Reliability and performance are important for special electric drives. So, special magnetic starters are necessary.

One of the most important elements of the magnetic starter is an electromagnetic system. For special magnetic actuators preferentially use a DC electromagnet and double-coiled coils.

Pulling coils are designed for operation in the rectified current powered by AC control circuits 220 V (rectified voltage is 99 V)

Double-coiled pulling coil is consist of holding winding and closing winding. The windings are connected in series.

The main variable factors of starter design are:

Strip thickness. It affects the electric (resistance) and the winding (number of turns) coil features, which determine the performance. Measuring range thickness is from 0,05 to 0,25 mm. The manufacturer determines the minimum value.

The DC electromagnet provide reliable pulling of an anchor due to the lack of frequency, and smaller losses.

Pulling coils are designed for operation in the rectified current powered by AC control circuits 220 V (rectified voltage is 99 V)

Double-coiled pulling coil is consist of holding winding and closing winding. The windings are connected in series. Increased thickness greater than 0.25 mm leads to a considerable reduction in the number of turns and, therefore, the coefficient of mutual induction.

Coil height. It determines width of a winding strip, which determines electrical parameters of the coil, technological effectiveness of construction and saving of winding material. Range of change is from 5 to 10 mm. The minimum value is defined by technological effectiveness of construction, maximum – the free space resistance of an external circuit.

УДК 621.

Осинська В. І.¹, Самапа В. В.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Е-412 ЗНТУ

ABOUT POSSIBILITIES OF APPLICATION OF NEW MATERIALS IN THE CONTACTORS CONSTRUCTIONS

Variety of industrial electric drives, in most cases, use electromagnetic (magnetic), contactors and starters in remote control systems. Wide spreading of these devices was predetermined by their high efficiency and simple construction, hence demand for mass production. The use of new materials in contactor's system allows improving their technical and economic performance. Arcing capacity, electroerosion and heat resistance increasing are important tasks of contactor designing.

The problem is solved with an arcing chamber, which consists of housing, partitions and washers made of arc-resistant, insulated, composing material which is differs for the fact that it contains cured binder, which has polyester or acrylic resins in it. For example, unsaturated polyester resin and a magnesium hydroxide or aluminum hydroxide containing filler.

Disadvantage of the cameras, made of asbestos-containing materials, is the secretion of asbestos fibers, in the process of material processing and production, which are hazardous for health. Additionally, these materials, particularly asbestos boards, has high water absorption (20%), which adversely affects material's electroerosion and arcing resistance consequently, it leads to rapid wear off and premature failure of the apparatus.

Service life and reliability to a great extent depend on contact system contact's material. In some series new materials in contactor pads for both fixed and movable contacts are applied. This increases the reliability of the product, reduces heat losses and leads to a reduction of contact elements heating.

Silver and pseudo alloys (such as silver cadmium oxide, silver-tungsten, etc.) obtained by powder metallurgy are used in electrical contacts manufacturing both in CIS and foreign countries. Using pure silver is not practical, not effective and quite expensive. Cadmium compounds are toxic.

In Ukraine, the world's first fundamentally new microcrystalline and microlayered materials for breaking electrical contacts on the basis of copper-molybdenum were developed (НПП «ЭЛТЕХМАШ»). Such materials are made by using of the high-speed electron beam evaporation and subsequent vacuum condensation of metallic and nonmetallic materials.

New materials, known as МДК, are certified and are manufactured according to TY Y20113410.001-98. The use of such materials is rather promising.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»

УДК 621.314.2:621.3.016.33

Зіновкін В. В.¹, Борисенко Є. В.²

¹ проф. ЗНТУ

² асп. ЗНТУ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ РІЗКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Всі види електротехнологічних комплексів, пристроїв та електроприводів живляться від мереж загального призначення. Регулювання напруги здійснюється за допомогою мережних та електропічних трансформаторів. Терміни їх роботи суттєво залежать від умов експлуатації і технічного стану окремих деталей та вузлів. Електротехнологічні процеси комплексів характеризуються різкозмінними електричними режимами. Такі навантаження призводять до перевищення нормованих показників якості електричної енергії і формування нестаціонарних електромагнітних процесів в трансформаторному обладнанні. Останні сприяють формуванню низки небажаних явищ, які призводять до скорочення термінів роботи обладнання та аварійним виходам із ладу. З метою запобігання аварій використовуються різні методи діагностики.

Існуючі системи діагностики трансформаторів базуються на методах контролю частинних розрядів, хроматографічного аналізу охолоджуючої олії, та ін. Ці методи не дозволяють отримувати поточну інформацію про технічний стан трансформаторного обладнання.

В роботі пропонується трирівнева автоматизована система електромагнітної діагностики і аналізу поточного стану трансформаторного обладнання, яке працює при різкозмінних навантаженнях. На першому рівні здійснюється поточний контроль характеру навантаження і порівняльний аналіз з нормованими показниками. Найбільш інформаційним є аналіз кратностей струмів технологічних і зовнішніх коротких замикань та струмів включення, продовжностей, кількості та характеру, показники яких перевищують нормовані державними стандартами та іншою нормативно-технічною документацією. При наявності перевищення цих показників, або окремих із них, аналізується інформація другого рівня. Вона представляє собою аналіз загального шуму і в спектрі октавних частот. По динаміці зміни цієї інформації можливо передбачити наявність відхилення у відповідних деталях, або визначити їх пошкодження. У випадку, коли інформація першого і другого рівнів свідчать про

перевантаження трансформатора і можливих пошкодженнях виконується аналіз фазних опорів короткого замикання. По градієнтам зміни фазних опорів визначається пошкодження системи збудження електромагнітного поля. У випадку, коли електромагнітні параметри перевищують нормовані, трансформатор необхідно виводити на ревізію або здійснювати поточний ремонт, або замінювати відповідні вузли чи системи включаючи окремі деталі. Невиконання цих умов призводить до аварійного виходу обладнання із ладу з суттєвими техніко-економічними збитками.

В доповіді приводиться структурна схема трирівневої системи оцінки технічного стану трансформаторного обладнання, пояснюється принцип роботи, та мікропроцесорні і програмні засоби автоматизації.

УДК 621.316.543.004.15

Зіновкін В. В.¹, Ситнік Д. І.²

¹ проф. ЗНТУ

² асп. ЗНТУ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИПРОБУВАНЬ ПЕРЕМИКАЮЧИХ ПРИСТРОЇВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ

Перемикаючі пристрої є одним із відповідальних вузлів трансформаторного та іншого електротехнічного обладнання. За його допомогою здійснюється регулювання напруги. Особливо важкі навантаження перемикаючих пристроїв мають місце в трансформаторах які живлять потужні дугові сталетопні печі, приводи прокатних, вставки і лінії передачі постійного струму та ін. Оскільки електротехнологічні режими таких технічних засобів в часі змінюються за вірогідними законами, то їх сприймають як різкозмінні. При таких навантаженнях перемикаючі пристрої працюють при несиметрії фазних струмів і наявності вищих гармонік. Причому несинусоїдальність фазних струмів має різний спектральний склад, що призводить до нестаціонарних електромагнітних і електротермічних процесів. Останні призводять до скорочення термінів роботи не тільки перемикаючих пристроїв, а трансформаторного обладнання в цілому.

В доповіді приведено аналіз аварійності трансформаторного обладнання по класам напруги 35, 110, 220, 330, 500, 750 кВ, на підставі якого показано, актуальність наукового і експериментального дослідження на експлуатаційну надійність перемикаючих пристроїв. Відзначено, що аварійність перемикаючих пристроїв в системах з різко змінними навантаженнями на 45% більша в порівнянні з системами загального призначення. Розглянуто електромагнітні та

електротермічні процеси з порівняльним аналізом впливу характерних рис різко змінних навантажень на аварійність і експлуатаційну надійність перемикаючих пристроїв. Оскільки основним елементом перемикаючих пристроїв є контакти, за допомогою яких здійснюються багато чисельні перемикання, то для експериментального дослідження запропонована автоматизована система випробувань перемикаючих пристроїв на експлуатаційну надійність в залежності від кількості і характеру комутаційних процесів в контактах. Основними елементами цієї системи є формувач несинусоїдальності струму і несиметрії навантаження, а також мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації. В доповіді пояснюється принцип роботи запропонованого науково-технічного рішення і наведено результати проведених експериментальних досліджень. Показано, що електричні опори контактних систем суттєво залежать від несинусоїдальності струму. В якості прикладу на рисунку показано експериментальні залежності електричної провідності контактних систем, математичного очікування і дисперсії.

Доповідь ілюструється відповідними плакатами та результатами експериментальних досліджень, які підтверджують працездатність запропонованої автоматизованої системи експериментального дослідження і випробувань перемикаючих пристроїв на комутаційну надійність.

УДК 621.313

Зіновкін В. В.¹, Борисенко Є. В.², Ситнік Д. І.³

¹ проф. ЗНТУ

² асп. ЗНТУ

³ асп. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСТАЦІОНАРНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ПАРАМЕТРИ СИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОУРУХОМНИКА

В багато чисельних публікаціях досліджуються режими роботи синхронних електроприводів. Вплив нестационарних електромагнітних процесів на режими досліджено не достатньо. Однією із визначальних вимог до надійної роботи є забезпечення нормованих коливань вала двигуна. В роботі запропонована математична модель нестационарних електромагнітних процесів в синхронному електроприводі, які збуджуються різко змінними навантаженнями. Характерною рисою цієї моделі є відсутність демпферних обмоток і зв'язок між електромагнітними процесами, які відбуваються в статорних і роторних обмотках, а також моментом механіческих сил на валу ротора з врахуванням моменту інерції.

Рішення задачі відшукується в межах початкових і граничних умов, які відображають експлуатаційні режими. При стаціонарному навантаженні і встановившихся режимах електропривода взаємну індуктивність L_{12} зручно представити у вигляді періодичної функції, а при різко змінних струмах вона буде мати доволі складну залежність.

В момент великих кратностей струму зростають електродинамічні зусилля, а при відсутності механічних зусилля забезпечуються за рахунок інерційності механічної системи. Таким чином різкозмінні електричні навантаження призводять до суттєвого ускладнення дослідження і інженерних розрахунків нестационарних електромагнітних і електромеханічних процесів. Виходячі із фізичної суті електромеханічних процесів один із множників моделі відображає кутову швидкість і функцію коливання ротора при механічному навантаженні відносно синхронного режиму.

$$(\omega_{el} = \omega_I) \quad (1)$$

В силу режиму синхронної машини один із параметрів характеризує кут опередження напруги, яку підведено до статору. Тому електромагнітний момент на валу ротора залежить від нестационарних електромагнітних процесів, які збуджуються різкозмінними електричними навантаженнями.

З отриманих результатів дослідження видно, що, навіть при синусоїдальному електричному навантаженні, механічний обертальний момент буде змінюватись по періодичному закону. При чому механічні параметри в окремі моменти часу будуть змінюватись в часі по вірогідному закону і будуть мати місце відхилення від нормованих показників, що призводить до зниження надійності функціонування на практиці.

Запропонована методика інженерного розрахунку електромеханічних процесів в синхронному електроприводі і наведено конкретні приклади.

УДК 621.515

Назарова О. С.¹, Мелешко И. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. Ез-311м ЗНТУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОКОМПРЕССОРА К ГРАНИЦЕ ПОМПАЖА

На многих промышленных предприятиях эксплуатируются мощные центробежные турбокомпрессоры. Управление этими объектами усложняется из-за существенной нелинейности их газодинамических

характеристик, а также наличия дрейфа экстремума КПД при изменении режима функционирования турбокомпрессора. С целью повышения энергоэффективности работы данного класса объектов целесообразно разрабатывать системы автоматического управления, учитывающие названные особенности их работы.

Проведение математического эксперимента с помощью компьютерного моделирования сложных динамических объектов, таких как турбокомпрессоры, является актуальным, так как позволяет повысить эффективность принятия решений, сократить время и затраты при введении оборудования в промышленную эксплуатацию.

Цель работы – разработка и исследование компьютерной модели турбокомпрессора, что позволит определить степень возможности приближения рабочей точки газодинамической характеристики турбокомпрессора к границе помпажа.

Разработана компьютерная модель турбокомпрессора, реализованная в среде математического моделирования.

Диапазон моделирования работы турбокомпрессора от $4,7^\circ$ до $16,5^\circ$ угла открытия дроссельной заслонки на всасывании, при этом диапазон по производительности от 27 до $152 \text{ м}^3/\text{мин}$. Расстояние рабочей точки на газодинамической характеристике до границы помпажа является переменным при моделировании. Для простоты расчета поперечное сечение потока во всасывающем патрубке принимается постоянным.

В результате моделирования был получен ряд характеристик турбокомпрессора, отражающих зависимость его КПД от угла открытия заслонки.

Графическое отображение газодинамических характеристик позволяет экспериментально определить производительность компрессора при любом угле открытия дроссельной заслонки и соответственно КПД работы турбокомпрессора.

Эффективность проведения предварительных исследований с использованием компьютерных моделей позволяет сократить время и трудоемкость проектных работ при модернизации существующих и проектировании новых электромеханических систем управления турбокомпрессорами.

Снижение производительности турбокомпрессора при угле открытия дроссельной заслонки $4,7^\circ$, приближаясь к границе помпажа, более эффективно по сравнению с работой на номинальных углах открытия дроссельной заслонки – 22° , так как пропадает необходимость выбрасывать в атмосферу излишки выработанного сжатого воздуха, что позволит существенно уменьшить потребление электроэнергии турбокомпрессором.

Рекомендуется разработка систем автоматического управления, обеспечивающих данную особенность работы турбокомпрессора с целью повышения его энергоэффективности.

ВЫСОКОТОЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВНЫМИ ПРИВОДАМИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Повышения качества прокатного производства можно добиться путем повышения точности и быстродействия систем управления. Главный привод прокатного стана представляет собой сложный объект управления (ОУ), параметры которого не точно известны и могут меняться в процессе работы, вектор состояния не полностью и не точно известен, внешние и внутренние возмущения также не известны. В связи с троганием с места и изменением скорости, которое носит знакопеременный характер, работа ОУ сопровождается нелинейными трением и взаимосвязью между валками. Традиционные методы управления (П-, ПИ-, ПИД-регуляторы) обладают недостаточной робастностью, плохо противодействуют ступенчато изменяющимся внешним воздействиям и нелинейному трению. Хорошей робастностью с высокой точностью управления обладают комбинированные методы управления с наблюдателями неопределенности. Суть метода заключается в следующем. Все внешние и внутренние воздействия (включая нелинейное трение), воздействия, связанные с параметрическими неопределенностями, объединяются в вектор неопределенности, который оценивается быстродействующим наблюдателем в реальном времени и компенсируется комбинированным регулятором.

Цель работы – обеспечение высокой точности и быстродействия управления главными приводами прокатных станов с помощью комбинированного регулятора с наблюдателем неопределенности.

Рассматривается управление главными приводами прокатных станов с синхронными двигателями, которые представлены в виде двухмассовой и трехмассовой электромеханических систем. Предполагается, что в системе используется частотное управление приводными двигателями. Измеряются только скорости вращения двигателей. Для этих систем разработаны робастные комбинированные регуляторы с наблюдателями неопределенностей. Результаты численного моделирования показывают, что разработанные алгоритмы управления обеспечивают высокую точность и быстродействие при обработке программного сигнала. Включение в неопределенность внешних воздействий делает систему астатической по отношению к нагрузке. Система робастна по отношению к изменению момента, вызванного разностью скоростей вращения верхнего и нижнего валков, отклонениям моментов инерции от номинальных значений, действию нелинейного трения на объект.

ПОЗИЦИОННЫЙ ПРИВОД РАЗОМКНУТОЙ ДВУХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ

Существует ряд устройств, таких как подъемные краны, лифты, различного рода манипуляторы, для которых требуется высокое быстродействие и точность позиционирования. В то же время наличие упругих связей приводит к возникновению колебаний и не позволяет точно определить положение исполнительного механизма на основании координат электропривода. Установка датчиков обратной связи, измеряющих непосредственно координату исполнительного механизма, затрудняется ввиду конструктивных особенностей указанных устройств. Поэтому разработка позиционного привода разомкнутой двухмассовой системы, обеспечивающего высокое быстродействие и низкую колебательность, является актуальной задачей.

Синтез алгоритма управления состоит из двух этапов: формирования желаемой траектории второй массы с учетом ограничений по рывку, ускорению, скорости и определения траектории движения первой массы на основании известных жесткости упругого звена и момента инерции.

С целью реализации предложенной структуры позиционного привода разомкнутой двухмассовой системы и исследования разработанных алгоритмов управления создан лабораторный стенд. Для подтверждения работоспособности предложенного алгоритма управления проведен физический эксперимент. При этом формирователь траектории первой массы реализован в среде математического моделирования. Сигнал задания посредством платы PCI1711-U подается на следящий привод, реализованный на базе микроконтроллера ADuC841 и мотор-редуктора LEGO NXT. Положения первой и второй массы измерялись с помощью энкодеров. Сигналы энкодеров обрабатывались в микроконтроллере и в аналоговом виде подавались на входы платы PCI1711-U, что позволило фиксировать графики изменения положений первой и второй массы средствами среды математического моделирования.

Результаты физического эксперимента представлены в виде графиков. Полученное перерегулирование составляет около 3%, что значительно лучше в

сравнении с простыми задающими воздействиями, такими как: линейно нарастающее, линейно нарастающее на пониженной скорости, изменяющееся скачком.

В позиционном приводе разомкнутой двухмассовой системы формирование траектории движения первой массы на основе априорных знаний об объекте управления позволяет получить заданную траекторию движения исполнительного механизма. Для определенного класса объектов управления использование следящего привода замкнутой одномассовой системы в составе позиционного привода разомкнутой двухмассовой системы упрощает исследование систем управления за счет возможности отдельного рассмотрения электромеханических процессов в следящем приводе и механических процессов в колебательной системе. Созданный лабораторный стенд в совокупности с имитационной моделью может быть использован для исследования алгоритмов управления как разомкнутых, так и замкнутых двухмассовых систем.

УДК 621.314.2:621.3.016.33

Зіновкін В. В.¹, Морозов П. Ю.², Гречка Д. Ю.³

¹ проф. ЗНТУ

² студ. гр. Е-324сп ЗНТУ

³ студ. гр. Е-324сп ЗНТУ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ РІЗКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Структурна схема автоматизованої системи трирівневої діагностики трансформаторного обладнання спеціального призначення і принципові основи її працездатності приведено в першій доповіді. В цій доповіді приведені програмні засоби автоматизованого аналізу приведення зовнішніх параметрів різко змінних навантажень і приведення їх до внутрішніх електромагнітних. По динаміці змінні останніх визначається наявність пошкодження системи збудження електромагнітного поля. Наведено алгоритм і програма приведення зовнішніх, між фазних параметрів навантаження, до внутрішніх електромагнітних процесів для схеми з'єднання обмоток трикутник-зірка. При цьому враховано, що обмотки низької напруги виконано розщепленими.

Працездатність запропонованого науково-технічного рішення перевірено в лабораторних умовах та на реальному трансформаторі типової потужності 63 МВА. З метою отримання достовірної інформації дослідження виконані на трьох однотипних трансформаторах один із яких мав

деформацію однієї із обмоток. Експериментальні дослідження показали перевищення кратностей технологічних коротких замикань, загальних рівнів шуму і в спектрі октавних частот, а також реактивної складової опору однієї із фаз трансформатора.

В доповіді приведені осцилограми різко змінних навантажень при роботі дугової сталетопної печі типу ДСП-100 НЗА, регістрограми рівнів шуму в спектрі октавних частот, а також таблиці порівняльного аналізу реактивних складових опорів короткого замикання. По всім показникам в одному із трансформаторів прогнозується наявність пошкодження в неактивних деталях з невеликою постійною часу. До таких деталей відносяться можливі пошкодження в магнітній системі (розпресовка пластин електротехнічної сталі або, окремих пакетів), або в системі збудження електромагнітного поля (пошкодження прошивних рейок, деформація та ін.)

На підставі результатів експериментального дослідження встановлено, що в одному із трансформаторів мають місце пошкодження в конструкції. Результати ревізії підтвердили наявність пошкодження однієї із обмоток. Тому подальшу експлуатацію цього трансформатора заборонено.

Відзначається, що перші два рівні поточного автоматизованого аналізу можливо використовувати для всіх типів трансформаторного обладнання спеціального і загального призначення. Для практичної реалізації третього рівня необхідно розробляти відповідні алгоритми і програми з врахуванням конструктивних особливостей систем збудження електромагнітного поля і схем з'єднання обмоток.

УДК 621.316.543.004.15

Зіновкін В. В.¹, Труфанов О. С.², Духан А. С.³

¹ проф. ЗНТУ

² студ. гр. Е-324спЗНТУ

³ студ. гр. Е-324сп ЗНТУ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИПРОБУВАНЬ ПЕРЕМИКАЮЧИХ ПРИСТРОЇВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ

Найбільш несприятливі режими роботи перемикаючих пристроїв мають місце в трансформаторному обладнанні, яке живить потужні сталетопні печі. Їх електротехнологічні режими характеризуються несиметрією, несинусоїдальністю, багато чисельними струмами включення і коротких замикань. Їх кількість, продовжність, кратність суттєво перевищують нормовані рівні державними стандартами і нормативно-технічною

документацією. Як показано в першій доповіді надійність роботи перемикаючих пристроїв залежить від приведених вище характерних рис різкозмінних навантажень. Мікропроцесорні програмні засоби запропонованої автоматизованої системи випробувань перемикаючих пристроїв дозволяють здійснювати багато чисельні комутації і контролювати активний опір постійному струму.

Проведені експериментальні дослідження показали, опір перемикаючих пристроїв змінюється по вірогідному закону та залежить від наявності вищих гармонік в струмі при якому здійснювались комутаційні процеси. В якості прикладу на рисунку приведені зміни опорів, дисперсії і математичного очікування в залежності від коефіцієнта несинусоїдальності струму.

Температурне навантаження $T_0(t, x_0)$ в межах контактів визначається на підставі рішення зворотної задачі теплопровідності. Матеріали дослідження пояснюються відповідними плакатами і математичною моделлю електротермічного процесу.

УДК 621.3

Зіновкін В. В.¹, Магденко М. В.², Шилов Б. В.³

¹ проф. ЗНТУ

² студ. гр. Е-324сп ЗНТУ

³ студ. гр. Е-324сп ЗНТУ

МЕТОДИ ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

На стадіях конструювання електротехнічного обладнання спеціального призначення виконуються розрахунки поверхневих втрат в деталях конструкції з метою оцінки можливих перегрівів. Методики таких розрахунків базуються на дослідженні електромагнітних процесів у поверхневому напівпросторі. Складність вирішення цієї задачі полягає в наявності нелінійної залежності магнітної проникності від магнітного поля та вищих гармонік в різкозмінних струмах. Сутність запропонованого метода полягає в еквівалентуванні нестационарних електромагнітних процесів в масивних деталях синусоїдальними. На підставі рішення науково-технічної задачі еквівалентні електромагнітні параметри визначаються наступними виразами: електричного поля, потоку електромагнітної індукції, поверхневих втрат і опору. Коефіцієнти еквівалентування параметрів нестационарного поверхневого ефекту масивного феромагнетика наведені в таблиці. Використання запропонованого методу еквівалентування дозволяє суттєво

спростити розрахунки параметрів нестационарного поверхневого ефекту, а також додаткових втрат при проектуванні електротехнічного обладнання спеціального призначення, яке працює при різкозмінних навантаженнях. Отримані співвідношення зручно використовувати при фізичному моделюванні електромагнітних процесів у силовому електротехнічному та електротехнологічному обладнанні на масштабних та фізичних моделях.

Поверхневі втрати розраховуються із використанням електромагнітних характеристик масивної сталі, діючого значення дотичної складової магнітного поля та коефіцієнт еквівалентування по наступній формулі:

$$Q_{\xi} \left(\left| H_{\xi(0)} \right| \right) = \omega \left(\left| H_{\mathcal{E}(0)} \right| \right) \beta_{i\omega}^2. \quad (1)$$

У такому представленні отримані результати зручно використовувати при інженерних розрахунках додаткових втрат.

В якості прикладу в доповіді приведені результати еквівалентування поверхневих втрат і виконано порівняльний аналіз результатів експериментального дослідження при еквівалентних і несинусоїдальних струмах, який показав ефективність використання запропонованого методу. Похибки між теоретичними та експериментальними даними не перевищують 7,0% в межах слабких полів і 5,6% в межах сильних магнітних полів, при яких працюють неактивні деталі електротехнічного обладнання.

УДК 621.382

Крисан Ю. О.¹, Залужний М. Ю.², Кожемякін К. С.³

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

³ студ. гр. Е-312 ЗНТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ MOELLER В УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДАХ

В настоящее время находит применение ручное и автоматизированное управление технологическими процессами, в том числе управление электродвигателями. Ручное управление электроприводом, включающее в себя различные операции (пуск, остановка, торможение и т. п.), требует наличия механических устройств управления. При этом должны учитываться случайно возникающие, связанные с неправильными действиями человека, воздействия на электропривод, которые способны нарушить точность выполнения электромеханических операций, а в ряде случаев приводят к короткому замыканию в силовой части двигателя. Это требует обеспечения

защиты от несанкционированных действий оператора путем реализации дополнительных механических и электрических блокировок.

Автоматизированный электропривод освобождает человека от однотипных, монотонных операций по формированию управляющих воздействий на исполнительные органы рабочих машин. При этом участие оператора сводится к выполнению операций по запуску автоматизированной системы управления и надзору за электроприводом на случай возникновения аварийных ситуаций.

Применение микроконтроллеров и микропроцессоров в системах автоматического управления повышает их надежность и потенциальные возможности унификации. В то же время управление с помощью микропроцессоров и микроконтроллеров требует внесения в их память соответствующих управляющих программ, а работать с ними должны специально подготовленные операторы высокой квалификации.

Для изучения автоматизированного электропривода в курсе лабораторного практикума проведена модернизация учебного лабораторного стенда на основе асинхронного двигателя с фазным ротором. Для реализации реостатного пуска, реверса и динамического торможения двигателя использовано логическое реле EASY500. Все операции, связанные с включением, отключением, переключением и реверсом электроприводов, в предлагаемых схемах стендов проводятся автоматически. Лишь только команды «Пуск» и «Стоп» в этих схемах выполняются оператором.

Первый этап лабораторных работ заключается в расчете времен переключения ступеней сопротивлений и электромеханических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором. Второй этап создание алгоритма программы и ее реализация в виде программы для среды EASYSOFT. Третий этап включает в себя проверку правильности написания и настройки параметров всех элементов программы (особенное внимание уделяется реле времени и счетчикам) с последующей загрузкой ее в логическое реле EASY500.

Лабораторный стенд используется для сравнительного анализа ручных и автоматических методов управления на базе контроллеров серии EASY. Во время занятий студенты имеют возможность расширить свои знания с основ электропривода и программирования микропроцессорных устройств.

СЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНА Й ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»

УДК 532.083

Безотосний В. Ф.¹, Козлов В. В.¹, Набокова О. В.²

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²доц. ЗНТУ

МАГНІТОПРУЖНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДА ЧАСТОТНОГО БАЛАНСА

Перспективним напрямком виміру силомоментних параметрів електромагнітними (магнітопружними) перетворювачами є перехід від аналогової форми вихідної інформації до частотної. Останнє дозволяє підвищити розв'язну здатність вимірів та точність за рахунок відбудування від ряду факторів, що заважають, підвищити захищеність при передачі інформації й спростити узгодження з ПК.

Звернемося до дослідження частотно-балансового методу сило-вимірювань. Насамперед сформована блок-схема й розглянуті процеси при токовихровому частотно-балансовому методу. Фізичний процес лежачий в основі методу розглянутий на прикладі роботи модифікації найбільш відомого магніто-анізотропного перетворювача.

Розглянуто характер зміни вихідного сигналу вимірювального й компенсаційного перетворювачів при зміні частоти струму намагнічування. Доведено, що токовихровий частотно-балансовий метод дозволяє практично повністю відбудуватися від коливань (девіації) значення струму намагнічування, а то, що вихідна інформація використовується у вигляді частоти струму, дозволяє забезпечувати авто компенсацію девіації частоти, тому що при знаходженні балансової частоти (f_b) відхилення частоти автоматично буде скомпенсована. Використання корисної інформації у вигляді частоти дозволяє ефективно застосовувати цифрові вимірювальні прилади високої точності й розв'язної здатності (у порівнянні з аналоговими) без додаткової обробки інформації.

Для розрахунків частоти токовихрового балансу розглянута електрична схема заміщення магнітного ланцюга перетворювача. При проведенні подальших розрахунків були прийняті наступні допущення:

- в основному магнітопроводі напруженість магнітного поля у всіх крапках пластин відповідає лінійній ділянці залежності $d = f(H)$;

- по всій товщині пластин діє напруженість H_0 , а нелінійний розподіл напруженості в матеріалі враховане коефіцієнтом зміни магнітної проникності K_μ . Для розрахунків коефіцієнта K_μ розглянута ділянка

основного магнітопроводу, яка обмежена шириною полюсів δ і відстанню між ними Δ .

Отримані графіки залежності балансової частоти від значень контрольованих зусиль ($f_B = \varphi(\sigma)$) і залежності зміни вихідного сигналу вимірювального перетворювача від зусиль ($U_D = \varphi(\sigma)$).

У результаті порівняння цих залежностей зроблені висновки, що при контролі зусиль балансовим методом (у межах пружних деформацій матеріалу основного магнітопроводу) на 100 Н/м^2 доводиться $\Delta f_B = 0,15 \text{ Гц}$, а при контролі звичайним приблизно $0,06 \text{ мВ}$. Доведено, що здатність частотного методу значно вище. Похибка виміру зусиль частотно-балансовим методом не перевищує $0,2\%$, тоді як звичайним перевищує 1% . Похибка розрахунків вихідних характеристик за запропонованою методикою не перевищує 4% і може бути значно знижена за рахунок обліку енергетичних факторів при розрахунках намагніченості матеріалу магнітопроводу. Даний спосіб вимірів раціонально застосовувати для цілого ряду електричних вимірів неелектричних величин.

Таким чином, розроблений метод дозволяє значно підвищити точність контролю зусиль за рахунок великої розв'язної здатності методу. При цьому практично повністю виключається вплив коливань значення й частоти струму намагнічування. Метод дозволяє ефективно використовувати цифрову вимірювальну апаратуру без перетворень вихідної інформації. Відзначаючи переваги частотно-балансового методу, слід зазначити раціональність його застосування в системах керування автоматизованим устаткуванням.

УДК 621.586.23

Безотосний В. Ф.¹, Козлов В. В.¹, Набокова О. В.²

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²доц. ЗНТУ

АНАЛОГО-ЦИФРОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ МЕХАНІЧНИХ НАПРУГ

Одним з завдань при не руйнуючому контролі, наприклад радіотехнічних феромагнітних матеріалів і конструкцій, є визначення механічних напруг, виникнення яких обумовлено дією експлуатаційних і технологічних факторів. Для контролю механічних напруг у відповідальних вузлах і деталях складних систем, де кількість контрольованих крапок десятки й сотні, а контроль винний бути діагностичним і оперативним,

необхідне використання спеціалізованих або універсальних ЕОМ. В основу побудови автоматичної системи контролю (АСК) механічних напруг в *m*-крапках будь-якої конструкції РЕА або бортових конструкціях різних об'єктів, може бути покладена розроблена блок-схема. Функціональне призначення електронного комутатора (ЕК) і аналого-цифрового перетворювача (АЦП) не жадає пояснень. Кожний вихідний сигнал АЦП має цифровий код, який відповідає значенню контрольованого перетворювачем параметра. Сигнали з виходу АЦП надходять в арифметичний пристрій (АУ), у якому відбувається порівняння з верхнім і нижнім припустимими значеннями кожного параметра. Інформація про припустимі межі зберігається в постійному запам'ятовувальному пристрої (ПЗП) персонального комп'ютера (ПК). Пристрій керування (ПК) служить для забезпечення синхронності роботи ЕК, АЦП, АУ й ПЗП. Результат порівняння надходить на вхід логічного пристрою (ЛП). Якщо контрольований параметр перебуває в полі допуску, він записується в гніздо оперативної пам'яті ЕОМ, а також може бути записане пристроєм, що реєструє (РП). При виході контрольованого параметра за межі поля допуску, сигнал з ЛП подається в пристрій керування, який конкретизує номер контрольної крапки виміру й значення відхилення механічної напруги від припустимого. При необхідності інформація про параметр, що вийшов за поле допуску, з ЛП подається в підсистему діагностичного контролю (ПДК), яка встановлює причину відхилення.

Одними з основних елементів будь-якої автоматизованої системи контролю є чутливі елементи-перетворювачі, від чутливості й надійності яких у першу чергу залежить ефективність роботи АСК. Із широкого класу перетворювачів, які можуть бути використані в АСК, слід віддавати перевагу магнітопружним (МП), які відрізняються винятковою надійністю й потужним вихідним сигналом. Застосування МП також пов'язане з безконтактним способом визначення механічних напруг у напружених елементах конструкцій, а це дозволяє розробляти АСК із більш широкими функціональними можливостями.

Використання різного виду компенсаційних схем для усунення первісного сигналу обмежує швидкодію й можливості АСК, тому що необхідні додаткові регульовальні операції при перестановці АСК із об'єкта на об'єкт. З цієї точки зору більш ефективні МП, виконані за мостовою схемою, що дозволяють відразу одержувати корисну інформацію без накладення первісного сигналу й з мінімальним впливом коливань навколишньої температури на опір обмоток і сполучних проводів. При відсутності механічних напруг в області контролю у вимірювальній обмотці електрорушійна сила (ЕРС) не наводиться. Механічні напруги, які виникають при впливі на матеріал зусиль, порушують симетрію магнітного поля щодо

вимірювального магнітопроводу й приводять до відгалуження частини потоку. Узгодження сигналу МП із блоком цифрового АЦП може здійснюватися як на змінному, так і на постійному струмі. Схеми узгодження на змінному струмі простіше, однак узгодження при цьому має ряд істотних недоліків у порівнянні з методом узгодження на постійному току. Фазове зрушення сигналу перетворювача щодо напруги викривлення вимагає установки у вихідні ланцюги кожного перетворювача фазо зсувних пристроїв і індивідуального налаштування їх при кожній зміні крапок контролю механічних напруг у конструкціях. До того ж ці пристрої приводять значним похибкам при зміні температури навколишнього середовища. Більшість промислових аналого-цифрових перетворювачів призначене для перетворення постійної аналогової напруги, тому між блоком ЕК і блоком АЦП є кільцевий демодулятор (КД).

Розроблена система автоматичного контролю механічних напруг у деталях і вузлах РЕА й бортових конструкцій може бути успішно використана для контролю статистичних і динамічних механічних напруг у діапазоні $(0...6) \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$ при лінійній залежності вихідного сигналу перетворювача.

УДК 532.083.2

Безотосний В. Ф.¹, Афанасьєва І. О.², Романіченко Г. М.²

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²старш. викл. ЗНТУ

РОЗРАХУНОК НАКЛАДНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ З ЛОКАЛІЗОВАНИМ МАГНІТНИМ ПОТОКОМ ДЛЯ ЕКСПРЕС КОНТРОЛЮ ДВОШАРОВИХ ФЕРОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Електромагнітні перетворювачі знайшли широке застосування для контролю електромагнітних властивостей матеріалів, їх структури, товщини покриттів та інше. Особливий інтерес у цьому плані представляє розгляд перетворювачів зі спрямованим магнітним потоком, які дозволяють одержати однорідний магнітний потік в області контролю досліджуваного матеріалу, що значно підвищує точність контролю. Вірогідність розрахунків параметрів подібних перетворювачів значною мірою визначається точністю розрахунків магнітного опору намагніченого ділянки матеріалу. Відомі формули для розрахунків магнітного опору матеріалів отримані для випадку намагнічування матеріалів з однорідними електромагнітними властивостями

двополюсними перетворювачами. Однак, часто необхідно розраховувати перетворювачі при намагнічуванні двошарових феромагнітних матеріалів.

Типова конструкція перетворювача, яка застосовується для намагнічування двошарових матеріалів, виконана із трьох магнітопроводів з розмішеними на них обмотками. Таке конструктивне виконання перетворювача дозволяє одержати однорідний магнітний потік як у зоні контролю матеріалу, так і через магнітопровід з вимірювальною обмоткою.

Для розрахунків вихідного сигналу перетворювача необхідно насамперед визначити магнітний опір двошарового середовища, тому що магнітні опори магнітопроводу й зазору можуть бути визначені по відомим співвідношенням.

При розрахунках магнітного опору двошарового матеріалу прийняті допущення, що:

- напруженість магнітного поля не змінюється по поверхні контрольованого матеріалу уздовж активної бази перетворювача, а змінюється тільки по глибині матеріалу;

- потоком, який проходить в області матеріалу, за межами обсягу між полюсами середнього магнітопроводу можна зневажити.

Для обґрунтування прийнятих допущень були проведені експерименти із застосуванням голчастого датчика, виконаного із двох електродів з відстанню між ними на порядок менше, чим активна база основного перетворювача. Голчастий датчик переміщався по поверхні матеріалу уздовж активної бази. У якості контрольованого матеріалу використовувалася пластина розміром 30х30х1,0см зі сталі Ст.3. Результати експериментів показали, що при будь-якій силі й частоті струму, вихідний сигнал голчастого датчика уздовж активної бази перетворювача змінюється не більше ніж на 2,5%.

Експериментами також доведене, що при проникненні електромагнітної хвилі в матеріал феромагнітного покриття відбувається фазове зрушення між прямій і відбитої хвилями. При цьому модуль амплітуди прямої хвилі на кілька порядків більше модуля амплітуди відбитої хвилі, що дозволяє визначати постійні інтегрування для всіх реальних феромагнітних покриттів.

Проведеними дослідженнями отримані співвідношення глибини проникнення електромагнітного поля в перший і другий феромагнітні шари і їх магнітних опорів. Подальший розрахунки накладних електромагнітних перетворювачів з локалізованим магнітним потоком для двошарових феромагнітних матеріалів виконуються згідно з методиками, розробленими авторами раніше.

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ Й ТОЧНОСТІ ВИМІРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ

При контролі електромагнітних властивостей радіотехнічних феромагнітних матеріалів і механічних впливів на елементи й вузли РЕА та іншого обладнання, використовують електромагнітні диференціальні перетворювачі. При цьому актуальним завданням є розробка генераторів для створення пульсуючого магнітного потоку в магнітопроводах перетворювачів, а також компенсації початкової електрорушійної сили (ЕРС) у вимірювальній обмотці. При живленні електромагнітних перетворювачів від промислової мережі стабільність напруги забезпечується використанням ферорезонансних стабілізаторів, магнітопроводи яких працюють у режимі насичення. При цьому форма кривої струму намагнічування змінюється під впливом третьої гармонійної складової.

З метою підвищення чутливості й точності вимірів електромагнітні перетворювачі повинні забезпечувати мінімальне значення початкової вихідної напруги. Через недосконалість технології виготовлення й розбіжності в хімічних складах матеріалів магнітопроводів перетворювачів, забезпечити зазначену вимогу практично неможливо. Для компенсації початкового сигналу, тобто розбалансу між ЕРС вимірювальних обмоток, доцільно використовувати фазове зрушення між основними гармонійними складовими, які викликають цей розбаланс. Компенсація досягається плавною зміною фази між вихідними імпульсами.

В ідеальному випадку повинні виконуватися умови: $E_m' \sim E_m''$ і $\varphi' = \varphi'' + 180^\circ$. Реально кут фазового зрушення досягає декількох десятків хвилин і навіть декількох градусів. Розроблений генератор, призначений для електромагнітних перетворювачів, дозволяє не тільки плавно змінювати частоту живлення, але й значно зменшувати початкову вихідну напругу перетворювача через зміну фазового зрушення вхідних імпульсів. До його складу входять генератор, що формує прямокутні імпульси невеликої тривалості (до 120 мкс), фазо зсувний пристрій, блок узгодження, підсилювач потужності. Для реалізації вузлів генератора застосовані сучасні схемні рішення. Виключення представляє лише генератор сигналів пилкоподібної форми, який задає частоту f . Частота проходження імпульсів на виході генератора визначається швидкістю заряджання конденсатора до опорної

напруги компаратора. Швидкість заряджання конденсатора визначається значенням керуючої напруги, що задається змінним резистором. Напруга змінюється за лінійним законом, тому що заряджання відбувається при незмінній силі струму. Прямокутний імпульс на виході одно вібратора формується під час зворотного ходу пилкоподібного сигналу. Параметри ланцюгів підбирають таким чином, щоб тривалість прямокутного імпульсу на виході одно вібратора була приблизно 280...300 мкс. Фазове зрушення вихідних імпульсів здійснюється за рахунок порівняння пилкоподібної напруги з напругою керування.

Генератор з фазовим зрушенням вихідних імпульсів був використаний авторами для спільної роботи з електромагнітними перетворювачами виміру зусиль і товщини покриттів і може бути рекомендований для роботи з будь-якими електромагнітними перетворювачами диференційно-трансформаторного типу. Протягом тривалого часу експлуатації генератор показав високу надійність і стабільність роботи.

УДК 378.147

Тиховод С. М.¹, Корнус. Т. М.²

¹д-р техн. наук, доц. ЗНТУ

²старш. викл. ЗНТУ

УЧЕБНЫЙ САЙТ ELECTRICITY. ZP. UA КАК НОВАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Идея дистанционного образования появилась давно, и разные учебные заведения по-разному подходили к реализации этой идеи. Дистанционное обучение – взаимодействие преподавателя и студентов между собой на расстоянии, причем сохраняющее все присущие учебному процессу компоненты. С появлением свободного Интернета в мире появилась интерактивность в обучении, то есть непосредственное взаимодействие обучающего и обучаемого. Популярной технологией также является пересылка учащимся образовательных контентов (электронных учебников, лекционных видеокурсов, видеосеминаров и др.). Ведущие украинские Вузы на сегодняшний день относятся к дистанционному обучению без особого энтузиазма: такую возможность предлагают всего девять Вузов, к тому же не по всем специальностям. Для осуществления интерактивного обучения учебное заведение должно получить соответствующую лицензию. Однако наряду с преимуществами, дистанционное обучение имеет и недостатки. Если у студента недостаточна сила воли или мотивация к обучению, то форма дистанционного обучения ему не подойдет. Обычно дистанционное

образование получают студенты, уже имеющие одно образование. ЗНТУ пока не имеет лицензии на дистанционное обучение, но мировые тенденции таковы, что скоро интерактивное обучение станет одной из основных его форм. Поэтому разрабатывать и апробировать некоторые формы такого обучения нужно сейчас, но, не заменяя им полностью традиционный учебный процесс.

На кафедре теоретической и общей электротехники разработан учебный сайт electricity.zp.ua. Сайт наполнен методическими материалами по электротехнике, в том числе и видео уроками. Видео уроки создаются преподавателями и студентами. Чтобы быстро разобраться и оформить лабораторную работу, выполнить расчетно-графическую или курсовую работу, подготовиться к экзамену студенту не обязательно ходить на лекции и читать толстые книги. На освоение решения задач требуется значительное время, которого всегда не хватает. Предлагаем интересный выход: видео уроки, в которых наглядно показано решение основных типовых задач курса ТОЭ с подробными пояснениями. Эти уроки можно прокрутить много раз, остановить, просмотреть и внимательно прослушать непонятные места. Теоретические основы электротехники изучаются при интенсивном использовании компьютерной системы Mathcad, как самой удобной системы математических расчетов для студентов 2–3 курсов. Для изучения этого пакета на сайте приведены материалы и видеуроки для изучения системы Mathcad с нуля. На сайте размещены все методические указания, разработанные на кафедре, электронные учебники, а также несколько десятков видео уроков. Есть раздел, в котором размещаются задания для наших студентов и примеры выполнения заданий. Как показала многолетняя практика, студентам нравится такая форма подачи материалов.

В настоящее время лекции читаются преподавателями по методике обучения, применяемой в то время, когда компьютеров еще не было. Само построение лекций предполагает максимальное внимание студентов в течение всего занятия. Стоит студенту пропустить или не понять одну важную фразу преподавателя – и остаток лекции становится непонятным. Прокрутить лекцию назад нельзя.

Однако выход есть – видео лекции, которые помогут быстро и качественно освоить учебный теоретический материал. В принципе, часть традиционных лекций можно заменить видео лекциями, а освободившееся время перераспределить между практическими занятиями в группах и индивидуальными занятиями со студентами.

К сожалению, учебно-методический отдел никак не способствует развитию нашего начинания. Содержание сайта осуществляется за наш счет, а его сопровождение держится только на нашей инициативе. Пора принять внутри ЗНТУ ряд нормативных документов, касающихся использования электронных материалов в процессе обучения. Хочется надеяться, что администрация нашего учебного заведения заинтересуется нашей инициативой и окажет необходимое содействие.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ МЕХАНІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ РОЗРИВНИХ КОНТАКТІВ МЕТОДОМ ГОЛОГРАФІЧНОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ

Характер взаємодії робочих поверхонь сильнострумних електричних контактів однозначно впливає на їх роботу здатність. До відмови роботи контактів в основному приводять процеси, що виникають в результаті комплексу експлуатаційних факторів при тривалій роботі.

Головним чинником, який впливає на роботу контактної пари, служать зусилля стискання контактних поверхонь. Стискання розривних контактів прямо пов'язане з процесами пружної і пластичної деформації, що особливо проявляється на контакт-деталях з порошкових або композиційних матеріалів.

Існуючі методи моделювання взаємодії контактних поверхонь носять ідеалізований характер і не дозволяють достатньо повно враховувати реальний характер взаємодії контакт-деталь при тривалій експлуатації, за рахунок розвитку та накопичення деструктивних факторів. При моделюванні не враховується екрануючий ефект поверхневих плівок, робочого середовища, (наприклад трансформаторного масла) вплив електроtermічних процесів.

В цілому, деформація поверхневого шару розривних контактів при замиканні має складний механізм, оскільки пластичний контактний матеріал не тільки деформується, але й здатен вдавлюватися в тіло контактної пари, що змінює внутрішнє механічне напруження контактів.

Застосування метода голографічної інтерферометрії дозволяє напряму оцінити характер взаємодії деталей виконаних з порошкових або композиційних матеріалів. Експериментально отримані голограми процесу замикання контактів дають можливість оцінити загальну картину деформації їх поверхні з урахуванням основних експлуатаційних факторів, які неможна врахувати при моделюванні.

Наприклад при дослідженні голограми взаємодії головних контактів контактора РПН РНТА 35/320 було відмічено, що зусилля стискання контактів не повинно перевищувати 4060 Н, а максимальна деформація контактної поверхні значень 8–11 мкм. Також виявлено вплив трансформаторного масла на деформацію контактних поверхонь, коли навантаження на контакт деталі вдвічі більше за паспортне значення, що збільшує переміщення контактних поверхонь без пошкоджень завдяки ефекту пластифікації.

СЕКЦІЯ «ФІЗИКА»

УДК 621.793.74

Зеленіна О. А.¹, Бялик Г. А.², Лоскутов С. В.³, Єршов А. В.⁴

¹ асп. ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

³ д-р фіз.-мат. наук, проф. ЗНТУ

⁴ д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

ОСОБЛИВОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ ПЕРШИХ ШАРІВ ПОРОШКОВОГО ПЛАЗМОВОГО ПОКРИТТЯ

Перші шари плазмового покриття визначають міцність зчеплення покриття з підкладкою. Розміри частинок порошкового матеріалу для нанесення плазмових покриттів мають широкий діапазон значень, що робить істотний вплив на швидкість нагрівання та температуру частинок покриття. Частинки порошку PX20H80 мають фракції в інтервалі 40–100 мкм. При цьому швидкість нагріву в струмені плазми найбільш дрібних частинок буде значно вище, ніж у великих часток. Внаслідок нерівномірності швидкостей нагріву виникає і нерівномірність розподілу температури нагріву для різних фракцій. Найбільш дрібні частинки, розмірами 10–20 мкм, нагріваються до температури кипіння металу, в той час як температура великих частинок лише незначною мірою перевищує температуру плавлення.

Найбільший вплив на міцність зчеплення покриття з підкладкою надає технологія нанесення перших шарів покриття. Мікроскопічне дослідження зони покриття показує, що в першому шарі переважають частинки мінімальних розмірів, температура яких досягає температури зчеплення з підкладкою. Великі частинки, що мають порівняно низьку температуру, не зчіплюються з підкладкою і відскакують при нанесенні покриття. Підтвердженням сказаного є мікрофотографія зони контакту при відриві покриття від підкладки, рис.1, де видно, що на підкладці залишаються частинки діаметром 10–15 мкм, які мали температуру, достатню для міцного зчеплення з поверхнею підкладки. Зменшення діаметрів частинок у порівнянні з початковим діаметром відбувається внаслідок випаровування металу. Розміри частинок значно менше масштабу шорсткості підкладки і тому зміна контактної температури на мікроставі буде незначною. Щільність розподілу частинок по поверхні підкладки підвищена у зонах мікроставів, які утворюють лопушки для дрібних частинок. При зіткненні з поверхнею мікроставу деякі частинки не утримуються на похилій площині і переміщуються до дна мікроставу. При цьому ударний тиск частинок у мікроставі вище.

На зображенні зони відриву покриття, отриманого в центральній частині плазмового струменя, поряд з дрібними частинками спостерігаються і більш великі, що пояснюється підвищенням швидкості прогріву цих частинок у високотемпературній зоні плазми.

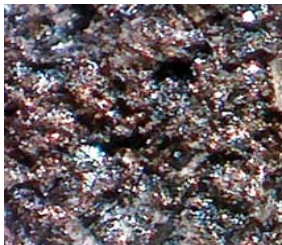


Рисунок 1 – Вид поверхні підкладки після відриву покриття

Для підвищення міцності зчеплення покриття з підкладкою можна рекомендувати підвищення рівня прогріву частинок при нанесенні перших двох-трьох шарів покриття. Для цього слід зменшити витрату порошку, що вдувається в плазмову струмінь. Ступінь зменшення швидкості подачі порошку слід підібрати експериментальним методом.

Висновки:

1. При використанні порошкових матеріалів неоднорідних за фракційним складом існує значна залежність температури від розміру частинок покриття. Вищу температуру мають найдрібніші частинки. Тому перші шари плазмового покриття утворюються найменшими частинками діаметром 10–15 мкм, які мають температуру достатню для зчеплення з підкладкою.

2. Найбільша густина розподілу дрібних частинок покриття зафіксована у мікровпадинах підкладки, де відсутня дотична сила ковзання частинки, що утворюється при зіткненні частинки з похилою поверхнею рельєфу підкладки.

УДК 52-323.8:523.31

Зеленіна О. А.¹, Єршов А. В.²

¹ асп. ЗНТУ

² д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

ПАРАМЕТРИ ГЕОСТАЦІОНАРНОЇ ОРБИТИ ДЛЯ СУПУТНИКІВ ЗВ'ЯЗКУ

Можливість тривалого перебування супутника над однією і тією ж точкою Землі є важливою для телетрансляційних супутників і реалізується при польоті на геостационарній орбіті, на якій кутова швидкість супутника і

планети збігаються за величиною і напрямком. Для супутника з висотою орбіти 100–300 км, кутова швидкість приблизно в 17 разів більше кутової швидкості Землі. На відміну від цього, при збільшенні висоти орбіти кутова швидкість супутника зменшується. Цьому явищу, в значній мірі, сприяє зменшення напруженості гравітаційного поля при видаленні від поверхні Землі. Метою роботи є визначення висоти і швидкості польоту супутника на геостационарній орбіті. Слід зазначити, що геостационарна орбіта лежить в екваторіальній площині, оскільки при зміщенні відносно цієї площини сила тяжіння супутника не може бути повністю врівноважена відцентровою силою інерції. Для визначення висоти польоту супутника складемо рівняння рівноваги між силою тяжіння і відцентровою силою

$$F_{\Pi} = mg(R_o / R)^2 = F_{Ц} = m\omega^2 R \quad (1)$$

де F_{Π} і $F_{Ц}$ – сила тяжіння і відцентрова сила інерції; m – маса супутника; g – прискорення вільного падіння біля поверхні Землі; R_o і R – радіус Землі і

радіус орбіти супутника; ω – кутова швидкість Землі.

Використовуючи (1) знаходимо, що радіус геостационарної орбіти супутника визначиться формулою

$$R = \sqrt[3]{g(R_o / \omega)^2} \quad (2)$$

Враховуючи, що $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, $R_o = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$; $\omega = 2\pi / 24 \cdot 3600 \text{ с}^{-1}$ отримаємо

радіус геостационарної орбіти супутника $R = 4,21 \cdot 10^7 \text{ м}$, що майже в 6 разів перевищує радіус Землі. При цьому висота орбіти складе $h = R - R_o = 3,57 \cdot 10^7 \text{ м}$. Швидкість супутника визначиться за формулою

$$V = \omega R = 3,07 \cdot 10^6 \text{ м/с} \quad (3)$$

що значно менше першої космічної швидкості. З формули (1) можна показати, що кінетична енергія супутника зменшується обернено пропорційно радіусу орбіти. При цьому швидкість буде обернено пропорційна кореню з радіуса орбіти, що підтверджується результатами розрахунку.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА ПРОЦЕСИ ТЕРТЯ ПАРИ АЛЮМІНІЙ-СТАЛЬ

Вплив електричного і магнітного полів на процес сухого тертя розглядався у роботі [1]. У процесі тертя сталевого диску та алюмінієвого стержня через контакт пропускали електричний струм силою 10А. Було виявлено, що при цьому коефіцієнт тертя з часом зменшується з 0,35 до 0,3, зношування є чисто абразивним, а додаткове нагрівання поверхні розділу веде до активнішого утворення окислів. Одночасне ж ввімкнення магнітного поля напруженістю 18кА/м знижує коефіцієнт тертя до 0,25, змінює тип зношування з абразивного на окислювальне.

Метою даної роботи було визначення впливу електричного поля на енергетичний рельєф поверхні поперек доріжки тертя.

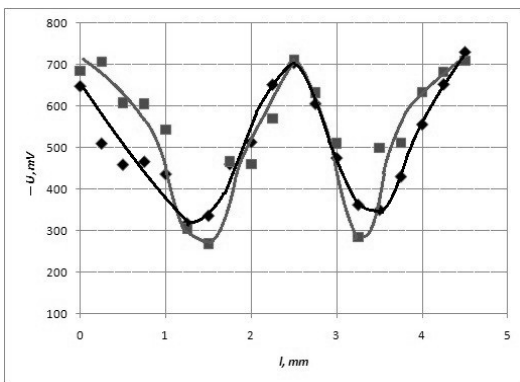


Рисунок 1 – Розподіл контактної різниці потенціалів вздовж діаметру колової доріжки тертя, сформованої під впливом електричного поля (чорна лінія) та без нього (сіра лінія)

Розподіл КРП вздовж діаметру колової доріжки тертя показано на рис. 1. З даного рисунка видно, що наявність електричного поля під час тертя призводить до більших значень контактної різниці потенціалів у деформованих ділянках зразка, ніж за його відсутності. Величина ефекту складає близько 50мВ.

Експериментальні дослідження проводились у повітряному середовищі. Пара тертя являла собою паралелепіпед розмірами $36 \times 10 \times 4$ мм з чистого полікристалічного алюмінію та сталевий сферичний індентор радіусом 3,14 мм. Алюмінієвий зразок обертався у горизонтальній площині з частотою 0,6 об/с, а на нього діяв з постійним нормальним навантаженням індентор. Навантаження на індентор складало 180 г. Число повних обертів становило 540. Формування доріжок тертя відбувалось з прикладеним електричним полем і без нього. Електричне поле створювалось елементом живлення типу АА напругою 1,33 В. Енергетичний рельєф поверхні визначали шляхом вимірювання контактної різниці потенціалів (КРП) методом динамічного конденсатора.

Збільшення величини контактної різниці потенціалів у деформованій ділянці, що утворилась внаслідок тертя під впливом електричного поля, може бути пов'язано з інтенсивнішими темпами окислення поверхні алюмінію у зоні контакту внаслідок теплової дії електричного струму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mekroud, A. Magneto-Electric Behavior of a Dynamic Couple of Paramagnetic / Ferromagnetic Materials [Text] / A. Mekroud, H. Zaidi // Proceedings of the conference «ISITES»: International Scientific and Technical Conf., 7th June 2013: abstracts – Sakarya, 2013. – P. 1003–1010.

УДК 549.641

Лушин С. П.¹, Манько В. К.²

¹канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

²канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ ЦТС ВАКУУМНЫМ НАПЫЛЕНИЕМ ДВУХСЛОЙНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Базовым материалом для изготовления пьезоэлектрических приборов является пьезокерамика ЦТС $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti}) \text{O}_3$ на основе твердых растворов цирконата-титаната свинца с различными модифицирующими добавками. Надежность работы пьезоэлектрических преобразователей в значительной степени определяется качеством металлизации пьезокерамических материалов и поэтому создание электродов на поверхности пьезокерамики является одной из определяющих операций технологического процесса изготовления пьезокерамических элементов.

С целью увеличения адгезии металлических электродов к поверхности пьезокерамики нами использовалась вакуумно-плазменная обработка поверхности пьезокерамики в среде водорода перед металлизацией

двухслойным покрытием Cr-Cu. Исследования проводились на промышленных образцах ЦТС-35 размерами 6х6х0,4мм. Вакуумно-плазменная обработка поверхности пьезокерамических заготовок производилась в среде водорода с использованием безэлектродного ВЧ-разряда при давлении 25–30Па. Время обработки не превышало 0,5 часа при комнатной температуре. Металлизация пьезокерамики производилась термическим испарением в вакууме на установке ВУП-4. Наносился подслой Cr толщиной 0,05мкм, а затем основной слой Cu толщиной 0.25мкм. Температура подложки составляла 200°С. Определение адгезионной прочности электродов производилось методом нормального отрыва.

Установлено, что вакуумно-плазменная обработка в водороде поверхности пьезокерамики ЦТС-35 перед металлизацией приводит к увеличению адгезионной прочности металлических электродов в 1,5 раза и достигает величины 1,5МПа. Увеличение адгезии обусловлено очисткой поверхности от загрязнений, имеющих слабую связь с поверхностью пьезокерамики и активацией поверхности в водородной плазме. Использование подслоя Cr не приводит к увеличению адгезии медных электродов на данном типе пьезокерамики и поэтому не может рассматриваться в качестве активатора адгезии. Вероятно, это связано с отсутствием оксида хрома в составе пьезокерамики ЦТС-35.

УДК 621.315:61

Лушин С. П.

канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАРУШЕННОГО СЛОЯ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ ЦТС

Функциональная керамика на основе перовскитных материалов широко используется в современной электронике. Одним из таких материалов является пьезокерамика ЦТС на основе твердых растворов цирконата-титаната свинца. Качество работы пьезоэлектрических преобразователей из таких материалов в значительной степени определяется состоянием поверхности пьезокерамических заготовок, на которой в результате механической обработки может существовать поверхностный нарушенный слой.

Исследования поверхностного нарушенного слоя проводились на промышленных образцах ЦТС-19, ЦТС-36, ЦТБС-3. Снятие слоя производилось с помощью прозрачной липкой ленты типа «Скотч». Микроструктура нарушенного слоя исследовалась с помощью оптической микроскопии на микроскопе МИМ-8 при увеличении от x100 до x600.

Методом нормального отрыва была проведена оценка адгезионной прочности поверхностного нарушенного слоя пьезокерамики ЦТС.

Установлено, что структура поверхностного нарушенного слоя пьезокерамики ЦТС представляет собой совокупность зерен микрокристаллитов, размер которых колеблется в пределах 5–30 мкм. Форма зерен в основном симметричная – сферическая и овальная. Необходимо отметить, что поверхность модифицированной вакуумно-плазменной обработкой в водороде пьезокерамики ЦТС имеет существенно меньше микрокристаллитов, которые снимаются липкой лентой. Модификация поверхности пьезокерамики ЦТС в водородной плазме приводит к упрочнению поверхностного слоя, что увеличивает механическую прочность пьезокерамики ЦТС. Величина адгезионной прочности поверхностного нарушенного слоя пьезокерамики ЦТС составила $A=5 \text{ кПа}$. Полученное значение адгезионной прочности значительно меньше предела механической прочности на растяжение монокристаллической пьезокерамики ЦТС, которая например для ЦТСБ-3 составляет $\sigma_{\text{раст}} = 21,6 \text{ МПа}$.

Приведенная методика исследований может быть использована для контроля поверхностного нарушенного слоя пьезокерамических заготовок в технологии изготовления пьезоэлектрических преобразователей.

УДК 373.57

Соколов Е. П.

канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

«КВАЗИЛАБОРАТОРНЫЕ» РАБОТЫ – ПРОПЕДЕВТИЧЕСКИЙ ЭТАП ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Физический практикум – важнейший элемент технического образования. Выполнение физического практикума может рассматриваться как непосредственное знакомство учащегося с *историческим* опытом исследовательской деятельности человека. Придавая такое важное значение этому виду учебной деятельности, мы, тем не менее, должны осознавать, что *полного* соответствия между учебной деятельностью этого вида и реальной исследовательской деятельностью не существует. Более того степень соответствия существенно зависит от того, какие принципы положены в основу организации физического практикума.

Действительно, в реальной исследовательской деятельности мы можем выделить шесть этапов: рождение идеи о возможности экспериментального исследования, планирование эксперимента, создание экспериментальной установки, выполнение измерений, обработка результатов измерения,

осмысление полученных результатов. В учебной деятельности первые три этапа мы можем обнаружить только в практике физических олимпиад. В стандартных лабораторных работах курса физики эти этапы отсутствуют, так как работы выполняются на готовых установках, по заранее составленному плану. Но более удручающим является здесь то, что, просмотр учебной литературы, посвященной проведению лабораторных работ, однозначно показывает, что сегодня и два последних этапа присутствуют в учебной деятельности лишь номинально. Современный лабораторный практикум отражает лишь *один* этап реальной исследовательской деятельности – этап измерения.

Учить учащихся работать с научными приборами, знакомить их с реальными предметами физического универсума, несомненно, полезно (такая деятельность превращает знания *полученные* в знания *пережитые*). Однако рассматривать эту материальную часть исследовательской деятельности как главный и единственный вид учебной деятельности при выполнении лабораторных работ является неправильным. В современной лабораторной работе *этап обработки результатов измерения* должен быть представлен в полной степени.

Добиться такого положения вещей, на наш взгляд, вполне реально. Для этого в стандартный набор лабораторных работ следует включить специальный пропедевтический (вводный) курс «Поиск физических закономерностей» [1], который включает в себя цикл специальных лабораторных работ («квазилабораторных» работ), посвященных обучению учащихся непосредственно методам обработки результатов измерения. Дадим краткую характеристику этому курсу.

1) *Чем «квазилабораторные» работы отличаются от привычных лабораторных работ?* Из них исключен процесс измерения. Учащимся предлагаются уже готовые данные (обычно это результаты реальных, фундаментальных физических экспериментов).

2) *Какие физические зависимости рассматриваются в этом курсе?* Учащимся дается регулярный метод выявления линейных и степенных зависимостей. Для зависимостей общего вида дается понятие о методе «выпрямляющих» координат.

3) *Что еще нового дает проведение «квазилабораторных» работ?* Знакомство с определяющими физическими экспериментами (определение абсолютного нуля температуры, определение времени жизни Вселенной и т. д.) придает «квазилабораторным» работам качество историзма (создает у учащегося чувство причастности к общечеловеческому процессу познания). Знакомство с современными, очень необычными и красивыми формами представления знаний о микро- и макром мире – качество эстетизма. Формирование понятия физического закона дает учащимся новую категорию

для осознания результатов проведенных измерений – категорию физической закономерности (основную категорию теории физических структур [2]).

4) *Каков объем курса и рекомендуемое место его размещения?* Объем курса составляет десять часов. Лучшим местом его размещения, несомненно, был бы школьный физический практикум. Однако, учитывая инертность школьного образования, мы считаем более реальным его размещение в начале университетского физического практикума.

5) *Каковы результаты апробации данного курса?* Данный курс читался автором для школьников-старшеклассников (участников турниров юных физиков и физических олимпиад) и для студентов первого курса ЗНТУ. Опыт показал, что он дает учащимся хорошую основу для того, чтобы в дальнейшем они могли самостоятельно и с пониманием проводить обработку результатов измерений стандартного набора лабораторных работ, а также планировать процесс измерения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, Е. П. Поиск физических закономерностей [Текст] / Е. П. Соколов // Школа юного ученого. – 2013. – № 4 (24). – С. 23 – 33.

2. Кулаков, Ю. И. Теория физических структур [Текст] / Ю. И. Кулаков. – Новосибирск: Альфа Виста, 2004. – 851с.

УДК 621.318.2:621.78:539.893:621.452

Гуляева Т. В.

канд. техн. наук., доц. ЗНТУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ И РЕЖИМОВ СПЕКАНИЯ ЭКОНОМНО-ЛЕГИРОВАННЫХ БЫСТРО ОХЛАЖДЕННЫХ СПЛАВОВ ND-FE-B-TI-C-CU ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Для исследований в работе использовались быстро охлажденные пленки (чешуйки) сплавов составов $\text{Nd}_{20}\text{Fe}_{70-x}\text{Cu}_x\text{C}_{9,5}\text{B}_{0,5}$ ($x \in 0,5 \dots 2,5\%$ ат. Cu), и $\text{Nd}_{15,2}\text{Fe}_{75,5-x}\text{C}_x\text{B}_{6,6}\text{Cu}_{1,57}\text{Ti}_{1,38}$ ($x \in 0,33 \dots 0,86\%$ ат. C). Пленки, полученные закалкой из жидкого состояния, в исходном состоянии имели аморфную или аморфно-кристаллическую структуру. Полученные пленки (чешуйки) помещались в пресс-форму и сжимались под прессом перед спеканием под давлением 0,5...12 МПа. Пресс-форма фиксировалась болтами и в сжатом состоянии помещалась в вакуумную печь для спекания. Из-за разницы в коэффициентах линейного расширения болтов и пресс-формы создавалось дополнительное давление на образец при нагревании до 0,9 ГПа.

При быстром охлаждении расплава фаза $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ (В, С) кристаллизуется непосредственно из жидкости, минуя равновесные перитектоидные превращения. Также в условиях неравновесной кристаллизации в сплаве образуется фаза типа NdCu_2 , которая существует в системе Nd-Cu , но при атомном составе $\text{Cu}+33\text{ат.}\% \text{Nd}$, в то время как в исследуемом сплаве содержание меди не превышает 1,6% ат. Известно также, что в системе Fe-Cu при определенных условиях (наличие углерода более 0,3 ат.%), происходит полное расслоение в жидкости. В этом случае вероятность образования микрообластей, обогащенных медью в жидком сплаве, велика, поскольку углерод стабилизирует области несмешиваемости меди с железом. Следовательно, при скоростном охлаждении сплава из жидкого состояния интерметаллид NdCu_2 может быть получен как фаза с ограниченной метастабильностью.

В пленках (чешуйках) сплавов $\text{Nd}_{20}\text{Fe}_{70-x}\text{Cu}_xC_{9,5}\text{B}_{0,5}$ при спекании при температурах 1123К и 1173К из аморфной составляющей кристаллизуются метастабильные фазы с ограниченной метастабильностью $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{C}$ и NdCu_2 . Внешнее давление способствует уплотнению образца и спеканию по границам чешуек. Увеличение первоначального внешнего давления в пределах 0,5...6МПа способствует повышению коэрцитивной силы и остаточной индукции компактов ($H_c = 240\ldots304\text{кА/м}$, $B_r = 0,24\ldots0,4\text{Тл}$ соответственно).

В ходе исследований было выяснено, что оптимальное содержание Cu при спекании под высоким давлением составляет 2...2,5% ат. Для изготовления постоянных магнитов с высокой магнитной энергией использовались пленки, изготовленные из сплава $\text{Nd}_{15,2}\text{Fe}_{75,5-x}\text{C}_x\text{B}_{6,6}\text{Cu}_{1,57}\text{Ti}_{1,38}$. Для этого чешуйки прессовали в пресс-форме и спекали в вакууме при 1323К (1050⁰С) и 1013К (750⁰С). При увеличении первичного давления от 0,5 до 9,5МПа при температуре спекания 1323К размер фазы NdCu_2 в среднем составляет 0,57мкм. Поскольку фаза $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ в данных условиях не успевает сформироваться в отдельные зерна, а размеры фазы NdCu_2 такие, что не препятствуют движению границ доменов, то в этом случае значение коэрцитивной силы образца остается практически постоянным. Для того, чтобы избежать быстрого роста фазы NdCu_2 , увеличили первичное давление и снизили температуру спекания (1013К), а время спекания увеличили до 1,5ч. Эти условия практически не повлияли на скорость зарождения фаз и в то же время снизили скорость их роста. При этих условиях размер фазы NdCu_2 уменьшился до 0,05...0,2мкм, а коэрцитивная сила компактов выросла на порядок (160...1300кА/м).

ДЕЯКІ НАПРЯМКИ МЕТОДИЧНОЇ РОБОТИ ВИКЛАДАЧА ФІЗИКИ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Пріоритетні напрямки загальнодержавної стратегії щодо модернізації освітньої діяльності у вищій школі в умовах сьогодення визначені в Законі України «Про Вищу освіту». В Законі зазначено, що в результаті освітнього процесу – інтелектуальної, творчої діяльності учасників освітнього процесу шляхом системи науково-методичних заходів здійснюється передача, засвоєння, примноження і використання ЗУН, формування компетентностей студентів згідно принципів навчально-виховного процесу.

Необхідно зазначити, що в сучасних умовах модернізації вищої освіти в Україні методична робота викладача фундаментальної дисципліни, зокрема, з фізики у вищому технічному навчальному закладі розглядається в аспекті компетентнісного підходу до навчання студентів.

Компетентнісний підхід акцентує увагу методичної роботи викладача фізики вищого навчального технічного закладу на тому, щоб усвідомлені студентами академічні фізичні знання, уміння, навички мали предметно-професійну спрямованість, були реалізовані на практиці, стали інструментом в опануванні фаховими дисциплінами.

Компетентнісний підхід до навчання студентів у вищих навчальних технічних закладах передбачає системну трансформацію та адаптацію навчально-виховного процесу з фундаментальних дисциплін, зокрема, з фізики згідно єдності цільового, змістовного, процесуального компонентів професійної підготовки бакалаврів.

Згідно основних напрямків освітньої політики в Україні та в світі методична робота викладача фізики у ВНЗ підпорядкована формуванню цілісної системи фізичних знань, фізико-технічного мислення, розвитку активності, креативних здібностей студентів шляхом, зокрема, створення компетентнісно-орієнтованого навчально-методичного комплексу, який би сприяв підвищенню системності, узагальненості, функціональності фізичних знань студентів.

Навчально-методичне забезпечення дисципліни в умовах вищого навчального технічного закладу має наступні компоненти: матеріали для планування навчально-виховного процесу з фізики (ОПП, програма нормативної навчальної дисципліни підготовки бакалаврів певного напрямку, робоча програма, плани лекційних, практичних, лабораторних занять, занять модульного контролю, тематика самостійної роботи студентів); матеріали для організації та проведення навчально-виховного процесу з фізики (лекції в

електронному та паперовому вигляді, електронні підручники, методичні рекомендації для проведення традиційного демонстраційного експерименту та з використанням ІКТ, збірники задач, завдання та методичні рекомендації до модульних контрольних робіт, до самостійної роботи студентів, інструкції до лабораторних робіт, критерії оцінювання навчальних досягнень студентів).

Навчально-методичне забезпечення дисципліни в умовах компетентнісного підходу до навчання студентів у вищих навчальних технічних закладах має певні особливості.

1. В лекційному курсі з фізики необхідно передбачити приклади застосування академічних знань з фізики в технічних пристроях, в технологічних процесах, насамперед, фахового спрямування.

2. На практичних заняттях пропонувати розв'язання компетентнісно-орієнтованих фізичних задач. Компетентнісно-орієнтовані задачі з фізики – це задачі, завдяки яким матеріальні об'єкти в системі розглядаються з різних точок зору згідно змістовних ліній програми з фізики. Водночас це і інструмент формування на основі буденного знання емпіричних, теоретичних, практичних знань студентів шляхом відповідного пізнання в ситуаціях, в яких адаптований і трансформований сучасний науковий, технічний, соціальний, фаховий досвід людства в межах навчально-виховного процесу з фізики і розглядається в контексті формування ключових, загальнопредметних, предметних компетентностей.

3. Під час виконання практичної частини програми нормативної навчальної дисципліни підготовки бакалаврів: до традиційних лабораторних робіт пропонувати додаткові завдання фахового спрямування; запроваджувати до навчальних лабораторних робіт прилади фахових засобів; з метою формування теоретичного мислення студентів, вивчення та встановлення фізичних закономірностей використовувати лабораторні роботи теоретичного спрямування; пропонувати варіативні лабораторні роботи які б надали можливість структурувати навчальний матеріал, розглядати його з різних точок зору, усвідомлювати фізичні знання, розвивати креативні здібності студентів.

4. Для самостійної роботи студентів крім традиційних завдань, пропонувати завдання фахового спрямування.

5. Проводити науково-дослідницьку роботу зі студентами.

Отже, необхідно відзначити, що компетентнісний підхід щодо планування, організації та проведення навчально-виховного процесу з фізики сприяє усвідомленню студентами того, що мета вивчення системи фізичних знань – це можливість їх практичного використання в різноманітних сферах діяльності людини, особистісному фаховому зростанні.

ДИВНИЙ ЗБИГ АБО ЩО СПІЛЬНОГО МІЖ ТОНКОЮ ЛІНЗОЮ ТА СКЛЯНОЮ КУЛЕЮ

Цьогорічна публікація присвячена особливостям ходу променів у тонких та товстих лінзах. Декілька років тому зверталася увага на один із можливих варіантів індивідуального завдання, який полягає у тому, щоб запропонувати студенту розробити невеличку комп'ютерну програму, за допомогою якої можна було б візуалізувати хід променів у різних лінзах. Вказувалося, що працюючи зі створеною програмою, студент зможе самостійно з'ясувати для себе чимало цікавого, наприклад, те, що для параксіальних променів, які проходять крізь скляну кулю, можна застосовувати формулу тонкої лінзи ($1/d + 1/f = 1/F$).

Однак, під час занять з учнями або студентами, які збираються серйозно займатися фізикою, замало лише розказати про цей дивний факт, адже для успішного розв'язування задач з фізики важливо розуміти межі та особливості застосування формул, а не лише пам'ятати деякі корисні поради.

З'ясувати, як саме певний промінь зміниться після проходження крізь товсту лінзу можна різними способами. Перший з них, найочевидніший, полягає у тому, щоб послідовно розглянути усе, що відбувається з променем і описати це за допомогою рівнянь відповідних прямих. Однак, значно зручніше використати для цього *матриці*: падаючий та заломлений лінзою промінь задаються за допомогою матриць-стовбців, а самій лінзі відповідає певна квадратна матриця 2×2 , елементи якої залежать від коефіцієнту заломлення матеріалу лінзи, радіусів кривини її поверхонь та товщини. Можна було б очікувати, що оскільки формула тонкої лінзи дає правильну відповідь і у випадку тонкої лінзи, і у випадку кулі, то матриці цих лінз будуть однаковими, але це не відповідає дійсності.

Для відповіді на запитання про застосування формули тонкої лінзи до скляної кулі треба використати поняття *головних площин* лінзи. Виявляється, що положення головних площин симетричної товстої лінзи залежить від товщини лінзи таким чином, що відстань між цими площинами стає рівною нулю лише у двох випадках – для тонкої лінзи і для кулі. Саме цим фактом і пояснюється можливість використання для цих об'єктів однакової формули.

МЕТОД ОЦІНКИ СЕРЕДНЬОЇ ВІДСТАНІ ДО МІСЯЦЯ

Визначення відстані до Місяця ще недавно уявлялося дуже складною технічною проблемою. До відомих методів вимірювання відстані до Місяця відноситься метод триангуляції, а також радіохвильовий та лазерний методи. Метод триангуляції складається з вимірювань двох кутів трикутника у вершинах якого знаходиться Місяць та дві точки на поверхні Землі, та відстані між тими точками. Вимірювання за допомогою радіохвильового методу ускладнювалося відбиттям радіохвиль від іоносфери Землі. Лазерний метод потребує встановлення дзеркала на поверхні Місяця для відбиття лазерного променя у зворотному напрямку. При цьому відстань до Місяця може бути визначена у залежності від часу між направленим та відбитим імпульсами.

Між тим існує можливість визначення відстані до Місяця шляхом вимірювання кутової швидкості обертання його навколо Землі. Вважаючи на те, що маса Місяця складає лише 1,2% від маси Землі можна знайти радіус орбіти Місяця з умови рівноваги між силою гравітації

$$F_{\pi} = mg(R_o / R)^2, \quad (1)$$

та відцентровою силою

$$F_{\mu} = m\omega^2 R, \quad (2)$$

що дає радіус орбіти Місяця навколо Землі

$$R = \sqrt[3]{g(R_o / \omega)^2} \quad (3)$$

де m – маса супутника; g – прискорення вільного падіння біля поверхні Землі; R_o і R – радіус Землі і радіус орбіти Місяця; ω – кутова швидкість Місяця навколо Землі. Враховуючи, що $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, $R_o = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$; $\omega = 2\pi/T$, $T = 3600 \cdot 24 \text{ Нс}^{-1}$ період обертання Місяця у секундах, N – період обертання Місяця у добах $N = 27,73$ діб, отримаємо радіус орбіти Місяця супутника $R = 344 \cdot 10^8 \text{ м}$, що співпадає з відомими значеннями середньої відстані до Місяця.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОЖЕСТКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАГНИТНЫХ ДЕМПФЕРОВ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ.

Для оптимизации конструкции магнитного демпфера был проведен теоретический расчет радиальной силы и осевой силы. Расчеты проводились для систем магнитов с магнитопроводом и без магнитопровода. Ранее по результатам исследований опор с демпферами на постоянных магнитах Беккерсом был сделан следующий вывод: при увеличении радиуса опоры ее грузоподъемность возрастает линейно, а вес вала увеличивается в квадрате. То есть, при определенных условиях опора будет компенсировать только вес вала. Поэтому вал необходимо выполнять полым, а внутренние кольца подшипника – минимальными.

Для расчета разгружающей силы использовалась следующая формула:

$$F = \frac{\mu_0 \cdot J^2 \cdot l \cdot (r + x/2)}{2} \cdot e^{-\frac{\pi \cdot x}{d}} \cdot \sin \varphi \quad (1)$$

Магнитную насыщенность можно определить так:

$$J = \frac{B}{\mu_0} - H \quad (2)$$

Всего в данной конструкции используется 390 магнитов. Размеры магнитов, используемых в конструкции, 6х12х16мм, высота – 6мм, рабочая часть магнита 12х16мм, таким образом, данную плоскость можно разделить на 12 элементарных магнитиков квадратного сечения. Разгружающую силу определяем по формуле (1).

На рис. 1 представлены зависимости разгружающей силы от шага для спеченных под начальным давлением 12МПа и температуре 1023К магнитов состава Nd-Fe-B, легированные Cu, C, Ti в магнитном демпфере.

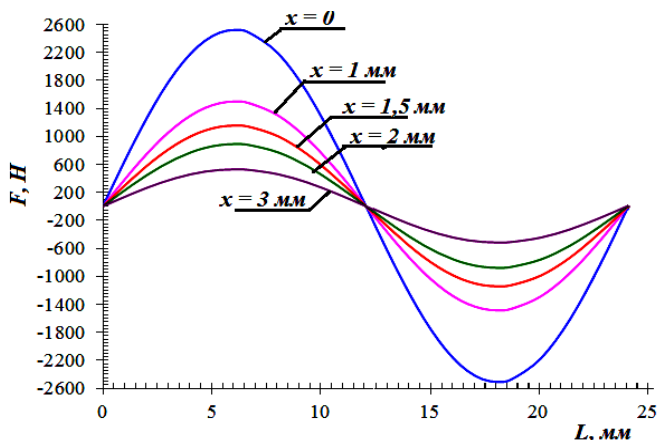


Рисунок 1 – Зависимость разгружающей силы от шага для магнита С1 в магнитном демпфере

Известно, что чем меньше зазор в демпфере, тем большей разгружающей силы можно достичь. Однако особенности конструкции и сборки двигателя не позволяют уменьшить зазор до минимальных значений. В предлагаемой конструкции величина зазора составляет 1 мм.

УДК 53 (075.3)

Яценко О. В.¹, Гуляева Т. В.²

¹ студ. гр. Е-125сп

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДЕМОНСТРУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ «СХОДИ ІАКОВА»

Одним з класичних методів навчання у вищому технічному навчальному закладі є лекція. Лекція – такий вид заняття, який передбачає використання виклад фактів, об'єктивних зв'язків, опосередкування між явищами. В ході лекційного заняття між лектором та слухачами відбувається діалог, що забезпечує діагностику та отримання лектором зворотної інформації про якість сприйняття і засвоєння матеріалу студентами. Лекція повинна розвивати основні компетенції студентів, залучати їх до процесу уважного слухання, візуального спостереження допоміжних засобів, конспектування і бути цілісним, закінченим заняттям.

Одним із способів концентрації уваги студентів є демонстраційний експеримент. Як відомо, демонстраційний експеримент у процесі навчання та отримання нових знань використовується для показу фізичних явищ, формування фізичних понять, показу зв'язків між вивченими явищами і можливих шляхів використання явищ і закономірностей в сучасній техніці. Наприклад, електричний струм у газах та газові розряди. Нам відомо, що прикладом електричної дуги є сварка. Але як її показати у стінах університету? Демонстрування цього розряду потребує суворого виконання правил техніки безпеки. Виходом з цього може бути створення експериментальної установки «Сходи Іакова», що хоча і є високовольтним приладом, але не потребує захисту очей від ультрафіолетового випромінювання.

Однією з найпростіших високовольтних конструкцій, є сходи Якова. За допомогою даної демонстраційної установки можна спостерігати підйом високовольтної дуги вгору між двома металевими проводами і виходить досить гарне видовище. Справа в тому, що дуга нагріває повітря, яке піднімається вгору разом з дугою, а дуга піднімається вгору разом з повітрям з однієї причини – у підігрітого повітря опір менше, ніж у холодного. Дана установка складається з задаючого генератора, високовольтного трансформатора, сходів. Розглянемо більш конкретно роботу кожної частини.

Задаючий генератор. Простий перетворювач зворотнього ходу (флайбек). UC3845 – високоякісний ШІМ контролер, максимальна робоча частота до 1МГц. Усередині мікросхеми є додатковий підсилювальний каскад, а це означає, що вихідний сигнал попередньо підсилювати не потрібно. Сигнал від мікросхеми на транзистор подається через обмежувальний резистор на 100Ом, це знімає перевантаження з мікросхеми, в результаті чого остання не перегрівається в ході роботи

Високовольтний трансформатор. В якості високовольтного трансформатора може бути використаний ТВС–110Л/6 або будь-який інший. На вільному боці мотаємо обмотку – 5 витків дроту 1,2–1,5мм, первинні обмотки можна не чіпати, вони заважати нам не будуть, але при бажанні можна зняти. Далі збираємо перетворювач і включаємо. На виводах вторинної обмотки утворюється дуга, яка доходить до 3см.

Сходи. Відстань між електродами внизу повинно відповідати максимальному відстані виникнення дуги, а між електродами нагорі – максимальному відстані утримання дуги. Сила струму повинна бути не менше 5мА.

Принцип роботи схеми даної установки можна пояснити на спрощеному варіанті схеми.

Відразу після включення конденсатор С2 розряджений, транзистор закритий, в трансформаторі струму немає. Починається зарядка

конденсатора, час зарядки залежить від його ємності і опору $R1$. Під час зарядки конденсатора напруга на його клеммах не може встановитися максимальною (перехідний процес), а струм навпаки обмежений тільки резистором $R1$.

При зростанні струму в трансформаторі на обмотці бази індукується ЕРС, яка спільно з ЕРС конденсатора $C2$ підвищує напругу на базі транзистора, який у свою чергу відкривається все більше і збільшує ЕРС на базовій обмотці – виходить принцип доміно. Але цей процес буде продовжуватися тільки до насичення осереддя або до насичення транзистора.

Подальше насичення трансформатора продовжуватися не може і на базовій обмотці зникає ЕРС, транзистор починає закриватися. Через накопичення енергії в осерді трансформатора починає виникати індуктивний викид (при відключенні індуктивності від джерела струму на її кінцях з'являється ЕРС протилежна за напрямком щодо струму, який протікав у ній до відключення). Цей викид закриває швидше транзистор і починає заряджати розряджений конденсатор $C2$. Тут знову виходить замкнуте коло – швидше закривається транзистор – більший індуктивний викид виходить, який ще швидше закриває транзистор. Цей процес йде до повного виснаження осереддя. Далі конденсатор $C2$ заряджається від джерела живлення (якщо викид його не зарядив, так як зворотний базовий струм і базова ємність транзистора малі – більша частина викиду просто зникає нічого не роблячи) і процес повторюється з початку.

Висновки. Використання демонстраційного лекційного експерименту при викладанні фізики для студентів вищих технічних навчальних закладів сприяє концентрації уваги, кращому сприйняттю матеріалу, що викладається, а також розвитку основних компетенцій. Використання експериментальної установки «Сходи Іакова» для демонстрування явища електричної дуги дозволяє студентам наочно представити та побачити електричну дугу. Ми також вважаємо, що творчо поставлений експеримент «вживу» за добре продуманою методикою дасть більше користі, ніж комп'ютерні моделювання фізичних дослідів, які все ширше впроваджуються у викладанні фізики.

УДК 573.51

Федорченко Н. О.¹, Бондаренко С. В.², Гуляева Т. В.³

¹студ. гр. Е-125СП, ²студ. гр. Е-115

³канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ГЕНЕРАТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА

На современном этапе образовательная политика направлена на развитие исследовательской, аналитической, инновационной и других видов деятельности в учебно-воспитательном процессе в современных высших учебных заведениях. Формирование физических знаний студентов, развитие психических процессов учащихся, их познавательного интереса, мотивации к обучению происходит, прежде всего, в процессе решения физических задач. В методике преподавания физики создана целостная система учебных физических задач с целью организации учебно-познавательной деятельности студентов в высших учебных заведениях, но недостаточна для полноценного обучения студентов в современных высших учебных заведениях.

Для более глубокого осмысления студентами содержательных линий, предусмотренных образовательным стандартом высшего профессионального образования и программными требованиями по физике в современных высших учебных заведениях, представить примеры компетентностно-ориентированных физических задач. Предлагаем компетентностно-ориентированные физические задачи в контексте ознакомления с современными техническими устройствами, которые интегрированы в различные сферы деятельности современного человека: производство, конструкторские бюро, государственные и частные учреждения, быт на примере генератора постоянного тока.

Компетентностно-ориентированные физические задачи – инструмент по формированию на основе обыденного знания студентов теоретических, практических, эмпирических знаний путем соответствующего их познания в ситуациях, которые наиболее отражают современный опыт человечества и важны для студентов.

Ниже приведены некоторые примеры компетентностно-ориентированных физических задач на примере расчета генератора постоянного тока. Предоставим некоторые рекомендации к предложенным ниже задачам.

В задачах 1–6 представлено описание некоторых технических и технологических характеристик с целью ознакомления студентов с ними и формирования фундаментальных физических знаний, проектно-технологической, информационно-коммуникационной, общекультурной,

коммуникативной и других компетентностей. Для начала дадим общие сведения про генератор постоянного тока.

Итак, генератор постоянного тока – электрическая машина постоянного тока, преобразующий механическую энергию в электрическую. Действие генератора постоянного тока основывается на явлении электромагнитной индукции: возбуждении переменной ЭДС в обмотке ротора (якоря), при его вращении в основном магнитном поле, создаваемом обмоткой возбуждения на полюсах. Обмотка ротора соединена с коллектором (механическим преобразователем переменного ЭДС на постоянное напряжение), по пластинам которого скользят контактные щетки, подключая обмотку к внешнему электрической цепи.

Мощность генераторов постоянного тока – от нескольких ватт до десятков тысяч киловатт, напряжение – от единиц до сотен и тысяч вольт. КПД их при полной нагрузке – от 0,7 до 0,96. Генераторы постоянного тока применяются для питания постоянного тока электродвигателей, в сварочных устройствах, электрических установках самолетов, тепловозов, автомобилей, в устройствах автоматики (микродвигатели постоянного тока), для электролиза и тому подобное. Для примера рассмотрим генератор постоянного тока параллельного возбуждения. Данный расчет можно разделить на 3 блока: электромеханический, законы Кирхгофа, баланс мощности.

Задача 1. Тип генератора П33. Момент приводного двигателя – $10,4 \text{ Н*м}$, момент нерабочего хода – $1,23 \text{ Н*м}$, ЭДС якоря – 236 В , электромашина постоянная $53,1$, магнитный поток – $0,154 \text{ мВб}$.

Задача 1.1. Найдите электромагнитный момент генератора $M_{\text{эм}}$.

Задача 1.2. Определить угловую частоту и частоту вращения ротора генератора.

Задача 1.3. Рассчитать электромагнитную мощность, подводенную мощность, полезную мощность.

Задача 1.4. Определить полные потери и потери нерабочего хода.

Задача 2. Так как рассматривается генератор постоянного тока, то для расчета его основных характеристик необходимо знать законы постоянного тока: закон Ома и законы Кирхгофа. Ток нагрузки – $10,4 \text{ А}$. Используя данные, полученные в задаче 1, решить следующую серию заданий.

Задача 2.1. Определить ток якоря, ток возбуждения и напряжение генератора.

Задача 2.2. Рассчитать сопротивление цепи якоря и сопротивление цепи возбуждения.

Задача 3. Завершающим этапом является проверка правильности расчетов. Для этого необходимо рассчитать баланс мощностей. Если все сходится, то расчет был произведен правильно.

Вывод. Благодаря изучению системы структурных элементов современных технических устройств и технологических процессов, которые интегрированы в университетский курс физики, создается система физических знаний студентов технических специальностей. Компетентностно-ориентированные физические задачи направлены на осознание студентами того, что получая в системе фундаментальные физические знания – это возможность их практического использования в различных сферах деятельности человека. В таких задачах происходит системная трансформация технических, научных, технологических знаний и социального опыта в различных сферах деятельности человечества в контексте формирования ключевых, компетентностей в рамках учебно-воспитательного процесса по физике в высшей школе.

УДК 573.51

Скрицкий В. В.¹, Гуляева Т. В.²

¹студ. гр. Е-125СП

²канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

РОЗРАХУНОК НИЗЬКОВОЛЬТНИХ МЕРЕЖ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ЇХ ЗАХИСТУ

Розрахунок електричного навантаження. Визначення електричного навантаження є першим етапом проектування кожної системи електропостачання. Від правильної оцінки можливого навантаження залежать капітальні витрати в системі електропостачання, кількість кольорового металу, втрати електроенергії і експлуатаційні витрати. Помилки при визначенні навантаження ведуть до погіршення техніко – економічних показників промислового підприємства в цілому. При проектуванні і експлуатації систем електропостачання промислових підприємств і цивільних споруд є три види навантаження: активна потужність P , реактивна потужність Q , і струм I .

Компенсація реактивної потужності. Активна енергія перетворюється в інші види енергії. Реактивна енергія (потужність) потрібна для підтримування електричних або магнітних полів.

Основними споживачами реактивної потужності є асинхронні двигуни (65%), і трансформатори (20%). Надмірне споживання реактивної енергії від системи приводить до значних втрат активної енергії на передачу реактивної, втрат напруги, збільшення потужності трансформаторів підстанцій, тому економічно не вигідно споживати її з мережі. Таким чином необхідно її генерувати як можна ближче до споживача. Для цехової підстанції

приймається комплектна конденсаторна установка (ККУ) як найбільше розповсюджене джерело реактивної потужності.

Вибір кількості і потужності трансформаторів. Виходячи з першого і другого пункту розраховується потужність трансформаторів трансформаторної підстанції. Навантаження на трансформатори розподіляється приблизно порівну. Трансформаторна підстанція складається з двох трансформаторів однакової потужності для того щоб, при виході з ладу одного трансформатора було можливо переключити все навантаження на другий трансформатор. При цьому необхідно враховувати, що трансформатор на який буде перекинута все навантаження буде працювати у перевантаженому режимі. Тому від самого початку трансформатори обирають таким чином щоб вони були недовантаженні. Для цього розраховують коефіцієнт навантаження як відношення потужності обслуговування до потужності трансформатора, і він не повинен перевищувати 0,7 в. о. Таким чином при виході з ладу одного з трансформаторів, другий буде перевантажений не більше ніж на 40%. Номінальна потужність трансформаторів на підстанції обирається з каталогу трансформаторів потужністю найближчого більшого значення.

Вибір раціональної напруги і площі перерізу лінії живлення. Вибір напруги і площі перерізу високовольтної лінії живлення вирішується комплексно. На величину напруги впливають розрахункова потужність і довжина лінії. Для внутрішнього заводського електропостачання використовують напругу 6, 10, 20, 35, 110кВ. Для живлення цехових підстанцій приймають напругу 6 і 10кВ. Вибір перерізу лінії проводять на основі техніко-економічного порівняння різних варіантів. Якщо крім трансформаторної підстанції споживачів більше немає «Правила улаштування електроустановок» рекомендує обрати лінію живлення на 10кВ.

Спочатку знаходять розрахунковий струм лінії живлення, як відношення розрахункової потужності та номінальної напруги (10кВ) обирають найближче більше значення допустимого струму з каталогу високовольтних кабелів. Далі проводять техніко-економічний розрахунок втрат електроенергії та річних витрат на цей кабель. Так як зі збільшенням перерізу кабелю його опір зменшується, також зменшуються втрати електроенергії, але ціна самого кабелю збільшується. Тому необхідно провести розрахунки декількох кабелів поступово збільшуючи площу поперечного перерізу, доти доки капітальні витрати на кабель будуть зменшуватися за рахунок зменшення втрат у ньому, а ціна самого кабелю не збільшиться занадто сильно. Таким чином при розрахунку капітальних витрат на декілька кабелів ми спостерігатимемо спадання річних витрат і в деякий момент трапиться різкий стрибок витрат. Обирається кабель того перерізу який був перед стрибком ціни.

Розрахунок низьковольтних мереж. Вибір раціональної схеми розподілу електроенергії має дуже важливе значення. Вірно вибрана схема повинна бути надійною, економічною, зручною в експлуатації. Розрахунок навантаження на проводи і кабелі, а також їхнього захисту має також важливе значення для безаварійної експлуатації мереж. Спочатку розраховується довготривалий струм в кабелях, що живлять двигуни обладнання цеху від розподільчого пристрою. Далі з каталогу кабелів обирається допустимий струм відповідного перерізу, як найближче більше значення. Після розрахунку всіх кабелів, що виходять з розподільчого пристрою до двигунів, за першим законом Кірхгофа розраховують довготривалий струм магістралі (кабелю, що йде від трансформатора до розподільчого пристрою), як сума всіх довготривалих струмів кабелів, що живлять двигуни, і виходячи з цього обирають переріз кабелю так само, як і для двигунів. Розрахунок повторюють для кожного розподільчого пристрою. Споживачі високої потужності (вище 100 кВт), для того, щоб не робити переріз кабелю магістралі занадто великим, підключають напряму до підстанції.

УДК:537.3

Іваніщак М. В.¹, Манько В. К.²

¹ студ. ЗНТУ Е-114

² канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ХТО ВІНАЙШОВ РАДІО?

Бездротова передача під кінець 19-го століття перших телеграфних сигналів стала початком процесу, в результаті якого, через 20 років, з'явилися радіо і радіостанції. Якщо звертатися до першооснов того, в результаті чого був зроблений цей винахід епохального значення, навряд чи викличе здивування, що право називатися його авторами віддається двом ученим – італійцеві Гульєльмо Марконі (Guglielmo Marconi) і Александру Степановичу Попову. Це був час, коли вчені з ентузіазмом сприймали розроблену в 1864 році Джеймсом Максвеллом (James Maxwell) теорію електродинаміки. Максвелл теоретично довів, що в просторі повинні існувати хвилі, які поширюються зі швидкістю світла, і він передбачив багато з їхніх властивостей. Теорія Максвелла стала незабаром однією з основ фізики. Професор з Генріх Герц (Heinrich Hertz) придумав апаратуру, щоб посилати і приймати такі хвилі, чим підтвердив правильність передбачень Максвелла щодо їх властивостей. Свої результати він опублікував в 1886 році. Його досліди повторювали колеги-фахівці фізичних інститутів, після чого покращували апаратуру.

Перший патент на пристрій з передачі сигналів, оснований на електромагнітної індукції Фарадея, одержав американський винахідник Т. Едісон (1847–1931). 14 травня 1885 року, тобто за десять років до знаменитої демонстрації першого в світі радіоприймача О. С. Поповим, Т. Едісон подав заявку на одержання патента на «передачу без дротів сигналів азбуки Морзе». Але його пристрій був низькочастотним і діяв на дуже малі відстані.

Потім англієць У. Крукс і серб Н. Тесла одночасно заявили, що на основі Герцевих хвиль можна створити прилади телекомунікації. Виходити в космос, передавати повідомлення на іншу сторону земної кулі. Тесла у 1893 патентує радіопередавач і винайшов щоглову антену, за допомогою якої в 1895 р. передає радіосигнали на відстань 30 миль, намалював схему радіо. Єдине, у нього не було хорошого приймача – він використовував дротяне кільце. Цю проблему вирішив 1890 р. французький фізик і інженер Едуард Бранлі, запропонувавши в якості приймача трубочку з металевим порошком. Молоточок з годинниковим механізмом (винахід англійця Лоджа, зовсім не Попова) був продемонстрований в Англії і одержав назву когерер.

Син сільського священика О. С. Попов (1859–1906) повторив експерименти Герца і незабаром спробував передавати отримані таким чином хвилі на довгі відстані. У 1889 році він вперше вказав на можливість використання електромагнітних хвиль для передачі сигналу на велику відстань.

О. С. Попов листувався з англійським фізиком Регі, пояснюючи йому конструкцію свого приладу. Учень Регі був італійський технік Г. Марконі. Учень, скопіювати установку вчителя, але його порядністю, як бачимо, не відрізнявся. В 1896 р. подав заявку, а в 1897 одержав патент на застосування електромагнітних хвиль для без дротяного зв'язку. Попов же свій винахід не патентував.

Джерела вказують на те, що Попов продемонстрував бездротову передачу зрозумілих для сприйняття сигналів у березні 1896 року і що те ж саме зробив за кілька місяців до того Марконі, правда, за відсутності публіки і фахівців. Який висновок можна з цього зробити? В принципі не применшує значення творчого досягнення винахідника той факт, що хтось інший, не знаючи про це, в той же час в іншому місці винайшов те ж саме. Тому досягнення Попова справді можна признати. Питання про пріоритетність з точки зору отримання патенту на винахід не варте, оскільки Попов не подавав ніяких заявок на його отримання. Втім, для наступних поколінь вирішальним є те, хто втілював ідею в практику, зіграв значну роль у розвитку радіотехніки і розповсюдженню радіо як засобу зв'язку. Ця заслуга, без сумніву, належить Гульєльмо Марконі, який у 1909 р. був відзначений Нобелівською премією.

Таким чином більшість представників наукової спільноти автором радіо вважають О. С. Попова, але на заході надають перевагу швидше бізнесмену від науки, а не фізику Г. Марконі.

УДК:537.3

Гетьман С. В.¹, Манько В. К.²

¹ студ. ЗНТУ Е-114

² канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

НАДПРОВІДНІСТЬ

Надпровідність – [квантове явище](#) протікання [електричного струму](#) у [твердому тілі](#) без втрат. Явище надпровідності було відкрито в [1911](#) році голландським науковцем [Камерлінг-Оннесом](#), лауреатом [Нобелівської премії](#) [1913](#)р. При охолодженні ртуті до температури рідкого гелію (4,2К) електричний опір стрибкоподібно зменшувався до нуля. Після відкриття Камерлінг-Оннеса надпровідність було встановлено в інших матеріалах та сплавах. Перехід до надпровідного стану відбувається при певній температурі, яку називають критичною температурою надпровідного переходу. Надпровідність, проте, може бути зруйнована, якщо помістити зразок у зовнішнє [магнітне поле](#), яке перевищує певне критичне значення. Це критичне магнітне поле зменшується при збільшенні температури.

Перше теоретичне пояснення цього унікального явища було таким. При зниженні температури амплітуда коливань атомів зменшується, а значить, зменшується і ймовірність розсіювання на них електронів, тобто падає опір. Але критики цієї теорії звертали увагу на те, що опір R зумовлений зіткненням електронів не тільки з атомами, що коливаються, а і з нерухомими атомами. Тобто, розсіювання зменшиться, але зовсім не зникне, тому $R \neq 0$. Крім того існує можливість розсіювання електронів на дефектах ґраток. Окрім цього при низьких температурах відбувається «заморожування» атомних орбіт. Електронів провідності не залишається, опір повинен зростати до нескінченості. Не пояснювався також стрибкоподібність переходу, а тим більше руйнування надпровідності магнітним полем.

Важливим наріжним каменем в дослідженні властивостей надпровідників було відкриття ідеального діамagnetизму надпровідників (або виштовхування зовнішнього магнітного поля з надпровідника), відомого як ефект Мейснера – Оксенфельда в 1933р. В 1935р. брати Фріц та Хайнц Лондоні запропонували першу теорію надпровідності, яка хоча й була повністю феноменологічною, проте пояснювала ефект Мейснера – Оксенфельда. Наступним кроком була запропонована в 1950р. Віталієм Лазаровичем Гінзбургом та Львом Давидовичем Ландау нова феноменологічна теорія, яка вперше враховувала квантово-механічну природу явища. В межах цієї теорії Олексієм Абрикосовим в 1957р. було передбачено існування надпровідників II роду. В тому ж році Джон Бардін, Леон Купер та Джон Роберт Шріффер опублікували роботу, в якій дали

мікроскопічне пояснення явища надпровідності, яке одержало назву теорії Бардіна – Купера – Шріффера. По цій теорії електрони в кристалічній ґратці об'єднуються в пари, які були названі куперівськими парами. Таке об'єднання має квантово-механічну природу і зумовлене обміном фононами (квантами коливальної енергії атомів у кристалі). Внаслідок такого об'єднання спин куперівської пари стає цілим, на відміну від половинного для уособленого електрона. Тепер куперівська пара електронів набуває бозонних властивостей, для яких принцип Паулі не характерний. Тобто на одному енергетичному рівні може знаходитись велика кількість бозонів на відміну від ферміонів (частинок з півцілим спіном, наприклад, електронів), коли не енергетичному рівні може знаходитись єдина частинка. При збудженні струму у надпровіднику об'єднані в пари електрони переходять не один верхній енергетичний рівень і приймають участь у перенесенні заряду при їх узгодженому направленому русі.

Ясно, що цікавим і корисним для використання є пошук речовин з високою температурою переходу у надпровідний стан. Експерименти в цьому напрямку привели до відкриття високотемпературної надпровідності (ВТНП).

У 1986р. Беднорц і Мюллер виявили здатність кераміки на основі оксидів міді, лантану і барію ($\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$) переходити в надпровідний стан при 30 К. Найважливішою рисою відкриття ВТНП можна назвати те, що надпровідність була виявлена не на традиційних інтерметалідах, органічних або полімерних структурах, а на оксидній кераміці, яка зазвичай проявляє діелектричні або напівпровідникові властивості.

У лютому 1987р. Чу і ін. синтезують кераміку з оксидів барію, ітрію і міді $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ з критичною температурою 93К, тобто вище точки кипіння азоту. У січні 1988р. Маеда і ін. синтезують серію сполук складу $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{x-1}\text{Cu}_x\text{O}_{2x+4}$, серед яких фаза з $x = 3$ має $T_c = 108\text{K}$. Через місяць Шенг і Херман отримали надпровідник $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ з $T_c = 125\text{K}$. В 1993р. Антипов, Путілін і ін. відкрили ряд ртутьвмісних надпровідників, один з яких $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+d}$ має найбільшу відоме значення критичної температури (135К), причому при зовнішньому тиску 350000ат температура переходу зростає до 164К, що лише на 19К поступається мінімальній температурі, зареєстрованої в природних умовах на поверхні Землі. Таким чином, надпровідність «хімічно еволюціонували», пройшовши шлях від металевої ртуті (4,2К) до ртуть-містять ВТНП(164К).

УДК:535.37

Лебедь О. О.¹, Манько В. К.²

¹ студ. ЗНТУ Е-214

² канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ

Люмінесценція це випромінювання, яке представляє собою надлишок над тепловим випромінюванням і має тривалість, значно більшу за період світлових хвиль. Для виникнення люмінесценції потрібне джерело енергії нетеплової природи. По типу збудження кристалофосфорів розрізняють: фотолюмінесценцію, катодолюмінесценцію, електролюмінесценцію, хемілюмінесценцію, триболюмінесценцію, рентгенолюмінесценцію і т.п. В залежності від механізму випромінювання люмінесценція буває: резонансною, спонтанною, метастабільною або вимушеною, рекомбінаційною.

Фізичними характеристиками люмінесценції є: спектр випромінювання, квантовий вихід, швидкодія при ввімкненні та вимиканні збудника люмінесценції, накопичена кристалофосфором світлосума, час післясвічення. Стосовно часу післясвічення розрізняють *фосфоресценцію* – свічення більш-менш тривалий час після зняття джерела збудження та *флюоресценцію* – свічення припиняється відразу після зняття джерела збудження (протягом 10^{-9} – 10^{-7}) с). Природа люмінесцентного випромінювання може бути розглянута на найпростішій енергетичній моделі молекули (рис. 1).

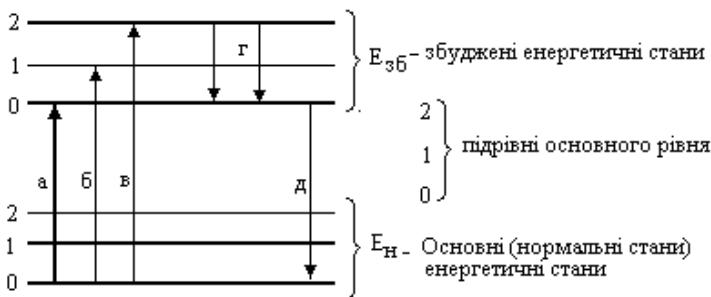


Рисунок 1 – Енергетична модель молекули люмінофора

З виділенням променевої енергії відбувається тільки перехід «д». Так як $E_{\text{випр}} \leq E_{\text{погл}}$ то $\nu_{\text{погл}} > \nu_{\text{випр}}$, або $\lambda_{\text{погл}} < \lambda_{\text{випр}}$. Спектр випромінювання при цьому зсувається у бік більш довгих хвиль. Це суть правила Стокса: люмінесцентне свічення знаходиться у більш довгохвильовій частині спектра, ніж поглинуте світло (рис.2).

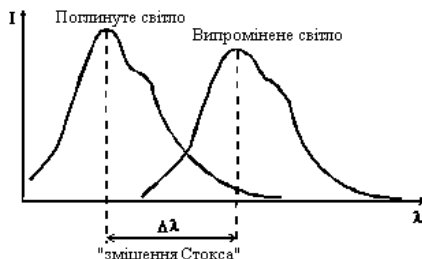


Рисунок 2 – Зміщення полоси випромінювання відносно
полоси збудження фотолюмінесценції

Ця закономірність є суть закону Стокса – Ломмеля: спектр фотолюмінесценції і його максимум завжди зміщені у порівнянні зі спектром поглинання і його максимумом в сторону більш довгих хвиль.

Світлосума – це випромінювана енергія після припинення збудження фосфору при його нагріванні. Вона зумовлена наявністю енергетичних рівнів прилипання поблизу зони провідності. При нагріванні ці рівні звільняються і електрони рекомбінують з випромінюванням квантів світла. Наявністю цих рівнів прилипання пояснюється і великий час після свічення кристалу, який може досягати декількох годин.

УДК 373.57

Гавриленко Д. В.¹, Редька Д. А.², Соколов Е. П.³

^{1,2} студ. гр. РТ-325сп ЗНТУ

³ канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ЛИНЕЙНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ЗНТУ

Среди всех физических закономерностей главную роль играет линейная зависимость $y = px + q$. Свое название она получила за то, что ее графиком является прямая линия. Уникальность этой зависимости обусловлена рядом ее замечательных свойств: ее легко обнаружить в эксперименте, легко «зафиксировать» в виде формулы, она дает возможность провести экстраполяцию и интерполяцию. Большинство более сложных зависимостей могут быть сведены к линейной: степенные зависимости с помощью перехода к логарифмическим координатам, зависимости более общего вида с помощью выбора «выпрямляющих» координат. Все это обуславливает то, что линейная зависимость является главным объектом изучения в лабораторных работах физического практикума.

Несмотря на то, что манипуляции с линейными функциями в разных лабораторных работах выглядят очень похоже, логическая работа учащегося в каждом случае может иметь, на наш взгляд, совершенно разный характер. Это дает возможность классифицировать лабораторные работы по «логическому» основанию. А именно, нами предлагается следующее двойное дихотомическое деление лабораторных работ.

Во-первых, работы можно разделить по тому, какой смысл предается обнаружению линейной зависимости. Мы будем называть работу *апостериорной* (*a posteriori* – после опыта), когда работа проводится с целью установления существования некой зависимости (закона Гука, закона Ома, закона Хаббла и т. д.). В этом случае обнаружение на опыте данной зависимости имеет логический характер эмпирического доказательства. В том случае, когда экспериментальная зависимость априори должна быть линейной (например, связь между временем и путем в равномерном движении), обнаружение ее в эксперименте имеет уже другой логический смысл. Теперь она является основанием справедливости наших предположений о характере процесса (движение действительно является равномерным). Таким лабораторным работам мы даем название *априорные* лабораторные работы (*a priori* – до опыта).

Во-вторых, лабораторные работы можно разделить по тому, как мы используем найденные в эксперименте значения коэффициентов линейной зависимости. Если мы ограничиваемся лишь их фиксацией (коэффициенты сами по себе имеют физический смысл), то такую лабораторную работу можно назвать фиксирующей. В том случае, когда в лабораторной работе значения коэффициентов используются для получения более глубокого знания (например, определив постоянную Хаббла, мы по ней определяем возраст Вселенной), то такую лабораторную работу мы будем называть экстраполирующей.

Целью нашего исследования являлось приложение описанной выше двойной дихотомической классификации к лабораторным работам физического практикума «Механика» ЗНТУ. Нами было выяснено, что основная масса лабораторных работ этого практикума (87,5%) являются априорно-фиксирующими и лишь 12,5% лабораторных работ являются апостериорно-фиксирующими. Для придания этому факту педагогического смысла мы провели аналогичное исследование еще для трех практикумов: практикума «Поиск физических закономерностей», практикума «Механика» МФТИ и экспериментальных заданий IPhO.

В практикуме ПФЗ 90% лабораторных работ являются апостериорно-экстраполирующими. Для экспериментальных заданий международных физических олимпиад все 100% заданий являются априорно-фиксирующими. Такое отличие вполне закономерно, так как в первом случае задания

создаются для первоначального ознакомления учащихся с соответствующими физическими фактами, а во втором случае задания являются «полигоном» для применения учащимися уже имеющихся знаний. Для физического практикума МФТИ соотношение апостериорных и априорных лабораторных работ вывилось близким к соотношению этих работ в практикуме (70% и 30%). Таким образом, мы можем утверждать, что учебные физические практикумы университетов направлены главным образом на закрепление («переживание») уже имеющихся знаний, а не на приобретение новых.

Описанный в работе прием классификации лабораторных работ может быть полезен для определения педагогической направленности вновь создаваемых или модернизируемых физических практикумов.

УДК 621.762.8

Борбрік А. О.¹, Гуляєва Л. В.²

¹студ. гр. ІФ-215

²канд. пед. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПІД ЧАС СПІКАННЯ У СИСТЕМІ Nd-Fe-B, C, Cu, ЗАГАРТОВАНИХ З РІДКОГО СТАНУ

Дослідження утворення нанорозмірних частинок в аморфних матеріалах у процесі відпау та в умовах зовнішнього тиску мало вивчено. Відомо, що в магнітно-жорстких матеріалах нанорозмірні частинки, утворені при кристалізації, впливають на властивості в тому випадку, якщо вони гальмують рух границь доменів.

У роботі досліджувались сплави Nd-Fe-C, B, Cu. При загартуванні сплавів методом ЗРС отримано лусочки, які мають аморфно-кристалічну структуру. Лусочки укладались у прес-форму та проводилось спікання у вакуумі. Для отримання спечених компактів використовувалась металева прес-форма. Матеріал прес-форми та болтів підбирався так, щоб за рахунок різниці у коефіцієнтах лінійного розширення створити додатковий тиск на матеріал компакту. Комбінуючи матеріали прес-форми та болтів, можна підібрати оптимальні умови для утворення нанорозмірних частинок при кристалізації з аморфного стану.

Використовуючи закон Гука та відомі коефіцієнти лінійного розширення, розраховували додатковий термічний тиск на лусочки, що спікаються у прес-формі. Як показали розрахунки, максимальний тиск 895,8МПа було отримано для 673К. При подальшому збільшенні

температури значення термічного тиску поступово знижується і залишається у межах 850...860МПа.

Як зазначено вище, для досліджень використано сплав Nd-Fe-C, B, Cu. Відомо, що фаза $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{C}$ у сплавах Nd-Fe-C утворюється за перитектоїдною реакцією в інтервалі температур 1123...1223K. Максимуми коерцитивної сили та залишкової індукції приходяться на температуру відпалу 1223K. Тому для спікання обрано температуру $t_1 = 1173\text{K}$. Для магнітопластів, виготовлених з відпалених лусочок без зовнішнього тиску, коерцитивна сила має найбільше значення, але при спіканні під тиском вона поступово зменшується. Збільшення H_c при зміні тиску від 0 до 0,5МПа можна пояснити збільшенням деформаційних дефектів в лусочках. Подальше зменшення H_c можна пояснити зміщенням точок фазової рівноваги згідно рівняння Клапейрона–Клаузіуса та утворенням магнітом'якої фази $\text{Nd}_2\text{Fe}_{17}$.

УДК 373.57

Безула Я.¹, Гуляєва Л. В.²

¹студ. гр. ІФ-515СП

²канд. пед. наук, доц. ЗНТУ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Одним із видів цілісної системи навчально-виховного процесу у вищому технічному навчальному закладі щодо підготовки компетентного, конкурентноспроможного спеціаліста є самостійна робота студентів в аспекті контекстного навчання.

В результаті самостійної роботи студентів з фізики створюється матеріальний або інтелектуальний продукт навчально-пізнавальної діяльності, підвищується функціональність, системність, узагальненість фізичних знань.

Під час самостійної роботи з фізики студенти прагнуть зрозуміти систему фізико – технічних знань шляхом усвідомлення застосування фізичних законів, явищ в майбутній спеціальності, зокрема, «ливарне виробництво чорних та кольорових металів». Студенти систематизують фахові знання та фундаментальні знання з фізики. В результаті інтеграції та трансформації цих знань підбирають інтегративні завдання згідно змістовних ліній, що передбачені ОПП.

В табл. 1 в якості прикладу подано застосування фізичних знань в різноманітних пристроях, обладнання складів шихти, плавильних та заливочних відділень.

Отже, виконання самостійної роботи з фізики в контекстному аспекті сприяє:

- розвитку технічного, критичного мислення студентів;
- в опануванні фаховими дисциплінами;

– свідомому розумінні змістових ліній з фундаментальних дисциплін, зокрема, з фізики.

Таблиця 1 – Застосування фізичних знань в різноманітних пристроях, обладнання складів шихти, плавильних та заливочних відділень

Дисципліна «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів»	Дисципліна «Фізика»
Підйомне транспортне обладнання	Електричний струм Магнітне поле, Електромагнітна індукція. Механічна робота. Енергія. Закон збереження енергії. Інерція. Обертальний рух.
Обладнання для дозування та набору шихти	Механічна напруга. Деформація. Рух тіла під дією кількох сил. Електричний струм Електромагнітне поле. Важіль. Умова рівноваги.
Обладнання плавильних відділень	Електричний струм Електромагнітна індукція. Тиск. Властивості газів. Обертальний рух. Важіль. Умова рівноваги.
Обладнання заливочних відділень	Електричний струм. Електричний опір. Теплообмін, Теплопередача. Тепловий потік. Швидкість. Переміщення. Види руху. Агрегатні стани речовини.

УДК 81'373.611

Курілова Л. В.

викл. ЗНТУ

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕРМИНОВ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

В статье описываются результаты морфологического анализа данной терминосистемы, морфологические способы образования терминов в английском языке, аффиксальные способы терминообразования, наиболее продуктивные латинские и греческие префиксы и суффиксы.

Наноиндустрия является сравнительно молодой сферой человеческой деятельности. Для системного развития всей инфраструктуры необходимо упорядочение терминологии профессионального языка в области нанотехнологии.

С точки зрения образования и развития терминологии, в анализируемой терминосистеме можно выделить:

1) базовые термины, Которые были заимствованы из других терминосистем и сохранили свое первоначальное значение (atom, polymer, carbon, cell, electron, sorption, molecule);

2) производные и сложные термины (словосочетания) (polymer degradation, polymerase chain reaction, polymeric nanoparticle, carbon fibre, carbon nanocluster adduct, carbon nanotube, carbon nanomaterial, carbon fibre reinforced plastics, atomic force microscopy, atomic layer deposition,

3) термины, заимствованные из других терминосистем, но частично изменившие свою семантику.

По мнению С. В. Гринева-Гриневича, с точки зрения формы термины делятся на термины-слова (однословные, моноксемные термины) и термины-словосочетания (многословные словосочетания и полилексемные термины). Состав однословных терминов разнороден, тем не менее, выделяют три основных структурных типа терминов: простые, аффиксальные и сложные термины. К простым (корневым) терминам относятся однословные термины, основа которых совпадает с корнем, например, gel, fibre, grain, sol. К аффиксальным относятся однословные термины, основа которых содержит корень и аффиксы, например, delamination, indenter, recombination, tunneling. Сложными являются однословные термины, состоящие из нескольких корневых морфем, например, bacteriochlorophyll, bacteriophage, chromatography, magnetoresistance.

В данной терминосистеме преобладают однословные термины (173 термина). Значительное количество терминов представлено словосочетаниями. Следует отметить большое количество бинарных (двухсловных) терминов – 137, большинство из которых образованы по модели N+N (субстантивные, состоящие из двух существительных) (adsorption isotherm, detonation synthesis, gene delivery, grain boundary, hydrogen bond,) и по модели A+N (субстантивные, состоящие из прилагательного и существительного) (active site, biocompatible coating, biodegradable polymer, biological membrane, biomimetic nanomaterials, hydrophobic effect). Трехсловные термины представлены 89 терминологическими единицами, термины, состоящие из четырех и более слов – 24 единицами.

Особенностью данной терминологии является использование большого числа греческих и латинских элементов.

К числу наиболее продуктивных префиксов, с помощью которых образуются нанотехнологические термины (существительные) относятся следующие: ad- (adsorption, adhesion), ambi- (ambigel), de- (delamination, desorption, devitrification), di- (dialysis, dielectric, diffraction, diffusion), il-, im-, in- (immobilization, inorganic nanotube), inter- (intercalation, intermolecular interaction), co- (coherent, coagulation, cohesion, copolymer), re- (recombination, reflection electron microscopy), sub- (subroughness, substrate), super- (supercapacitor, supemate, superstructure), trans- (transmission electron microscopy), ultra- (ultradisperse), ex- (exfoliation, exciton сил притяжения).

Греческие префиксы представлены следующими элементами: anti- (antibody, antisense therapy), a- (atom), hyper- (hyperthermia), dia- (diamagnetism), para- (paramagnetism), endo- (endocytosis).

К числу наиболее продуктивных суффиксов, с помощью которых образуются нанотехнологические термины (существительные) относятся следующие: -er carrier (носитель катализатора), ing: tunneling (проявление туннельного эффекта), -ion -absorption (процесс поглощения), -ness – microhardness (твердость отдельных участков микроструктуры материала); – or- acceptor (молекула, принимающая электрон), -ity (biocompatibility (способность материала встраиваться в организм пациента), -y microscopy (наука и техника применения микроскопов), etc.

В исследуемой терминосистеме преобладающее большинство терминов образовано аффиксальным способом с использованием большого количества латинских и греческих элементов (приставок и корней). Это связано с тенденцией интернационализации знания, характерной для современного периода развития науки и техники.

СПЕЦИФІКА УТВОРЕННЯ ТЕРМІНІВ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ(НА ПРИКЛАДІ ФРАНЦУЗЬКОЇ МОВИ)

До числа словотворчих розпізнавальних ознак термінів належить регулярність (однотипність) їх утворення в межах певної термінологічної системи.

Для утворення нових термінів використовують наступні способи:

- лексичний, тобто утворення слів та словосполучень на основі початкових лексичних одиниць (*charge, substances maternelles, physique*);
- лексико-словотворчий, тобто утворення термінів з використанням словотворчих елементів, морфем, за існуючими у мові моделями. Найпродуктивнішими серед них є складання та афіксація. Складання повних основ, наприклад: *cotylédon* – сім'ядоля, *quintefeuille* – пятилистник і т. д.; складання усічених основ (складноскорочені слова), наприклад: *bactériforme* – маючий форму бактерії, *balnéophytothérapie* – бальнеофітотерапія та інші; використання іншомовних елементів, наприклад: *aérien* –, *auto* –, *bio* –, *vido* –, *zoo* –, *inter* –, *macro* –, *micro*– та інші: *aéronomie, biophysique, zooplancton* і т. д.; аббревіація, наприклад: *VTAM* – віртуальний телекомунікаційний метод доступу, *VVN* – об'ємний коефіцієнт (пластової нафти) за годину.

Терміни, утворені шляхом складання, можуть бути неподільними лексикалізованими одиницями (*cosmologie, bioscybernétique*), але можуть представляти собою й одиниці неповної лексикалізації, тобто такі які не є однією неподільною лексеєю (*baby-sitting* – догляд за дітьми (за погодинну плату)), про що свідчить написання слів через дефіс;

- лексико-семантичний спосіб поповнення термінологічної лексики; тобто утворення терміну у процесі наукового (або технічного) переосмислювання загальновідомих слів, у результаті якого виникають вторинні, спеціально-термінологічні номінації.

Цей процес йде двома шляхами:

- 1) шляхом повного переосмислення існуючого слова та наступного відриву заново утвореної одиниці від слова-джерела (*«particule élémentaire»*);
- 2) шляхом використання переносу назви з урахуванням виникаючих асоціацій, наприклад *«neige»* – особливий вид зображення).

Цей спосіб дозволяє в деяких випадках утворювати термінологічні найменування з елементами експресії в семантиці, наприклад: *image véreuse* – червиве зображення, *atome étrange* – чужорідний атом.

Значну роль в поповненні термінологічних систем відіграють іншомовні запозичення (*algorithme, bathyscaphe*). З давніх давен відомо багато міжнародних науково-технічних, економічних, культурно-історичних, суспільно-політичних термінів латинського та грецького походження, наприклад: *agglutination, binaire; humanité, dictature, littérature* з латинської мови; *agronomie, dynamique, grammaire, cosmos, démocratie* з грецької мови. Багато з цих термінів міжнародні.

У складі термінологічної лексики можна виділити декілька шарів, які розрізняються сферою використання, особливостями позначуваного об'єкту.

1. Загальнонаукові терміни, які використовуються в різних галузях знань та належать науковому стилю мовлення в цілому: *expérience, adéquat, équivalent, hypothétique, progresser* і т. д. Ці терміни утворюють загальний поняттєвий фонд різних наук та мають найбільшу частотність використання.

2. Спеціальні терміни, які закріплені за певними науковими дисциплінами, галузями виробництва та техніки; наприклад у лінгвістиці: *sujet, prédicat, adjectif, pronom*; у медицині: *embolie, myome, parodontite, cardiologie*; у математиці: *facteur, résultat, volume, somme, quantité, différence, total, constant, variable, moyen, augmenter, diminuer* і т. д.

В цих термінологіях концентрується квінтесенція кожної науки. Такі терміни є ідеальними типами мовного висловлювання, до яких неминуче прагне наукова мова.

СЕКЦІЯ «АНГЛІЙСЬКА МОВА»

УДК: 81'255:811.111

Адаменко О. В.

канд. філол. наук, старш. викл. ЗНТУ

МЕТАФОРИЗАЦІЯ ЯК ЗАСІБ ТЕРМІНОТВОРЕННЯ

Загальна спрямованість сучасної лінгвістики у бік когнітивно-дискурсивної парадигми викликає значний науковий інтерес до вивчення когнітивних аспектів мовних та мовленнєвих явищ, термінотворення зокрема. Незважаючи на те, що існує доволі багато наукових студій, присвячених дослідженню різноманітних аспектів термінологічної номінації (Т. Р. Кияк, З. Б. Куделько, Г. С. Онуфрієнко,), зазначена проблематика не втрачає своєї актуальності у зв'язку із бурхливим науково-технічним розвитком сучасного світу, що призводить до створення новітніх галузевих терміносистем.

Термінологічна номінація характеризується, перш за все, як вторинна, бо задля найменування науково-технічних понять застосовують мовні засоби, що вже використовувались у системі загальнонавчальної та загальнонаукової лексики. Будучи одним із фундаментальних механізмів пізнання дійсності, метафора виступає в якості основного будівного матеріалу при формуванні нових термінів.

Сучасне розуміння ролі метафори в процесі термінотворення зводиться до того, що вона є когнітивним методом, за допомогою якого абстрактні поняття усвідомлюються в термінах більш конкретних. Когнітивний процес метафоризації дозволяє зробити перенос знань зі сфери джерела до сфери цілі на базі концептуального переосмислення та знаходження певної кореляції між поняттями.

Новітні галузеві терміносистеми надають великий діапазон термінів, що мають метафоричне походження. Однією з найбільш динамічних систем, що має особливий потенціал у творенні термінів-метафор є комп'ютерна терміносистема (mouse, software, worm, bug, virus, motherboard, boot, icon, etc). Достатню кількість термінів вторинної номінації надають й інші галузі науки та техніки (arm actuator – привід маніпулятора, bird's beak – розщеплений електрод, bacteria bed – біологічний фільтр, vibration bed – вібраційний стенд, bishop – ручний бутин, blackface – контрастне скло, galvanizing coat – цинкове покриття, orange skin – «апельсинова шкірка» (дефект емалі), straight tooth – прямий зуб, beetle – важка киянка, altar – горизонтальний шельф, shear lips – губи зрізу, tortoise – робокап, slave-station – допоміжна станція (від слова slave – раб)).

Уважаємо доцільним подальше дослідження метафоричних механізмів у процесах термінотворення, зважаючи на динамічний розвиток вже існуючих, а також розробку новітніх напрямків науки та техніки. Особливу перспективу наукових студій вбачаємо у труднощах перекладу термінів-метафор англійською мовою та знаходження українських відповідників.

УДК 81'243:811.111

Бикова Ю. О.

викл. ЗНТУ

АБРЕВІАТУРА, ЇЇ ТИПИ ТА ФУНКЦІЇ

Абревіація виконує специфічні, характерні лише для неї завдання – значною мірою розширює дериваційні можливості лексики, і в цьому її цінність. Відмова від використання абревіатур привела б до непомірного розростання текстів.

Ми виділяємо два головні шляхи скорочення: а) ущільнення (усічення) – contraction (clipping) та абревіацію (ініціальне скорочення) – abbreviation (initial shortening).

Ми вважаємо, що основна відмінність між термінами «абревіація» і «скорочення» у тому, що «абревіація» є одним зі шляхів «скорочення» поряд з «ущільненням». Вона полягає у скороченні фразових термінів до їхніх початкових літер. Слід зауважити, що словник синонімів сучасної англійської мови подає термін «скорочення» (shortening, reduction) як синонім до терміна «абревіація» (abbreviation).

При «скороченні» може випадати будь-яка частина слова. Скорочення поділяються на три типи: ініціальні абревіатури, складові скорочення (аферези, синкопи, апокопи), телескопія. Унаслідок абревіації виникають ініціальні абревіатури, що класифікуються відповідно до їхньої фонетичної структури на: алфаветизми, акроніми, звуко-буквенні та буквенно-звукові абревіатури.

Абревіація стає можливою через такі характерні особливості мови та мовлення: матеріальність мовного знака, лінійність мовлення (і, відповідно, письма), нерівномірність розподілу інформації між окремими елементами мовленнєвого потоку, надлишок мовленнєвих повідомлень.

Серед причин та передумов виникнення і значного поширення абревіації на сучасному етапі розвитку суспільства, поряд з екстралінгвістичними факторами (науково-технічний прогрес, соціальні перетворення, розвиток міжнаціональних культурно-економічних зв'язків), ми називаємо і закон економії мовних засобів та мовленнєвих зусиль.

Абревіація скорочує матеріальну оболонку комунікативних одиниць, збільшуючи швидкість надходження інформації від того, хто її передає до того, хто сприймає. Отже, причиною виникнення абревіацій є економія місця, часу та мовленнєвих зусиль спікера.

Ми трактуємо абревіатури (ініціальні скорочення) як слова, що утворюються внаслідок скорочення фразових термінів до їхніх початкових літер: ABS < American Broadcasting System – американська телерадіомовна компанія «Ей-Би-Си», AF < Air Force – військово-повітряні сили, g. f. < girlfriend. Вони набувають усе більшого значення у науково-технічних і газетно-публіцистичних текстах як засіб концентрації інформації через свою лаконічність та стислість.

Абревіатури здебільшого належать до іменників та об'єднуються у великі тематичні групи назв: географічні назви, країни, штати, округи, райони, партії, міжнародні організації, центральні органи виконавчої влади, підприємства та організації, банки, медичні терміни тощо.

Абревіатура входить у структуру знакового комплексу: абревіатура – прототип – денотат як один із його елементів. Наприклад: UNESCO [neskou'ju:] < United Nation Educational Scientific and Cultural Organization – ЮНЕСКО.

У лінгвістиці існує декілька класифікацій скорочених лексичних одиниць, в основі яких лежать різні принципи, що частково зумовлено великою кількістю різновидів скорочень. Згідно із класифікацією В. Б. Борисова, скорочення поділяються на графічні та лексичні.

Ми вважаємо, що основна відмінність між графічною та лексичною абревіацією полягає у тому, що графічна абревіація – це скорочення слова в писемному мовленні, а лексична абревіація – це скорочення слова у сфері усного спілкування. Лексична абревіація може вживатися і в усному, і в писемному мовленні.

Відповідно до способу скорочення лексичної одиниці можна виділити такі три типи скорочень: ініціальні абревіатури, які, у свою чергу, класифікуються відповідно до їхніх фонетичної структури на: алфаветизми, що вимовляються як алфавітні назви букв; звукові (акроніми) – як звичайні слова; звуко-літерні та літерно-звукові – характеризуються поєднанням двох вищевказаних способів вимови у певній послідовності, складові скорочення (одно- й багатоскладові), телескопія.

Ми виділяємо п'ять типів абревіацій – слів, що утворюються внаслідок скорочення фразових термінів до їхніх початкових літер: акроніми, алфавітні, складні, графічні, латинські, які найбільш характерні для сучасної англійської мови:

1) акроніми – це ініціальні лексичні абревіатури, що вимовляються як слова нового типу, фонетична структура котрих відповідна фонетичній

структурі одноморфемних слів, а читаються, відповідно до правил орфоенії як звичайні слова: *UNESCO* [ˈju: neskou] < *United Nation Educational Scientific and Cultural Organization*, *NATO* [ˈneitou] < *North Atlantic Treaty Organization*;

2) алфавітні – мають повну алфавітну вимову і наголос: *USA* [ˈju: es ˈei] < *the United States of America*, *B. B. C.* [ˈbi: ˈbi: ˈsi:] < *the British Broadcasting Corporation*, *M. P.* [ˈem ˈpi:] < *Member of Parliament*;

3) складні – першим їхнім елементом є буква (букви) і другим – ціле слово: *A-bomb* < *atomic bomb*, *G-man* < *Government man*– *агент ФБР*; *V-day* < *Victory day*;

4) графічні – вживаються у текстах для економії місця і вимовляються як відповідні нескорочені слова: *Mr* < *Mister*, *m* < *mile*, *metre*, *ft.* < *foot/feet*, *v.* < *verb*, *sec.* < *second*, *sq* < *square*;

5) латинські – інколи не читаються як латинські слова, а як окремі букви або виражаються їхніми англійськими еквівалентами: *e. g.* [i: ˈd i:] < *exempli gratia* – *for example, for instance* (наприклад), *etc.* < *etcetra, et cetera* [et ˈsetrə] [ət setərə] – *and so on* (і т. д., і так далі); *A. M.*, *a. m.* [ei ˈem] < *ante meridiem* – *before midday, in the morning*; *A. D.* [ei ˈdi:] < *anno Domini* – *нашої ери*; *v. v.* < *vice versa* [vais və: sə] – *навпаки*; *P. S.* [pi: ˈes] < *post scriptum*; *i. e.* [ai ˈi:] < *that is*: *By shrewdly capitulating at the crucial moment* – *i. e., by pretending that I suddenly wanted to* – *I gotmy book*.

Можна також виділити чотири групи абrevіатур щодо закономірностей їхнього утворення у зіставленні їхньої форми з вихідним словосполученням: перша – виникла на основі словосполучень, що складаються лише із повнозначних слів; другу – становлять абrevіатури, утворені від словосполучень, ускладнених неповнозначними словами; третя – виникає на основі словосполучень, куди входять слова складної структури; четверта – абrevіатури, утворені на основі словосполучень трьох зазначених вище типів способами розширення.

УДК: 81'255:811.111

Виногрєєва О. М.

старш. викл. ЗНТУ

ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕСС ТА РОЗВИТОК ТЕРМІНОЛОГІЇ НА ПРИКЛАДІ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЕРЕКЛАДУ ФОТОГРАФІЧНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ

У зв'язку з бурхливим розвитком техніки і збільшенням обсягу загальнотехнічної інформації піднялося практичне значення технічного перекладу. У наш час усе більше значення має інформація про останні

досягнення зарубіжної науки і техніки. Це пояснюється тим, що переклад технічної термінології має стосунок до царини між мовознавством і технікою. Для правильного перекладу замало одного практичного знання мови і спеціальності, з якою пов'язаний текст, що перекладають. Необхідно також володіти деякими елементарними знаннями в лінгвістиці і теорії перекладу, оскільки у процесі перекладу вимагається самостійно проаналізувати термін-неологізм, відсутній у словниках, вибрати одне правильне слово з кількох значень іноземного терміна, а також самостійно спродувати український термін, еквівалентний іноземному.

Переклад термінології здійснюється різними прийомами, а саме за допомогою таких міжмовних трансформацій, як:

- а) лексичних (трансформація);
- б) лексико-семантичних (калькування, конкретизація, генералізація);
- в) лексико-граматичних (експлікація та описовий переклад).

Завдання перекладача полягає у правильному виборі того чи іншого прийому в ході процесу перекладу, щоб якнайточніше передати значення будь-якого терміна.

Разом із розвитком науково-технічного прогресу зростає й актуальність проблеми перекладу фотографічної термінології. І хоча переклад багатьох термінів для кваліфікованого перекладача не є проблемою, адже існує багато джерел, до яких можна звернутись по допомогу в пошуку необхідного еквівалента у мові перекладу, все ж, існує низка складнощів.

Вивченню й упорядкуванню фототехнічної термінології до сьогоднішнього дня практично не було приділено належної уваги, і термінологія фототехніки по суті залишається досі «білою плямою» на карті термінологічних досліджень. Водночас значимість фотографії як науково-технічного напрямку в сучасному суспільстві важко переоцінити.

Розглянемо основні труднощі, що виникають при перекладу фотографічної термінології. Перш за все, це:

- 1) неоднозначність термінів. Один і той же термін може мати абсолютно різне значення у різних терміносистемах.
- 2) недостатнє володіння мовою оригіналу та нерозуміння тексту оригіналу;
- 3) недостатній когнітивний досвід;
- 4) відсутність перекладацьких відповідників у випадку перекладу неологізмів;
- 5) недостатність знань про описувану у вихідному тексті дійсність;
- 6) національна варіативність термінів;
- 7) незнання граматичних або лексичних явищ вихідної мови.

Отже, підсумовуючи, слід зазначити, що особливості перекладацьких трансформацій пов'язані з їх характеристиками, тобто існують лексичні,

граматичні, лексико-семантичні та лексико-граматичні трансформації. Найпродуктивнішими засобами перекладу можна вважати калькування, транскодування, описовий переклад, конкретизацію. Вибір тієї чи іншої трансформації залежить від самого терміна та від стилю тексту.

Враховуючи це, перекладачеві потрібно знати і вміти:

а) використовувати під час перекладу різноманітні лексичні, граматичні трансформації;

б) враховувати тип цільової аудиторії;

в) орієнтуватися у тій предметній галузі, до якої належить призначений для перекладу термін\текст;

г) добре володіти стилістикою;

д) користуватися (окрім словників) різними енциклопедичними довідниками.

УДК 81'253=161,2=111

Войтенко С. В.

старш. викл. ЗНТУ

ГРАМАТИЧНІ ЗАСОБИ ПОСИЛЕННЯ ЕКСПРЕСИВНОСТІ ТЕКСТУ РЕКЛАМИ

Об'єктом дослідження виступають тексти англомовної реклами у якості засобів стимулювання економічних процесів та водночас засобів психологічного впливу на людину.

Предметом дослідження – є засоби інтенсифікації експресії у рекламних текстах з метою створення впливу на потенційну аудиторію.

Морфологія – розділ граматики, що вивчає форму та будову слова, а також система форм змінювання слів певної мови. Отже доглянемо способи змінювання форм слів у рекламному тексті, та мету цього процесу.

Майже у кожному рекламному тексті можна знайти морфологічні засоби:

1) Вживання вищого ступеня порівняння прикметників. Пр.: «Кращі з кращих коштовностей у мережі магазинів «Злато»», «Міжнародні новини від найпопулярнішої інформаційної радіостанції світу» (Голос Америки).

2) Часто вживаними є особисті та присвійні займенники другої особи, для позначення потенційного покупця, користувача, клієнта і т. д. Завдяки цьому прийому відбувається спрямований контакт з самим адресантом. Пр.: «Your own car. Your own phone. Your own place. Your dad's insurance»? (Nationwide Insurance) – «Ваш особистий автомобіль. Ваш особистий телефон. Ваше особисте житло. Страхівка Вашого батька?». Також використовуються займенники й інших осіб. Пр.: we, our; nous ми, наш – для

позначення рекламодавця; they, their; вони, їх – посилання на можливого конкурента.

Привабливість, яскравість, емоційна забарвленість, доступність, концентрація інтересу адресата – знаходяться в тісному зв'язку з синтаксичною конструкцією рекламного тексту і передрікають постійний пошук відповідної форми викладення, котра придає висловлюванню додаткові смислові відтінки, здатні викликати визначений ефект.

1) Як показує аналіз фактичного матеріалу, найбільшу вагу серед синтаксичних виразних засобів у рекламному тексті має еліipsis – опущення члена речення, який може бути визначений з контексту. Компактність і ділова скороченість еліптичних речень додають оголошенню емоційний характер. Еліipsis допомагає відокремити найбільш важливі елементи у висловлюванні, коли елемент, який мають на увазі, легко можна вирізнити з контексту. Пр.: «Overdone by the sun»? (Oriflame «Sun care milk») – «Пересмажились на сонці?».

2) Інверсія – важливий синтаксичний засіб мови, який слугує для виділення змістовного центру оголошення. Пр.: «And with «Bufferin» there's less chance of the stomach upset» (Dr. Health) – «А от з «Бафферином» менше шансів отримати розлад шлунку».

3) Асиндетон, відсутність службових граматичних елементів, є частим явищем у рекламному тексті. Пр.: «You will find, «Anacin» is gentle to the stomach» (Anacin) – «Ви відчуєте, «Anacin» лагідний до вашого шлунку».

4) Велике значення має застосування номінативних речень. Стилистичне призначення номінативних речень – апеляція до уяви читача з ціллю надати тексту деяку схвильованість або ліризм, викликати визначену емоційну реакцію. Пр.: «Summer... A time to look good... and feel better...» (Eveline cosmetics) – «Літо – час добре виглядати та добре себе почувати».

5) Семантична піднесеність через окличні речення – відчуття надзвичайності, здивування. Пр.: «Indeed! It had happened! It's Your choice!» (Birth-rate public assistance) – «Нарешті! Це таки трапилось! І це Ваш вибір!»

6) Можна підкреслити вживання в англійській мові інверсій та пасивних конструкцій. Пр.: «If you are interested...», «Detroit Edison is pleased to be...».

7) Використання дієслова в імперативній формі – заклик потенційного споживача до дії: buy, try, ask, feel, taste, look, discover, enjoy, find; скуштуйте, пориньте, зазирніть, доторкніться, відчуйте, спитайте і т. д. В рекламі дієслова складають приблизно 50% усієї використаної лексики. Пр.: «Drink Cola! Buy popcorn!» (Cola-Cola) – «Пий Колу! Купуй попкорн!»; «Let's make things better!» (Indezit) – «Зробимо світ краще!»;

8) Зовсім рідкісним є застосування заперечних форм, оскільки вони створюють негативне враження про товар чи послугу. А метою реклами є протилежне завдання: створити позитивний образ. Тому використовуються речення у стверджувальній формі. Пр.: «Looks good, tastes good, does you good! It's an ideal choice!» (Coffeemate) – «Добре виглядає, добре смакує, добре заряджає! Найкращий вибір!».

УДК 81'276:811.111

Жукова Н. М.

канд. філол. наук, доц. ЗНТУ

PECULIARITIES OF A SUBCULTURE AND THEIR VERBAL REPRESENTATION

One of the tasks of modern linguistics is to study the peculiarities of reflecting people's knowledge about the world in the language and its «cognitive framework» – the worldview. The prior place is occupied by the researches aimed at revealing the regularities of interpreting the world and the principles of representing the experience via the language, the distinctions of verbal concepts functioning.

The linguistic worldview is characterized by the fullness of information as it reflects the national peculiarities of interpreting the world and the value system. This is particularly shown in the organization of the cultural space which integral component is the language able to accumulate culturally significant data and thus influence its formation.

The understanding of the language as a means of preserving experience and national identity makes it possible to trace back the changes in the social consciousness both of the humankind as a whole and of specific communities. The facts of social and historical development of an ethnic group are reflected in the language.

The issues concerning the representation of knowledge and ideas in different forms of language existence, varieties of speech used by particular relatively stable social groups that unite people by the territory of their living, gender, age, profession, religion, etc. are becoming more and more topical. Therefore the studies of the «dialect worldview», «slang worldview», «jargon worldview», «argot worldview» are becoming more active. The structural peculiarities of national languages and different forms of their existence reflect the national mentality and the interpretation of the world.

УДК 81'373.46

Калантаєва О. О.

викл. ЗНТУ

КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕРМІНІВ

Багато авторів, що досліджували терміни, робили спробу класифікувати ці одиниці. Так, наприклад, М. І. Мостовий поділяє термінологію на номенклатуру і професіоналізми. Номенклатура – це сукупність спеціальних термінів-назв, які вживаються в окремій фаховій ділянці. Своєрідно визначав номенклатуру Г. О. Вінокур, розуміючи під нею «... систему повністю абстрактних і умовних

454

символів, єдине призначення яких полягає у тому, щоб дати максимально зручні з практичної точки зору засоби для визначення предметів, речей без прямого відношення до потреб теоретичної думки, яка оперує цими речами». Професіоналізми – це дублети науково-технічних термінів, які не складають замкнутої системи. Професіоналізми визначають спеціальні поняття, знаряддя або продукти праці, виробничі процеси, народні ремесла.

М. І. Мостовий виділяє ще один різновид терміна – торговельний знак або паронім. В умовах масового виробництва і при необхідності збувати крам виникла ціла наука утворення торговельного знака.

Відомо, що типологія є основою класифікації термінів. Основою всіх інших класифікацій служать різні окремі ознаки термінів – змістовні, формальні, функціональні, внутрішньо- і позамовні. Всі ці класифікації можуть бути пов'язані з тими науками й сферами знання, в яких вони використовуються. Розглянемо лінгвістичні класифікації за наступними принципами: за змістом, будовою, семантичною структурою, вмотивованістю.

Класифікацією термінів за змістом є поділ на терміни спостереження і теоретичні терміни. Під термінами спостереження мають на увазі класи реальних об'єктів, а за теоретичними термінами – абстрактні поняття, що відносяться зазвичай до певної теорії, концепції.

Класифікацією термінів за змістом – за об'єктом номінації – є розподіл їх по сферам знання або діяльності, або, інакше кажучи, по спеціальним сферам. Перелік можна представити таким чином: наука, техніка, виробництво, економічний базис.

За своєю морфологічною будовою терміни поділяються на прості (circuit, feeder), похідні – суфіксальні префіксальні і суфіксально-префіксальні, складні (flywheel) та терміни-словополучення (circuit breaker).

Класифікація за змістовною (семантичною) структурою дозволяє виділити однозначні терміни (bypass surgery, screw, chromosome) і багатозначні терміни, тобто такі, які мають два чи більше значень в рамках однієї терміносистеми (court – 1) сукупність суддів і засідателів; 2) судові засідання; 3) будівля суда).

З погляду семантики виділяють терміни – вільні словосполучення (muffle burner, health certificate) й стійкі словосполучення (зокрема фразеологізми), наприклад: universal gravitation.

Класифікація за вмотивованістю/невмотивованістю показує, що є терміни, значення яких може чи не може пояснюватися їх структурою. Тут розрізняють терміни, повністю вмотивовані (gas pipe), частково вмотивовані (Parkinson's disease), повністю невмотивовані (triangle), а також хибно вмотивовані (lightning rod). Залежно від мови-джерела розрізняють терміни

одвічні (sensor), запозичені (дисплей, інтерфейс – з англ.), гібридні (metalscience, antimode).

З погляду приналежності термінів до частин мови розрізняють терміни-іменники, прикметники, дієслова, прислівники. Наприклад, серед лінгвістичних термінів зустрічаються іменники (state, mode), прикметники (amotivational, parasynthetic, subordinate). Серед термінів музикознавства фігурують терміни-прислівники (piano, pianissimo).

Для кожної епохи створюється історико-лексикологічна класифікація термінів, в якій фігурують терміни-архаїзми, терміни-неологізми.

Врешті, в результаті аналізу частоти використання термінів у текстах може бути застосована класифікація, що виділяє височастотні і низькочастотні терміни. Відомості про частотність термінів можуть черпатися з численних частотних термінологічних словників.

Наведений перелік класифікацій термінів дозволяє зробити висновок про те, що таке багатогранне явище, як термін входить у різні класифікації – за логічним, семантичним, морфологічним та іншим принципам через багатаспектність дослідження. Ці класифікації в своїй сукупності характеризують роль та місце термінів у науковій, економічній, політичній та інших сферах функціонування сучасного суспільства та свідчать про те, що терміни є завжди невід’ємною частиною наукового тексту.

УДК 81'255:811.111

Кузьменко В. Г.

старш. викл. ЗНТУ

ПРОБЛЕМА НЕПЕРЕКЛАДНОСТІ В НАУКОВО-ТЕХНІЧНІЙ ЛІТЕРАТУРІ

Однією з перманентних проблем теорії та практики перекладу є проблема неперекладності в науково-технічній літературі.

Для подолання складностей при перекладі науково-технічної літератури існує багато способів. Одним з них є транскодування – це такий спосіб перекладу, коли звукова та / або графічна форма слова вихідної мови передається засобами абетки мови перекладу, наприклад: emitter – емітер, server – сервер. Розрізняють чотири види транскодування: 1) транскрибування (resistor – резистор, peak – пік); 2) транслітерування (marketing – маркетинг, ort – орт); 3) змішане транскодування (altimeter – альтиметр); 4) адаптивне транскодування (platform – платформа, pallet – палета).

При перекладі неологізмів транскодування звичайно супроводжується описовим перекладом, що додається в дужках: Ni-hard – нігард (білий чавун, легований хромом та нікелем).

Для надання транскодованню терміну певної вмотивованості внутрішньої структури іноді додаються пояснювальні слова: *pabla* – набла-оператор, оператор Гамільтона; *nicol* – призма Ніколя.

Особливо часто транскодування термінів відбувається в тих випадках, коли термін в мові перекладу складається з міжнародних терміноелементів латинського або давньогрецького походження: *macroassembler* – макроасемблер, *opteron* – оптрон.

Калькування – це прийом перекладу нових слів (термінів), коли відповідником простого чи складного слова вихідної мови в цільовій мові вибирається, як правило, перший за порядком відповідник у словнику, наприклад: *self-cooling* – самоохолодження, *floating zero* – плаваючий нуль, *worm shaft* – черв'ячний вал.

Іноді при перекладі потребується контекстуальна заміна. Це така перекладацька трансформація, внаслідок якої перекладним відповідником стає слово, або словосполучення, що не є словниковим відповідником і що підібрано із урахуванням контекстуального значення слова, яке перекладається, його контексту вживання та мовленнєвих норм і традицій мови перекладу: *A shock occurs when a «live» part of some devise is touched.* Якщо доторкнутися до відкритої частини пристрою, що перебуває під струмом, то відбувається удар електричним струмом.

Існують чотири прийоми створення контекстуальних заміни: смислова диференціація, конкретизація та генералізація значення і «антонімічний» переклад.

Смисловий розвиток є таким прийомом контекстуальної заміни, коли в перекладі використовується слово, значення якого є логічним розвитком значення слова, що перекладається. *Additional evidence comes from comparative studies of technologies.* Додаткові докази можна отримати через порівняльні дослідження технологій.

«Антонімічний» переклад, або формальна негативація, коли форма слова або словосполучення замінюється на протилежну (позитивна – на негативну і навпаки), а зміст одиниці, що перекладається, залишається в основному подібним. Така трансформація представлена трьома видами: 1) негативація (слово, або словосполучення без формально вираженої суфіксом або часткою заперечувальної семи замінюється в перекладі на слово з префіксом *не-* або словосполученням з часткою *не-*, наприклад, *to continue* – не зупинятися, *small* – невеликий, *to ignore* – не помічати); 2) позитивація (слово або словосполучення з формально вираженою заперечувальною семою замінюється в перекладі на слово або словосполучення, яке не містить

формально вираженого негативного компонента, наприклад, *to disable* – блокувати, закривати, *unabbreviated* – повний); 3) анулювання двох наявних у реченні негативних семантичних компонентів, наприклад, *not impossible* – можливий, *not disaggregative* – цільний.

В певних контекстах деякі англійські слова, що не мають у своєму складі заперечувальних морфем, але містять, як правило, заперечувальний семантичний компонент, можуть перекладатися подібними за значеннями словами з префіксом «не», або сполученнями частки «не» з антонімічним відповідником слова, що перекладається, наприклад, *to fail* – не вдатися, *avoidable* – не неминучий.

Описовий переклад – це такий прийом перекладу нових лексичних елементів вихідної мови, коли слово або словосполучення замінюється в мові перекладу словосполученням, яке адекватно передає зміст цього слова або словосполучення, наприклад: *aperture synthesis* – метод з одночасним використанням декількох телескопів.

Отже існує багато прийомів щоб подолати неперекладність. В найскладніших випадках навіть можливо ввести власні неологізми. Науково-технічний розвиток робить необхідним подальший інтенсивний розвиток теорії перекладу, вдосконалення перекладацьких технологій.

УДК 81.373.46
Сивачук О. М.
викл. ЗНТУ

ЗАСОБИ ПЕРЕДАЧІ ЗНАЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКИХ НЕОЛОГІЗМІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ СФЕРИ

Основними методами передачі неологізмів є: транскрипція, транслітерація, калькування, описові еквіваленти.

Підчас перекладу англійських неологізмів на українську мову треба, в першу чергу, з'ясувати значення неологізму з контексту. Важливим на цьому етапі є саме макроконтекст, адже він дає змогу найбільш повно зрозуміти значення неологізму для подальшого його перекладу. Наступним етапом є переклад значення неологізму. Вибір того чи іншого засобу залежить від конкретного випадку при перекладі.

Транскрипція та транслітерація належать до квазібезперекладних методів передачі неологізмів. Названі так тому, що при використанні цих прийомів акт перекладу немов би обминається, і замінюється актом запозичення звукової чи графічної форми слова разом зі значенням з іноземної мови в рідну мову. Запозичене слово стає фактом рідної мови, і вже

в якості такого виступає як еквівалент зовні ідентичного з ним іншомовного слова, наприклад: portal – портал (веб-ресурс), banner – банер (популярний у веб спосіб реклами, представляє собою картинку із можливістю перейти на рекламований сайт).

Серед власне перекладних способів в окрему галузь виділяється калькування, що займає проміжне положення між цілком перекладними і неперекладними способами передачі неологізмів. Перевагою прийому калькування є стислість і простота одержуваного за його допомогою еквівалента, та його однозначна співвіднесеність з вихідним словом, що доходить до повної оборотності відповідності.

Описові еквіваленти відносяться до способів передачі, що не калькують неологізми, а принципово відрізняються від кальки тим, що в описових способах передачі неологізмів інваріантом перекладу є саме значення іншомовної одиниці безвідносно до характеру його зв'язків із зовнішньою структурою слова. Описовий переклад полягає в передачі значення англійського слова за допомогою більш-менш розповсюдженого пояснення, наприклад: order interval – «цикл замовлення» (інтервал між послідовними замовленнями), managed floating rate – «корегований змінний курс».

Нові терміни в комп'ютерній сфері можуть належати або до новотворів, або до власне неологізмів. Виявляється, що більшу частину термінів складають новотвори, тобто терміни знову створені на матеріалі мови, у повній відповідності до існуючих в мові словотворчих моделей чи словосполучень, що позначають нове, раніше невідоме, неіснуюче поняття, предмет, галузь науки, рід занять, професію і т. д., наприклад: dot-com – Інтернет компанія; spam filter – фільтр спаму; antivirus package – антивірусний пакет.

Найчисленнішу групу складають неологізмів складають скорочення. Найяскравішими прикладами є: PNP – port number program – цифровий компонент програми; IT – скорочення словосполучення «informational technology», який перекладається як IT або інформаційні технології.

Найбільш поширеним типом скорочень є акроніми. Підчас перекладу англійських скорочень на українську мову використовують транслітерацію або описовий еквівалент. Наприклад: CDMA – це акронім від скорочення – Code Division Multiple Access, на українську мову перекладається – стандарт CDMA; LAN – local area network – LAN, або локальна мережа.

На другому місці, по частотності вживання неологізмів в комп'ютерних статтях, знаходяться аббревіатури. Найчастіше аббревіації піддаються багатокomпонентні комп'ютерні терміни і, звичайно, аббревіатури вживаються частіше, ніж повна форма терміну. Наприклад: e-mail перекладається на українську мову за допомогою пояснювального слова – електронна пошта; 3-D graphic – тривимірна графіка.

Афіксальні неологізми є ще одним поширеним типом неологізмів. Найбільш розповсюдженими комп'ютерними афіксами є giga-, kilo-, tera-, cyber-, mega-. При перекладі всіх цих термінів використовується транслітерація, як засіб передачі значення неологізмів.

Також, існують приклади таких типів неологізмів, як конверсія та звуконаслідування. Вони представлені дуже малою кількістю, наприклад: to click – неологізм, що імітує натиск кнопки миші – клікати.

Найбільш розповсюдженими неологізмами комп'ютерної сфери є семантичні та лексичні неологізми. Наприклад: dual-core processor – двох ядерний процесор; Internet-telephony service – служба Інтернет-телефонії.

Отже, переважно більшість термінів складають новотвори. Найбільш розповсюдженими способами передачі значення нових англійських термінів засобами українською мовою є транслітерація, пояснювальні слова та описовий переклад. Наприклад:

1) Interface перекладається на українську мову за допомогою транслітерація, як способу передачі неологізму – інтерфейс.

2) WORM technology – скорочення від словосполучення «write once, read many times», перекладається за допомогою описового перекладу – технологія однократного запису.

УДК 81'276:811.111

Соболь Ю. О.

канд. філол. наук, доц. ЗНТУ

ANALYSIS OF THE FACTORS LEADING TO TERMINOLOGY DISCREPANCIES

Terms are coined to designate objects, their properties, principles and theories under investigation and distinguish one off from the other. Thus the terms should ensure for us a solid foundation on which to build further knowledge. It is clear that a sharp unambiguous term is necessary for a proper understanding of the subject.

At the same time an enormous number of terms and their uses continue to proliferate in ways which, although they are intended to convey meanings precisely, accurately and consistently, do not meet these requirements.

Polysemy, homonymy, synonymy, variation in terminology, doublets, parallel term formation lead to confusion, ambiguity, vagueness and wrong notions.

Polysemy involves the multiplicity of term meanings. Polysemantic terms may cause misunderstanding in professional communication, e. g. phoneme, word, accent, operator, extrusion. Polysemy is caused by corresponding polysemy of general words, metonymy. In technical terminology category polysemy, characterized by meaning

composed of features belonging to several logical categories – «action» and «action result», «process» and «value», «property» and «value» rendered by the same term, is widely spread. A particular case is author's polysemy which implies designation of new objects and notions by already existing terms depending on author's approach, adherence to a certain school of thought, etc.

Homonymy is a sound coincidence of two or more linguistic units different in meaning. The boundary between polysemy and homonymy are quite conditional. Sometimes etymological and grammatical analysis allows discover a semantic invariant of investigated words. In terminology interdisciplinary homonymy is the most wide spread, e. g. reduction in engineering and medicine, reaction in chemistry and politics, vocabulary in linguistics and electronics, collector in electrical engineering, radio engineering, agriculture, economy. Actually homonymy may be neglected by term researchers as long as it does not hamper communication.

Synonymy involves a multiplicity of terms expressing one and the same meaning, e. g. spirants and fricatives, progressive tense and continuous tense, antenna and aerial. Several synonyms sometimes arise around a new invention due to parallel term formation and may persist for an indefinite period. Some synonyms are restricted in use to a particular geographic location, e. g. truck is the American term for British lorry. Since the vocabulary of English is rich in variant forms of words, there are also alternative forms for the same terms, e. g. valence and valency. The existence of quite different approaches to investigation of the same phenomena has the unappealing consequences that researchers of different persuasions use somewhat different terminology. When different aspects of the same object are viewed by different scientists it is quite natural for them to use different words to refer to the same object, looking at identical objects from a different point of view, discovering in the identical objects different facets, e. g. relative clause and attributive clause. In terminology it is quite often that terms of indigenous and foreign origin coexist, e. g. accent and stress, attribute and modifier. Syntactical terminological synonyms may be of different types: word – word combination, e. g. Infinitive – Indefinite Verb Form; word combination – word combination, e. g. head lights – head lamps, nickel alloy – alloys of nickel, term of life – serviceable life; full and abbreviated form of the term, e. g. compact disk – CD, horse power – hp, read-only memory – ROM, and even symbol – word or word combination, e. g. ~ – approximately, 3D – three dimensional, $f(x)$ – scalar function of variable.

Genus-species relations of lexical units are called hyponymy. Two types of words are distinguished, hyponyms expressing specific notions, and hyperonyms, expressing generic relations. In terminology systematic relations are set up among notions, the content of specific notion being wider than generic one, and scope of specific notion being narrower, e. g. vehicle – automobile, part of speech – noun.

Semantic transformations described above are constantly taking place in technical and scientific discourses and bring to life polysemantic, synonymic, dubbed terms. All these processes are supposed to be harmful though inevitable.

СТИЛІСТИЧНІ ЗАСОБИ ПОСИЛЕННЯ ЕКСПРЕСИВНОСТІ ТЕКСТУ РЕКЛАМИ

Використання стилістичних засобів, з довгим конотативним шлейфом – «потужний механізм впливу на покупця або користувача», що посилює рекламну експресивність та додає рекламі незвичайної змістовності. В статті було досліджено такі стилістичні засоби:

1) метафора – художній засіб, що полягає в переносному вживанні слова або виразу на основі аналогії, схожості або порівнянні, а також слово або вираз, ужиті в такий спосіб. Пр.: «Venez vitaminer votre francais!» (AU- PAIR) – «Вітаміни для Ваших знань французької»!

2) метонімія – побудована на перенесенні значення за суміжністю, тобто на основі тісного внутрішнього чи зовнішнього зв'язку між зіставляваними поняттями. Пр.: «Кожної п'ятниці оновлена газета «Запоріжжя плюс» завітає у Вашу скриньку» (слово завітає вжите у значенні кидати, покласти);

3) синекдоха – (поодинокий випадок метонімії), один із тропів, для якого характерне вживання назви частини замість цілого, видового поняття замість родового, однини в значенні множини або навпаки. Пр.: «L'ardoise ne se regrette jamais, mais pas dans notre banque» (Civile banque) – «Борг ніколи не вибачають, але не в нашому банку»;

4) порівняння (протиставлення) – вони зазвичай будуються за допомогою компаративної зв'язки (than, as...as, like; comme; як, ніж) однак найчастіше у рекламному тексті функціонують приховані порівняння, оскільки порівнюються аналогічні товари (послуги) конкуруючих фірм, а пряма антиреклама вважається незаконною. Пр.: «The best just got better. Now there's Nissan Cach-sau» (Nissan) – «Найліпший, просто став ще краще. Тепер є – Nissan Cach-sau».

5) гіпербола – стилістичний засіб навмисного перебільшення з метою посилення, інтенсифікації виразності. Схожим типом виразності володіють прикметники інтенсифікованого змісту і форми переважного ступеня прикметників і прислівників (perfect, ideal, the best). Лексичні значення перебільшення охоплюють групу іменників-еквівалентів поняття «межа» в значенні «гранична лінія», «пікова відмітка», «скачок». Пр.: Edge, horizon, the bottom line, forefront, standard, excellence, perfection, source; breakthrough, boost.

6) парадокс – привертає увагу своєю абсурдністю. Пр.: «Навіщо ходити, адже ти можеш літати» (Laura Biagiotti);

7) для більшої образності та мотивації рекламодавці звертаються до фразеологічних одиниць – усталений зворот, стійке поєднання слів, що

виступає в мові як єдиний, неподільний і цілісний за значенням вслів, використовуючи при цьому прислів'я та приказки. Найвіддаліше використання оцінних фразеологізмів відбувається, коли простежується зв'язок фразеологізму з найбільш популярними мотивами рекламованого товару (послуги). Так оцінний фразеологізм «in style» – підкреслює престижність товару/послуги; «make sense» – акцентує розумність вибору; «one day only» – підкреслює винятковість товару/послуги; і т. д.

8) зміст реклами стає цікавішим, коли відбувається гра слів. Цьому сприяє багатозначність слова, розвиток якого відбувається на основі схожості, суміжності, функціональної близькості. Для привернення уваги слухачів, використовують гумористичне поєднання слів, так звані каламбури. Пр: «Do four letter words really worry you? Wind! Snow! ваш одяг»;

9) крилаті вирази, відомі фрази з художнього твору або фільму безпрограшно привертають увагу. Пр.: «Le rouge et le noir» (oeu de toilette) – (використаний роман Стендаля «Le rouge et le noir» – «Красное и черное»). Деформувannya цитати – це легальний та дуже ефективний засіб експресивного забарвлення, коли вираз перефразовують «на користь замовника».

10) повторне подання – різноманітні типи повторення від повторного подання самої рекламної пропозиції і ключових елементів змісту, до повторення найменування предмету реклами для підкреслення, виразності, акцентування уваги. Пр.: «Natural beauty. Natural ingredients. Natural feeling» (Dove) – «Природна краса. Природні компоненти. Природні відчуття».

11) евфемізми – заміна грубих значень більш делікатними, при цьому змінюється не зміст, а тільки його форма для створення ефекту «науковості», «об'єктивності», «раціональності» викладення. Наприклад, колишній термін «slow» для позначення розумово відсталих дітей в освітніх закладах тепер вважається образливим і неприйнятним, тому американські освітяни замінили його на евфемізми *cognitively challenged*, *exceptional*, *special*.

УДК 502

Козаченко А. І.¹, Соболь Ю. О.²

¹студ. гр. Е-425 ЗНТУ

²канд. філол. наук, доц. ЗНТУ

THE HOLE IN OZONE LAYER. THE KYOTO PROTOCOL

Our planet is fragile. It has been taking care of us for thousands of years. The development of industry and technology has caused serious environmental problems, such as acid rains, air pollution, global warming, holes in ozone layer, etc. In my opinion the global warming and the hole in ozone layer are the most urgent among them.

The ozone layer is a special type oxygen around the Earth. It protects our planet from ultraviolet radiation which comes from the sun. Aerosol sprays and other chemicals destroy this ozone protection. Now, too much ultraviolet radiation penetrates the Earth's atmosphere through the holes. Ultraviolet radiation can cause skin cancer. Factories, burning oil, coal and wood, produce carbon dioxide. Volcanoes, trees and animals produce natural greenhouse effect, that has formed a kind of blanket around the Earth. This blanket traps the heat of the sun, creating greenhouse effect. The Earth's climate is changing. It is getting warmer and warmer.

The effects of global warming can be really terrible. The most noticeable effect is that our weather patterns are changing. It only takes a rise of a few degrees in temperature to seriously affect life on Earth. Some countries are already becoming hotter while others are becoming colder. All parts of the world will be affected, but in different ways. There will be droughts in some parts of the world and severe storms and floods in others. Moreover, the polar ice caps will melt and so the sea levels will rise. Actually this is already happening and it will soon get even much worse. Throughout the world many areas lying beneath sea level are in danger of flooding. More than that, plenty of plants and animals won't be able to adapt to the new climate conditions and may die. Some animals are already leaving their homes, many plants are disappearing. If we don't improve the situation soon the life of Earth will become extinct.

And in 1992 the Kyoto Convention was held. It is an international treaty which extends the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) that commits State Parties to reduce greenhouse gases emissions, based on the premise that (a) global warming exists and (b) man-made CO₂ emissions have caused it. The Kyoto Protocol was adopted in Kyoto, Japan, on 11 December 1997 and entered into force on 16 February 2005.

The Kyoto Protocol implemented the objective of the UNFCCC to fight global warming by reducing greenhouse gas concentrations in the atmosphere to «a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system». The Protocol is based on the principle of common but differentiated responsibilities: it puts the obligation to reduce current emissions on developed countries on the basis that they are historically responsible for the current levels of greenhouse gases in the atmosphere. The Protocol defines three «flexibility mechanisms» that can be used by Annex I Parties in meeting their emission limitation commitments. The flexibility mechanisms are International Emissions Trading, the Clean Development Mechanism, and Joint Implementation.

People should be required to use less fuel. A good idea would be to use public transport, ride bicycles instead of driving personal cars. Laws must be passed to oblige people recycle rubbish, plant more trees. Measures should be taken to encourage people to use unleaded petrol. Factory owners should take responsibility for installation of cleaning equipment. Every conscious individual is supposed to reduce amount of aerosol sprays in his everyday life and take care of his own home to save it for future generations.

ALTERNATIVE SOURCES POWER

Scientists warn about the possible exhaustion of the known and available the oil and gas reserves as well as the depletion of other key resources: iron and copper ore, nickel, manganese, aluminium, chromium, etc. For 40 years after World War II, many minerals were used, as in all previous human history. Of course, the full (or absolute), exhaustion of resources is early to speak about, but that is a little consolation.

The immediate prospects are to look for a better balance of energy and resources, above all, reducing of the share of liquid fuels limited. Today humanity has entered into a transitional period – from energy based on ones organic natural resources, to the energy sector based on virtually inexhaustible.

Big hopes are pinned on the world's so-called alternative energy sources, the advantage of which is that they are renewable and that it is eco-friendly energy sources.

Resource depletion they are resource-saving policy, wide use of secondary raw materials. Today it is about 1/3 of the total mass used in the world of metals – aluminium, copper, zinc, lead and tin – is produced from waste and recycled materials. Many countries adopted energy-saving as their key trend.

Alternative energy sources.

Alternative sources of energy acquire the increasing popularity in the world. Their advantage lies in being. These sources include:

- solar;
- wind energy;
- the energy of the tides;
- geothermal heat;
- biomass fuel.

Geliostations are already built in the US (California). They have an economic performance that rivals with other types of stations. In a number of countries geothermal power plants – in the United States (US Geysers station has a capacity of 1 million kw.), Russia, the Philippines and Italy have set up; tidal stations are erected in France, Canada, Russia and China; wind stations – in the US and Denmark.

The creation of fuel from biomass is actively engaged in practically all over the world and even there are countries that have already switched to this type of fuel to a certain extent (in Finland the need for fuel is met by 20% by biofuels, and the lead in the EU on the use of biomass as a source of energy is specific Germany). Of course, we must understand that a complete replace ment of the oil

to biofuels must take a certain period. Still further research is needed in this area. But we can already see the main advantages of biodiesel:

- its the exhausts less toxic waste, it is cheaper than petroleum products;
- it can be used both in pure form and in admixture with a usual fuel.

Nuclear energy (as biofuel) is the most advanced type of energy. It is known that nuclear stations almost do not harm nature, they have zero emissions.

Solar, wind, biomass fuel are the most perspective types of energy.

Thus scientists strive to find out renewable and ecologically-friendly resources of energy that will solve the problem of energy consumption and environment protection.

УДК 796.015.86

Терьохіна Є. Ю.¹, Соболев Ю. О.²

¹студ. гр. Е-425 ЗНТУ

²канд. філол. наук., доц. ЗНТУ

WAR OF THE CURRENTS

Starting in the late 1880s, Thomas Edison and Nikola Tesla were embroiled in a battle now known as the War of the Currents.

Edison developed direct current – current that runs continually in a single direction, like in a battery or a fuel cell. During the early years of electricity, direct current (shorthanded as DC) was the standard in the U. S. But there was one problem. Direct current is not easily converted to higher or lower voltages. Tesla believed that alternating current (or AC) was the solution to this problem. Alternating current reverses direction a certain number of times per second – 60 in the U. S. – and can be converted to different voltages relatively easily using a transformer. Edison, not wanting to lose the royalties he was earning from his direct current patents, began a campaign to discredit alternating current. He spread misinformation saying that alternating current was more dangerous, even going so far as to publicly electrocute stray animals using alternating current to prove his point. The Chicago World's Fair – also known as the World's Columbian Exposition – took place in 1893, at the height of the Current War. General Electric bid to electrify the fair using Edison's direct current for \$554,000, but lost to George Westinghouse, who said he could power the fair for only \$399,000 using Tesla's alternating current. That same year, the Niagara Falls Power Company decided to award Westinghouse – who had licensed Tesla's polyphase AC induction motor patent – the contract to generate power from Niagara Falls. Although some doubted that the falls could power all of Buffalo, New York, Tesla was convinced it could power not only Buffalo, but also the entire Eastern United

States. On Nov. 16, 1896, Buffalo was lit up by the alternating current from Niagara Falls. By this time General Electric had decided to jump on the alternating current train, too. It would appear that alternating current had all but obliterated direct current, but in recent years direct current has seen a bit of a renaissance. Today our electricity is still predominantly powered by alternating current, but computers, LEDs, solar cells and electric vehicles all run on DC power. And methods are now available for converting direct current to higher and lower voltages. Since direct current is more stable, companies are finding ways of using high voltage direct current (HVDC) to transport electricity long distances with less electricity loss. So it appears the War of the Currents may not be over yet. But instead of continuing in a heated AC vs. DC battle, it looks like the two currents will end up working parallel to each other in a sort of hybrid armistice. And none of that would be possible without the genius of both Tesla and Edison.

УДК 64

Еремина С. А.¹, Соболев Ю. О.²

¹студ. гр. ЕА-425 ЗНТУ

²канд. філол. наук, доц. ЗНТУ

NUTRITION. HEALTHY DIET

I believe everyone thought, at least once, about healthy nutrition and its benefits, about the food products that are preferable and those that either must be excluded from one's food ration or their consumption should be limited. Nowadays, we are all aware of the fact that we should be eating a healthy diet. We get advice from everywhere: TV, radio, books, magazines, videos and Internet as well as friends, colleagues and family. When the most of us hear the word 'diet', we immediately think about trying to get slim. But, a diet should be about more than just trying to lose weight. What we eat should keep us fit and healthy and make us feel energetic. With the right eating plan, anyone can feel great. We are what we eat! Socrates once said: «Other Men live to eat, I eat to live».

Any food is food for each cell in the whole organism so our state depends on the food we eat. I prefer healthy food. I think many people have simply forgotten what the purpose of food is. But the primary purpose of food is to supply a human organism with substances necessary for its normal functioning. For example, our body needs more vitamins and minerals but it doesn't need much cholesterol. We can find vitamin A in fish, butter, carrots and broccoli. Vitamin A is good for our eyes. Also, vitamins C, D, E helps our bodies process the foods we eat, good for our bones and teeth, keeps our skin healthy. Minerals such as iron, calcium, potassium, sodium and zinc can be found in bananas, meat, seafood, eggs, milk

product and cereals. The use of these products helps to keep the right amount of water in our bodies and helps to process carbon dioxide. Inclusion in your diet all the nutrients keeps your blood sugar at a healthy level and stops you from experiencing the symptoms of low blood sugar (hunger, dizziness and confusion). It's better to avoid using fat-containing products. Also we should not forget about drinking. Next time you reach for the coffee machine, stop, and have glass of water instead. Without plenty of water, you will feel exhausted and may suffer from headaches. The regime of eating is also important. It means we need to eat at certain hours during the day. For example, breakfast at 8 am, lunch at 1 pm, snack at 4 pm and dinner at 6 pm. Along with healthy eating, we should try to keep fit by doing exercise, cycling, spending less time in front of the TV and not smoking. After studying this aspect I decided to change my ration in a big way. It was difficult during the first week, but then I get used to it rather quickly. In a month I noticed changes in my organism functioning. I started to feel better and more vigorous. A person must try to improve himself, and one of steps to it is the healthy nutrition. It does not take much effort to eat healthily food and you will soon feel the benefits. The secret is that when you feel good, you look good.

УДК: 629.331 = 111 MERCEDES – BENZ

Ивашенко В. В.¹, Бикова Ю. О.²

¹студ. гр. Т-815 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

THE NEW GLC COUPE

The dynamic, expressive styling of the GLC Coupé concept was the centre of attention at its world premiere in 2015 in Shanghai. It unites the typical stylistic elements of a coupé with the design language of current SUV models. Just one year later, this promise has become a reality: the new GLC Coupé translates the design idiom of the show car, with its distinctive basic structure and stretched greenhouse, virtually unchanged into series production. At the same time, the sports car among Mercedes-Benz's mid-size SUVs impresses with its brand-typical safety, modern assistance systems and an especially sporty and dynamic character. The standard-fit sports suspension as well as more direct sports steering, DYNAMIC SELECT and 4MATIC permanent all-wheel drive with 9G-TRONIC nine-speed automatic transmission combine effortlessly superior ride comfort with decidedly sporty agility.

Two suspension variants with continuously adjustable damping are optionally available: the new DYNAMIC BODY CONTROL with steel springing as well as

the already familiar AIR BODY CONTROL multi-chamber air suspension. Both options make for further enhanced driving dynamics and comfort.

The combination of multifunctional SUV and emotively appealing coupé constitutes a skilful of emotion and intelligence. The Coupé is almost eight centimetres longer and some four centimetres lower than the multi-talented GLC, with which it shares its basic architecture. The GLC Coupé owes its distinct character to a typically coupé-esque, single-louvered diamond radiator grille and a restyled, dropping roofline. The A-pillar is less steeply raked, while the continuation of the roof outline is lower, terminating in the elegantly flowing, muscular rear end typical of a coupé.

The rear window dispenses with a wiper, as the airflow does not break away until after the spoiler lip, which means that water is unable to strike the rear window.

The styling of the rear end gives added emphasis to the vehicle's coupé genes. With its pronounced shoulders, muscular bumper design with integral exhaust tips and underide guard in the form of a diffuser, the wide rear end of the GLC Coupé underlines the vehicle's athletic looks while enabling the coupé to hug the road. Narrow, split tail lights, a centrally positioned brand star and a sharp spoiler lip reflect a design that made its debut with the S-Class Coupé and which all Mercedes-Benz coupé models have since followed. Relocated to the lower section of the bumper, the number plate as well as the typical form of the rear window with its rounded upper area is among the further stylistic features. Like the headlamps, the night design of the LED tail lights sports the typical light signature of Mercedes-Benz.

The new GLC Coupé comes as standard with sports suspension including DYNAMIC SELECT with the five transmission modes «ECO», «Comfort», «Sport», «Sport Plus» and «Individual». DYNAMIC BODY CONTROL sports suspension with steel springing and adjustable damping is optionally available. Also with this option, DYNAMIC SELECT allows the driver to adapt the individual character of the vehicle.

Uniquely in this market segment, the suspension can be equipped with fully supporting multi-chamber springing and electronically controlled, continuously adjustable damping. The AIR BODY CONTROL air suspension combines excellent driving stability and optimal comfort with sporty agility. Specific characteristics are preselected depending on the DYNAMIC SELECT settings. In «Sport Plus» mode, the occupants feel as if they are sitting in a sports car with a high level of lateral dynamics due to the even stiffer suspension, which is lowered by 15 millimetres. «Comfort» mode ensures an especially comfortable ride with soft suspension. Further benefits of the system include reduced roll when cornering, automatic load sensing and lowering of the load compartment sill by four centimetres for more convenient loading and unloading.

Aluminium components additionally reduce the weight of the suspension, which also benefits ride comfort due to the attendant reduction in unsprung masses. The optional, fully supporting AIR BODY CONTROL multi-chamber air suspension features spring elements in lightweight yet robust glass-fibre-reinforced plastic, which reduce the system weight compared with conventional air suspensions. The use of the new compact transfer case as an add-on module and the 9G-TRONIC with its magnesium transmission housing results in a 12-kilogram weight reduction compared with the previous versions installed in other models.

The new GLC Coupé impresses even in its basic equipment configuration, which includes light-alloy wheels measuring 45.7 centimetres (18 inches) in diameter, the Chrome package with visible exhaust tips, EASY-PACK tailgate, Audio 20 CD multimedia system, reversing camera, KEYLESS-GO start function and upholstery in ARTICO man-made leather. Also included as standard are assistance systems such as COLLISION PREVENTION ASSIST PLUS, Crosswind Assist, Headlamp Assist, ATTENTION ASSIST and ESP® with Curve Dynamic Assist. Comfort and safety can be significantly further enhanced by additional driver assistance systems. In keeping with the Mercedes-Benz tradition, the body forms the foundation for exemplary crash safety. A high-strength safety passenger compartment forms the core of this concept. In addition to 3-point seat belts with pyrotechnical and reversible belt tensioners and belt-force limiters for driver, front passenger and those in the outer rear seats, numerous airbags serve to protect the vehicle's occupants in an accident.

Similar to other Mercedes-Benz models, the GLC Coupé will also be available from launch as an Edition 1 model, offering a series of exclusive appointments, such as AMG Line exterior.

УДК 629.331=111BMW

Троян А. С.¹, Бикова Ю. О.²

¹студ. гр. Т-815 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

HISTORY OF THE COMPANY BMW

BMW is the German car company, specializing in the production of passenger cars and sports cars, motorcycles and all terrain vehicles headquartered in Munich.

The history of BMW began in 1913 on the northern outskirts of Munich, where Karl Rapp and Gustav Otto created two small aircraft engine company. So there was a plant in Munich aircraft engines, which was July 20, 1917 registered under the name Bayerische Motoren Werke («Bavarian motor factories») – BMW.

In September 1917, the emblem of the company was approved: a stylized rotating propeller, later for clarity was replaced by a circle of four sectors: two white meant rotating blades, and two blue – sky shines through them.

The history of BMW is characterized by three periods of recession:

- The stage after the end of World War I;
- The stage after the end of World War II;
- 50th years of the 20th century.

But every downturn has consistently followed a new revival.

In 1916, after the First World War, the firm was on the verge of collapse, as the Treaty of Versailles forbade Germans to produce engines for aircraft. And then Karl Rapp and Gustav Otto redesigned the plant to the production of motorcycle engines and then motorcycles themselves.

In 1923, BMW released their first motorcycle the R32, which at the Paris motosalone immediately gained a reputation for fast and reliable machine, confirming an absolute record in international motorcycle racing speed 20s-30s.

The first own BMW car appeared April 1, 1932. BMW 3/15PS combined in itself as innovative ideas and models borrowed from the Dixi. Motor power was 20 hp and a top speed reached 80km / h.

The end of World War II was the second catastrophic decline for the group. The war destroyed the economy of Germany, and the BMW group was no exception. In addition, in connection with the production of aircraft engines and rockets during the war winners issued an order to ban their production for three years.

First, the company established production of motorcycles. Then came compact car «Isetta» (Izetta) – an unusual symbiosis of a motorcycle with a car.

But after a few years, the company was again on the verge of collapse. It was the only time in the entire history of BMW, when a corporation was wrong to calculate the economic situation and the machines they had issued the demand. The Management Board and the Supervisory Board of the company recommended to sell the company. However, small shareholders and sales agents resisted this decision, and the company joined forces again took the leading position in the automotive industry.

A new success started with the emergence in 1962, the BMW 1500, the representative of a new class of compact sports cars. The demand for these cars was so high that production capacity could not cope with the volumes.

In 1988 starts the first German production car equipped with 12-cylinder engine – the Roadster Z1, built in 8000 copies and became the bearer of cutting-edge technologies.

Released in 1990, the BMW 850i twelve-cylinder engine with a unique way combined the sporting qualities and superior comfort.

Beginning in 1999 marked the debut of the BMW X5, which became the world's first Sports Activity Vehicle. This machine uniquely combines the elegance and practicality.

2000 BMW for the company was a record in terms of sales. For example, in the Russian market sales increased by 83% compared with the previous year 1999.

In 2001 the company again completed another record sales of its cars in the world. The most important achievement was the premiere of the new BMW 7, which opened up new horizons and opportunities to win the first place in the class «luxury» segment representation limousines.

In 2007, the auto show in Frankfurt presented the concept of the new car BMW X6. It combines the features of a SUV (four-wheel drive, high ground clearance, large wheels), as well as signs of the compartment (strong slant of the roof at the rear of the vehicle). In addition, BMW X6 first SUV that is equipped only with an automatic transmission.

In 2008, BMW produced 1,203,482 cars (the drop was 7.6% compared to the same period of 2007), total number of employees – 100,041 people, revenue for 2008 was 53.2 billion Euros, net profit – 330 million Euros.

In April 2009, the public was presented the sports version of X6 M. That is a model xDrive50i with uprated to 555 liters from engine with Twin Turbo technology.

Currently, the corporation BMW, which at the beginning of the last century began with a small aircraft engine plant, includes 5 plants in Germany (Dingolfing, Regensburg, Leipzig, and Munich) and the USA (Spartanburg), as well as 22 subsidiaries scattered around the world. In Russia, BMW cars are going in Kaliningrad («Autotor»). It also operates a joint venture with China BrillianceAuto. BMW – one of the few automotive companies, which carries out the entire assembly by hand without using robots plants.

In the entire history of BMW cars issued by it are a kind of symbol of the highest quality means of transport.

УДК 624.072.32

Ищенко С. С.¹, Калантаева О. А.²

¹студ. гр. ИФ-815 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

GOTHIC ARCHES

Gothic architecture is a style of architecture that flourished during the high and late medieval period. It evolved from Romanesque architecture and was succeeded by Renaissance architecture. Originating in 12th-century France and

lasting into the 16th century. Gothic architecture is most familiar as the architecture of many of the great cathedrals, abbeys and churches of Europe. A series of Gothic revivals began in mid-18th-century England, spread through 19th-century Europe and continued, largely for ecclesiastical and university structures, into the 20th century.

Basic shapes of Gothic arches and stylistic character:

Lancet arch.

The simplest shape is the long opening with a pointed arch known in England as the lancet. Lancet openings are often grouped, usually as a cluster of three or five. Lancet openings may be very narrow and steeply pointed. Lancet arches are typically defined as two-centred arches whose radii are larger than the arch's span.

Equilateral Arch.

Many Gothic openings are based upon the equilateral form. In other words, when the arch is drafted, the radius is exactly the width of the opening and the centre of each arch coincides with the point from which the opposite arch springs. This makes the arch higher in relation to its width than a semi-circular arch which is exactly half as high as it is wide. The Equilateral Arch gives a wide opening of satisfying proportion useful for doorways, decorative arcades and large windows.

The structural beauty of the Gothic arch means, however, that no set proportion had to be rigidly maintained. The Equilateral Arch was employed as a useful tool, not as a principle of design. This meant that narrower or wider arches were introduced into a building plan wherever necessity dictated.

Flamboyant arch.

The Flamboyant Arch is one that is drafted from four points, the upper part of each main arc turning upwards into a smaller arc and meeting at a sharp, flame-like point. These arches create a rich and lively effect when used for window tracery and surface decoration. The form is structurally weak and has very rarely been used for large openings except when contained within a larger and more stable arch. It is not employed at all for vaulting.

Depressed arch.

The depressed or four-centred arch is much wider than its height and gives the visual effect of having been flattened under pressure. Its structure is achieved by drafting two arcs which rise steeply from each springing point on a small radius and then turn into two arches with a wide radius and much lower springing point. This type of arch, when employed as a window opening, lends itself to very wide spaces, provided it is adequately supported by many narrow vertical shafts. These are often further braced by horizontal transoms. The overall effect produces a grid-like appearance of regular, delicate, rectangular forms with an emphasis on the perpendicular. It is also employed as a wall decoration in which arcade and window openings form part of the whole decorative surface.

GOTHIC ARCHES-ORIGINS

Gothic art was a style of Medieval art that developed in Northern France out of Romanesque art in the 12th century AD, led by the concurrent development of Gothic architecture. It spread to all of Western Europe, never quite effacing more classical styles in Italy. In the late 14th century, the sophisticated court style of International Gothic developed, which continued to evolve until the late 15th century. In many areas, especially Germany, Late Gothic art continued well into the 16th century, before being subsumed into Renaissance art. Primary media in the Gothic period included sculpture, panel painting, stained glass, fresco and illuminated manuscripts. The easily recognizable shifts in architecture from Romanesque to Gothic, and Gothic to Renaissance styles, are typically used to define the periods in art in all media, although in many ways figurative art developed at a different pace.

The earliest Gothic art was monumental sculpture, on the walls of Cathedrals and abbeys. Christian art was often typological in nature (see Medieval allegory), showing the stories of the New Testament and the Old Testament side by side. Saints' lives were often depicted. Images of the Virgin Mary changed from the Byzantine iconic form to a more human and affectionate mother, cuddling her infant, swaying from her hip, and showing the refined manners of a well-born aristocratic courtly lady.

The word «Gothic» for art was initially used as a synonym for «Barbaric», and was therefore used pejoratively. Its critics saw this type of Medieval art as unrefined and too remote from the aesthetic proportions and shapes of Classical art. Renaissance authors believed that the Sack of Rome by the Gothic tribes in 410 had triggered the demise of the Classical world and all the values they held dear. In the 15th century, various Italian architects and writers complained that the new 'barbarian' styles filtering down from north of the Alps posed a similar threat to the classical revival promoted by the early Renaissance.

Gothic architects adopted a broken arch in imitation of the Latin, originally without even realizing its fully static benefits. That is why in the early Gothic architecture, the pointed arch was originally used on a par with semicircular. Such combinations are clearly visible, for example, in the construction of the Cathedral choir of Nuayonskogo (XII–XIII century) and the church of Saint-Germain-des-Près (XI–XII century). Borrowing the form of lancet arches, French architects eventually completely replaced it in the construction of semicircular arches and domes, one of the first examples of which are the vaults of the narthex of the Basilica of St. Mary Magdalene in Vezelay Abbey, erected in 1135.

УДК 678.74

Авраменко К. А.¹, Калантаева О. О.²

¹студ. гр. М-715 ЗНТУ

²вickl. ЗНТУ

POLYMERS

Polymers (Greek. πολύ – a – lot; μέρος part) – inorganic and organic, crystalline and amorphous substances, consisting of «monomer units» connected in a long macromolecule chemical or coordination bonds.

The polymer is a high molecular weight compound: the number of monomer units in the polymer (degree of polymerization) must be sufficiently large (otherwise the connection will be called oligomer).

The polymer is formed from monomers by reactions of polymerization or polycondensation. To polymers are numerous natural compounds: proteins, nucleic acids, polysaccharides, rubber and other organic substances.

The names of the polymers formed from the monomer names with the prefix poly-: polyethylene, polypropylene, polyvinyl acetate, etc.

Special mechanical properties: elasticity (rubbers), low fragility of glassy and crystalline polymers (plastics, organic glass).

The chemical composition of all polymers are divided into organic, Organoelement, inorganic.

It should be noted that in engineering polymers are often used as components of composite materials such as fiberglass.

Man has long used natural polymers in my life. It leather, fur, wool, silk, cotton, etc., used for making clothes, different binders (cement, lime, clay) that form after proper processing, the three-dimensional polymeric body, widely used as building materials.

Many polymers, such as polyurethanes, polyester and epoxy resins, are prone to inflammation, which is often unacceptable for practical application. To prevent this purpose, various additives are used or halogenated polymers.

Thanks to the valuable properties, polymers used in machine building, textile industry, agriculture, medicine, automobile and shipbuilding, aircraft industry and in everyday life (textiles, leather products, crockery, glue and varnishes, jewelry and other items). On the basis of high-molecular compounds are made of rubber, fiber, plastics, films and coatings.

The polymers began to trust more and more responsible tasks. Polymer began to make more and more relatively small, but structurally complex and critical parts of machines and mechanisms, and at the same time, increasingly polymers have been used in the manufacture of large body parts for machines and mechanisms, carrying heavy loads.

At the same time, the polymers maintained their position in mass production of a vast number of those parts, which does not require particularly high strength: plugs, fittings, caps, arms, scales and measuring devices buildings.

Moreover, for many machines and devices only use corrosion-resistant finishes of synthetic materials has provided reliable, long-term operation.

And apparatus for chemical production? Within them there are such aggressive environment that no vintage steel would not stand. The only way is to make the inner lining of platinum or of a film of PTFE. The plating bath can only work under the condition that they and suspension design is covered with synthetic resins and plastics.

Another area of application of polymeric materials in mechanical engineering, worthy of special mention is the manufacture of metal-cutting tools.

By the way, the same benefits and stimulate the wide use of polymeric materials in the aviation industry. For example, replacement of aluminum alloy by gravitation in the manufacture of the slat of an airplane wing reduces the number of parts from 47 to 14, the fastener – from 1464 to 8 bolts, a weight reduction of 22%, cost by 25%.

УДК 725.941

Апостолова М. В.¹, Калантаева О. А.²

¹студ. гр. ИФ-815 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

MODERN ARCHED TYPE STRUCTURE

Modern Arch Structures (MAS) – Imagine a structure that stands up to any natural disaster or fire, costs a fraction of conventional construction, an exterior shell that can be built in two weeks (subject to concrete cure time, and exterior finish selection), can be made extremely energy efficient, and has an exterior structure, including roofing and siding, with an expected life span of hundreds of years with virtually NO maintenance.

CEDAR CITY, Utah – Modern Arch Structures, LLC (MAS™) has developed an innovative system for designing and building homes out of an arch structured design that is both affordable and built to last. The arch structures have a variety of applications including but not limited to residential, commercial, industrial, and public service arenas. The design uses components that are a part of the final design and has a one week construction time period. Each model consists of a square concrete foundation, a concrete encapsulated plumbing raceway and electrical conduit, and has a thin shelled concrete structure. The system is open and

spacious with square corners and high ceiling height and comes with a variety of exterior finishes and optional accessories.

The MAS system is made out of 100% concrete with formed openings for windows and doors making it almost entirely indestructible forming a life span of 100s of years. The arch structure is natural disaster proof, fire Proof, environmentally friendly, and requires virtually zero maintenance. It also comes with a 20 year unconditional warranty which can be extended to 200 years for a nominal 10 year inspection fee. It all depends on what options and accessories you desire but a standard structure including plumbing and electrical would cost you well under \$25 (USD) per sq. ft.

An Arch is basically a curved structure that is used to bridge an opening. It is able to support heavy load and forces that acts from above it. Arches can actually be arranged together as a set to form a vault, a structural group consisting of a set of arches, normally to form a roof or a ceiling. Vaults are commonly found in buildings that were erected during the Gothic period.

After more than 2000 years, the arch continues to feature prominently in bridge designs. One good reason for this excessive usage is that the arch evenly distributes compression and force acting throughout its entire structure onto its two abutments, the component of the bridge that takes on the pressure directly, which is better known as the base of the arches.

Modern arches make use of steel and pre-stressed concrete apart from masonries and stones, or the Special Roman Concrete, which was used in ancient times. Also, beams and trusses are used in modern arches, making the structure more rigid and able to span further than any arches from the ancient civilizations. A typical Modern arch span between 60 to 245 meters. However the Chaotianmen Bridge, the longest arch bridge at the moment, spans an impressive 552 meters!

One iconic Arch Bridge is the Sydney Harbour Bridge. It is also one of the symbols of Australia and an example of a modern arch bridge. Also known as the 'Coathanger', the bridge was opened on the 19th of March 1932, after 6 years of construction. This bridge is like Australia's version of New York's Statue of Liberty.

The bridge has a span of about 503 meters, the 6th longest arch bridge currently. The Arch consists of two 28-paneled arch trusses. It spans about 500m. However, the steel structure expands on hot days, increasing the height of the arch from 134 meters to about 18 centimeters more. To accommodate the expansion and contraction, a resultant of the change in temperatures, large steel pins support each ends of the Arch at its bases. Thus, avoiding stresses that would otherwise cause a terrible damage on the iconic structure.

Many of these magnificent clever forms of arch structures wouldn't be realised if the Romans weren't daring and adventurous enough to explore new ways to innovate the basic arches used by the Etruscans. The basic small span arches to build tombs or small roofs, limiting to small buildings. The ancient

Romans however, were a clever and productive bunch of people. They managed to innovate the arch to build huge, grand, and long spanning structures like aqueducts and amphi-theatres. Ancient Rome has evolutionized civil engineering then, and influenced the modern civil engineers, which can be seen from examples of the modern day arch structure's architects that are also as daring enough as the ancient Romans to build it BIGGER, LONGER, and STRONGER!

УДК 725.941

Верба А. В.¹, Калантаева О. А.²

¹студ. гр. ИФ-815 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

ROMAN TRIUMPHAL ARCHES

Titus, who was considered sensible or filled with nobility by the emperor, the rules are relatively short-lived (79–81 years.). Arch erected in honour of the ruler after his death.

Perfect shape, shiny white single-span arch (15.4m high, 5.33m wide) has been the basis of the sculptural group of the emperor in a chariot. Exploding stone classic array warrant gave the adequacy and clarity of forms.

On both sides of the opening arch of Titus are two Corinthian columns. Decorates high arch superstructure – the attic, with a dedication to Titus, «From the Senate and people of Rome.» He entablature and attic above it, the contrasts of light and shadow enhance the plastic and pictorial expressive forms. The middle part of the arch above the archivolt two short flying figure of the goddess of victory – Victoria, executed in low relief. They seem to be crowned the winner.

Arch span space expands paneled arch (small depressions on the surface of the ceiling or vault, with mostly square) and wall reliefs beautifully interpreted songs depicting the solemn procession triumphant and the legionaries with trophies, captured in the churches of Jerusalem.

Building a high-relief, its black and white effects enhance the feeling of depth of the arch span. Stormy Legionnaires' movement accurately pulled from relief plane in the real space. Paphos their gestures like a second triumphal theme of architecture. The colouring and gilding enhance the vitality and picturesque scenes.

Depicted in the scenes arches correspond to the moment passing through it, so that the viewer cannot help be attached to the act, as it were, becomes a party scene. At the top of the statue of the emperor in a chariot drawn by horses Quartet.

Later it was erected complex three-span triumphal arches: Septimius Severus (the end of the II century AD), Constantine (VI century BC).

Arch of Septimius Severus was erected in 203, at the Roman Forum in memory of the victory over the Parthians and the Arabians, and in honour of Septimius Severus and his sons – Caracalla and Geta (last name was erased after his brother killed Caracalla).

This high (23m) three-span arch, decorated on both sides of the four columns with composite capitals, entablature bearing raskrepovan finishes smooth high attic.

Plinth columns and the entire surface of the walls are entirely covered with reliefs commemorating the victory of the North. Design feature arches are small arched spans connecting the middle span of the arch to the side. In artistic terms Arch of Septimius Severus because of congestion ornaments violating tectonic clarity, inferior arches Avrycta and Titus.

Arch of marble, the foundation is made of brick and travertine facades each of the four columns that make up the arch, decorated with reliefs. The sculptures depict scenes of the Emperor fighting the Parthians. In the left column there is a door height of 5m.

From here a staircase leads to Attica, where there are four rooms. Above the attic majestic Quadriga with statues of the emperor and his sons. From an artistic point of view comparable to the arch column Brand Avreliya.

At the beginning of the 4th c., In 315, it was built the Arch of Constantine. This three-span arch, decorated on both sides of four Corinthian columns supporting an entablature raskrepovan; above the columns placed statues of prisoners.

Arch finished attic with an inscription and reliefs. All construction is almost entirely covered with reliefs. A significant portion of them were transferred to a rannih monuments (figure captives – Dacian barbarian installed above the columns and ornaments of the main arch, medallions with scenes of hunting and sacrifice related to the first half of the II district i. e. number of reliefs probably removed from the arch of Trajan).

Reliefs 4th century show extreme roughening techniques and compositional skill: they applied conditional zoning, filling the entire space figures, making reliefs in the likeness of the carpet and destroy buildings tectonics.

In recent literature suggested that the Arch of Constantine is a reworking of earlier arches, which explains its strict proportions (Arch, 21 meters wide and over 25 meters).

The building, which was built in honour of Marcus Aurelius, was borrowed Attic bas-reliefs, which depict scenes of war and the triumph of the emperor. Near the arch was cone fountains Meta Sudante I in. n. e., from which «bleed» water.

Arch of Constantine is the most famous and well-preserved triumphal arch, as well as a prime example of the latest artistic and cultural splendour of Rome IV century.

УДК 669.018.295

Ищенко А. В.¹, Калантаева О. А.²

¹студ. гр. М-715 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

METALLOGRAPHY OF DURALUMIN

Duralumin is a strong, light weighted and hard alloy of aluminium.

Duralumin (also called duraluminum, duralum, duraluminium, duralium or dural) is the trade name of one of the earliest types of age-hardenable aluminium alloys.

It is an alloy made up of 90% aluminium, 4% copper, 1% magnesium and 0.5% to 1% manganese.

It is a very good conductor of heat and electricity.

It is odourless, and reacts with the oxygen that is around, and forms aluminium oxide.

It has a high strength, which can be easily lost during welding. So it can be easily transformed, and hence is used in aircraft construction. It is suited for aircraft construction because of its lightweight and high strength.

It is used for making wire, bar and rods for the screw machine products. It is used in places where good strength and good machinability are required.

It is used in heavy-duty forgings, wheels, plates, extrusions, aircraft fittings, space booster tankage and track frame, and other suspension components. It finds applications in places where high strength is required, and services at elevated temperatures.

It is used for making Aircraft structure, truck wheels, screw machine products, rivets and other structural application products.

It is also used in forgings, in aircraft engine pistons, impellers of the jet engines and the compressor rings.

Often, it undergoes artificial aging at a temperature of about 190 degree Celsius.

This heat treatment ultimately leads to the inculcation of various strengths in duralumin.

УДК 69:620.9

Поварчук В. А.¹, Калантаєва О. О.²

¹студ. гр. ІФ 811, ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION AREA: PROBLEMS AND SOLUTIONS

In the current economic conditions, the constant change of the prices on fuel and energy resources and their limitation, directly affects the economic condition of the country as a whole and its components in particular. Inefficient use of resources entails their significant cost overruns, which directly leads to the overpayment, as a consequence, it worsens the financial situation of the citizens and government in general and the deterioration of the ecological situation in the regions. That is why the introduction of innovative energy-saving technologies and their widespread use in the construction industry will help to increase energy efficiency constructed and existing buildings and structures. That will significantly reduce the tariffs for utility services, reduce the burden on the state, regional and city budgets, and as a result will lead to the well-being improvement of all citizens in general, and the state in particular.

The market of modern Western and Eastern energy saving technologies offers a wide range of options for saving and rational use of energy resources. The experience, policy, regulatory and legal documentation, qualified human resources and citizens' awareness of the benefits of energy-saving technologies in the foreign countries, provides a general introduction of these technologies in their construction area, as result, they provide a high efficiency of energy consumption and costs.

The main ways of increasing the energy efficiency of buildings and structures is to reduce heat loss with the usage of modern energy-saving technologies and materials, reduce energy costs by implementing intelligent power distribution systems and solar panels, reducing heat losses delivery to the buildings by installing modern self-contained heating systems instead of the centralized systems, etc.

The main problems of the implementation of energy saving technologies in the construction area are the imperfection of the legislative framework, administrative barriers, outdated regulatory documents, low-skilled labor resources, high cost of the technology usage, low motivation and awareness of people about the benefits of energy-saving technologies.

The main point of the research work is to compare the foreign and national experience of the implementation and application of energy-saving technologies, legislative and regulatory documentation, methods of promotion of the energy-saving technologies usage among the citizens and at the end, basing on this information to find the main ways for problem solution.

COST ENGINEER

It is one of the most important jobs in such branches as construction, wire bonding, plumbing, restoration, maintenance of urban road networks, housing and utilities infrastructure, improvement, equipment commissioning etc.

He helps to solve the main questions: How much does it cost? Which labor expenditures (man- or equipment-hours) must be involved? Which materials, equipment and products must be bought? In which quantity? What are the revenues of the company, employees, engineers, state (from taxes) and which obligatory payments must be paid according to current legislation?

He allows foreseeing a wide range of possible expenses in case of inflation, as well as various risks; spending on design and survey, engineering supervision; spending on work execution in summer and in winter periods, and many other aspects which disclose the overall cost of the project in the early stage of pricing, that helps to avoid additional spending in future.

He optimizes data irrespective of the dimensions of a construction unit, dividing it into sub-units depending on the kind of construction works, the order of execution, the type, including all material and labour resources, at any stage of work execution.

The main task is to help all participants not only to minimize expenses, but also to avoid many problems in the process.

No system is perfect, and work estimates are not an exception. Scientific research in this sphere must concentrate on accurate determination of employees' working efforts in compliance with modern tendencies, taking into account modern materials, tools and their cost, as the majority of calculations is based on the experience and scientific research of the ex-USSR period.

Some work types are underestimated (labour expenses are understated) in comparison with other work types of the same segment, although physical and moral aspects of the former are often equal or sometimes even exceed those of the latter, but they are estimated lower (e. g., concreting, stonework, plumbing, wire bonding etc.). The possible solution to this problem can lie within scientific research connected with comparison, examination, measurement and gauging, that will lead to corrections in national regulations.

The labour of a person must be properly standardized and adequately paid not only in neighboring countries where builders and constructors from Ukraine are in demand, but also in our country, because the work is the same although it is estimated differently.

УДК 7.034

Горбенко А. М.¹, Калантаева О. А.²

¹студ. гр. ІФ-815 ЗНТУ

²викл. ЗНТУ

PECULARITIES OF GOTHIC ARCHES

Like any art style, the Gothic style had its own peculiarities. Characteristic of Gothic art was considered broken arches, the transition to which is due to the desire to preserve locks of arches on the same level. But also arches could act solely decorative reasons, such as in the choir of the Church of Saint-Germain des Pres. In such cases, the starting point in the construction of the arches on the ribs was not the usual jaw Lancet arch, diagonal and semicircular outlines.

But the main feature of Gothic architecture is the ribbed vault. In turn the Gothic rib resembled a brick frame Roman groin vaults. Ribs, laid larger clutch, give less shrinkage and form in the mass of the arch as a frame, which takes most of the load, causing it to compression force that is distributed across the ribs and receiving the vertical direction. But there were exceptions, because the meet the arches, the ribs of which are not located in the same vertical plane and which could not be performed on a simple wooden farms. Therefore these features of construction, the entire construction loses some of its stiffness, which is inseparably accompanied the cross to set: in the case of deposition is no more reason to fear the irreparable cracks in the brickwork, all of which are mutually interconnected. So we can conclude that Gothic art is characterized by not using a particular shape of the arch, but the very idea of an original design that stands out from the mass of the active set frame.

УДК 629.322

Шмиткіна К. В.¹, Виногреєва О. М.²

¹студ. гр. Т-311 ЗНТУ

²старш. викл. ЗНТУ

GREEN VEHICLE AS A CHANCE TO SAVE THE NATURE

Unfortunately, today our nature is being hurt by people. Factories, automobiles, buses are like criminals, who try to do everything to kill the nature. Moreover, they try to ruin people's health.

On the other hand, we still have chances to save at least part of our nature. There are a lot of scientists who try to design ecological means of factories and transport. Green vehicle is the one that can help people to live in a «healthy surrounding».

Green vehicle is a road motor vehicle that produces less harmful impacts to the environment than conventional internal combustion engine vehicles running on gasoline or diesel, or one that uses certain alternative fuels. Apart from its being ecologically-friendly means of transport, it has some other advantages. They are maintenance simplicity, silent engine-working, cheap refueling. Moreover, green vehicle is a stylish kind of transportation. If you have it in our country, you will be 100% in the center of attention.

The concept is new and original, so designers have a lot of things to do to make green vehicle perfect. It has the following shortcomings to work on:

- 1) speed – to save power it is limited to 80–100 km / h;
- 2) expensive battery – after a few years of usage you have to change your battery, but it costs about 1 thousand euro;
- 3) comfort – battery in such cars can be quickly discharged by air conditioning; therefore, it is normally not used;
- 4) little choice – only few companies produce green vehicle;
- 5) there are only few stations where you can charge your battery – in Kyiv you can charge your green vehicle only at 5 places;
- 6) price – the minimum prize of such vehicle is \$30000, the normal price is \$100000;
- 7) small distance – it is not designed for moving to other cities; even if we have enough places for charging, the process of charging lasts at least 2–3 hours.

On the other hand, nothing is ideal in our life. I think if people made an effort, in future we could use green vehicle in everyday life in Ukraine or for moving to other cities and countries, such cars wouldn't be so expensive, battery problems could be solved and we would enjoy our comfortable environmentally-friendly transportation.

Besides, our government could support the idea of mass green vehicle usage. For example, in Norway buying a green vehicle is not taxed, the owners of such cars has preferential parking in the centers of large cities and moving along toll roads is free for them. That is why nowadays every fifth vehicle registered in Norway is the one using electrical engine.

So, to my mind everything is in our hands. Don't you want to breathe fresh air instead of car exhaust? Don't you want to move silently and not to waste a lot of money on engine? I wish every family in Ukraine would have a green vehicle. It would be the first step for saving our dying beautiful nature.

PROBLEMS OF APPLICATION OF MODERN IT WHEN MONITORING VEHICLE MOVEMENT

Development of logistics is nowadays closely connected with application of general positioning systems. They provide effective usage of vehicles due to the fact that they:

- optimize scheduling of tasks and transportation;
- keep track of objects location, check status of on-board devices, manage traffic flows effectively.

Usage of global navigation systems is an informal standard procedure to manage vehicles of all reputable transportation logistic companies, including those present in Ukraine as well as international, e. g.: UPS, FedEx – the USA; TNT – the Netherlands; Spaarman GmbH – Germany, Orlan-Trans – Ukraine, etc. Such systems enable you view of the cargo location, as well as provide a number of advantages:

- they make it possible to schedule timely deliveries and interrupt transportation process, if necessary;
- they simplify inventory management, purchasing, transportation, warehousing, consultation, and the organizing and planning of these activities;
- they increase working efficiency of the staff, both drivers of vehicles and manager.

Global navigation systems in logistics include:

- satellite communication systems;
- global positioning systems (GPS);
- automatic vehicle location (AVL) systems.

Experience of both foreign and Ukrainian transportation companies shows that expenses of buying global navigation systems are justified and lead to bigger profit than such measures increase in the number of vehicles without such systems.

Satellite positioning is a method of determining coordinates of an object with the help of satellite systems. Nowadays three global positioning systems: American NAVSTAR, Russian GLONASS, and European GALILEO. The most suitable for the needs of logistics, especially for servicing automobile vehicles is global navigation satellite system GPS. Transportation logistics companies use GPS to monitor cargo movement and inform their clients correspondently.

Automatic Vehicle Location Systems automatically determine and transmit the geographic location of a vehicle. Among its main characteristics are accuracy and reliability of locating the position.

There are a few methods to locate vehicles. To track and locate vehicles along fixed routes, a technology called Signpost transmitters is employed. This is used on transit routes and rail lines where the vehicles to be tracked continually operated on the same linear route. A transponder or RFID chip along the vehicle route would be polled as the train or bus traverses its route. As each transponder was passed, the moving vehicle would query and receive an ack from the signpost transmitter. A transmitter on the mobile would report passing the signpost to a system controller. This allows a dispatch center to monitor the progress of the vehicle and assess whether or not the vehicle was on schedule. This method can be rather expensive and it can't track vehicles inside tunnels.

Amateur radio and some cellular wireless systems use direction finding or triangulation of transmitter signals radiated by the mobile. This is sometimes called radio direction finding. The simplest forms of these systems calculate the bearing from two fixed sites to the mobile. This creates a triangle with endpoints at the two fixed points and the mobile. Trigonometry tells you roughly where the mobile transmitter is located. In wireless telephone systems, the phones transmit continually when off-hook, making continual tracking and the collection of many location samples possible.

The low price and ubiquity of GPS equipment has lent itself to more accurate and reliable telelocation systems. GPS signals are impervious to most electrical noise sources and don't require the user to install an entire system. Usually only a receiver to collect signals from the satellite segment is installed in each vehicle and radio or GSM to communicate the collected location data with a dispatch point.

The main problem of introduction of any of these systems in Ukraine is inadequate infrastructure cellular communication and poor economic situation. Positive results can be achieved when coverage area becomes bigger and the capacity of data communication centers that use GSM cellular standards increases.

To sum up, there is no single universal system that can meet all the needs of all users. Those systems that provide real-time information on the road situation and traffic jams on certain highway sections will gain advantage.

УДК 656.08

Шумнов П. В.¹, Виногреева О. М.²

¹студ. гр. Т-511 ЗНТУ

²старш. викл. ЗНТУ

ROAD ACCIDENT: THE BEST POLICIES

An accident is defined as a traffic accident if it occurs on a road or in a place to which the public have access. This can include footpaths and bridleways.

1. What must a driver involved in a traffic accident do:

A driver involved in a traffic accident should stop whether or not the accident was their fault if:

- anyone, other than themselves, is injured; or
- another vehicle, or someone else's property, is damaged; or
- an animal in another vehicle or running across the road is injured; or
- a bollard, street lamp or other item of street furniture is damaged;
- if you have to stop, you must remain near the vehicle long enough for anyone who is involved directly or indirectly in the accident to ask for details;
- the driver must then give their name and address, the name and address of the owner of the vehicle (if the driver is not the owner), and the registration number of the vehicle;
- the driver may also have to report the accident to a police officer or at a police station, in person, as soon as practicable and in any case within 24 hours.

2. About police checks for insurance.

– the police can, when they suspect a crime is being committed, access a computerised database to check whether a vehicle and/or its driver has insurance cover.

– the police can seize a vehicle if it is driven while uninsured. If the owner doesn't produce a valid insurance certificate within seven working days, the police can sell the vehicle. However, the owner can claim back the proceeds of the sale.

3. Was a driver driving illegally?

Examples of driving illegally include driving:

- alone on a provisional licence;
- without a driving licence, tax or insurance;
- while disqualified from driving;
- a stolen vehicle;
- an unsafe vehicle;
- without an MOT certificate;
- while drunk or under the influence of drugs.

4. About witnesses.

– it is important to obtain evidence from independent witnesses about what happened at an accident. If someone who is present at an accident refuses to act as a witness, it is advisable to ask the police if the witness has been called to give a witness statement. If this is not possible, it is very difficult to do anything, unless the name and address of the witness are known. With this information they can be called as a witness in any civil court proceedings that might take place.

– witnesses should write down their evidence and keep their original notes, as it may be some time before any claims are settled or court proceedings are heard. Whatever witnesses may say, the people involved in the accident should make their own written accounts of what happened, including making sketches and taking photographs as soon as possible and keeping their original notes.

УДК 504.61:656

Пічурін Р. С.¹, Виногрєєва О. М.²

¹студ. гр. Т-311 ЗНТУ

²старш. викл. ЗНТУ

THE ELECTRIC VEHICLE

The electric vehicle is a relatively new concept in the world of transportation. Although electricity is well power know for a long time, back in those days after a recent invention of a conveyor, it was more expedient to produce and sell vehicles with internal combustion power source.

Such kind of vehicle popularity has resulted in greedy consumption of oil. Hence the carbon emissions into natural atmosphere increased considerably.

In order to save a natural global environment we are living in, an electric car is a great step ahead. But, as it always is, there is a reverse side of a coin. Let's consider pros and cons of electric transport. Benefits first:

1) No gas needed. Electric cars are entirely charged by the electricity. It is an advantage as it was mentioned above, and also it saves you up some real money. You do not have to buy gas ever again. Though electricity is not free, an electric car is far cheaper to charge.

2) Being safe to drive, electric car is equipped with safety devices (airbags and etc.) in the same way as fuel powered car. But, even if an accident occurs you do not have to be worried about possible explosions, due to ignitability of fuel.

3) Low maintenance cost: Electric cars run on electrically-powered engines and hence there is no need to lubricate the engines. Other expensive engine work is a thing of past. Therefore, the maintenance cost of these cars has come down.

You don't need to send it to a service station as often as you do with a normal gasoline powered car.

4) Reduced noise effect on people. Electric cars put curb on noise pollution as they are much quieter. Electric motors are capable of providing smooth drive with higher acceleration over longer distances.

Now let's discuss disadvantages. Everything is not so bright as it may seem.

1) Short driving range and low speed. This issue occurs due to absence of power saving technology nowadays. Even in modern time science is not able to provide a battery with high capacity of electric charge. This also means a heavy weight of electric cars due to a battery size.

Also, it takes you longer to reach your destination.

2) The lack of power stations. This issue comes out from infrastructure. Not so many cities are adopted to serve such needs of recharging cars.

Much depends on government. If there is stimulation, this kind of disadvantage may disappear quickly.

3) Dirty power plants. Yes, it is much more contaminating to produce an electric vehicle, since battery production involves many chemical agents. And even producing required materials is also a polluting process.

4) Lack of space. Most of electric cars are designed for two people. Again a big battery gives us a problem. The more space you want the bigger a car will be.

Plus additional weight, which has a bad influence on road condition.

5) Psychological factor. Obviously electric cars may be cheaper by number of positions: selfcost and maintenance. In this case this may provoke a great popularity. The problem is, that modern cities are not adapted for such intensive transport flow, as well as for parking.

In conclusion it can be said, that for the sake of mother nature and our fragile health, such compromise has to be accepted. It is anyway better than burn fuel and produce 30.000 tons of carbon emissions per year.

УДК 004.7.006.4=111

Єдноралюк І. В.¹, Кузьменко В. Г.²

¹студ. гр. КНТ-615 ЗНТУ

²старш. викл. ЗНТУ

BUILDING A SMALL OFFICE NETWORK

Building a small office network means starting with a foundation of switches and routers. Switches connect multiple devices (computers, printers, servers) on the same network within a building or campus. A switch enables connected devices to share information and talk to each other. Building a small office network isn't possible without switches to tie devices together.

Routers tie multiple network together. You'll need one or more routers. A router connects your networked computers to the Internet. This enables all connected computers to share one single Internet connection. A router acts as a dispatcher, choosing the best route for your information to travel. It connects your business to the world, protects information from security threats, and can even decide which computers get priority over others.

Why you want a VPN. A VPN, as its name suggests, is virtual version of a secure, physical network – a web of computers linked together to share files and other resources. In fact, the lion's share of modern VPN's are encrypted, so computers, devices, and other networks that connect to them do so via encrypted tunnels.

You have at least four great reasons to start using a VPN. First, you can use it to connect securely to a remote network via the Internet. Most companies maintain VPNs so that employees can access files, applications, and other resources on the office network without compromising security, but you can also set up your own VPN to safely access your secure home network while you're on the road. Second, VPNs are particularly useful for connecting multiple networks together securely. For this reason, most businesses big and small rely on a VPN to share servers and other networked resources among multiple offices or stores across the globe. Even if you don't have a chain of offices to worry about, you can use the same trick to connect multiple home networks or other networks for personal use. Third, if you're concerned about your online privacy, connecting to an encrypted VPN while you're on a public or untrusted network – such as a Wi-Fi hotspot in a hotel or coffee shop – is a smart, simple security practice. Because the VPN encrypts your Internet traffic, it helps to stymie other people who may be trying to snoop on your browsing via Wi-Fi to capture your passwords. Fourth and finally, one of the best reason to use a VPN is to circumvent regional restrictions – known as geoblocking – on certain websites. Journalist and political dissidents use VPNs to get around state-sponsored censorship all the time, but you can also use a VPN for recreational purposes, such as connecting to a British VPN to watch the BBC iPlayer outside the UK. Because your Internet traffic routes through the VPN, it looks as if you're just another British visitor.

Pick up your protocol. When choosing a networking protocol for your VPN, you need worry only about the four most popular ones. Here's a quick rundown, including the strengths and weakness of each.

Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP) is the least secure VPN method, but it's a great starting point for your first VPN because almost every operating system supports it, including Windows, Mac OS, and even mobile OSs. Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP) and Internet Protocol Security (IPsec) are more secure than PPTP and are almost as widely supported, but they are also more complicated to set up and are susceptible to the same connection issues as PPTP is. Secure

Sockets Layer (SSL) VPN systems provide the same level of security that you trust when you log on to banking sites and other sensitive domains. Most SSL VPNs are referred to as «clientless,» since you don't need to be running a dedicated VPN client to connect to one of them. They're my favorite kind of VPN because the connection happens via a Web browser and thus is easier and more reliable to use than PPTP, L2TP, or IPsec.

OpenVPN is exactly what it sounds like: an open-source VPN system that's based on SSL code. It's free and secure, and it doesn't suffer from connection issues, but OpenVPN does require you to install a client since Windows, Mac OS X, and mobile devices don't natively support it.

Network Size and Scale. Scale is usually the first and most important determination in network planning as it will often determine or influence your other decisions. While there are other scales discussed in networking literature, most nonprofits and libraries only need to focus on the two or three network scales that impact small and mid-sized organizations (LANs, WANs, and CANs). Networking Cabling. Data cables (also known as transmission media) are responsible for carrying messages back and forth between computers and other devices and as such are the foundation of your network. All other network equipment has to be compatible with your choice of data cable, so this decision constrains or determines many of your other choices. While dozens of cable variants are standardized and available for purchase, these variants fall into four categories: coaxial cable, twisted pair cables, optical fiber, wireless.

Conclusion. Though many smaller nonprofits or libraries may hire an external contractor or IT support person to help them build and develop effective networks, understanding the basic roadmap and definitions for building a network can help ensure that the result work best for their needs.

УДК 621.313.2.072.2

Жежера І. І.¹, Жукова Н. М.²

¹студ. гр. Е-412 ЗНТУ

²канд. філол. наук, доц. ЗНТУ

PULSE-WIDTH CONVERTER WITH AUTOTRANSFORMER COMMUTATION THAT WORKS FOR A DC MOTOR

Power electronic devices are widely used for conversion and control of electric energy parameters. Very often there is a need for speed control of motor in industry.

There are three different types of a DC motor speed control.

One method is speed regulation of a DC motor with series excitation by resistors in an armature circuit. Another method is speed regulation of a DC motor with series excitation by changing the magnetic flux. One more method is speed regulation of a DC motor by changing the armature supply voltage.

The last-named method may be realized on a pulse-width converter (PWC). A PWC is operated using semiconductor devices. Simplicity is the prime advantage of the PWC that led to its wide use around the world.

To regulate the DC voltage for consumers impulse converters are used which are sources of the DC power and are periodically connected to the load. As a result, voltage impulses are produced at the output.

Despite the disadvantages of impulse converters the devices are promising in cases when economy, reliability, small size, low sensing of temperature characteristics are required.

Impulse converters of DC voltage are classed into two large groups: non-reverse and reverse ones. The later are used mainly for regulating the drivers and they are widely applied in circuits of independent bridge voltage inverters.

The group of non-reverse PWCs is divided into two large classes. They are parallel and series ones.

As for the series PWC the operating thyristor is connected in series to the load. The commutating unit for surging (blocking) the operating thyristor and the controlling system should be provided in the circuit (not given). The output unit filtering choke, the load, the diode and the capacitor are connected to the input of the system. The capacity is determined by the inside resistance of the power source and commutation frequency.

The series circuit of a PWC is connected with respect to the commutation unit. In one case the commutation unit is connected either with a circuit of operation thyristor or with a load circuit, otherwise it is separated from the given circuits.

The series PWCs are divided into the following groups based on the type of commutation:

- 1) resonance commutation;
- 2) autotransformer commutation;
- 3) parallel commutation.

A pulse-width converter with autotransformer commutation (figure 1) differs from the other two types of PWCs as the commutation capacitor is charged not only by resonance but also because of magnetic bonding of autotransformer windings. This feature provides more stable commutation while the load changes.

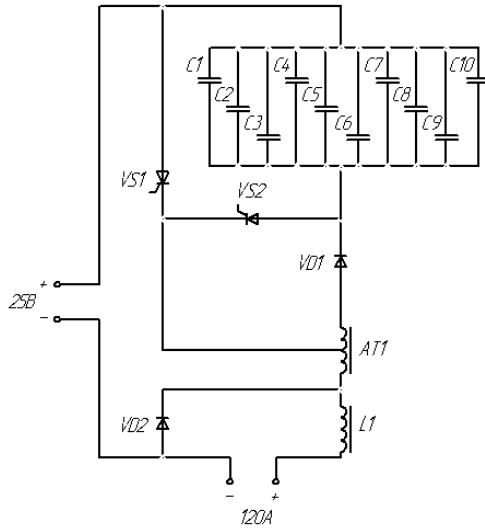


Figure 1 – PWC scheme with autotransformer commutation

Besides, a PWC with autotransformer commutation is easy to set up and maintain.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»

УДК 621.311

Попов. В. В.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ У ЦЕХОВИХ МЕРЕЖАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Для вибору оптимального варіанта схеми мережі цехового електропостачання, необхідно визначити втрати електроенергії у її мережах.

Точне визначення втрат за інтервал часу T можливо при відомих параметрах R і ΔP_x і функцій часу $I(t)$ і $U(t)$ на всьому інтервалі. Параметри R і ΔP_x зазвичай відомі, і в [розрахунках](#) їх вважають постійними. Але при цьому опір проводника залежить від температури. [Інформація](#) про режимних параметрах $I(t)$ і $U(t)$ є зазвичай лише для днів [контрольних](#) замірів. На більшості підстанцій без обслуговуючого персоналу вони реєструються 3 рази за контрольну добу. Ця [інформація](#) є неповною і обмежена достовірною, так як виміри проводяться апаратурою з певним класом точності і не одночасно на всіх підстанціях.

У залежності від повноти інформації про навантаження елементів мережі для розрахунків навантажувальних втрат можуть використовуватися такі методи:

- методи поелементних розрахунків;
- методи [характерних](#) режимів;
- методи характерних діб;
- методи числа годин найбільших втрат τ ;
- методи середніх навантажень, використовують формулу;

[Статистичні](#) методи, які використовують регресійні залежності втрат електроенергії від узагальнених характеристик схем і режимів електричних мереж.

При використанні [статистичних](#) методів втрати електроенергії розраховують на основі стійких статистичних залежностей втрат від узагальнених параметрів мережі, наприклад сумарного навантаження, сумарної довжини ліній, числа підстанцій і т.п. Самі ж залежності отримують їх основі [статистичної](#) обробки певної кількості схемотехнічних розрахунків, для кожного з яких відомі розраховані значення втрат і значення чинників, зв'язок втрат з якими встановлюється. [Статистичні](#) методи не дозволяють намітити конкретні заходи по зниженню втрат. Їх використовують для оцінки сумарних втрат в мережі. Але при цьому, застосовані до безлічі об'єктів, наприклад ліній 6–10 кВ, дозволяють з

великою ймовірністю виявити ті з них, в яких знаходяться місця з підвищеними втратами. Це дає можливість сильно скоротити обсяг схемотехнічних розрахунків, а отже, і зменшити трудовитрати на їх проведення.

При проведенні схемотехнічних розрахунків ряд вихідних даних і результати розрахунків можуть представлятися в ймовірнісній формі, наприклад у вигляді [математичних](#) сподівань і дисперсій. У цих випадках застосовується апарат теорії ймовірностей, тому ці методи називаються ймовірнісними схемотехнічними методами.

Мережі 0,38 кВ енергосистем характеризуються відносною простотою схеми кожній лінії, великою кількістю таких ліній і низькою достовірністю інформації про навантаження. Перераховані фактори роблять недоцільним на даному етапі застосування для розрахунків втрат електроенергії у цих мережах методів, аналогічних застосовуваним у мережах більш високих напруг і заснованих на наявності інформації про кожен елемент мережі. У зв'язку з цим набули поширення методи, засновані на представленні ліній 0,38 кВ у вигляді еквівалентних опорів.

УДК 621.311

Комарічина Д. І.

асп. ЗНТУ

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМАЛЬНИХ ЗВЕДЕНИХ ВИТРАТ

Компенсація реактивної потужності є одним з найефективніших енергозберігаючих заходів, який дозволяє знизити втрати активної електроенергії при її передаванні, розподілу та перетворюванні у трансформаторах мережі електропостачання промислових підприємств за рахунок зниження величини реактивної потужності, що передається через елементи електричної мережі.

Встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності в мережах промислових підприємств стимулюється енергопостачальною організацією шляхом визначення оптимального коефіцієнта реактивної потужності (tg_{opt}) в режимі максимального навантаження, який встановлюється в договорі на постачання електроенергії між енергосистемою та підприємством. У разі перевищення заданого коефіцієнта реактивної потужності в режимі максимальних навантажень збільшується величина тарифної ставки оплати електроенергії на величину пропорційну перевищенню заданого коефіцієнта реактивної потужності.

Загальна потужність пристроїв компенсації реактивної потужності визначається на основі забезпечення балансу реактивної потужності на границі балансової належності: енергопостачальна організація – підприємство, за умови забезпечення заданого коефіцієнта реактивної потужності в режимі максимального навантаження.

Запропоновано метод вибору оптимального варіанта розподілу КРП за умовою мінімальних зведених витрат. Розглянемо суть запропонованого метода.

Вибір пристроїв КРП проводиться в такій послідовності:

- для кожної КТП визначається оптимальний коефіцієнт завантаження;
- визначається потужність НКУ за умовою забезпечення пропускну здатності трансформатора за реактивною потужністю;
- визначається різниця приведених витрат для варіантів з використанням і без використання КБ на стороні НН трансформатора.

Змінюючи у варіантах вихідні дані (число і потужність трансформаторів КТП, вартість електроенергії і так далі) можливо визначення оптимального варіанта вибору і розподілу компенсуючих пристроїв, що відповідає вимозі.

Запропонований метод вибору компенсуючих пристроїв дозволяє:

- визначити оптимальний варіант розподілу компенсації реактивної потужності на стороні НН і ВН трансформаторів КТП;
- визначити оптимальне число і номінальну потужність трансформаторів;
- визначити економічну ефективність від впровадження компенсації реактивної потужності;
- формалізувати розрахунок компенсації реактивної потужності в комплексі з вибором інших елементів електричної мережі.

Даний метод може бути використаний як на стадії проектування електропостачання, так і при оцінюванні ефективності електропостачання підприємства, яке знаходиться в експлуатації.

УДК 621.313.322

Шрам О. А.¹, Авдєєв І. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Дослідження електромеханічних перехідних процесів в електричних системах дозволяє передбачити протікання будь-якого перехідного процесу,

не допускаючи можливих негативних наслідків. В роботі розглянуті питання практичного застосування обчислювальної техніки для дослідження стійкості режимів електропередачі з синхронним генератором. Задача аналізу статичної стійкості системи вирішується визначенням залежностей (наприклад $\delta=f(t)$, $P=f(t)$ і т. д.), які характеризують зміну параметрів заданого вихідного режиму в часі при малих збуреннях цього режиму. В більшості випадків достатньо визначити зміну кута δ вибігу ротора СГ з часом. Для цього необхідно розв'язати нелінійне диференційне рівняння (або систему диференційних рівнянь), яке описує цей режим. Дослідження стійкості проводиться або шляхом інтегрування лінеаризованого диференційного рівняння з використанням метода малих коливань, або прямим інтегруванням вихідного нелінійного диференційного рівняння з використанням чисельних методів за допомогою ЕОМ.

В результаті роботи розроблена математична модель руху ротора синхронного генератора з демпферними обмотками та запропоновано вирішення нелінійного диференційного рівняння другого порядку, що описує його рух в середовищі імітаційного моделювання. Отримані залежності зміни кута вибігу ротора генератора від часу $\delta=f(t)$ та фазові траєкторії $\omega=f(\delta)$, які дозволяють визначити характер електромеханічного перехідного процесу. Результати роботи впроваджені в навчальний процес кафедри «Електропостачання промислових підприємств» Запорізького національного технічного університету та використовуються при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Електромеханічні перехідні процеси» студентами денної та заочної форми навчання спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання».

УДК 621.316.9

Дьяченко В. В.

доц. ЗНТУ

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПЕРЕРІЗІВ ПРОВІДНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З ТОЧКИ ЗОРУ МІНІМУМУ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Вибір перерізів передавальних елементів систем електропостачання зі своїми конструктивними характеристиками грають важливу роль в процесі її формування, так як витратна частина на спорудження визначається сумарною довжиною ділянок і їх перерізами. У практиці проектування вибір останніх, в прив'язці до їх конструкції і напрузі, визначаються заданими технічними вимогами. Також має місце й урахування і економічного чинника під час вибору

перерізу (зазвичай в мережах вище 1000 В), що звучить, як вибір доцільного перерізів на підставі економічної щільності струму, що задається в залежності від матеріалу жил провідників і числа годин максимуму навантаження.

Більшість досліджень що присвячені аналізу розглянутого чинника, підтверджують, що його використання не завжди призводить до раціонального перерізу з точки зору витрат, так як реальні умови проектування і експлуатації системи можуть не збігатися з тими припущеннями, які були закладені при обчисленні рекомендованої в економічної щільності струму. Тому були запропоновані інші методи визначення перерізу ділянок провідників мережі, які засновані на обчисленні річних зведених витрат її ділянок в залежності від провідника й потім вибору перерізів з мінімальними річними зведеними витратами.

Не виключаючи цінність зазначених методик, які найбільш адекватно відображають суть цієї задачі, все ж вона розглядається як частинна під задану структуру системи, отриману після попереднього рішення таких задач, як вибір місця розташування джерела живлення мереж, компенсація реактивної потужності і розподілу навантажень по джерелам. Такий підхід тут допустимо в процесі оптимізації тільки для ділянок цехової електричної мережі, так як значення перерізів залежать від режиму споживання самими електроприймачами (тому що не визначаються рішеннями перерахованих вище задач) і обмеження тут обумовлені вимогами щодо забезпечення чутливості апаратів захисту. Розроблений метод спільного вирішення задачі вибору місця розташування джерела живлення і вибору оптимальних перерізів для внутрішньо-заводських мереж (стосовно кабельних і повітряних мереж з радіальної і радіально-магістральної схемами для перших) дозволяє поліпшити якість їх рішень, ефективність яких оцінювалася по річними зведеними витратами в цілому на електричну мережу. Це підтверджує необхідність комплексного вирішення до вказаної задачі.

Запропонований алгоритм пошуку оптимальних структури і параметрів системи електропостачання ґрунтується на рішенні окремих задач оптимізації, які включені в загальну схему алгоритму, як проміжні оптимізаційні блоки. Першим з них є блок – оптимізація перерізу, матеріалу і кількості ліній провідників ділянок електричної мережі, потім йдуть основні задачі електропостачання.

Рішення задачі в зазначеному блоці ґрунтуються на послідовному переборі перерізу провідників з паралельною зміною кількості ліній і матеріалу жили для конкретного розрахункового навантаження по струму. Безпосередньо, чим більше переріз, кількість ліній, і матеріал жили – мідь, тим втрати в провіднику будуть менше (оптимізується питомий показник – втрати електричної енергії на одиницю довжини). Обмеженнями у переборі

можуть бути: економічні показники (відпущені кошти); конструктивна реалізація електричної мережі.

Початкова межа діапазону перерізів, що змінюються, визначається умовами їх вибору стосовно до мереж до й вище 1000 В. Результатом роботи цього оптимізаційного блоку є переріз провідників ділянок цехової й внутрішньозаводських електричних мережах. В якості вихідних даних тут є розрахункове навантаження по струму, причому для цехової мережі це початкова інформація, а для внутрішньозаводської – обчислюється після розподілу електричних навантажень по її джерелам живлення при відповідних номінальних напругах мережі.

УДК 629.92

Махлін П. В.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОТУЖНИХ СПОЖИВАЧІВ НА ВИПРЯМЛЕНОМУ СТРУМІ

Система електропостачання потужних споживачів на випрямленому струмі дуже складна. Вона складається з розподільчих пристроїв 10 кВ, спеціальних перетворювальних трансформаторів та випрямляючих шаф, низьковольтних мереж змінного струму з спеціальних дроселями, мереж випрямленого струму. Для зниження енергоємності та затрат на енергоносії, а також собівартості продукції, що випускається, актуальною задачею є дослідження та зменшення втрат потужності електроенергії в системі електропостачання.

Для проведення досліджень кожний з елементів системи електропостачання розглянуто окремо:

- збірні шини 10 кВ;
- мережі 10 кВ від збірних шин до введів на агрегатні трансформатори;
- вирівнюючи дроселі;
- дроселі насичення;
- агрегатні трансформатори;
- випрямляючі блоки;
- низьковольтні мережі змінного струму;
- мережі випрямленого струму;

Дослідження втрат потужності проводилися при різній кількості випрямляючих агрегатів, що знаходились у роботі. При цьому проводився

розрахунок струмів та втрат потужності в кожному з елементів системи електропостачання.

В процесі проведення досліджень отримано, що втрати потужності в системи електропостачання складають 1,3 – 1,4МВт, що становить до 2,8% від потужності, що споживається. При цьому виявлені елементи, втрати потужності в яких найбільші.

Найбільші втрати потужності в агрегатних трансформаторах – 0,8 – 0,9% від потужності, що споживається, у випрямлених блоках – 0,6 – 0,63%, у низьковольтних мережах змінного струму – 0,11 – 0,13%, та в мережах випрямленого струму – 0,11 – 0,15%.

При проведенні досліджень використовувались випрямляючі агрегати різної потужності та при різному їх навантаженню. При цьому визначена схема та режим роботи, в якому втрати потужності мінімальні.

На основі проведених досліджень приведені рекомендації, що дозволяють зменшити втрати електроенергії в системі електропостачання і тим самим зменшити енергоємність виробництва та собівартість продукції, що випускається.

УДК 537.52

Климко О. М.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПРО МЕХАНІЗМ КОНТРАКЦІЇ ОБ'ЄМНОГО НЕСАМОСТІЙНОГО РОЗРЯДУ ПРИ АТМОСФЕРНОМУ ТИСКУ

Одним з методів прискорення процесів хіміко-термічної обробки є використання об'ємного несамостійного розряду при атмосферному тиску (іонно-плазмова хіміко-термічна обробка). Ефективність процесу іонно-плазмової хіміко-термічної обробки визначається головним чином густиною струму об'ємного несамостійного розряду. Чим вища густина струму, тим більш ефективно відбувається процес обробки. Але при певному зростанні напруженості електричного поля відбувається різке зростання густини струму, а отже і енерговиділення, розряд стає нестійким і втрачає свою однорідність. Він вже не займає рівномірно всю область, що визначається площею електродів, а концентрується в одному або кількох шнурках – відбувається контракція (стягування) об'ємного несамостійного розряду. Це не бажане явище для іонно-плазмової обробки.

Теплова (іонізаційно-перегрівна) нестійкість є найбільш імовірним механізмом, що заважає однорідному горінню розряду при атмосферному тиску та достатньо великих струмах в умовах об'ємного несамостійного розряду.

Отримано вираз, який дозволяє оцінити значення граничної густини струму $j_{\text{ГРАН.}}$ об'ємного несамостійного розряду, при якій виникає його контракція, якщо відома геометрія електродної системи, склад та витрата газу:

$$j_{\text{ГРАН.}} = \frac{N}{E_K} C'_p \cdot \Delta T \cdot \frac{2G}{L \cdot S} \approx 10^{21} \cdot C'_p \cdot \frac{2G}{L \cdot S}$$

N – густина газу; E_K – напруженість електричного поля біля катоду; C'_p – теплоємність при постійному тиску, яка розрахована на одну нейтральну частинку; G – витрата газу; L – довжина електрода; S – площа перерізу міжелектродного проміжку; ΔT – нагрів газу в розряді.

Розрахунки за виразом для іонно-плазмової цементації в об'ємному несамостійному розряді при атмосферному тиску в природному газі дають значення густини струму при якій відбувається контракція, 1,8А/м², що непогано збігається з експериментальними даними. Експерименти проводилися при температурі $T_0=900^\circ\text{C}$, довжина електрода складала $L=0,1\text{м}$, площа перерізу міжелектродного проміжку $S=2,4 \cdot 10^{-4}\text{м}^2$, витрата природного газу $G=25 \cdot 10^{-6}\text{м}^3/\text{с}$.

УДК 658.26:621.31

Немикіна О. В.

асп. ЗНТУ

ВПЛИВ РОБОТИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬВАННОГО ПРИВОДУ ПОРТАЛЬНОГО КРАНУ НА ЖИВИЛЬНУ МЕРЕЖУ

У доповіді наведені дані дослідження вхідних характеристик частотно-регульованого приводу портального крану «Сокіл», з можливістю здійснення режиму рекуперації енергії в живильну мережу. Використання таких частотно – регульованих приводів дозволять заощадити 30–40% електроенергії порівнянно з експлуатацією асинхронних двигунів з фазним ротором і реостатно – контакторним керуванням.

Однак імперичним шляхом було виявлено те, що при піднятті й опусканні вантажу коефіцієнт потужності портального крану змінюється в діапазоні від 0–0,95, а його середньо зважене значення буде становити 0,5–0,6, що є досить низьким показником. При цьому, за рахунок генерації вищих гармонічних збільшуються втрати при пуску і гальмуванні в 3–4 рази, крім того спостерігається перевищення температури електрообладнання, що спричиняє інтенсивне старіння ізоляції, збій у роботі систем керування і погіршення якості електроенергії в живильних електричних мережах. Для зменшення впливу цих факторів був проведений чисельний аналіз процесів

енергообміну в системі живляча мережа – вхідний перетворювач в програмному пакеті Matlab і отримані криві вхідних токів перетворювача, які дозволили проаналізувати їх гармонічний склад.

УДК 621.316.11

Заболотний А. П.¹, Федоша Д. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² канд. техн. наук, ст. викл. ЗНТУ

СИНТЕЗ СИЛОВИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ ПУНКТІВ В ДІЛЯНКАХ МЕРЕЖІ СИСТЕМ ЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ТОПОЛОГІЇ

У разі наявності у складі цехових споживачів електроенергії електроприводу з функцією рекуперації, в живильній мережі виникають досить складні процеси енергообміну між споживачів електроенергії. При цьому напрям потоків потужності в живильних електропривод з функцією рекуперації ділянках мережі змінюється на протилежний, і ця енергія споживається іншими споживачів електроенергії цієї групи. У результаті величина потужності, переданої по ділянці силовий пункт-джерело живлення ($\Delta W_{\Pi 0}$), знизиться на величину рекуперовуваної електроенергії (до значення $\Delta W'_{\Pi 0}$), що призведе до зниження втрат уданій ділянці електричної мережі. А величина втрат в лініях силовий пункт-електропривод з функцією рекуперації збільшиться за рахунок передавання по них рекуперовуваної електроенергії. У результаті зміни величина електроенергії, яка необхідна для живлення силового пункту, визначається виразом:

$$W'_{\Sigma} = \sum_{i \in np} (W_{\Pi i} + \Delta W_{\Pi i}) + \Delta W'_{\Pi 0} - \sum_{j \in nr} (W_{\Pi j}^P - \Delta W_{\Pi j}^P),$$

де np – список споживачів електроенергії підключених до силового пункту;

$W_{\Pi i}$ – величина електроенергії споживаної i -м споживачем електроенергії;

$\Delta W_{\Pi i}$ – втрати в лінії, що живлять i -й споживач електроенергії від силового

пункту для випадку односпрямованого потоку передачі електроенергії;

$\Delta W'_{\Pi 0}$ – втрати в лінії джерело-силовий пункт з урахуванням зміни процесів енергообміну в режимі рекуперації; nr – список електроприводу з функцією

рекуперації підключених до силового пункту ($nr \in np$); $W_{\Pi j}^P$ – величина

електроенергії рекуперовуваної j -м електроприводом; $\Delta W_{\Pi j}^P$ – величина втрат електроенергії в лінії, що виникають при передачі електроенергії рекуперовуваної j -м електроприводом.

Тоді величина втрат, споживаної від джерела живлення, в ділянці мережі з силовими пунктами, що містить електропривод з функцією рекуперації, може бути визначена як:

$$\Delta W = \sum_{i \in np} \Delta W_{\Pi i} - \sum_{i \in np} \frac{\Delta W_{\Pi i}}{W_{\Pi i}} \cdot \sum_{j \in nr} \left(W_{\Pi j}^P \cdot \left(1 - \frac{\Delta W_{\Pi j}}{W_{\Pi j}} \right) \right) +$$

$$+ \Delta W_{\Pi 0} \cdot \left(1 - \frac{\sum_{j \in nr} \left(W_{\Pi j}^P \cdot \left(1 - \frac{\Delta W_{\Pi j}}{W_{\Pi j}} \right) \right)}{\sum_{i \in np} \left(W_{\Pi i} + \Delta W_{\Pi i} \right)} \right).$$

Таким чином при розв’язанні задачі оцінки доцільності встановлення силового пункту та визначенні місць їх встановлення у сформованих групах споживачів електроенергії, що містять електропривод з функцією рекуперації, необхідно врахувати не тільки очікувані втрати електроенергії в живильних споживачів електроенергії лініях, а й очікувані значення втрат електроенергії, пов’язаних з процесом рекуперації.

Врахувати це можливо, за допомогою методу потенційних функцій навантаження через додаткову потенційну поверхню (Π^p), побудовану на основі енергетичних параметрів процесу рекуперації. Для цього можна використовувати функцію потенційної поверхні у показниковій формі, у якому замість розрахункової потужності споживання i -ого споживача електроенергії необхідно підставити величину рекуперовуваної потужності i -ого електроприводу.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ 6–10 КВ

Рассмотрены основные способы гашения дуги в высоковольтных выключателях.

При помещении контактов выключателя в масло наблюдается одновременность протекания процессов ионизации и деионизации дуги. Успешность отключения тока КЗ в выключателе зависит от скорости протекания двух процессов: восстановления электрической прочности дугового промежутка и восстановления напряжения на контактах выключателя. Способы ускорения деионизации дугового промежутка – газоразрядное дутье и многократный разрыв цепи тока.

Использование высокоразреженного газа в высоковольтных выключателях: при размыкании контактов в вакууме сразу после первого прохождения тока через нуль прочность промежутка восстанавливается, и дуга повторно не загорается.

Применение в выключателях сжатого воздуха (при давлении более 2 Мпа) позволяет создавать компактные высоковольтные коммутационные устройства для комплектации КРУ.

В электромагнитных выключателях широкое применение нашло гашение дуги с помощью магнитного дутья. Что создается за счет щелевых камер из жаропрочной керамики, которые способствуют растяжению и охлаждению дуги.

Также приведены развернутые пояснения различных параметров высоковольтных выключателей, и особенности их конструктивного исполнения.

УДК 621.311

Попов В. В.¹, Запромятов С. С.², Рочева В. В.³

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. ЕЗ-141м ЗНТУ

³ студ. гр. ЕЗ-141м ЗНТУ

ВПРОВАДЖЕННЯ НАДПРОВІДНОСТІ У ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

В електроенергетиці основними видами обладнання, в яких можуть застосовуватися СП матеріали, є наступні:

- надпровідникові лінії електропередачі (СП ЛЕП);
- надпровідникові індуктивні накопичувачі енергії (СПИН);
- надпровідникові струмообмежуючі пристрої (СП ТОУ);
- надпровідникові трансформатори (СП трансформатори);
- надпровідникові електричні машини (СП генератори і двигуни).

Одним з першочергових завдань в галузі використання СП в енергетиці є створення компактних СП ЛЕП високої пропускнувості та відповідного обладнання до них.

Пропускна здатність ВТНП більш ніж на порядок перевершує значення для міді та алюмінію. Тому ВТНП кабелі можуть нести в 5 разів більший струм на одиницю маси, ніж традиційні. Екологічно кабельна СП ЛЕП є майже ідеально чистою, так як застосовуваний в ній холодоагент (рідкий гелій або азот) одночасно служить і електричним ізолятором, а у разі витoku не забруднює навколишнє середовище.

СПИН – це пристрій для накопичення і зберігання енергії, запасеної магнітним полем, яке створюється незатухаючим постійним електричним струмом, що циркулює в надпровідній котушці індуктивності. Істотно, що незатухаючий струм може текти тільки по СП, тому застосування СП в СПИН не має альтернативи. Для зв'язку СПИН з енергосистемою використовуються зворотній перетворювач, який перетворює в режимі заряду накопичувача змінний струм промислової частоти в постійний, а при виведенні енергії назад в енергосистему здійснює зворотнє перетворення (інвертування). Серед найважливіших переваг СПИН

- 1) високий ККД схем перетворення (до 95–98%);
- 2) компактність, пов'язана з високою щільністю енергії, що запасється;
- 3) відсутність фізичних обмежень на значення потужності СПИН, оскільки енергія запасється в них в електромагнітній формі;
- 4) широкий діапазон зміни часу робочого циклу (104–103с) і високу швидкодію (перемикання режимів заряду – розряду енергії може бути

здійснено за 0,01с (1/2 періоду струму промислової частоти). Виключно «тонке» реагування на зміну графіка навантаження.

Основний принцип пристрою і роботи над провідникового трансформатора: обмотки занурені в рідкий азот, який служить одночасно і ізоляцією, і охолоджуючим середовищем. Сердечник трансформатора працює при температурі навколишнього середовища, тому його охолодження призведе тільки до зайвих навантажень кріогенної системи, а не до поліпшення характеристик. Обмотки термічно ізольовані від сердечника і навколишнього середовища за допомогою двостінних контейнерів (так званих кріостатів), виконаних з епоксиду, між стінками яких підтримується вакуум, що забезпечується безперервну роботу насоса.

Основні переваги таких трансформаторів в даний час визначаються наступним:

- 1 – екологічна безпека завдяки відсутності трансформаторного масла;
- 2 – зменшені масогабаритні показники;
- 3 – підвищена надійність, завдяки відсутності старіння високовольтної ізоляції при кріогенних температурах;
- 4 – знижені втрати і підвищений ККД.

Слід підкреслити, що використання надпровідності саме по собі не створює принципово нових джерел енергії, однак може вирішити багато проблем існуючої електроенергетики. Крім чисто кількісного результату – зниження втрат при виробництві й передачі електроенергії, можна отримати і нову якість, відсутню у традиційного обладнання.

Експлуатація нового над провідникового електротехнічного обладнання показала, що використання надпровідності дозволяє в 2–3 рази знизити металоемність одиничних агрегатів, збільшити їх ККД, а також істотно поліпшити екологічні показники і надійність енергосистем в цілому.

Надпровідність як унікальне фізичне явище, мабуть, є єдиною можливістю, яка здатна кардинально вирішити переобладнання енергосистем, що дозволяє сподіватися на значне розширення в майбутньому ринку ВТНП і НТСП електротехнічного обладнання.

УДК 621.311

Попов, В. В.¹, Невілько О. О.², Ахінько М. І.³,

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. ЕЗ-141м ЗНТУ

³ студ. гр. ЕЗ-141м ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІНИХ ПОКАЗНИКІВ ЦЕХОВИХ МЕРЕЖ НА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Вибір схеми цехового електропостачання здійснюється шляхом вирішення таких питань:

вибір числа вузлів навантажень, їх розташування і розподілу ЕП по вузлам навантаження;

- вибір схеми живлячої і розподільчої мереж;
- вибір конструктивного виконання цехової мережі;
- вибір перерізів проводників цехової мережі;
- розрахунок втрат електроенергії в елементах цехової мережі;
- розрахунок капітальних витрат, експлуатаційних витрат і зведених витрат.

Згідно рекомендацій радіальну схему живлення доцільно застосовувати для достатньо потужних ЕП, особливо якщо вони комплектно розташовані (насосні, компресорні станції, вентиляційні системи, тощо). Також, радіальну схему доцільно застосовувати для живлення ЕП, які потребують керування в ході техніко-економічного процесу (печі опору, засувка трубопроводів і т. д.). Магістральна схема живлення з використанням розподільних шинопроводів застосовується для рівномірного розподілення навантаження у цехах, де ЕП малої та середньої потужності розташовані близько один до одного.

Магістральні схеми є зручними для електропостачання машинобудівних виробництв, де перегрупування ЕП, зміни технологічного процесу – явища достатньо розповсюджені.

До переваг радіальних схем належить: підвищена надійність електропостачання (при аварії у живлячій лінії порушується електропостачання обмеженої кількості ЕП або окремого ЕП), гнучкість мережі відносно можливого розширення мережі (для нових груп ЕП прокладають окремі самостійні живлячі лінії), а також можливість застосування автоматизації на спорудження та організації доцільного керування режимом роботи ЕП.

Недоліками радіальних схем є початкові капітальні витрати на спорудження мережі, наявність великої кількості шаф РУ-0,4 кВ КТП,

обумовлено значною кількістю живлячих ліній, що підвищує вартість КТП і збільшує її габарити.

Недоліками магістральних схем є нижча надійність електропостачання в порівнянні з радіальними схемами (при пошкодженні магістралі втрачають живлення багато ЕП, які до неї підключені), неможливість в деяких випадках застосування автоматизації і використання дистанційного керування.

Оптимальний варіант цехового електропостачання вибирається за умови забезпечення мінімальних зведених витрат.

На зведені витрати цехової мережі впливають наступні показники:

кількість ЕП і їх номінальна потужність, яка характеризується відносною активною потужністю і середньозваженим значенням коефіцієнта потужності ($\cos \varphi_{\text{св}}$);

режим електроспоживання ЕП, який характеризується середньозваженим значенням коефіцієнта використання;

співвідношення між величиною тарифу на електроенергію і питомі вартості кабельно-провідникової продукції, питомої ціни шинопроводів і ціни на силові пункти при їх різному виконанні.

Доцільність використання розподільних шинопроводів зростає при збільшенні числа ЕП, зменшення їх відносної потужності і зменшення коефіцієнта використання.

УДК 621.316.9

Дьяченко В. В.¹, Басанський М. С.²

¹ доц. ЗНТУ

² студ. гр. Е-111м ЗНТУ

АЛГОРИТМ ГЕНЕРУВАННЯ МНОЖИНИ КОМБІНАЦІЙ ОБ'ЄДНАННЯ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З ЇЇ ДЖЕРЕЛАМИ ЖИВЛЕННЯ

Для синтезу оптимальної топології всієї електричної мережі необхідно згенерувати безліч всіляких комбінацій об'єднання вузлів мережі з їх джерелами живлення. Математично це являє собою зворотну задачу – розбиття n -елементної множини на k -ті підмножини, яка відноситься до області дискретної математики і має наступний математичний опис.

Під розбивкою n -елементного множини X на k підмножин ($\Pi_k(X)$) розуміється таке довільне сімейство $\pi = \{B_1, \dots, B_k\}$, що $B_1 \cup \dots \cup B_k = X$, для $1 \leq i < j \leq k$ і $B_i \neq \emptyset$ (підмножини B_1, \dots, B_k – блоки сімейства π). Тоді безліччю

всіх розбиття $\Pi(X)$ є вираз: $\Pi(X) = \Pi_1(X) \cup \dots \cup \Pi_n(X)$ і $\{ \Pi_1(X), \dots, \Pi_n(X) \}$.

Стосовно до електричних мереж X інтерпретується як множина n вузлів електричної мережі, а кожен j -ий блок і його підмножина B_j відображає групу різних i -их вузлів мережі, що підключаються до джерела живлення. Кількість останніх буде відповідати кількості блоків k . Розбиття множини $\Pi(X)$ в цілому дасть всі можливі версії комбінацій об'єднання вузлів, що відображає область всіх рішень задачі розподілу навантажень між ними, причому при різних їх кількостях.

У пропонованому алгоритмі генерування всіх k -их підмножин n -елементної множини використовуються схеми видалення або додавання одного елемента і розбиття чисел: більшого на менші. Кількість подань n -елементної множини k блоками (r) визначається числом Стірлінга другого роду $S(n, k)$ за формулами.

Кожне розбиття π множини $\{1, \dots, n\}$ однозначно визначає подальше для π_{n-1} множини $\{1, \dots, n-1\}$, що виникає з π після видалення елемента n з відповідного блоку (і видалення простого блоку, що утворився, якщо елемент n сформував одноелементний блок). Тоді для розбиття $\sigma = \{B_1, \dots, B_k\}$ множини $\{1, \dots, n-1\}$, легко знайти все розбиття π множини $\{1, \dots, n\}$, такі що $\pi_{n-1} = \sigma$, тобто за формулою (3).

Розбиття множини $\{1, \dots, n\}$ представляються за допомогою послідовності блоків, яка впорядкована за зростанням самого маленького елемента в них. Останній і є номером блоку. Напрямок, в якому «рухається» елемент i ,

$$S(n, k) = |\Pi_k(X)|, \text{ где } |X| = n,$$

$$\left. \begin{aligned} S(n, k) &= \sum_{i=k-1}^{n-1} C_{n-1}^i S(i, k-1), \quad k \geq 2 \\ S(n, k) &= 1, \quad k = 0 \\ S(n, k) &= 0, \quad k \geq n \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned}
& B_1 \cup \{n\}, B_2, \dots, B_k, \\
& B_1, B_2 \cup \{n\}, \dots, B_k, \\
& \dots \\
& B_1, B_2, \dots, B_k \cup \{n\}, \\
& B_1, B_2, \dots, B_k, \{n\}.
\end{aligned}$$

закодовано у булевої змінної, рівної 1 при русі i -ого елемента вперед. Потім зберігають всі розбиття меншою розмірності і комбінують їх так, щоб: вони не повторювалися; кількість елементів нового розбиття не було б більше кількості елементів n . Ці умови реалізуються в такий спосіб: кожному елементу присвоюється порядковий номер, а блоки комбінуються так, щоб порядкові номери подальшого й попереднього елементів не перевищували один одного; кожному блоку присвоюється число, яке буде показувати кількість елементів цього стану.

На рис. 1 як приклад представлений результат роботи даного алгоритму – послідовність розбиттів множини $\{1, 2, 3, 4\}$. Для даної множини відповідно до виразу загальне число розбиття r дорівнюватиме 15. Воно є кількістю варіантів комбінацій об'єднання вузлів з їх джерелами живлення, а його складові вказують на кількість самих джерел для кожної варіації розбиття. Зокрема, перший рядок відображає одне джерело живлення, який об'єднує всі вузли, друга, четверта – два джерела і так далі. У дужках вказується список конкретних вузлів із заданою нумерацією і параметрами режиму, які підключаються до кожного з джерел.

Таким чином, формуються всі комбінації розподілу вузлів по джерелам живлення в кількості від 1 до n . Для зниження обсягу обчислень з сформованої послідовності комбінацій вибираються ті, у яких кількість джерел живлення відповідає діапазону зміни, заданому обмеженнями. Останні обумовлені електричним навантаженням електричної мережі, конструктивними параметрами джерел живлення, а також вимогами надійності.

(1 2 3 4)
 (1 2 3) (4)
 (1 2) (3) (4)
 (1 2) (3 4)
 (1 2 4) (3)
 (1 4) (2) (3)
 (1) (2 4) (3)
 (1) (2) (3 4)
 (1) (2) (3) (4)
 (1) (2 3) (4)
 (1) (2 3 4)
 (1 4) (2 3)
 (1 3 4) (2)
 (1 3) (2 4)
 (1 3) (2) (4)

Рисунок 1 – Послідовність розбиття множини {1,2,3,4}

Розроблений алгоритм в подальшому задіється як самостійний обчислювальний блок в загальному алгоритмі оптимізації структури і параметрів систем електропостачання.

УДК 621.316.9

Дьяченко В. В.¹, Храпійчук О. Г.², Піпаш В. С.³

¹ доц. ЗНТУ

² студ. гр. Е-141м ЗНТУ

³ студ. гр. Е-141м ЗНТУ

ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОВІДНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Алгоритм задачі вибору перерізів провідників електричної мережі до 1000 В ґрунтується на послідовному переборі перерізу провідників з паралельною зміною кількості ліній і матеріалу жили для конкретного розрахункового навантаження по струму. Природно, чим більше переріз, кількість ліній, і матеріал жили – мідь, тим втрати в провіднику будуть менше (оптимізується питомий показник – втрати електричної енергії на одиницю довжини). Обмеженнями у переборі можуть бути: економічні показники (відпущені кошти); конструктивна реалізація електричної мережі.

Початкова межа діапазону перерізів, що змінюються, визначається умовами їх вибору стосовно до мереж до й вище 1000 В. Результатом роботи цього оптимізаційного блоку є переріз провідників ділянок цехової

електричної мережі. В якості вихідних даних тут є розрахункове навантаження за струмом, причому для цехової мережі це початкова інформація, а для внутрішньозаводської – обчислюється після розподілу електричних навантажень по її джерелам живлення при відповідних номінальних напругах мережі.

Для аналізу впливу першого обмеження, а саме відпущених коштів на модернізацію електричних мереж під час впровадження енергозберігаючих заходів, а саме у частині заміни провідників, була розроблена обчислювальна модель, яка дозволяє проаналізувати як критерії ефективності обумовлюють результат вибору провідника.

УДК 692.92

Махлін П. В.¹, Глущенко А. І.², Яценко Д. В.³, Доморошин С. В.⁴

¹канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

²студ. гр. Е-111м ЗНТУ

³студ. гр. Е-121м ЗНТУ

⁴студ. гр. Ез-141 м ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФЕРОСПЛАВНОГО ЗАВОДУ.

Технологічний процес виробництва феросплавів є дуже енергоємних, а графік споживання в процесі виробництва нерівномірний. Завдання, забезпечення надійності електропостачання феросплавного виробництва з найменшими втратами електроенергії є актуальною задачею.

Система електропостачання феросплавного заводу є складною, а джерелом електроенергії є підстанція «Д–Д» і гідроелектростанція «Дніпрогес-1» в залежності від часу доби, пори року, положення в енергосистем.

Проведено аналіз можливих режимів роботи системи електропостачання при живленні від підстанції «Д–Д», коли секції та між шинні вимикачі на підстанції «Д–Д» включені і живлення здійснюється з трьома паралельно включеними автотрансформаторами, а також коли секційні вимикачі відключені, і живлення кожної з ліній проводиться від окремого автотрансформатора; при включеному і відключеному положенні секційного вимикача на підстанції «Ф–1». Дослідження проведені при максимальному і мінімальному режимі електроспоживання.

Проведені також дослідження при частково і повному включенні в роботу гідроелектростанції «Дніпрогес-1». У зазначених режимах проведено розрахунок потоків потужності електроенергії по різних лініях зв'язку,

визначені втрати потужності в елементах електромережі, знайдений оптимальний режим роботи.

Для проведення досліджень системи електропостачання в аварійному режимі роботи проведено розрахунок струмів трифазних і однофазних к. з. при різних схемах електропостачання феросплавного заводу.

Рівень струмів к. з. вийшов дуже високий, причому рівень однофазних к. з. перевищив к. з. Для зниження рівня трифазних к. з. розглянута можливість використання ділильної автоматики, що діє на відключення секційних вимикачів на шинах 150 кВ, в результаті чого зменшувалась кількість ланцюгів підживлення к. з.

Для зниження рівня струмів однофазних в нейтраль автотрансформаторів включалися реактори. Проведені дослідження зниження рівня к. з. від опору реактора.

В результаті дослідження обрано оптимальне значення опору реактора.

На основі проведених досліджень обраний оптимальний режим роботи системи електропостачання феросплавного заводу з точки зору мінімуму втрат потужності, розраховані аварійні режими роботи системи електропостачання та обрані заходи для зниження струмів к. з.

УДК 629.92,

Махлін П. В.¹, Вельчева Г. В.², Таратухіна К. С.³

¹канд. техн. наук, доцент ЗНТУ

²студ. гр. Е-111М ЗНТУ

³студ. гр. Е-111М ЗНТУ

ПРО ВТРАТИ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОЛІЗНОГО ЦЕХУ

Електропостачання алюмінієвих електролізерів здійснюється випрямленим струмом.

Електрична мережа електролізного цеху має складну конфігурацію, особливо це відноситься до анодної та катодної ошиновки електролізера. Електроенергія, що споживається електролізером, умовно можна розділити на електроенергію для технологічного процесу електролізу, та втрати електроенергії на її транспортування, анодна та катодна ошиновка електролізера представляє собою складну мережу с багатьма контактними з'єднаннями. Втрати потужності електроенергії в значній мірі залежить від стану контактних з'єднань, що змінюються в процесі експлуатації.

В роботі розроблені схеми заміщення анодної та катодної ошиновки, розроблена методика розрахунку затрат електроенергії та її транспортування до анода електролізера та з катодної ошиновки до наступного електролізера.

На основі розробленої методики проведені дослідження втрат потужності електроенергії в анодній та катодній ошиновці при погіршенні стану контактних з'єднань. Виявлено, що крім додаткових втрат потужності в контактних з'єднаннях виникають додаткові втрати електроенергії за рахунок нерівномірності струмо-розподілу по гілком анодної та катодної ошиновки. Побудовані залежності збільшення втрат потужності від стану контактних з'єднань.

На основі проведених досліджень виявлено, що стан анодної, та катодної ошиновки може оказувати значний вплив на кількість електроенергії, що споживається електролізером до 2% та більше. З урахуванням того, що технологічний процес виробітки алюмінія дуже енергоємний, то стан елементів анодної та катодної ошиновки може оказувати значний вплив на собівартість продукції.

На основі проведених досліджень виявлені елементи анодної та катодної ошиновки, що потребують особового контролю в процесі експлуатації алюмінієвих електролізерів.

УДК 629.92

Кулагін Д. О.¹, Волков М. А.²

¹ канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. Е-121м ЗНТУ

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ У БАЦІ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ВИКЛИКАНИХ ВИЩИМИ ГАРМОНІЧНИМИ СКЛАДОВИМИ

В наш час проблема зниження втрат електроенергії має досить велике значення, як відомо, витрати на енергоносії складають суттєву частку у собівартості продукції. Варто зазначити, що ця частка має стійку тенденцію до збільшення за рахунок постійного зростання тарифів на електроенергію.

На сучасних промислових підприємствах набули значного розповсюдження нелінійні електроприймачі, які викликають появу вищих гармонічних складових. До їх числа відносяться, в першу чергу різноманітні вентильні перетворювачі, установки дугового зварювання та контактної електрозварки, дугові сталеплавильні печі, газорозрядні лампи, силові магнітні підсилювачі та ін.

При проходженні струмів вищих гармонічних складових елементами мережі електропостачання виникають додаткові втрати активної потужності та електроенергії. Найбільші додаткові втрати активної потужності мають місце у трансформаторах, двигунах та генераторах.

Частина магнітного поля трансформатора, яка називається полем розсіювання, майже повністю знаходиться поза магнітною системою трансформатора. Так як потоки розсіювання замикаються не тільки в повітрі, але й в металевих конструкційних частинах трансформатора, у цих частинах виникають вихрові струми та втрати на перемагнічування. Через те, що бак трансформатора виготовляється зазвичай зі сталей типу ст.3 та 09Г2С з достатньо високою магнітною проникністю, вихрові струми у значній мірі замикаються саме через бак. Це викликає нагрівання та теплові втрати.

Вихрові струми викликані вищими гармонічними складовими, у потужних трансформаторах викликають подальше нагрівання. Якщо не враховувати ці втрати, це може призвести до великих збитків, або навіть до зростання температури масла вище допустимого рівня у післяаварійних режимах роботи, що може призвести до небажаних наслідків.

Існуючі методики розрахунку втрат у баці трансформатора були винайдені у минулому сторіччі та зазвичай не відповідають сучасним вимогам проектування. Переважна більшість науковців, що працюють у цьому напрямі в наш час, розглядають лише практичну частину використання цих методик та займаються не чим іншим як адаптацією. Варто зазначити також їх надмірну складність та велику кількість припущень. Наприклад, розрахунок ведеться тільки для частоти основної гармоніки, що, на мою думку робить їх непридатними для розрахунків втрат трансформаторів великої потужності.

Все вищесказане свідчить о потребі створення методики, яка враховувала б несинусоїдність струму відповідала б сучасним інженерно-технічним вимогам, використовувала б у повній мірі обчислювальні можливості сучасних обчислювальних машин та водночас була б достатньо простою та зрозумілою для рядового інженера-проектувальника.

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ НА УКРАЇНІ

В теперішній час, в експлуатації у промисловості та енергетиці України знаходиться величезна кількість електромеханічних реле захисту, переважна більшість з яких експлуатується десятиріччями. Очевидним є зростання теплових втрат в таких реле та зменшення їх надійності. Варто зазначити також те, що прототипи багатьох реле, які зараз використовуються, були створені у першій половині двадцятого сторіччя. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що у електромеханічних реле захисту практично не використовуються новітні наукові досягнення у матеріалознавстві та інших сферах.

Постає питання, чим замінити електромеханічні реле захисту, та чи можна повністю них позбавитися?

Мікропроцесорні пристрої релейного захисту та автоматики, бурхливий розвиток яких і викликав занепад у розвитку електромеханічних реле, знайшли широке застосування у захисті електротехнічних установок у країнах СНГ та далекого зарубіжжя. Переваги мікропроцесорних пристроїв над електромеханічними визнані провідними спеціалістами у галузі проектування та експлуатації пристроїв релейного захисту та автоматики. Серед переваг можна виділити компактність та багатофункціональність, низький рівень споживання за, висока точність, стабільність у роботі та можливість самодіагностики. Серед недоліків зазвичай називають високу вартість, низький діапазон робочих температур та потреба у висококваліфікованому обслуговуючому персоналі, що викликає додаткові витрати. Варто пам'ятати, що мікропроцесорні реле, за своєю суттю є багатофункціональними комплексами, які поєднують у собі функції багатьох пристроїв. Наприклад, запис аварійних режимів або передавання даних по каналам оптичного зв'язку. Але на жаль мікропроцесорні реле не можуть конкурувати у точності та можливостях з приладами, які призначені саме для запису аварійних режимів. Що ставить під сумнів доцільність цього функціоналу. Надійність мікропроцесорної техніки теж можна поставити під сумнів, тому що напівпровідникова техніка є дуже чутливою до якості електричної енергії. Відомо багато випадків, коли окремі компоненти, найчастіше резистори, перегорали та виходили з ладу, а пристрій самодіагностики не повідомляв про те що в реле є якісь проблеми.

Незважаючи на все це, переваг у використанні мікропроцесорних реле більше ніж недоліків.

Але не зважаючи на занепад електромеханічних реле, їх ідеї та принципи отримують продовження у сучасних герконових реле. Різноманітні компанії виготовляють вакуумні геркони на напруги до 1500В. Сучасні геркони, хоча і є електромеханічними елементами, за своєю надійністю та кількістю комутаційних циклів наближаються до напівпровідникових елементів. Реле на основі герконів мають високу швидкодію, високий коефіцієнт повернення на змінному струмі, стабільний поріг спрацьовування. На основі герконів можна створювати навіть такі реле захисту, параметри яких є недосяжними навіть для мікропроцесорного захисту. Тому ці реле є гарною альтернативою на заміну традиційним електромеханічним реле захисту.

На мою думку, для того щоб встигнути за науково-технічним прогресом, українським науковцям та інженерам потрібно звернути увагу на комбіновані, гібридні реле, які є симбіозом напівпровідникових елементів та герконів. Ці прилади можуть забезпечувати надійність та характеристики недосяжні для нинішніх приладів релейного захисту. Поєднуючи у собі переваги, та позбавляючись від недоліків притаманним обома типами.

Для того щоб зробити остаточний вердикт, по всім цим напрямкам необхідно провести ретельний аналіз та провести техніко-економічне обґрунтування. Тому що актуальність використання тих чи інших типів реле в наш складний час дуже залежить від капітальних вкладень, необхідних на модернізацію або заміну вже існуючих комплексів.

УДК 621.311.001.57

Шрам О. А.¹, Агаєв М. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. Е-111м ЗНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЦЕХОВИХ ПІДСТАНЦІЯХ

Дослідження та розрахунки перехідних процесів є необхідними умовами вирішення багатьох задач, які з'являються при проектуванні систем електропостачання. Дослідження перехідних процесів в електричних системах має велике практичне значення, так як від правильно з прогнозованого очікування протікання перехідного процесу в електричній системі, і точності його розрахунку, залежить стійкість роботи енергосистеми та надійність електропостачання споживачів. Великий вклад у скарбницю

науки з дослідження електромагнітних та електромеханічних перехідних процесів, внесли такі видатні вчені як: П. С. Жданов, С. А. Лебедєв, С. А. Ульянов, Л. А. Жуков, вклад у розвиток електроенергетики яких є безцінним. Але нажаль, як правило, аналітичний опис перехідних процесів у науковій літературі є складним, громіздким і займає багато часу. Спростити та прискорити розрахунки перехідних процесів в електричних системах дозволяє використання ЕОМ. Великі можливості для досліджень і розрахунків перехідних процесів дають методи моделювання.

Розроблена модель цехової підстанції у середовищі імітаційного моделювання дозволяє точно і швидко розрахувати будь-які види коротких замикань, таких, як наприклад однофазне на землю, двофазне на землю, трифазне, у мережах з глухо-заземленою нейтраллю на низькій стороні підстанції, або простих замикань, у мережах з ізольованою нейтраллю на високій стороні підстанції. Коло вимірювання електричних величин моделі надає можливість отримувати середньоквадратичні значення трифазних струмів та напруг при перехідному процесі на високій і низькій стороні цехової підстанції, а також чисельні значення активної, реактивної та повної потужності.

Візуалізовано протікання перехідного процесу за допомогою осцилограм струмів та напруг, які відображають амплітудні значення даних величин, а також чисельне значення ударного струму, що є необхідним для перевірки електричних апаратів на електродинамічну стійкість. По осцилограмах можна визначити час протікання перехідного процесу. Осцилограми відображають параметри мережі нормального, аварійного і післяаварійного режимів.

Слід відзначити, що є змога змінювати групи з'єднання обмоток трансформаторів, задавати режими роботи нейтралі, змінювати типи та потужність трансформаторів підстанції, задавати навантаження, враховувати вплив навантаження на протікання перехідного процесу, а також доповнювати модель іншими елементами, такими як: реактори, вимикачі, компенсуючі пристрої і т. п.

Модель може бути використана при проектуванні цехових трансформаторних підстанцій, виборі та розробці засобів релейного захисту та автоматики, а також для перевірки електричних апаратів на електродинамічну стійкість до струмів короткого замикання.

СУХІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТРАНСФОРМАТОРИ

За останній час конструкція силових трансформаторів, що складаються з магнітопроводу, обмоток і бака (для масляних трансформаторів) майже не змінилась. Вона залишається практично такою самою як і століття назад. Всі зміни які відбулися – це зміни в області застосування матеріалів і в технології виробництва його частин, і трансформатора в цілому.

За останній час замість масляних стали частіше використовувати сухі силові типи трансформаторів з низьким рівнем втрат.

За останні 10 років, зі збільшенням вимог до енергозбереження здобула актуальності проблема великомасштабного застосування енергоефективних силових трансформаторів.

Вакуумна технологія виробництва сухих силових трансформаторів. За цією технологією готові обмотки трансформатора заливають в вакуумі попередньо підготовленим епоксидним компаундом з кварцовим наповнювачем, що дозволяє виключити зі складу ізоляції обмоток різні домішки і газові мікро порожнини і, тим самим, істотно підвищити діелектричну міцність ізоляції по відношенню до часткових розрядів, що викликає її швидке старіння і знижує термін її служби.

Така технологія дозволяє зберігати цілісність трансформатора при температурних деформаціях і аварійних токах к. з., що значно перевищують номінальний робочий струм трансформатора. Також, за допомогою вакуумної технології, знижуються втрати в обмотці в порівнянні з втратами в обмотках звичайного виконання.

При виробництві сухих трансформаторів за без вакуумною технологією, обмотку ВН трансформатора виготовляють шляхом почергового намотування шару обмотки на стрижень магнітопроводу «на мокро» при атмосферному тиску і між силової ізоляції, що складається з ровінгу, насиченого епоксидним компаундом без наповнювача.

Останнім часом сухі трансформатори виготовляють з аморфного (нанокристалічного) сплаву, який на відміну від металу не має кристалічної структури. Нажаль в Україні ще не використовують цей матеріал, але в найближчій час, група «Трасформер», заявила про виготовлення перших дослідних зразків масляних герметичних трансформаторів. Отже, будемо сподіватись, що найближчим часом вони попадуть на серійне виробництво.

З практичної точки зору, в Україні широкому застосуванню енергозберігаючих трансформаторів перешкоджали високі витрати, відсутність стрічки і аморфного сплаву з необхідними параметрами.

Отже, для того, щоб в Україні набули застосування такі трансформатори, потрібні інвестиції і підтримка держави для приватних підприємств.

УДК 621.314.26

Немикіна О. В.¹, Сакун О. О.²

¹ ас. ЗНТУ

² студ. гр. Е-112 ЗНТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЛАВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРП НА ОСНОВАНИИ IGBT-ТРАНЗИСТОРОВ

В настоящее время электроприводы потребляют более 60% вырабатываемой электроэнергии. Поэтому особое значение приобретают вопросы разработки и практического внедрения методов и средств энергосбережения, а также управления качеством электроэнергии средствами электропривода, и, в частности, частотно-регулируемого, где имеются большие резервы. Однако, несмотря на ряд достоинств частотно-регулируемых приводов, таких как обеспечение работы асинхронной машины в 4-квадрантах механической характеристики, рекуперация электрической энергии в питающую сеть, стабилизация напряжения в звене постоянного тока при изменении передаваемой мощности и повышении коэффициента мощности (за счет отказа от выпрямителя с фазовым управлением) они имеют ряд недостатков, основным из которых является генерация в питающую сеть высших гармоник при значительном регулировании. При этом за счет генерации высших гармонических увеличиваются потери при пуске и торможении в 3–4-раза. Однако, численный анализ происходящих процессов отсутствует. Для проведения численного анализа процессов энергообмена в системе «питающая сеть – входной преобразователь» в программном пакете MATLAB была создана математическая модель «прозрачного» преобразователя. В результате расчета были получены кривые входных токов преобразователя. Входные токи в питающей сети были разложены в ряд Фурье. В токе питающей сети преобладают 5-ая и 7-ая гармоническая составляющая.

Амплитуды высших гармонических имеют ярко выраженный максимум при малом токе нагрузки ($0 \div 0,3I_{\text{ном}}$), при этом 5-ая, 7-ая гармонические составляющие имеют амплитуды, превышающие более чем на 200%

амплитуду основної гармоніки. Зависимість інтегрального значення коефіцієнта искаження від величини тока навантаження має обернено пропорційну залежність з мінімальним значенням при малому тоці навантаження ($0 \div 0,3I_{\text{ном}}$). Фізичний сенс такого режиму полягає в тому, що «прозорий» перетворювач формує ток искаження частотою 250, 350 Гц при відсутності споживання активної складової навантаження. Вказане якість є особливістю роботи такої схеми перетворювача, яке призводить до додаткових втрат потужності в живлюючій мережі і потребує спеціального урахування.

УДК 621.316.11

Федоса Д. В.¹, Маковський Д. О.²

¹ канд. техн. наук, ст. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Е-121м ЗНТУ

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМ ЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ТОПОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СИЛОВИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ ПУНКТІВ

Використання силових розподільчих (РП/СП) пунктів, джерело живлення яких виконано у вигляді цехової трансформаторної підстанції 10(6)/0,4 кВ, дає можливість при рівних умовах зменшити кількість ЛЕП що відходять і отримати більш вигідні техніко-економічні показники. Практично це починається із формування нижнього рівня цехової електромережі (розподіл приймачів електроенергії по СП) та верхнього рівня (групування СП і невідключених електроприймачів по підстанції), що визначає вибір кількості підстанцій та потужності їх трансформаторів. Такий спосіб проектування дає змогу формувати варіанти схемних рішень з числом СП від 1 до числа, рівному кількості електроприймачів у цеху.

Значно скоротити кількість цих варіантів для техніко-економічного порівняння можливо із зміною послідовності етапів формування, наведеного вище.

На першому етапі пропонується формування верхнього рівня цехової електромережі, групуючи електроприймачі по джерелам живлення, на другому ж – у сформованих групах електроприймачів шукаємо доцільність використання СП.

Для формалізації процедури відбору приймачів електроенергії в групи СП, сформовані групи електроприймачів джерела живлення можна розділити на «Сильну технічну групу» (СТГ1) і «Слабку технічну групу» (СТГ2).

«Сильна технічна група» це група, сформована по ТКО, яка має оптимальний коефіцієнт завантаження трансформаторів, виходячи з умов надмірності.

«Слабка технічна група» – група, сформована по ТКО, яка сформована за умови недостатності числа приймачів електроенергії для забезпечення прийнятного значення величини коефіцієнта завантаження трансформаторів.

Доцільність формування СП в СТГ1 може проявитися тільки в випадках щодо великої віддаленості і локальної скупченості приймачів електроенергії, коли витрати на радіальну розподільну мережу від джерела живлення до електроприймача будуть більше сумарних витрат на мережу живлення від джерела живлення до СП і на розподільну мережу від СП до цих електроприймачів.

Доцільність встановлення СП в межах групи СТГ2, як правило, обумовлюється значним зменшенням витрат на розподільну мережу в порівнянні з витратами на мережу без СП, так як приймач електроенергії СТГ2 більш віддалені від джерела живлення ніж електроприймач СТГ1. При цьому, прокладка довшою мережі з великими витратами до іншого джерела живлення може компенсуватися можливістю не збільшувати потужність силового трансформатора.

УДК 004.052.42

Shkarupylo V. V.

cand. of techn. sciences, doc. of ZNTU

AN IN-DEPTH LOOK AT TLC MODEL CHECKER

Today formal methods are widely used during engineering of different software systems. Arguably the most promising representatives of such systems are the SOA-inspired ones (Service Oriented Architecture) [1]. There are plenty of well-known model checkers: NuSMV (New Symbolic Model Verifier), SPIN (Simple Promela Interpreter), etc. Such methods are typically coupled with LTL (Linear Temporal Logic) and/or CTL (Computational Tree Logic) formalisms usage.

A convenient way to produce a rigid easy reconfigurable specifications is to use a TLA+ formalism (Temporal Logic of Actions, by L. Lamport) and the appropriate TLC (TLA Checker) model checker [2]. The TLC can be used with two approaches – by BFS-driven (Breadth-first Search) state space search or by DFS-driven (Depth-first Search) one. To reduce verification procedure time costs the right approach should be used, depending on the specification structure.

The experimental evaluation of both approaches to TLC-verification has been conducted for the specifications with purely sequential structure (fig. 1).

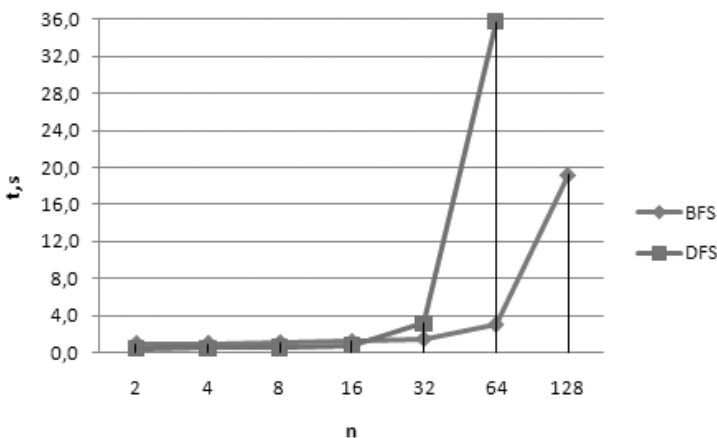


Figure 1 – The approaches evaluation

On fig. 1 n – the number of state variables in TLA+ specification, t – time, spent to verify the specification on the following configuration: CPU – AMD K10, 3GHz; RAM – DDR3, 2 GB; OS – MS Windows 7x32; JRE 1.7.

REFERENCES

1. Newcombe C. How Amazon Web Services Uses Formal Methods / C. Newcombe, T. Rath, F. Zhang [et al.] // Communications of the ACM. – 2015. – Vol. 58, No. 4. – P. 66–73. DOI: 10.1145/2699417
2. Lamport L. Specifying Systems: The TLA+ Language and Tools for Hardware and Software Engineers / L. Lamport. – Boston.: Addison-Wesley, 2002. – 364 p.

УДК 004.42

Точилін С. Д.

канд. фіз.-мат. наук, доц. ЗНТУ

КРОСПЛАТФОРМНИЙ ВІРТУАЛЬНИЙ ВОЛЬТМЕТР-РЕЄСТРАТОР

У наш час модернізація обладнання та технологій у виробництві, системі освіти і наукових дослідженнях представляє актуальну задачу. Одним зі шляхів її рішення є впровадження сучасного апаратного забезпечення, що працює з використанням спеціальних комп'ютерних програм – віртуальних приладів.

При цьому сигнали від датчиків представляються в цифровому виді за допомогою систем збору даних на основі аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Цифрові сигнали вводяться в керуючий комп'ютер за допомогою портів вводу, обробляються віртуальним приладом, та виводяться, при необхідності, у порти виводу.

На сучасному ринку електронних компонентів доступні недорогі багатофункціональні мікропроцесорні плати Arduino, які можна запрограмувати для використання в якості систем збору даних. При цьому дана плата та безкоштовне середовище для її програмування утворюють платформу Arduino.

У даній роботі, з допомогою мови програмування Java™, був розроблений кросплатформний віртуальний вольтметр-реєстратор для плати Arduino, яка була запрограмована в якості системи збору даних.

Вольтметр мав графічний інтерфейс користувача та дозволяв періодично реєструвати дані по входній напрузі в діапазоні 0–5 Вольт з 10–бітним вирішенням. Період реєстрації установлювався користувачем в інтервалі від 0,2 до 3600 с. При цьому здійснювалося відображення чисельного значення останнього виміру напруги та час його проведення, а також подання всіх зареєстрованих даних у табличному вигляді. Крім того, вольтметр дозволяв зупиняти та відновлювати реєстрацію, а також видаляти табличні значення вимірів або зберігати їх в *.txt або *.csv файлах.

Розроблений віртуальний вольтметр-реєстратор може використовуватися для апаратної модернізації виробничих, лабораторних та експериментальних систем. Його програмні алгоритми передбачається застосовувати при розробці віртуальних приладів на базі Arduino з більш високим ступенем швидкодії та вирішення, які використовують зовнішні АЦП та SPI-інтерфейс.

УДК 004.42

Точилин С. Д.

канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ДОСТУПА К ДАННЫМ СУБД SQLITE НА ОСНОВЕ JAVA И PHP WEB-СЛУЖБ

В настоящее время в сети Internet широко используются распределенные компьютерные системы (КС) на основе Web-служб. При этом реализация информационных Web-служб часто основывается на применении JavaTM и PHP-технологии, а также СУБД SQLite.

В данной работе была поставлена задача определения производительности распределенных КС доступа к данным СУБД SQLite, разработанных на основе Java и PHP XML-RPC Web-служб, с целью выбора оптимальной технологии для КС, предоставляющей информационные Web-услуги с СУБД SQLite.

Для решения поставленной задачи были созданы две КС с одинаковой клиентской частью и функционально подобными Web-службами, написанными на Java и PHP. Системы выполняли поиск случайного параметра в базе данных (БД) SQLite и вывод ее содержимого. В процессе их работы регистрировалось среднее время выполнения одного запроса τ для различных объемов данных V (20–100 КБайт) в БД.

Программное обеспечение (ПО), использованное в данной работе: пакеты – xmlrpc-1.1. jar и sqlite-jdbc-3.8.11.1. jar, jdk 1.6.16, PHP 5.3.2, серверы – Apache 2.2.25 и Apache Tomcat 7.0.55, СУБД – SQLite 3.6.22. Компьютер, на которые устанавливалось ПО был оснащен CPU – 1,67 ГГц и RAM – 1,0 ГБайт.

Выяснилось, что для данных объемом от 20 до 100 КБайт, время τ при поиске в БД SQLite для КС на основе Java и PHP-технологии практически не менялось и составляло 5 и 7 мс, соответственно.

При извлечении всех данных из БД значение τ в исследованных КС нелинейно возрастало с увеличением V . Наиболее значительный рост τ , при

изменении V от 20 до 100 Кбайт, наблюдался в системе на основе PHP Web-службы – с 0,21 до 1,18 с. Напротив, для КС на основе Java Web-службы, значение τ увеличивалось с 0,13 до 0,87 с, соответственно.

Основываясь на данных исследования можно утверждать, что КС, разработанная на основе Java XML-RPC Web-службы, является более производительной, при доступе к данным СУБД SQLite, чем аналогичная КС, разработанная на основе PHP XML-RPC Web-службы.

УДК 004.75

Сирота А. В.

старш. преп. ЗНТУ

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Перспективным направлением развития современных информационных систем являются облачные технологии.

Проанализировав сущность и основные характеристики моделей облачных технологий, обоснуем возможность и целесообразность их применения в образовательном процессе современного ВУЗа.

Национальный институт стандартов и технологий США (National Institute of Standards and Technology – NIST) в документе «NIST Definition of Cloud Computing v15» [4] определил облачные вычисления как модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов. При облачных вычислениях данные постоянно хранятся на виртуальных серверах, расположенных в облаке, а также временно кэшируются на клиентской стороне на компьютерах, ноутбуках, нетбуках, мобильных устройствах и т. п. [2]. Для построения облака используют одну из трех базовых моделей: программное обеспечение как сервис, платформу как сервис, инфраструктуру как сервис. Проанализируем более подробно модели облаков с целью выявления возможности их применения в образовательном процессе.

Инфраструктура как сервис (IaaS, infrastructure as a service) – предоставление компьютерной инфраструктуры как услуги на основе концепции облачных вычислений. На этом уровне пользователи получают базовые вычислительные ресурсы. Одним из примеров такого подхода является Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) – организации могут использовать эту инфраструктуру, устанавливая на виртуальных машинах linux-серверы, и при необходимости наращивать вычислительные мощности [3]. Такая модель подразумевает бесплатное предоставление ресурсов

хранения данных, функций электронной почты и систем совместной работы, что может быть интересным для образовательных учреждений. Платформа как сервис (PaaS, platform as a service) – это предоставление интегрированной платформы для разработки, тестирования, развертывания и поддержки веб-приложений как услуги. Здесь пользователи имеют возможность устанавливать собственные приложения на платформе, предоставляемой провайдером услуги. Программное обеспечение как сервис (SaaS, software as a service) – модель развертывания приложения, которая подразумевает предоставление приложения конечному пользователю как услуги по требованию. При этом в облаке хранятся не только данные, но и связанные с ними приложения, а пользователю для работы требуется только веб-браузер. Именно этот уровень представляет наибольший интерес для образовательного процесса. Лучшими примерами такого подхода являются системы Google Apps for Education и Microsoft Live@edu, предоставляющие как средства поддержки коммуникации, так и офисные приложения, такие, как электронная почта, электронные таблицы, приложения для обработки текстов и т. п. [3]. В настоящее время в мировой практике реализуются четыре модели развертывания облачных систем:

- приватное облако (private cloud) – используется для предоставления сервисов внутри одной компании, которая является одновременно и заказчиком, и поставщиком услуг. Это вариант реализации облачной концепции, когда компания создает ее для себя самой, в рамках организации;
- публичное облако (public cloud) – подразумевает развертывание инфраструктуры с необходимым программным обеспечением и предоставление механизмов доступа к ним за пределами инфраструктуры учреждения;
- гибридное облако (hybrid cloud) – состоит из двух и более облаков различного типа;
- общественное облако (community cloud) – вид инфраструктуры, предназначенный для использования конкретным сообществом потребителей из организаций, имеющих общие задачи.

Примерами общественных облаков является платформа Windows Azure, вебсервисы Amazon, Google App Engine и Force. com [1]. Для образовательных учреждений наиболее подходящими являются публичные и общественные облачные системы. К использованию данных технологий переходят некоторые зарубежные образовательные учреждения. В Литве Каунасский технологический университет (Kaunas University of Technology) в течение трех последних лет использует облачные сервисы, предоставляемые Microsoft Live@edu. В США целые штаты переходят на использование облачных технологий. Так, в университете Хофстра (Hofstra University) используют облачные сервисы, предоставляемые Google Apps. Еще одним

вариантом использования облачных сервисов, который начинает распространяться в сфере образования, является перемещение в облако систем управления обучением (Learning Management Systems, LMS). Передача поддержки таких LMS, как Blackboard, Moodle и т. д., внешним провайдерам имеет смысл для образовательных учреждений, которые не могут позволить себе покупку и поддержку дорогостоящего оборудования и программного обеспечения. Проанализировав модели облаков и опыт применения их в зарубежных странах, мы пришли к выводу, что чаще всего образовательные учреждения используют модель облака «программное обеспечение как сервис». Использование этой модели не требует от образовательного учреждения создания собственного сервера и его обслуживания, позволяет избежать экономических и организационных затрат и дает возможность устанавливать собственные приложения на платформе, предоставляемой провайдером услуги. Проведенный анализ позволил выделить следующие преимущества использования облачных технологий в образовательном процессе:

- экономические: основным преимуществом для многих образовательных учреждений является экономичность. Это особенно заметно, когда услуги, подобные электронной почте, бесплатно предоставляются внешними провайдерами. Помещения освобождаются, что является актуальным в условиях, когда все чаще ощущается недостаток учебных аудиторий;

- технические: минимальные требования к аппаратному обеспечению (обязательным условием является лишь наличие доступа к сети Интернет);

- технологические: большинство облачных услуг высокого уровня либо достаточно просты в использовании, либо требуют минимальной поддержки;

- дидактические: широкий спектр онлайн-инструментов и услуг, которые обеспечивают безопасное соединение и возможности сотрудничества преподавателей и студентов.

В рамках нашего анализа интерес представляет последняя группа преимуществ. В настоящее время наиболее распространенными системами сервисов на основе технологии облачных вычислений, применяемыми в образовательном процессе, являются Microsoft Live@edu и Google Apps Education Edition. Они представляют собой web-приложения на основе облачных технологий, предоставляющие учащимся и преподавателям учебных заведений инструменты, использование которых призвано повысить эффективность общения и совместной работы [5].

Это связано с организацией сетевого сбора информации от множества участников образовательного процесса. Преподаватель получает возможность отслеживать динамику каждого задания по мере того, как студент его выполняет. Сервис Google Docs позволяет проведение

индивидуальных, и совместных практических работ по таким разделам различных дисциплин, как моделирование, обработка числовых данных, построение диаграмм, предоставляет преподавателю возможность организовать тесты с разными типами вопросов с применением специальных форм. Планирование учебного процесса средствами сервиса Google Calendar позволяет создавать расписание теоретических и практических занятий, консультаций; информировать учащихся о домашнем задании, переносе занятий, напоминать о контрольных и самостоятельных работах, сроках сдачи лабораторных, курсовых работ. На основе рассмотренных сервисов сформулируем дидактические возможности облачных технологий, подтверждающие целесообразность их применения в образовательном процессе:

- возможность организации совместной работы большого коллектива преподавателей и студентов;
- быстрое включение создаваемых продуктов в образовательный процесс без территориальной привязки пользователя сервиса к месту его предоставления;
- организация интерактивных занятий и коллективного преподавания;
- выполнение студентами самостоятельных работ, в том числе коллективных проектов, в условиях отсутствия ограничений на «размер аудитории» и «время проведения занятий»;
- создание web-ориентированных лабораторий в конкретных предметных областях (механизмы добавления новых ресурсов; интерактивный доступ к инструментам моделирования; информационные ресурсы; поддержка пользователей и др.);
- организация разных форм контроля;
- перемещение в облако используемых учреждениями систем управления обучением (например, Moodle);
- новые возможности для исследователей по организации доступа, разработке и распространению прикладных моделей.

Таким образом, главным дидактическим преимуществом использования облачных технологий в образовательном процессе является организация совместной работы учащихся и преподавателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сейдаметова З. С., Облачные сервисы в образовании / З. С. Сейдаметова, С. Н. Сейтвелиева // Информационные технологии в образовании – 2011 – № 9. – С.105–111.
2. Hewitt C. ORGs for Scalable, Robust, Privacy-Friendly Client Cloud Computing / C. Hewitt // IEEE Internet Computing.– 2008 – Vol. 12, No. 5. – P. 96–99. Doi: 10.1109 / MIC.2008.107

маршрутизации: с учетом записей переадресации (желаемого результата) и протокола маршрутизации (функции), Fibbing автоматически преобразует в вычислительный вид сообщения маршрутизации для отправки на маршрутизатор.

Fibbing выразительна и может направить потоки в любом направлении. Она может осуществлять полный контроль; по этой причине, Fibbing охотно поддерживает передовые приложения для переадресации, такие как:

- технические средства регулирования трафика,
- балансировку нагрузки,
- быстрое переключение в случае сбоев,
- управление трафиком.

Опираясь на протоколы маршрутизации, Fibbing не поддерживает мелкодетализированную маршрутизацию и политики переадресации, такие как установка соответствия номеров портов. При этом такая политика может легко поддерживаться с помощью Middleboxes.

Шкалы Fibbing устойчивы к сбоям. Fibbing должен быть быстрым в преобразовании в вычислительный вид дополненных топологий для избежания сбоев сети. В то же время, технологии Fibbing необходимо вычислять небольшие дополненные топологии, поскольку маршрутизаторы имеют ограниченные ресурсы. Наконец, Fibbing должна быть надежной и корректно обрабатывать ошибки контроллера.

Fibbing, в отличие от предыдущих подходов, использует реализацию протокола маршрутизации на маршрутизаторах. Таким образом, Fibbing может адаптировать схему переадресации нескольких маршрутизаторов одновременно, допуская вычисление записей таблицы переадресации и выдачу их за собственные. То есть, в то время как контроллер вычисляет записи маршрутизации централизованно, схема переадресации все еще вычисляется в распределенном режиме.

Fibbing работает на существующих маршрутизаторах. Fibbing может реализовать последние версии SDN, такие как Google B4 и Microsoft SWAN – поверх существующих сетей.

Fibbing обеспечивает следующие преимущества:

- Абстракция: Fibbing показывает, как выразить и реализовать высокоуровневые требования к переадресации с использованием распределенный протокол,
- Алгоритмы: Fibbing предлагает новые эффективные алгоритмы для вычисления компактных топологий,
- Реализация: Fibbing может быть уже сегодня реализована с продукцией компаний Cisco и Juniper,

– Оценка: контроллер Fibbing быстро генерирует небольшие дополненные топологии, вызывающие минимальную нагрузку для маршрутизаторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vissicchio S., Sweet little lies: Fake topologies for flexible routing / S. Vissicchio, L. Vanbever, and J. Rexford // Proceedings of the 13th ACM Workshop on Hot Topics in Networks, 27–28 oct. 2014 – Los Angeles: CA, 2014 – P. 217–224
2. Vissicchio S. Central Control over Distributed Routing (Extended Version) / S. Vissicchio, O. Tilmans, L. Vanbever, and J. Rexford // ACM SIGCOMM Computer Communication Review – SIGCOMM’15 – 2015 – Vol. 45 Issue 4 – P. 43–56.
3. Levin D., Panopticon: Reaping the Benefits of Incremental SDN Deployment in Enterprise Networks / D. Levin, M. Canini, S. Schmid, F. Schaffert, and A. Feldmann [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.net/4679035-Panopticon-reaping-the-benefits-of-incremental-sdn-deployment-in-enterprise-networks.html>

УДК 681.527.2

Нестеренко Г. С.

зав. лаб. ЗНТУ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ СЕТЕЙ (SDN)

По прогнозам аналитиков, к 2018 году мировые расходы на программно-конфигурируемые сети, имеющие первостепенную важность для облачных ЦОД, возрастут до 35 миллиардов долларов (рис.1).

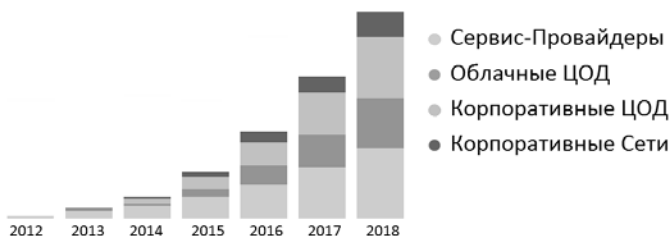


Рисунок 1 – Структура мировых затрат на SDN. Прогноз до 2018 года

SDN снижает потребность в технических специалистах и, как результат, сокращает капитальные (CapEx) и эксплуатационные (OpEx) расходы. Также SDN обеспечивает быстрое взаимодействие сервисов, поскольку данные программируются сервисами удаленного контроля (контроллерами) и приложениями. В глобальном плане SDN трансформирует сеть в вычислительный домен и перенимает все больше практик стандартизации, применимых к компьютерам и программному обеспечению.

Цели SDN включают способность быстро внедрять сетевые инновации быстрее и радикально упростить и автоматизировать процесс управления крупными сетями.

Использование SDN – движущая сила в эволюции OpenFlow. Число примеров использования SDN, основанных на применении OpenFlow, за последние годы масштабно возросло.

Два наиболее значительных для эволюции OpenFlow кейса, которые достаточно обширно иллюстрируют разнообразие круга вопросов, касающихся SDN: облачные ЦОД и унифицированные коммуникации на предприятиях.

Облачные ЦОД.

Вычислительные ресурсы в облачных ЦОД создаются автоматически в считанные минуты. Один подход к этой новой динамической парадигме заключается в отделении сети от вычислительной неустойчивости и предоставлении только плоских статических сервисов связи.

Распространенным решением сегодня является развертывание SDN для динамического конфигурирования статической сети. VSwitch, программный коммутатор с открытым кодом, динамически маршрутизирует для каждого сервера пакеты от виртуальных машин (VM) по различным статическим путям, действующим в сети. Менеджер ЦОД управляет API (интерфейсом прикладного программирования) для применения новых требований к подключению к сетевому контроллеру при внесении изменений в вычислительные данные. Сетевой контроллер может затем использовать интерфейс API, например, OpenFlow, чтобы применить требования по обеспечению сетевого доступа и политики к программному коммутатору VSwitch.

Примером эволюции OpenFlow может являться добавление многоканальной поддержки, обусловленное стремлением использовать OpenFlow в облачных ЦОД. На современных версиях OpenFlow включена возможность инкапсуляции метаданных – базовый примитив в создании логической сети поверх существующей.

Облачные корпоративные коммуникации.

Эволюция SDN может помочь автоматизировать QoS-конфигурации всей сети для Унифицированных коммуникаций.

Целью здесь является не только предоставление требуемого QoS, но и масштабирование используемых ресурсов. Если качество сессии неприемлемо, состояние сети может быть проанализировано в режиме реального времени и могут быть предприняты меры (например, перенаправление вызова). Корпоративные сети с автономным управлением поддаются подобному глобальному QoS контролю.

Два рассмотренных случая использования SDN предназначены для удовлетворения нужд, которые плохо решаются с помощью действующих сетей. В следующих статьях мы рассмотрим более детально основные элементы SDN, а также поговорим об эволюции в маршрутизации и беспроводных подключениях.

Все современные компании, предлагающие облачные сервисы, признают: перспективы развития SDN глобальны, и требуется определенное количество усилий для выведения SDN на новый уровень использования. Тем не менее, потребности в SDN также колоссальны, а количество организаций и фондов, занимающихся его развитием, насчитывает десятки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. OpenFlow Switch Specification (Series) [Electronic resource]– Режим доступа: <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/onfspecifications/openflow>.
2. Nunes B., A survey of software-defined networking: Past, present, and future of programmable networks / B. Nunes, M. Mendonca, X.-N. Nguyen, // Communications Surveys Tutorials, IEEE, – 2014. – Vol. 16, No. 3, – P. 1617–1634
3. Casado M., Abstractions for software-defined networks / M. Casado, N. Foster, A. Guha, // Commun. ACM, – 2015 – Vol. 57, No. 10, – P. 86–95.
4. Banikazemi M., Meridian: an SDN platform for cloud network services / M. Banikazemi, D. Olshefski, A. Shaikh // Communications Magazine, IEEE – 2015 – Vol. 51, No. 2, – P. 120–127.

УДК 681.527.2

Голуб Т. В.

ассист. ЗНТУ

ЭТАПЫ РАБОТЫ КЛАССИФИКАТОРОВ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Увеличение объемов задокументированной информации усложняет процесс ориентации в ней, что ведет к непропорциональному увеличению

затрат времени на поиск необходимых данных в неструктурированных хранилищах. Для упрощения этой задачи является логичным систематизировать документы в зависимости от их тематики по определенным рубрикам, то есть классифицировать.

Задачей классификации называется процесс сопоставления данного документа одной или нескольким рубрикам, к которым он максимально приближен. Для реализации данной задачи необходимо выполнить ряд действий.

Сначала проводится индексация документов, включающая в себя преобразование документа в вектор данных и уменьшение размерности пространства признаков. К методам уменьшения размерности относятся статистические (лемминг, стреминг, исключение стоп-слов и слов, характеристический коэффициент которых ниже заданного порогового значения) и семантические (методы кластеризации и латентно-семантическое) методы.

После непосредственного выполнения классификации для оценки качества полученных результатов выполняется оценка его качества по ряду характеристик, наиболее распространенными из которых являются точность (оценивает долю правильно классифицированных документов во всех документах, отнесенных к некоторой рубрике) и полнота (оценивает долю правильно классифицированных документов во всех документах, которые нужно было отнести к некоторой рубрике). Для получения более полной картины производительности классификатора используется сочетание этих параметров, которое позволяет варьировать значимость того или иного параметра в зависимости от поставленной задачи.

Для выполнения процесса классификации предварительно экспертом формируется иерархия тематических рубрик. Описания тематических рубрик выполняются либо вручную, либо автоматически с применением методов машинного обучения.

Примерами классических методов построения текстовых классификаторов являются следующие: статистический метод Байеса [1]; методы на основе функций подобия [1] (метод опорных векторов, k-ближайший сосед, Метод Роше); дерево решений (символьный метод) [1]; интеллектуальные методы (нейронные сети [3]; растущие сети [4]).

Последний упомянутый метод является альтернативным относительно перечисленных методов. Классификаторы, построенные на основе растущих сетей, способны систематизировать поступающие данные и отображать логические зависимости, на основании которых сетью было принято соответствующее решение, что позволяет контролировать логические связи сделанных классификатором выводов от анализируемых параметров до выбранного класса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Erpev A. S. Automatic classification of text documents / A. S. Erpev // Mathematical Structures and Modeling. – vol. 21, 2010 – P. 65–81.
2. Ikonomakis M. Text Classification Using Machine Learning Techniques / M. Ikonomakis, S. Kotsiantis, V. Tampakas // Wseas Transactions On Computers – issue 8, vol. 4, 2005 – P. 966–974.
3. Yampolsky L. S. Analytical approach to the choice of neural network topologies to solve the applied problems / L. S. Yampolsky // Adaptive systems of automatic control – vol. 20, 2012 – P. 159–179.
4. Gladun V. P. Restructuring and analysis of data in growing pyramidal networks / V. P. Gladun, N. D. Vashchenko, V. Yu. Velichko, Yu. G. Tkachenko // System Research & Information Technologies – vol. 1, 2004 – P. 82–92

УДК 004.021

Дьячук Т. С.¹, Тищенко В. О.²

¹асист. ЗНТУ

²студ. гр. КНТ-612 ЗНТУ

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПАРАЛЕЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ MPI C++ ТА JAVA THREADS НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ ФЛОЙДА-УОРШЕЛЛА

Багато структур, що представляють практичний інтерес в математиці та інформатиці, можуть бути представлені графами. Математичні моделі у вигляді графів широко використовуються при моделюванні різноманітних явищ, процесів та систем. Як результат, багато теоретичних та реальних прикладних завдань можуть бути вирішені за допомогою тих чи інших процедур аналізу графових моделей. Серед безлічі цих процедур може бути виділений деякий певний набір типових алгоритмів обробки графів.

Метою роботи є розробка ефективних критеріїв порівняння методів паралельного програмування, що дозволяють дати оцінку результатам роботи паралельних технологій на основі алгоритму Флойда-Уоршелла. Перетворивши послідовний алгоритм пошуку найкоротшого шляху у графі в паралельний, було забезпечено прискорення обчислень за рахунок використання декількох процесів, які в сукупності здатні максимально використовувати ресурси центрального процесора. Були виконано наступні етапи:

- визначення паралелізму: аналіз завдання з метою виділити підзадачі, які можуть виконуватися одночасно;

- виявлення паралелізму: зміна структури завдання таким чином, щоб можна було ефективно виконувати підзадачі. Для цього знайдено залежності

між підзадачами та організовано вихідний код так, щоб ними можна було ефективно управляти;

– вираз паралелізму: реалізація паралельного алгоритму у вихідному коді за допомогою системи позначень паралельного програмування.

Дослідження проводилися на кластерних системах. Отримані результати показали, що зі збільшенням обсягу обчислювальних робіт, паралельне програмування стає все більш актуальним. За рахунок JIT-компілятора потоки на Java значно прискорюють об'ємні паралельні обчислення. Java потоки використовують спільну пам'ять, тому час на передачу даних не витрачається. На маленьких кількостях процесів MPI втрачає швидкість завдяки пересиланням даних, що займає багато часу. Зі збільшенням кількості процесів в певний момент MPI технології дають значне прискорення, нівелюючи затратне пересилання даних.

УДК 004.451

Дьячук Т. С.¹, Богатирьов Д. С.²

¹асист. ЗНТУ

²студ. гр. КНТ-612 ЗНТУ

ПОРІВНЯННЯ ВІРТУАЛЬНИХ МАШИН ПЛАТФОРМИ ANDROID

В сучасному світі, коли у кожної другої людини є смартфон або планшет, перед користувачем постає необхідність вибору операційної системи для свого пристрою. На даний момент найпоширенішою ОС для мобільних пристроїв є платформа Android. Віртуальною машиною платформи була Dalvik, яка основана на принципах JIT компіляції. Так було до листопада 2014 року, коли відбувся реліз Android 5.0»Lollipop», з віртуальною машиною ART заснованою на принципах AOT компіляції.

Ціллю роботи є розробка рекомендації у допомогу рядовому користувачу для вибору версії ОС Android. Тобто чи є сенс оновлювати версію свого пристрою. У роботі проводилися виміри продуктивності ОС та раціональність використання ресурсів пристрою. Виміри проводилися готовими програмними засобами «бенчмарками», а саме: Real-Pi, Quadrant Standart, 3DMark, Antutu Benchmark, CF-Bench. Також був розроблений власний додаток в основу якого покладено відображення багатьох рухомих елементів. Відображення проводилося на елементі Canvas, одночасно відображалось 10000 квадратів, розміром 10x10 пікселів, різного кольору. Траєкторія руху кожного пікселю розраховувалась, як синус від його поточного положення на осі абсцис. Крок по осі абсцис для кожного пікселя був різним (номер пікселю 0.9999). Показником продуктивності був час за

який найповільніший піксель повернеться до свого початкового положення. Час замірювався у паралельному потоці, отже чим довше проводилися розрахунки положень пікселів тим більше був цей час.

Результати роботи показали, що на момент проведення дослідів віртуальна машина ART була ще не набагато продуктивніша за Dalvik, але на поточний час вона більш раціонально використовує ресурси пристрою. Проведені тести були націлені на продуктивність саме методів компіляції віртуальних машин, а не апаратного забезпечення. За допомогою вже існуючих бенчмарків була змога оперувати існуючими критеріями оцінки продуктивності роботи. Запропоновані критерії дають змогу визначитися з вибором методу компіляції, в залежності від потреб. Розроблене програмне забезпечення дозволяє визначити продуктивність роботи віртуальної машини, на одному потоці та з використання графічного навантаження в іншому.

УДК 681.527.2

Зеленева І. Я.¹, Кленачов С. А.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-530 ЗНТУ

СИСТЕМА ПРОВЕРКИ СХОДСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РАССТОЯНИЯ ХЭММИНГА

В современном мире, где компании ведут борьбу за каждого клиента, люди доверяют проверенной информации, информации из первых уст, и чем более она объективна, тем лучше. С появлением социальных сетей стало возможно получить объективную информацию о том или ином продукте или услуге. Эту информацию дают не маркетинговые отделы кампаний, а обычные люди. Кампании используют эту возможность привлечения заинтересованных людей для популяризации своих продуктов и устраивают разнообразные мероприятия, встречи, выставки. Информация с таких встреч обычно представляется в виде изображений и выкладывается в социальные сети. Каждая социальная сеть позволяет наполнять свой профиль контентом. Но позволяет это делать только владельцу профиля, не допуская информации от сторонних источников данных. Отследить одно событие мы можем только при поиске по хештегам, однако мы не можем сразу включить всю информацию от владельца события и других пользователей, а только фрагментами, на разных профилях, при этом нет уверенности в гарантированной достоверности полученной информации.

В данной работе рассматривается актуальная задача передачи изображений с альтернативных источников данных и обеспечение

достоверности информации с помощью сравнения с базовым эталоном и определения расстояния Хэмминга. Предметом исследования в работе является мобильное устройство в решении задачи контроля передачи и сравнения изображений с помощью перцептивного хэша и расстояния Хэмминга, в зависимости от значения которого определяется схожесть изображений. С помощью мобильного приложения пользователь может создать собственное мероприятие, указать зону действия, делать снимки, также он может найти доступные мероприятия и делать снимки для этого мероприятия.

Перцептивные хэш-алгоритмы генерируют хеши, предназначенные для сравнения схожести исходных данных. Хэш-значения таких алгоритмов тем ближе, чем более схожи были исходные данные. Существует несколько алгоритмов построения перцептивного хэша, в данной работе используем dHash как высокоскоростной. Существует также несколько алгоритмов бинаризации изображений, в работе используем метод Отса, так как он наиболее эффективный для решения данной задачи.

Предложенная в работе система контроля передачи изображений с альтернативных источников данных состоит из трех основных компонентов: 1) мобильное приложение – клиент; 2) серверная часть с веб-интерфейсом; 3) база данных для хранения информации о мероприятиях, а также изображений. В качестве мобильной операционной системы используем операционную систему Windows Phone 8.1. Устройства с такой операционной системой всегда обладают процессорами с высокой частотой и двумя-четырьмя ядрами. Быстродействие программы необходимо при расчете перцептивного хэша. При работе с изображениями используем готовые решения для быстрой разработки программы, используем библиотеку открытым исходным кодом OpenCV. Эта библиотека содержит средства для чтения широкого спектра типов изображений, а также из видеофайлов и с камеры. Эти средства являются частью компонента HighGUI, который включен в OpenCV.

Для решения задач увеличения или уменьшения изображений в OpenCV есть функция `cvResize()`, которая подгоняет исходное изображение под конечное изображение. Если задан ROI (регион интереса) на исходном изображении, то оно будет масштабировано и подогнано под конечное изображение. Если же в конечном изображении установлен ROI, тогда исходное изображение будет масштабировано под размеры этого региона.

Серверная часть связывает мобильное приложение с базой данных, а также делает выборку данных для веб-интерфейса. Для быстрого выполнения операций над данными используем базу данных MongoDB, где храним информацию о пользователе, мероприятиях и изображениях.

Результаты исследования значений расстояния Хэмминга показали, что при достоверной передаче информации пороговое значение расстояния Хэмминга для изображения альтернативного источника данных и эталонного изображения составляет 23 пункта. Эти данные были учтены при разработке и реализованы в качестве условия при сравнении на схожесть изображений. Практической ценностью работы является то, что разработанная система позволяет пользователям получать достоверную информацию от альтернативных источников данных без предварительного модерирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вес и расстояние Хэмминга. Способность кодов обнаруживать ошибки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http: // it-claim. ru / Library / Books / ITS / wwwbook / ist4b / its4 / fyodorov. html](http://it-claim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/ist4b/its4/fyodorov.htm)
2. Перцептуальные хэши для сравнения изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http: // mmalexit. Ru / ? p = 9](http://mmalexit.Ru/?p=9)
3. Федоров А. Н. Бинаризация черно-белых изображений: состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http: // it-claim. ru / Library / Books / ITS / wwwbook / ist4b / its4 / fyodorov. html](http://it-claim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/ist4b/its4/fyodorov.htm)

УДК 004.7

Тищенко В. О.¹, Киричек Г. Г.²

¹ студ. гр. КНТ-612, ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц., ЗНТУ

PROJECT FI

У квітні 2015 року компанія Google стала оператором мобільного зв'язку і тепер пропонує підключення до власної мережі під назвою Project Fi. Це оператор мобільного зв'язку віртуальної мережі, яка забезпечує телефонні послуги та передачу даних, з використанням Wi-Fi і сотових мереж, що належать Sprint і T-Mobile [1] та використовує протоколи GSM, CDMA, HSPA +, LTE. За існуючою інформацією, власних «сот» компанія немає, вона – оператор віртуальний, який орендує потужності третіх компаній. Озброївшись підтримкою американських операторів зв'язку T-Mobile і Sprint і орендувавши їх структуру (замість покупки базових станцій), Google розробили проект, який ексклюзивно буде працювати тільки на Nexus 6, після встановлення спеціальної SIM-карти [2].

В рамках Project Fi інтелектуальні технології Google забезпечують підключення до найшвидшої, з доступних в конкретному місці, мережі (рис.1). Якщо рядом є перевірена Google безкоштовна точка доступу Wi-Fi –

використовується саме вона. Всього таких точок встановлено понад мільйон. При підключенні усі дані надійно шифруються. Якщо Wi-Fi недоступний – використовується найшвидша мережа з LTE-мереж партнерів. Або, якщо користувач в процесі розмови рухається з певною швидкістю, переключення між мережами відбувається у фоновому режимі, без втрати сигналу.

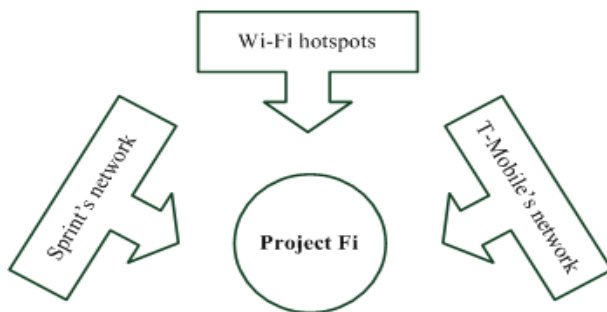


Рисунок 1 – Перелік мереж для підключення користувача

У кожен момент часу Google самостійно визначає, до якої мережі необхідно підключитися. При недоступності LTE-мережі, пристрій користувача працює в мережах 3G або 2G, при цьому телефони підключаються тільки до однієї вежі мережі. При використанні Project Fi телефон отримує доступ до кращих з мереж 4G LTE, тому можна підключитися до більшої кількості веж. Компанія Google гарантує безшовність переходу з одного типу мережі на інший, при цьому користувач не помітить переключення, дякуючи мільйонам відкритих точок доступу Wi-Fi, які занесені в базу Google. Основою для роботи мережі є доступ в Інтернет, тому скоро послугами оператора можна буде скористатися не тільки зі смартфона. Окрім цього Google пропонує «хмарні» телефонні номери, які можна використовувати при підключенні до Інтернету з планшетів і ноутбуків, які не мають GSM-модулю [3].

Google SIM працює з різними мережами, включаючи T-Mobile і Sprint. А оскільки ці мережі – різних стандартів (GSM і CDMA), то Google довелося додати до смартфонів Nexus відповідні модулі зв'язку. Таким чином, Nexus останніх моделей здатні працювати у мобільних мережах різного типу. Різниця у SIM-картах Google і Apple, який зараз використовує схожі SIM, в тому, що в останньому випадку користувач, після тестування декількох мереж, повинен вибрати одну єдину, хоча б на певний час. При цьому iPad не підтримує голосові дзвінки або передачу SMS, а SIM-карта від Google підтримує все це, причому в мережах різного типу. Ця SIM-карта створена з урахуванням підтримки до 10 операторів зв'язку одночасно. При цьому всі оператори зв'язку працюють з SIM-картою Google – технічна можливість для цього є [4].

Поки Project Fi працює тільки з телефонами Nexus, але вже скоро команда проекту зможе надати підтримку і пристроям інших виробників. На даний час Google веде переговори з великими телекомунікаційними компаніями про участь у проєкті. Це можливість працювати тільки з Google і не взаємодіяти з операторами зв'язку взагалі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Say «Goodbye» to invites and «Hi» to Project Fi [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://fi.google.com/about>
2. Project Fi – виртуальный мобильный оператор от Google [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://keddr.com/2015/04/project-fi-virtualnyi-y-mobilnyi-y-operator-ot-google/>
3. Поворозник Ю. Project Fi. Мобильный оператор от Google [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrainianiphone.com/2016/02/project-fi/>
4. Project Fi – что смогут получить его абоненты? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/ua-hosting/blog/268077/>

УДК 004.7

Шилкина Н. М.¹, Киричек Г. Г.²

¹ студ. гр. КНТ-612, ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц., ЗНТУ

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ПУТЬ К МОБИЛЬНОСТИ

Согласно закону Мура объем информации ежегодно удваивается (рис.1). Новые открытия быстро внедряются в повседневную жизнь и становятся ее неотъемлемой частью.

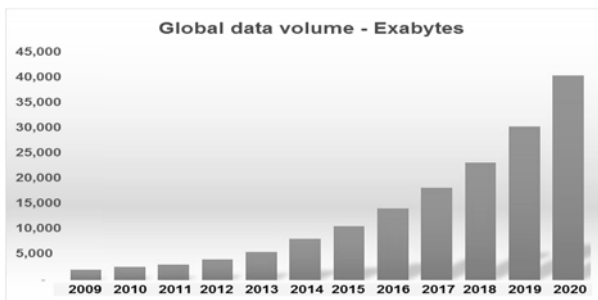


Рисунок 1 – Объемы информации

В 1983 году изобретен первый сотовый телефон Motorola DynaTAC 8000X с весом 1.15 кг. Его аккумулятор позволял поддерживать связь в течение 35 минут, а на его зарядку требовалось около 10 часов [1]. Спустя 33 года мобильные телефоны стали одной из основных составляющих всех сфер человеческой деятельности, возросли их технические характеристики: 128 ГБ \ 3 Гб памяти, 8-ядерный процессор, вес 132 грамма и подзарядка не более часа [2]. К 2017 году ожидается рост числа пользователей мобильных телефонов до 4.77 млрд (рис.2).

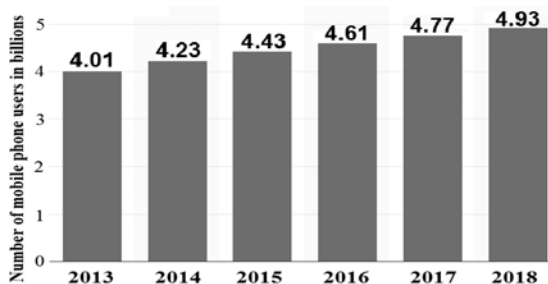


Рисунок 2 – Рост числа пользователей

Появляются беспроводные зарядные устройства, размещаемые непосредственно в автомобилях (Toyota Camry [3]). Возможно, спустя десятилетие, такие автономные панели станут основным атрибутом сиденья пассажира, позволяя восстановить полный заряд батареи к концу его пути. Помимо аппаратных средств, совершенствуется и программное обеспечение: появляются приложения, подобные Skype или GoToWebinar, предоставляющие возможность принимать участие в конференциях, пребывая на борту самолета или океанского лайнера. Единственное требование для дистанционного присутствия – наличие точки доступа (используется авиакомпаниями Alaska, Mango Airlines, AirTran Airways и др. [4]) или зоны покрытия спутника.

Беспроводная сеть – связующее звено не только в отношении рабочей деятельности, но и бытовой: существуют плиты, оснащенные SIM-картой и номером телефона, функции которых координируются посредством аккаунта сайта, синхронизированного с модулем приема-передачи сигнала или с помощью команды в SMS [5]; smart-холодильники [6] для заказа продуктов через Интернет; роботы-уборщики с интеллектуальной системой, общающиеся с владельцем на разных языках [7]. Передвижение, как вынужденная активность (поездки на работу, учебу), также поддается удаленному управлению. Над решением этой задачи работают множество компаний, в числе которых General Motors, Volkswagen, Google. В 2012 году

в Калифорнии произвели легализацию автомобилей с поддержкой автопилота. Один из наборов модулей дистанционного средства – сервис Google Street View (для получения информации об объектах из Всемирной паутины), видеокамеры, датчик LIDAR, радары [8]. Если интерактивный транспорт станет общедоступным, это исключит число аварий, вызванных человеческим фактором [9].

Инновации меняют не только ритм жизни, но и общепринятые стандарты и нормы: ранее приходилось тратить часы на поиск информации в традиционных библиотеках. Доступность оцифрованной литературы привела к экономии времени – алгоритмы поиска за секунды, предоставляют необходимые ресурсы по ключевой фразе. Система образования несовершенна и требует улучшения, т. к. представляет собой итерационную структуру. Схему множества компаний, проводящих тренинги онлайн и сертифицирующих сдавших экзамены, можно спроектировать и для ВУЗов: онлайн лекции и консультации, самостоятельные и практические задания, с обязательным присутствием на итоговом тестировании. Проверка уровня владения материалом после прослушивания курса и практические занятия могут быть организованы подобно прохождению абитуриентами ВНО: тестируемой группе предоставляется задание, но место его выполнения – локация, физически расположенная на сервере, в VR: имитация окружения, которую мозг воспринимает как действительность с помощью стимулирования нервных окончаний. Модель искусственного мира, размещенного на удаленном кластере – пользователь подключается через сокет к виртуальной аудитории; идентификация личности производится через сканирование сетчатки; после загрузки конфигурации студента и появлении его в помещении, он не может покинуть его пределы до завершения экзамена, т. о. подтверждается самостоятельность решения заданий. Подход применим и для получения образования за границей: представление университетов как совокупности Интернет-сервисов позволит получить знания в любом ВУЗе мира. Гипотеза способна превратиться в теорию, если Web 4.0, основанный на принципах нейрокоммуникаций, будет введен в эксплуатацию. Одно из предусловий – поколение связи 5G.

Требования к сетевым технологиям растут с увеличением численности населения и устройств, которое оно использует. Существующие стандарты оказываются неэффективны по пропускной способности и по скорости передачи данных, в особенности, если предположить, что практически все оборудование может управляться через Интернет посредством программного обеспечения, установленного в смартфонах. Решение проблемы связывают с новым стандартом 5G, разработчики убеждены, что технология обеспечит скорость передачи данных до 20 Гб / с [10], и, как результат получим:

- отказ от ячеисто-ориентированной архитектуры и доступ в Интернет с использованием нескольких параллельных линий передачи данных, работающих в разных диапазонах частот [11];
- развитие технологий обработки больших массивов данных;
- подключение любого оборудования к сети и управление им;
- интеграции концепции ubicomp;
- переход к IoT – взаимодействие с объектами сенсорных сетей;
- эмуляцию физического взаимодействия с web-ресурсами через средства дополненной / виртуальной реальности.

Стандартизация пятого поколения мобильной связи ожидается к 2020 году. В ноябре 2015 года компания «Gigaclear» запустила сверхскоростную широкополосную сеть 5G в тестовом режиме. На момент окончания испытания установлено, что скорость загрузки данных в 200 раз превысила средние показатели по Британии – скачивание видео размером в полтора гигабайта заняло у абонентов около шести секунд [12].

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Motorola DynaTAC 8000X – первый мобильный телефон [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.terra-z.ru/archives/11026.

2. Galaxy S6 [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.samsung.com/uk/business/business-products/smartphones/smartphones/SM-925FZKFBU

3. 2015 model year Toyota Camry to have wireless charging available as an option [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.phonearena.com/news/2015-model-year-Toyota-Camry-to-have-wireless-charging-available-as-an-option_id55566.

4. Wi-Fi в воздухе: на борту самолетов каких авиакомпаний есть беспроводной интернет? [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.avianews.com/world/2013/08/5_wifi_onboard.shtml.

5. New app means you can remotely operate your AGA iTotal Control cooker wherever you are! [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.agaliving.com/news-offers/news/new-app-means-you-can-remotely-operate-your-aga-itotal-control-cooker-wherever-you-are!

6. Интернет-холодильник это: [Электронный ресурс] – Режим доступа: dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1506778.

7. Обзор робота Cocorobo RX-V80 от Sharp [Электронный ресурс] – Режим доступа: robotics.ua/articles/robots_reviews/sharp/1565-cocorobo_gxv80.

8. Автомобили с функцией автопилота [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.lookatme.ru/mag/live/future-research/197165-future-car-technologies.

9. Беспилотный гугломобиль попал в первое травматичное ДТП [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.segodnya.ua/economics/avto/bespilotnyu-guglomobil-popal-v-pervoe-travmatichnoe-dtp-632924.html.

10. Заоблачные дали 5G. Специалисты определили скорость интернета для сетей пятого поколения [Электронный ресурс] – Режим доступа: nv.ua/techno/gadgets/zaoblachnye-dali-5g-specialisty-opredelili-skorost-setey-pyatogo-pokoleniya-55062.html.

11. Стандарт 5G покончит с базовыми станциями и с понятием «сотовой» связи – [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.cnews.ru/news/top/standart_5g_pokonchit_s_bazovymi_stantsiyami.

12. 200 мегабайт в секунду. В Британии запустили сеть 5G [Электронный ресурс] – Режим доступа: korrespondent.net/tech/technews/3591943-200-mehabait-v-sekundu-v-brytanyy-zapustily-set-5G.

СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ»

УДК 004.021:004.942:621.914.1

Твердохлеб Ю. В.

асп. ЗНТУ

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ ВОЛНИСТОСТИ И ШЕРОХОВАТОСТИ ПРОФИЛОГРАММ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Эксплуатационные свойства машин и приборов, их точность, надежность и долговечность зависят от качества поверхности, ее микрогеометрического и физико-механического состояния. Качество обработанной поверхности характеризуется физико-механическими свойствами поверхностного слоя металла и степенью шероховатости поверхности. Изучение качества поверхности и, в частности, шероховатости является важной инженерной задачей.

Действующая методика разделения исходного профиля на профили волнистости и шероховатости представлена в ДСТУ 4287:2002 «Технічні вимоги до геометрії виробів. Структура поверхні. Профільний метод» и ДСТУ 4288:2002 «Структура поверхні. Профільний метод. Правила и процедури оцінювання структури поверхні». Данная методика предполагает получение профиля шероховатости с помощью цифрового профильного фильтра; при этом его длина волны соответствует базовой длине профиля, которую определяют после процедуры вычисления ряда параметров для исходного профиля. После этого определяют класс шероховатости для поверхности.

Недостатком данной методики является то, что она зависит от вычисленных параметров для исходного профиля, и как следствие, установленное пороговое значение профильного фильтра может быть не точным. Также следует отметить, что каждый параметр фильтра определен на несколько классов шероховатости.

Для решения этой проблемы перспективно использовать направление цифровой обработки сигналов – вейвлет-преобразование. Уникальные математические свойства вейвлетов сделали их мощным инструментом анализа и последующего синтеза любого сигнала.

Автором предложен метод делинеации сигнала сложной формы на независимые компоненты. При разработке метода использованы: математический аппарат вейвлет-преобразование, методы теории информации и методы математической статистики. Уникальные свойства вейвлет-преобразования и теория информации позволяют определить

оптимальный уровень декомпозиции сигнала и выбрать оптимальный вейвлет-базис, что позволит решить задачу разделения профиля.

Процедура выделения компонент сигнала состоит из следующих этапов:

1. Вычислить начальное значение энтропии профилограммы;
2. Установить уровень декомпозиции $i = 2$;
3. Разложить сигнал на глубину i , получая волнистость обработанной поверхности (W_i);
4. Вычесть из общего профиля волнистость, получив шероховатость обработанной поверхности (R_i);
5. Вычислить энтропию Шеннона для волнистости и шероховатости поверхности (H_{W_i} и H_{R_i}):

$$H_{W_i} = -\sum_{j=1}^N W_{ij}^2 \log(W_{ij}^2), \quad H_{R_i} = -\sum_{j=1}^N R_{ij}^2 \log(R_{ij}^2);$$

6. Вычислить суммарную энтропию: $H_i = H_{W_i} + H_{R_i}$;
7. Если $H_i > H_{i-1}$ установить $i = i + 1$ и перейти к шагу 3;
8. Останов.

Разработанный метод применен к задаче выделения профилей волнистости и шероховатости профилограмм металлических поверхностей и показана его эффективность.

УДК 004.9; 519.816

Водолазкина Е. А.

асп. ЗНТУ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА DEA ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕРСОНАЛА IT-КОМПАНИИ

На сегодняшний день рынок информационных технологий наиболее быстро развивается по сравнению с другими отраслями науки и техники во всем мире. Промышленный рост вернул былую актуальность информационных систем управления предприятиями, все более значимое место занимают средства массовой информации на основе Интернет-технологий, развивается Интернет-индустрия. Под влиянием этих тенденций IT сектор экономики Украины стремительно развивается, создаются новые и развиваются существующие компании производства программного обеспечения. Движущей силой данных процессов являются люди – специалисты в области информационных технологий. Украина является одним из значимых в мире поставщиков высококлассных IT-специалистов [1].

Для молодых команд ИТ-стартапов характерны такие проблемы, среди которых отсутствие достаточного количества квалифицированных менеджеров, недостаточный уровень управляемости ресурсами и отсутствие оперативной аналитической отчетности и накопленного опыта по прошлым проектам.

Такой стремительный рост технологий становится причиной дефицита трудовых квалифицированных специалистов на рынке труда. Как следствие этого, внутри ИТ-компаний возникает проблема качественной оценки компетентности персонала ИТ-компаний.

Деловое оценивание имеет непосредственное отношение к повышению эффективности деятельности, поскольку по его результатам появляется возможность:

- совершенствовать расстановку кадров путем подбора наиболее достойных кандидатур на ту или иную должность;
- улучшать использование кадров, осуществлять их служебно-квалификационное продвижение;
- выявлять направленность повышения квалификации работников;
- стимулировать трудовую деятельность персонала за счет обеспечения более тесного увязывания оплаты труда с результатами труда;
- формировать положительное отношение к труду, обеспечивать удовлетворенность работой и др [2].

Для решения задачи многокритериального оценивания компетенций сотрудника было предложено применить метод анализ оболочки данных DEA (data envelopment analysis). Этот метод, базирующийся на линейном программировании для определения относительной эффективности посредством оценки производственных результатов. В методе анализируются числовые показатели профессиональных компетентностей [3].

Под профессиональной компетентностью специалиста мы будем понимать интегративную профессионально-личностную характеристику, которая выражается готовностью и способностью специалиста выполнять профессиональные функции, что проявляется в характере, стиле выполнения поставленных задач и квалификации.

Расчет суммарного рейтинга эффективности сотрудника основан на оценке, анализ и сохранении ключевых показателей эффективности по основным критериям работы программиста, среди которых:

- 1) профессиональные навыки;
- 2) опыт работы (количество лет);
- 3) оценка организованности работы менеджером;
- 4) оценка качества кода тимлидом;
- 5) качество продукта.

Программная реализация полученной математической модели позволяет вычислить один агрегированный показатель эффективности для каждого сотрудника, переводит суммы показателей компетентности и значений результатов профессионального уровня специалистов в ранжированные величины, что позволяет сравнить компетентность сотрудника более объективно и комплексно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городилов В. В. Проблема и перспективы подготовки IT-специалистов / В. В. Городилов, Ю. М. Зыбарев // Новые информационные технологии в университетском образовании: Тез. междунар. науч.-метод. конф. – Новосибирск, 2001. – С. 144–145.
2. Балабанова Л. В., Управління персоналом. Підручник. / Л. В. Балабанова, О. В. Сардак – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 468 с.
3. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений / А. В. Лотов, И. И. Поспелов. – М: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.

УДК 004.75

Пришляк М. Ю.¹, Олейник А. А.²

¹ программист ООО «Freshcode»

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТОГО КЛАСТЕРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ

В настоящее время при разработке программного обеспечения разработчики рано или поздно сталкиваются с проблемой исследования поведения их систем под высокой нагрузкой. Эта проблема особо актуальна в системах, который используют собственные сетевые протоколы, вследствие чего их проблематично тестировать существующими программными продуктами.

Существуют готовые решения для выполнения этой задачи, такие как Tsung [1] и Apache JMeter [2]. Оба проекта представляют собой инструменты для проведения нагрузочного тестирования. Они позволяют выполнять нагрузку систем по стандартным протоколам (HTTP, FTP и некоторые другие), а также имеют возможность расширения своего функционала с помощью модулей, благодаря чему возможно их использование для нагрузки произвольных систем.

В случае, когда гибкости готовых решений недостаточно, существует возможность развернуть на нескольких компьютерах или виртуальных

машинах кластер с использованием библиотек-реализаций технологии MPI [3] или различных фреймворков для ГРИД-вычислений, таких как JPPF [4].

Несмотря на то, что такие фреймворки обычно используются для распараллеливания тяжелых вычислительных задач, они предоставляют удобный интерфейс программирования для обмена данными между экземплярами приложения по сети.

Преимуществами такого подхода являются:

- простое развертывание и масштабирование;
- высокая гибкость настройки процесса нагрузочного тестирования;
- возможность сбора практически любой информации с узлов, участвующих в тестировании;
- библиотеки и фреймворки для параллельного программирования обычно кроссплатформенны, вследствие чего тестирование может проводиться с различных систем.

Подготовка к созданию такой системы заключается в развертывании программного обеспечения на компьютерах, участвующих в нагрузочном тестировании, которое обеспечивает получение задач с управляющего узла и их выполнение.

Следующим шагом является написание инструмента для тестирования системы. Вследствие использования для этой задачи фреймворка или библиотеки для распределенных вычислений, разработчику доступны возможности обмена произвольной информацией между отдельными процессами, позволяющие как сбор статистики (например, отказов в обслуживании испытуемой системы), так и реагирование отдельных экземпляров инструмента тестирования на основе этой информации (повышение либо понижение нагрузки), а также возможности синхронизации процесса исполнения этих экземпляров на разных узлах.

Предложенная идея позволяет создать инструмент для нагрузочного тестирования произвольной системы при минимальных затратах ресурсов на его реализацию и развертывание с использованием библиотек или фреймворков для распределенных вычислений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tsung: an open-source multi-protocol distributed load testing tool [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tsung.erlang-projects.org/>
2. Apache JMeter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jmeter.apache.org/>
3. MPI Documents [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>
4. JPPF Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jppf.org/doc/5.1/>

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

У 2013 р. розпочалася робота над реалізацією міжнародного проекту «Centers of Excellence for young REsearchers» (CERES) програми «Tempus» Європейської Комісії (реєстраційний номер 544137-TEMPUS-1-2013-1-SK-TEMPUS-JPHES) [1–2]. Виконання проекту здійснюється за активної участі провідних європейських, українських та білоруських вишів і промислових підприємств за підтримки Міністерства освіти і науки України та національних Еразмус + / Темпус офісів України і Білорусі. З боку ЄС у проєкті задіяні Жилінський університет (Словаччина), Падеборнський університет (Німеччина), Технічний університет Брно (Чехія), з боку України – Національний транспортний університет (Київ), Національна металургійна академія (Дніпропетровськ), Запорізький національний технічний університет, дослідно-виробнича компанія «Радій» (Кіровоград, Харків), з боку Білорусі – Білоруський державний університет інформатики і радіоелектроніки (Мінськ), фірма «Інтелектуальні процесори» (Мінськ), Брестський державний технічний університет, Гомельський державний університет та Державна наукова установа «Об'єднаний інститут проблем інформатики НАН Білорусі» (Мінськ).

Впровадження результатів проєкту CERES вносить цінний внесок у модернізацію вищої освіти в країнах-партнерах. Зокрема сприяє поліпшенню умов для наукових досліджень молодих учених, залученню молодих вчених в реальні науково-дослідні проєкти на підприємствах та підвищенню рівня вищої освіти країн-партнерів. Крім того, CERES зближує дві освітні системи, а завдяки залученню підприємств в проєкт CERES орієнтує вищу освіту на конкретні вимоги реального сектора економіки.

У межах проєкту CERES розроблено віртуальний портал та створюється мережа центрів в Україні та Білорусі з метою сприяння співробітництву між цільовими групами: молодими вченими, викладачами і науковцями та представниками підприємств. Завдяки цьому молоді вчені отримують доступ до наукових завдань підприємств, можливість участі в дослідницьких командах спільно з провідними європейськими фахівцями та отримання практичного досвіду, корисного для майбутнього працевлаштування.

Крім того, в ході виконання проєкту організовано видання в Жилінському університеті (м Жиліна, Словацька Республіка) нового

міжнародного рецензованого журналу «Central European Researchers Journal». Це надає молодим ученим можливість безкоштовно публікувати результати своїх наукових досліджень, зокрема виконаних з використанням CERES-порталу. Видання журналу і можливість публікації в ньому результатів досліджень молодих учених планується здійснювати і після завершення проекту, забезпечивши таким чином стійкість досягнутих за допомогою проекту результатів.

В рамках проекту CERES під редакцією С. О. Субботіна розроблено навчальний посібник «Handbook on the writing, formatting, review, analysis and publication of scientific works = Справочник по подготовке, оформлению, рецензированию, анализу и публикации научных работ = Довідник з підготовки, оформлення, рецензування, аналізу та публікації наукових праць». Книга містить систематизований виклад матеріалу з написання, оформлення, та подання наукових робіт до друку у наукових виданнях, а також огляд стандартів оформлення бібліографічних посилань. Розглянуто питання авторської та редакційної етики. Наведено принципи рецензування і аналізу наукових публікацій. Дано поради щодо підготовки наукових робіт до презентацій на публічних заходах. Видання призначене для студентів, аспірантів і науково-педагогічних співробітників вищих навчальних закладів та науково-дослідних установ

У найближчій перспективі планується закупівля комп'ютерного обладнання для партнерських університетів, організація координаційної зустрічі у м. Гомель та літньої школи для молодих учених у Запоріжжі.

Участь представників України у реалізації проекту CERES дозволяє наблизити наукові дослідження молодих учених до практичних потреб підприємств, об'єднавши освіту, науку і виробництво в єдиний трикутник знань, а також впровадити сучасні європейські методики та інноваційні педагогічні технології в навчальний процес, підвищити ефективність навчання фахівців різних спеціальностей, отримати нове сучасне обладнання, що в свою чергу підвищить якість науки і освіти в державі.



Co-funded by the
Tempus Programme
of the European Union **CERES**



СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Centers of Excellence for young REsearchers [Електронний ресурс]. – Київ: НТУ, 2014. – Режим доступу: <http://ceres.ntu.edu.ua/>.

2. Центр передових знань для молодих вчених 544137-TEMPUS-1-2013-1-SK-TEMPUS-JPHES (CERES) [Електронний ресурс]. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – Режим доступу: <http://zntu.edu.ua/?q=node/2344>.

3. Central European Researchers Journal [Electronic resource]. – Zilina: JMTM, s. r. o., 2016. – <http://ceres-journal.eu/>.

СПОСІБ ЗАХИСТУ ФАЙЛІВ РЕ-ФОРМАТА

Формат Portable Executable (PE, переносний виконуваний) є форматом виконуваних файлів, об'єктного коду та динамічних бібліотек. Переносним він є внаслідок того, що використовується для всіх 32-х і 64-х бітних версій операційних систем сімейства Windows 9x, NT. Даний формат мають файли наступних типів: *acm*., *ax*., *cpl*., *dll*., *drv*., *efi*., *exe*., *mui*., *ocx*., *scr*., *sys*., *tsp*.

Суть розробленого способу захисту виконавчих файлів від несанкціонованого запуску полягає у встановленні пароллю на запуск виконавчих файлів й шифрування основної частини секції коду файлів симетричними алгоритмами шифрування.

Для реалізації даного способу були розроблені алгоритм та програма, яка дозволяє: інjektувати код вікна із вводом пароллю до виконавчого файлу операційної системи; шифрувати основну частину секції коду виконавчого файлу алгоритмами шифрування XOR та NOT; передавати керування на інjektовану секцію під час запуску файлу; розшифровувати основну частину секції коду файлу під час його запуску. Під основною частиною коду будемо розуміти частину секції коду, яка розташована за зміщеннями від «Довжина секції коду» / 8 / 10 до «Довжина секції коду» / 8.

Такий вибір границь шифрування обґрунтовується тим, що початок секції коду містить важливі дані, необхідні для коректної роботи системи, а кінець секції коду, найчастіше, містить інформацію потрібну для коректного завершення програми, або функції, що експортуються. Позиція початку шифрування залежить від розміру програми (чим більша програма, тим більше важливих даних на початку вона буде містити). Тому, у шифруванні перших рядків секції коду нема потреби і початок шифрування відбувається за зміщенням «Довжина файлу» / 8 / 10. Таким же чином обирався й кінець шифрування. Обсяг інформації в кінці секції коду також залежить від довжини файлу, тому шифрування завершується на позначці «Довжина файлу» / 8. Вибір алгоритму шифрування основної частини секції коду файлів здійснюється у процесі діалогу з користувачем.

Для отримання покажчика на заголовок першої секції використовується макрос *IMAGE_FIRST_SECTION*, визначений у *WinNT.h*. Довжина секції коду зчитується з поля *Misc.VirtualSize* секції.

Існують наступні способи інjektування й виконання коду [1]:

– шляхом підміни контексту;

– інжектування троянських потоків та інжектування шляхом додавання секцій.

Можливі наступні варіанти реалізації останнього способу:

- 1) додавання нової секції на початку файлу;
- 2) додавання нової секції в кінець файлу;
- 3) додавання декількох секцій коду й зв'язування їх між собою;
- 4) розширення останньої секції програми;
- 5) інжектування у PE заголовок.

У даному випадку інжектування здійснюється шляхом додавання додаткової секції коду до таблиці секцій обраного користувачем для захисту виконавчого файлу. Після закінчення процесу свого формування, інжектвана секція містить у собі необхідні дані, код обробки вводу паролю, відповідний код алгоритму розшифрування, адреси динамічних бібліотек, із виділеної пам'яті. Потім, програма змінює адресу точки входу на потрібну адресу інжектovanого коду. Далі модифікований файл зберігається. Після відкриття такого виконавчого файлу, під час запуску програми, здійснюється перехід на інжектвану додану секцію, яка дозволяє вивести вікно вводу пароля.

Передача керування під час запуску програми на початок потрібного коду відбувається шляхом заміни поля «*Address of entry point*» у опціональному заголовку «*IMAGE_OPTIONAL_HEADER*». Для коректної роботи інжектovanого коду, який містить створення й виклик вікна, функції «*GetProcAddress*» (отримує адресу експортованої функції в DLL) та «*LoadLibrary*» (отримує ім'я бібліотеки і повертає її дескриптор) імпортуються програмою.

Якщо користувач ввів вірний пароль, то виконується розшифрування основної частини секції коду алгоритмами XOR або NOT і програма запускається на виконання. В іншому випадку виконання програми завершується.

Практична цінність розглянутого способу захисту виконуваних файлів і програми, що його реалізує, полягає в комбінуванні способів захисту (по паролю і шифрування основної частини секції коду файлу). У програмі використаний один із найпоширеніших і надійних способів інжектування свого коду – шляхом створення додаткової секції коду.

Подальше покращення розглянутого способу полягає у додаванні можливості вибору різних способів інжектування коду та розширенні номенклатури використовуваних алгоритмів шифрування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Касперски К., Искусство дизассемблирования / К. Касперски, Е. Рокко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 896 с.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ «ПРОЕКТУВАННЯ НМІ SCADA-СИСТЕМ»

Для моделювання предметної області «Проектування НМІ» застосований об'єктно-орієнтований підхід. Концептуальну модель предметної області «Проектування НМІ» представлено на рис. 1.

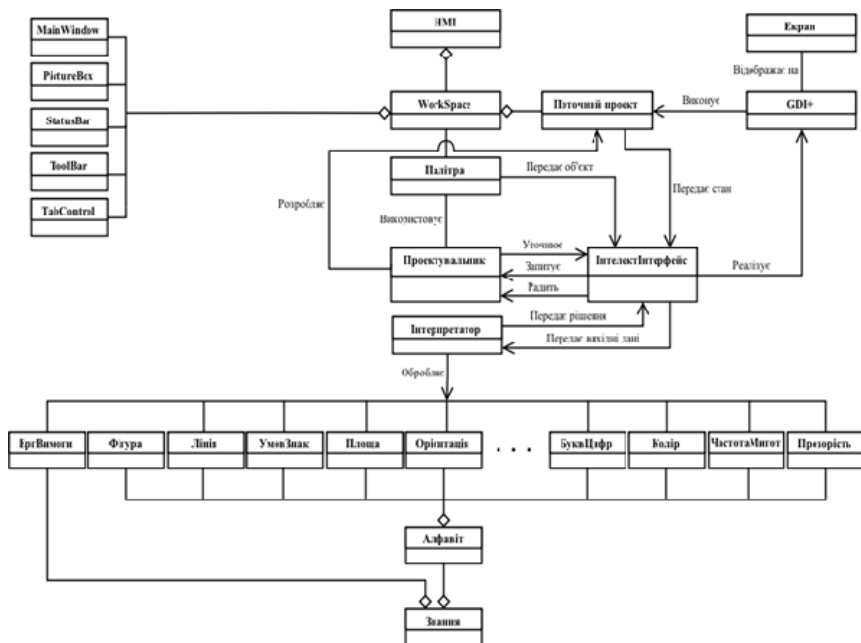


Рисунок 1 – Модель предметної області «Проектування НМІ»

Внутрішню ієрархічну структуру предметної області розкриває відношення агрегації. Характер інших відношень між класами в моделі задається за допомогою поименованих спрямованих асоціацій.

Згідно рис. 1, проектувальник (клас «Проектувальник»), використовуючи набір типових елементів інтерфейсу («Палітра»), покроково здійснює розробку проекту НМІ («Поточний проект»). Проект НМІ виконується в середовищі розробки («WorkSpace»), що включає в себе набір інструментів, шаблонів, а також методів і засобів їх використання в рамках

проекту. Підсумковий стан поточного проекту, збереженого засобами середовища розробки і є власне продуктом праці проектувальника – HMI SCADA-системи («HMI»). Клас «Workspace» є контейнером для наступних класів: MainWindow (головне вікно засобу розробки HMI); PictureBox (клас, що надає елемент управління графічним вікном Windows для відображення малюнка); StatusBar (панель стану); ToolBar (панель інструментів); TabControl (панель вкладок).

Інтелектуальна підтримка проектувальника здійснюється за допомогою експертної системи (ЕС). Наступні класи (рис. 1) відображають типові компоненти ЕС [1]: «Інтерпретатор» – для вирішувача; «Знання» – для бази знань та даних (БЗД); «ІнтелектІнтерфейс» (підсистема «Інтелектуальний інтерфейс» («П»)) – для решти компонент. У результаті інтерактивної взаємодії проектувальника з підсистемою «П» здійснюється його інтелектуальна підтримка у вигляді порад, що генеруються ЕС.

Процес вироблення поради полягає в наступному. На вхід підсистеми «П» надходить інформація: про поточний стан проекту (від «Поточний проект»); про обраний проектувальником типовий елемент інтерфейсу (від «Палітра»), а також результати діалогу з проектувальником (від «Проектувальник»). Результати обробки вхідної інформації дана підсистема передає «Інтерпретатору», у вигляді деяких вихідних суджень, що описують поточну проблемну проектну ситуацію TSi. Отримавши від «Інтерпретатору» результати логічного виводу з БЗД, підсистема «П», відповідно до них, модифікує поточний проект HMI, та реалізує, таким чином, рішення задачі TSi.

На рис. 1 представлені дві локальні БЗД – «ЕргВимоги» (містить знання щодо ергономічного забезпечення проектування HMI) та «Алфавіт» (представляє знання про способи кодування (алфавіти) інформації про об'єкти контролю та керування технологічного процесу).

Результати, що отримані є теоретичною основою для розробки ЕС для інтелектуальної підтримки проектувальника HMI, яка може бути як самостійним програмним продуктом, так і інтегруватися до складу SCADA-системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов Э. В. Статические и динамические экспертные системы [Текст] / Э. В. Попов, И. Б. Фоминых, Е. Б. Кисель. – М.: Финансы и статистика, – 1996. – 320 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

С развитием в последние годы искусственных нейронных сетей все большую популярность набирает технология глубокого обучения (Deep Learning) – разновидность машинного обучения применительно к специальной архитектуре нейронных сетей. Центральным понятием методологии глубокого обучения является автоматизированное открытие абстракций, с предположением о том, что более абстрактные представления данных, такие как изображения, видео- и аудиосигналы, как правило, являются более полезными: они представляют собой смысловое содержание данных, в отрыве от низкоуровневых функциональных возможностей из необработанных данных (пикселей, вокселей или волновых форм) [1, 2].

Наиболее распространенные архитектуры, позволяющие реализовать глубокое обучение:

- Deep Belief Network (DBN – глубокая сеть доверия);
- Autoencoder (автоассоциатор);
- Convolutional neural network (CNN – сверточная нейронная сеть).

Каждая из архитектур имеет свои особенности построения, обучения и работы, сильные и слабые стороны, которые повлияли на область ее применения. Так DBN используется при прогнозировании, задачах обобщения и распознавания; автоассоциатор – в задачах сокращения размерности и классификации; CNN применяется для распознавания изображений, лиц и других образов, метод распознавания которых трудно формализуется аналитически.

CNN была предложена Яном Ле Куном. В ее архитектуре используются некоторые особенности зрительной коры, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определенного набора простых клеток [3].

Идея CNN заключается в чередовании сверточных слоев (convolution layers, C-layers), субдискретизирующих слоев (subsampling layers, S-layers) и использование на выходе полносвязного слоя нейронов (F-layer), которые в целом образуют ансамбль специализированных нейросетей [3–5].

В основе сверточных сетей лежат три механизма:

- 1) локальное извлечение признаков;

- 2) формирование слоев в виде набора карт признаков;
- 3) подвыборка.

Для извлечения признаков из входных данных и последующего формирования карт признаков используются наборы фильтров. Если входные данные имеют большой объем (например, изображение с высоким разрешением), то количество фильтров, необходимых для извлечения признаков, увеличивается и данная операция становится очень затратной с точки зрения производительности, а поскольку CNN состоит из множества таких слоев, то время работы сети значительно увеличивается.

Для оптимизации CNN предлагается на каждом этапе ее работы проводить декомпозицию сложных фильтров (например, сверточных 2D-фильтров) в последовательность простых горизонтальных и вертикальных фильтров. Это снизит вычислительную сложность, повысит скорость работы, а также позволит применить параллелизм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bengio Y. Greedy layer-wise training of deep networks / Y. Bengio, P. Lamblin, D. Popovici, H. Larochelle // *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS '06)*, MIT Press. – 2007. – Vol. 19 – P. 153–160.
2. Hinton G. E. A fast learning algorithm for deep belief nets / G. E. Hinton, E. Osin-Dero, Y. W. Teh // *Neural Computation*. – 2006. – Vol. 18. – P. 1527–1554.
3. LeCun Y. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition / Y. Le-Cun, B. Boser, J. S. Denker et al. // *Neural Computation*. – 1989. – Vol. 1, № 4. – P. 541–551.
4. Simard P. Transformation invariance in pattern recognition - tangent distance and tangent propagation / P. Simard, Y. Le Cun, J. Denker, B. Victorri // *Neural Networks: Tricks of the Trade*. – 1998. – Vol. 12. – P. 1–5.
5. Arel I. Deep Machine Learning – A New Frontier in Artificial Intelligence Research / I. Arel, D. Rose, T. Karnowski // *IEEE Computational Intelligence Magazine*. – 2010. – Vol. 14. – P. 12–18.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ АНАЛІЗ КАРДІОГРАМ

Захворювання серця – одна з найбільш важливих проблем медицини сьогодення. Сучасні дослідження серця не можуть обійтися без комп'ютерної техніки. Виділяють дві основні області досліджень, в яких використовуються комп'ютери: моделювання роботи серця людини і обробка даних кардіологічних досліджень.

Перша здійснюється з метою більш глибокого проникнення в сутність функціонування і будови цього органа. Очевидно, що за відсутності комп'ютерного забезпечення проблема моделювання навряд чи може бути вирішена.

Друга область – аналіз даних кардіологічних досліджень. Мета таких робіт – постановка діагнозу, складання прогнозу і лікування. У деяких випадках обробка кардіологічних параметрів можлива і вручну, проте, автоматичний розрахунок їх за допомогою комп'ютера дає великі переваги і вимагає менше зусиль. Найбільш важлива перевага автоматизованої обробки даних полягає в моментальному аналізі, зразу ж після зняття електрокардіограми, що дозволяє знизити навантаження на кардіолога, так як від нього потрібно менше зусиль. Також подібні системи можуть використовуватися в цілях навчання або перевірки знань майбутніх лікарів.

Тому є актуальною розробка автоматизованої підсистеми, яка проводить аналіз ЕКГ шляхом обробки вхідних даних у вигляді зображень.

Робота підсистеми полягає в пошуку QQRST груп зубців на ЕКГ і розпізнаванні по ним хвороб за допомогою нейронної мережі. Для роботи програми була обрана нейронна мережа Кохонена, тому що вона найкраще підходить для вирішення задач, пов'язаних з класифікацією. Після розпізнавання програма виводить, як результат, діагноз і характеристики QQRST зубців, котрі відповідають цьому діагнозу.

Завданням підсистеми є аналіз кардіограми шляхом розпізнавання сегментів ЕКГ. Для цього необхідно навчити мережу розпізнавати сегменти зубців, що відповідають діагнозам. Навчена система діє таким чином:

- вибираються сегменти робочої ЕКГ і подаються на входи мережі;
- підраховуються заряди нейронів;
- визначається нейрон переможець і на цій основі знаходиться діагноз.

Сегменти подаються на входи мережі у вигляді вектора $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$. Кожна точка відповідає своєму входу. При подачі на вхід

мережі вектора x перемагає той нейрон, вектор ваг якого в найменшій мірі відрізняється від вхідного вектора. Для нейрона-переможця виконується співвідношення.

$$d(x, w_j) = \min_{1 \leq j \leq n} d(x, w_j),$$

де n – кількість нейронів, j – номер нейрона переможця, $d(x, w)$ – відстань між векторами x та w . В якості запобіжного відстані використовується евклідова міра.

$$d(x, w_i) = |x - w_i| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - w_{ij})^2},$$

Кожен нейрон відповідає певному діагнозу.

Під час навчання мережі навколо нейрона переможця утворюється оточення, або радіус навчання. Радіус навчання визначає, скільки нейронів, окрім нейрона переможця, беруть участь у навчанні (тобто коректують свої ваги) на даній ітерації.

Після цього результат роботи підсистеми аналізу передається в підсистему діагностики.

В процесі тестування підсистеми було отримано попередній діагноз, який може бути використаний для навчання молодих фахівців, моделювання роботи серця та попередньої постановки діагнозу. Розроблена підсистема показала достатню точність обробки кардіограм, високу продуктивність і стабільність у складі системи.

УДК 004.418

Пархоменко А. В.¹, Залюбовський Я. І.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² асп. ЗНТУ

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ INTERNET OF THINGS В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ІТ ФАХІВЦІВ

Ключовими напрямками сучасних високих технологій є: віртуальна і доповнена реальність; переносна електроніка і нейроінтерфейси; мультикоптери та роботи; технології 3D-друкування; хмарні та туманні технології; Інтернет речей (IoT) і розумний будинок.

До останнього часу Інтернет був переважно засобом спілкування та обміну інформацією між людьми («Інтернет людей»), але зараз він стає

середовищем і технологією взаємодії «речей», як фізичних, так і віртуальних. Світ інакше починає взаємодіяти з «речами». Тому, компаніям потрібні відповідні фахівці для розробки та створення нових технологій ефективної взаємодії клієнтів з «речами». Як прогнозують аналітики, у найближчі десять років утвориться близько 2 мільйонів вакантних робочих місць в галузі інформаційних технологій (ІТ) і сфері зв'язку, які будуть незаповненими. Промисловість потребує все більше випускників зі знаннями та практичними навичками бізнес-аналітики, апаратної інженерії, інформаційної безпеки, а також Інтернету речей.

Для інтеграції IoT в навчальний процес підготовки ІТ фахівців за спеціальністю «Інформаційні технології проектування» в рамках дисципліни «Технології комп'ютерного проектування складних об'єктів та систем», впроваджено практично-орієнтовані методи навчання на основі реалізації реального open-source проекту SMART LIFE, що об'єднує декілька підсистем для створення справжнього Інтернету речей в офісі, в будинку, в квартирі, на присадибній ділянці, тощо. Система реалізована на платформах Arduino та OpenHAB (Open Home Automation Bus) та на сьогоднішній день проходить дослідне тестування.

Крім того, в Лабораторії вбудованих систем та віддаленої інженерії кафедри програмних засобів ЗНТУ студенти мають можливість особисто протестувати новинки 3D-індустрії (3D-принтер та 3D-сканер), пристрої віртуальної і доповненої реальності, керовані віддалено експерименти GOLDi (Grid of Online Lab Devices) та RELDES (REmote Laboratory for Design of Embedded Systems), платформи для навчання робототехніки Flow buggы і багато іншого. Обладнання отримано завдяки проектам TEMPUS ICo-op та DESIRE, а також підтримці українських бізнесменів.

УДК 004.031.4

Гладкова О. М.

асп. ЗНТУ

ПІДХОДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ RESTFUL API

Враховуючи різноманітність і поширеність широкого спектру пристроїв в даний час, віддаленому сервісу просто необхідно мати засоби доступу до своєї інформації і функцій засобами, відмінними від використання html сторінок, оскільки html – це всього лише мова розмітки і візуалізації даних. Подання даних може змінюватися, в той час як модель і/або контролер залишатися незмінним. Таким чином, використовуючи web інтерфейс для нашого сервісу, ми поділяємо логіку сайту і його уявлення.

Як показали дослідження, існує декілька способів реалізації Web service APIs: XML-RPC та JSON-RPC, SOAP, REST [1].

RPC та SOAP мають декілька недоліків, таких як складність, запутаність, великий об'єм XML даних, які передаються та наявність великої кількості різних конфігурацій. Дотримуючись REST архітектури web інтерфейсу, ми автоматично отримуємо переваги цієї моделі архітектури:

- масштабованість компонентів взаємодії;
- загальний вид web інтерфейсу [2];
- прості адреси;
- гнучкість передачі даних;
- легко адаптується під використання Javascript інтерфейсом.

У загальному випадку REST є дуже простим інтерфейсом управління інформацією без використання якихось додаткових внутрішніх прошарків. Кожна одиниця інформації однозначно визначається глобальним ідентифікатором, таким як URL. Кожен URL в свою чергу має строго заданий формат. Також однією з переваг архітектури REST є те, що формат передачі даних у відповідях чітко не визначений. Відповідно, ми маємо право самі визначити формат переданих даних.

Існує два загальноприйнятих формати передачі текстових даних: XML і JSON. XML – розширювана мова розмітки, рекомендована консорціумом всесвітньої павутини мова розмітки. Однак синтаксис XML надлишковий і для більшості задач не потрібна вся міць його синтаксису. JSON володіє більш високою зручністю читання людиною і більшою компактністю, він може розглядатися в якості альтернативи XML.

Аналіз показав, що стиль REST описується шістьма вимогами (принципами) до архітектури, в той же час, не описуючи їх конкретної реалізації. Ось ці шість принципів: клієнт-сервер; відсутність станів; хешування; пошарова система; однорідний інтерфейс; код по запиту (опціонально) [3].

Для написання RESTful API було розглянуто дві технології: WCF Service і Web API. У першій технології є серйозні недоліки: webHttpBinding тільки; підтримуються тільки HTTP Get & POST методи. Перевагою даної технології є підтримка різних форматів XML, JSON, ATOM. Другий варіант – Web API. В цьому випадку плюси очевидні: простий; відкритий вихідний код; всі можливості HTTP; всі можливості MVC; також підтримує безліч форматів даних [1].

Передбачається, що сервіс віддаленої лабораторії RELDES [4] може працювати з високим навантаженням. При цьому, не можна допустити збільшення часу відгуку або зменшення продуктивності. Робота сервісу з високим навантаженням, в свою чергу, означає своєчасний розподіл навантаження на безліч обчислювальних станцій (це так звана

масштабованість). Відповідно, при подальшому збільшенні навантаження на сервіс повинна бути розроблена архітектура, що дозволяє масштабувати веб-сервіс на кілька обчислювальних центрів (серверів). Стиль архітектури REST дозволяє нам створювати масштабовані сервіси. Проте, хоча REST вперше був описаний більше 10 років тому, формальної моделі для представлення RESTful систем не існує, що створює багатоваріантність в принципах REST та, відповідно, інтуїтивні пропозиції по практичним рекомендаціям в галузі розвитку Web інженерами і дослідниками. Відсутність таких формальних моделей ускладнює розуміння як REST архітектурного стилю, так і Web-архітектури, отже, обмежує веб-інженерний прогрес [5].

Тому, аналіз існуючих формальних моделей для представлення RESTful систем та розробка принципів побудови масштабованої архітектури для веб-сервісу є актуальною науковою та практичною задачею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Подходы к проектированию RESTful API [Електронный ресурс] – Режим доступа: [https:// habrahabr. ru / company / dataart / blog / 277419 /](https://habrahabr.ru/company/dataart/blog/277419/)
2. Знакомьтесь архитектура REST [Електронный ресурс] – Режим доступа: [http:// html-templates. Info / blog / znakomtes-arhitektura-REST](http://html-templates.info/blog/znakomtes-arhitektura-REST)
3. Что такое REST? [Електронный ресурс] – Режим доступа: [http:// www. restapitutorial. Ru / lessons / whatisrest. html](http://www.restapitutorial.Ru/lessons/whatisrest.html)
4. Parkhomenko A. Reusable Solutions for Embedded Systems' Design / A. Parkhomenko, O. Gladkova, A. Sokolyanskii, and et. // Proceedings of 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV2016) (24–26 February, 2016), Madrid, Spain, – 2016. – P. 313–317
5. Zuzak I., A finite-state machine approach for modeling and analyzing restful systems / I. Zuzak, I. Budiselic, G. Delac. // Journal of Web Engineering, – 2011 – Vol. 10, No. 4 – P.353–390.

УДК 004.415.2.031.43

Федорченко Є. М.¹, Швидкий М. А.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-413 ЗНТУ

ПРОЕКТ SMART LIFE. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕПЛИЦЕЮ

Підсистема керування теплицею здійснює контроль та управління мікрокліматом для забезпечення відповідних умов розвитку рослин. Представляє собою комплекс апаратних і програмних засобів, що дозволяє

достовірно вимірювати показники температурно – вологісного режиму і на основі цього керувати виконавчими механізмами теплиці.

Дана підсистема виконує комплекс інформаційних і керуючих функцій, що забезпечують:

- завдання добового циклу вологості і підтримання необхідного кліматичного режиму;
- контроль витрат води в каналі розпилення;
- збір, обробку та зберігання даних;
- представлення технологічної інформації в зручному для користувача вигляді;
- реєстрація подій і ведення журналу повідомлень (наприклад, при виході значення вологості за межі встановленого діапазону);
- підвищення продуктивності теплиці за рахунок автоматичної підтримки необхідних параметрів;
- віддалену відео трансляцію подій у теплиці.

Структура системи має два рівні. Нижній рівень представлений:

- регуляторами форсунок зволоження, відкриття клапана подачі води, включення і виключення опалювальної системи, і вентиляції;
- датчиками температури повітря, вологості ґрунту;
- мікроконтролерами моніторингу та управління регуляторами.

Верхній рівень – це операторська станція для збору та обробки даних.

Функціональний склад підсистеми: плата ArduinoMEGA2560; DHT-11-датчик вологості та температури повітря; SRD-05VDS-модуль реле; YL-38-датчик вологості ґрунту; J34-електромагнітний клапан подачі води; резистор на 10 кОм; блок живлення на 12 В.

В результаті виконання проекту, розроблено прототип підсистеми керування теплицею. В даний час створена підсистема проходить перевірку працездатності у складі системи SMART LIFE. Наступний етап – тестування підсистеми на реальному тепличному господарстві.

УДК 004.415.2.031.43

Пархоменко А. В.¹, Туленков А. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-711м ЗНТУ

ПРОЕКТ SMART LIFE. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОЛЕТАМИ

Підсистема керування ролетами входить до складу проекту SMART LIFE і виконує функції контролю доступу в приміщення через вікна або двері, захищені ролетами. в необхідних ситуаціях, або за командами

користувача. В процесі досліджень було виявлено декілька можливих підходів до побудови апаратної частини підсистеми керування ролетами: пружинно-інерційний механізм, стрічкове керування, ручне редукторне керування, ручне вороткове керування, автоматичне керування.

Найбільш доцільним та високотехнологічним є автоматичне керування ролетами, яке надає змогу організувати роботу з декількома ролетами одночасно, не потребує постійного обслуговування, реагує на задані користувачем дії, а також забезпечує автоматичне формування зворотних впливів на виконавчі механізми у разі потреби (небезпечна або аварійна ситуація). Після аналізу аналогічних підсистем керування ролетами, представлених на ринку автоматики, було зроблено висновок про відсутність рішень, які забезпечують сповіщення користувача про втручання у систему ролетів, з метою подальшого проникнення до приміщення.

З метою вибору компонентів підсистеми було досліджено механічні датчики з магнітокеруваннями феромагнітними контактами та напівпровідникові пристрої, що керуються напруженістю магнітного поля. Найбільш економічним та зносостійким виявився датчик Холла. Було обрано уніполярний датчик SS41 у корпусі TO92. Під час роботи датчика протікає електричний струм та при контакті з магнітом виникає поперечна різниця потенціалів, пропорційна напруженості магнітного поля.

Після аналізу модулів силового керування було обрано двоканальний модуль реле, з напругою 5 V для Arduino з оптоелектронним керуванням. Оптоелектронна розв'язка забезпечує незалежність та завадостійкість контролеру керування. Для керування реле використовувались цифрові сигнали з контролеру керування. У якості контролеру для керування ролетами було обрано платформу Arduino Uno. Для реалізації програмної частини проекту використовувалося інтегроване середовище розробки Arduino IDE.

В результаті виконання проекту було створено прототип системи керування ролетами, яка має наступні функції: відкриття та закриття ролет, обробка виключної ситуації, орієнтація положення ролет за допомогою датчиків Холла. Надалі планується створення та використання інтерфейсу для підключення до однієї шини багатьох підсистем керування ролетами. Підсистема керування ролетами входить до складу проекту SMART LIFE і виконує функції контролю доступу в приміщення через вікна або двері, захищені ролетами, в необхідних ситуаціях, або за командами користувача. В процесі досліджень було виявлено декілька можливих підходів до побудови апаратної частини підсистеми керування ролетами: пружинно-інерційний механізм, стрічкове керування, ручне редукторне керування, ручне вороткове керування, автоматичне керування.

Найбільш доцільним та високотехнологічним є автоматичне керування ролетами, яке надає змогу організувати роботу з декількома ролетами одночасно, не потребує постійного обслуговування, реагує на задані користувачем дії, а також забезпечує автоматичне формування зворотних впливів на виконавчі механізми у разі потреби (небезпечна або аварійна ситуація). Після аналізу аналогічних підсистем керування ролетами, представлених на ринку автоматики, було зроблено висновок про відсутність рішень, які забезпечують сповіщення користувача про втручання у систему ролетів, з метою подальшого проникнення до приміщення.

З метою вибору компонентів підсистеми було досліджено механічні датчики з магнітокерованими феромагнітними контактами та напівпровідникові пристрої, що керуються напруженістю магнітного поля. Найбільш економічним та зносостійким виявився датчик Холла. Було обрано уніполярний датчик SS41 у корпусі TO92. Під час роботи датчика протікає електричний струм та при контакті з магнітом виникає поперечна різниця потенціалів, пропорційна напруженості магнітного поля.

Після аналізу модулів силового керування було обрано двоканальний модуль реле, з напругою 5 V для Arduino з оптоелектронним керуванням. Оптоелектронна розв'язка забезпечує незалежність та завадостійкість контролеру керування. Для керування реле використовувались цифрові сигнали з контролеру керування. У якості контролеру для керування ролетами було обрано платформу Arduino Uno. Для реалізації програмної частини проекту використовувалося інтегроване середовище розробки Arduino IDE.

В результаті виконання проекту було створено прототип системи керування ролетами, яка має наступні функції: відкриття та закриття ролет, обробка виключної ситуації, орієнтація положення ролет за допомогою датчиків Холла. Надалі планується створення та використання інтерфейсу для підключення до однієї шини багатьох підсистем керування ролетами.

ПРОЕКТ SMART LIFE. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ КОНДИЦІОНУВАННЯМ

Мікроклімат це комплекс фізичних факторів внутрішнього середовища приміщень, який впливає на тепловий обмін організму і здоров'я людини. До мікрокліматичних показників відносяться температура, вологість і швидкість руху повітря, температура, а також деякі їх похідні: градієнт температури повітря по вертикалі і горизонталі приміщення, інтенсивність теплового випромінювання від внутрішніх поверхонь. Особливо сильно впливають на людину теплові умови і склад повітря в приміщенні. Комфортні кліматичні умови – це поєднання значень показників мікроклімату, які при тривалому впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму при мінімальному напруженні механізмів терморегуляції, а також відчуття комфорту не менше, ніж у 80% людей, що знаходяться в приміщенні. Однак, при уявній простоті і зрозумілості, саме порушення мікроклімату є найчастішими серед всіх порушень санітарно-гігієнічних норм, що негативно впливають на стан здоров'я та працездатність людини.

З іншого боку, як відомо, питання ефективного енергоспоживання тісно пов'язані з раціональним використанням систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Тому, керування мікрокліматом у приміщенні є актуальним завданням, а розробка підсистеми, що виконуватиме збір, аналіз інформації про стан мікроклімату приміщення та дозволить автоматично встановлювати оптимальні для самопочуття людини показники мікроклімату є доцільною.

Підсистема керування мікрокліматом реалізована на платформі Arduino Mega 2560 та під'єднаних до неї датчиків MQ135 та DHT11, що дозволяють зібрати дані про вологість та температуру повітря, а також концентрацію шкідливих газів у приміщенні.

Для реалізації підсистеми кондиціонування реалізовано схему, що містить IR-діод, інфрачервоний приймач TSOP4836, цифровий датчик температури DS18B20.

Передбачено віддалений режим керування, при якому користувач сам встановлює та перевіряє задані ним параметри мікроклімату, а також автоматизований режим, у якому користувач задає оптимальні параметри, а система сама їх регулює.

ПРОЕКТ SMART LIFE. ПІДСИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРИСУТНОСТІ. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕНІСТЮ

Дані підсистеми входять до складу проекту SMART LIFE і надають можливість визначити наявність людини в приміщенні та створити потрібні умови освітленості. Використання цих підсистем дозволяє ефективно керувати енерговитратами, а також вирішувати задачі охорони об'єктів.

Схема підсистеми контролю присутності створена на основі платформи Arduino Nano та піроелектричного інфрачервоного датчика руху PIR (HC-SR501). У середовищі розробки ArduinoIDE розроблено програму, яка виконує зчитування сигналів з датчика та виведення рядку інформації про рух у консоль. Після створення прототипу підсистеми та випробувань, було виявлено, що дана модель датчика не реагує на неживі предмети, а також тварин. Це дозволяє зробити висновок про придатність даного датчика для систем освітлення та охорони, оскільки доцільно оцінювати саме присутність людини. Однією із головних проблем цього датчика є неможливість розпізнавання людини, якщо вона не рухається. Виявлено, що за умови, що у полі зору датчика знаходиться людина, котра не рухається (сидить, лежить, спить і т. д. і т. п.), то датчик не реагує на неї. Для розв'язку цієї задачі було проведено експеримент із вібрацією лінзи. Якщо, однократно, та із визначеною частотою вібрувати датчиком, показники з датчика оновлюються, це дає нам можливість заново визначити присутність людини. Реалізувати вібрацію лінзи можливо двома шляхами: за допомогою соленоїда (при подачі напруги на соленоїд, внутрішня частина витягується, при відключенні напруги внутрішня частина повертається у стартове положення, лінза вібрує, що дає змогу оновити показники на датчику); або за допомогою вібратора (при подачі напруги на вібратор (це потрібно робити однократно з визначеною частотою), лінза вібрує, тим самим оновлюючи показники на датчику).

Підсистема керування освітленістю може бути створена на основі відомих рішень компаній NooLite, Z-Wave, EnOcean, ZigBee. Використання даної підсистеми дає змогу контролювати включення / виключення джерел освітлення, створювати різні умови освітленості для певних зон в офісах та жилих приміщеннях в залежності від часу доби і яскравості природного світла. Це дозволить досягти значної економії енерговитрат, а також підвищити комфорт і працездатність користувачів.

ПРОЕКТ SMART LIFE. ПІДСИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ

Підсистема контролю доступу входить до складу проекту SMART LIFE і виконує функції аутентифікації користувача для доступу в приміщення. В ході дослідження було виявлено декілька відомих технологій для реалізації даного завдання: розпізнавання користувача за біометричними даними (відбитки пальців, сітківка ока, голос) або з використанням смарт-карт. Найбільш доцільною з точки зору мінімізації вартості та простоти реалізації є радіочастотна ідентифікація (RFID технологія), яка використовує радіочастотне електромагнітне випромінювання для читання / запису інформації на невеликий пристрій, який має назву смарт-карта. Завданням RFID системи є зберігання інформації про об'єкт з можливістю її зручного зчитування. Мітка може зберігати дані про тип об'єкта, вартість, вагу, температуру, а також будь-яку іншу інформацію в цифровій формі. RFID мітка дуже компактна і не вимагає джерела живлення, тому вона може бути захована в браслет, брелок, карту, телефон і навіть вшита під шкіру.

Розроблена підсистема складається з трьох базових компонентів: зчитувального пристрою, що має назву передавач / приймач (reader); антени, яка випромінює електромагнітні хвилі, що активізують RFID-мітку та дозволяють проводити запис і зчитування даних з цієї мітки; радіочастотних міток (смарт-карт) з вбудованою антеною, приймачем і передавачем.

Після дослідження ринку зчитувальних пристроїв, був обраний зчитувач на основі чіпу PN532 і антени, який підтримує три протоколи передачі даних High Speed UART, SPI, I2C і працює на частоті 13,56 МГц. В ході розробки для взаємодії між платою і зчитувачем був обраний протокол I2C, який дозволить підключати відразу декілька пристроїв до однієї плати і взаємодіяти з ними на більшій відстані, ніж при використанні інших протоколів. Були протестовані декілька смарт-карт серії Mifare Classic, які мають 1 Кб пам'яті і містять по два ключі розміром в 48 біт на кожен сектор, а також підтримують апаратне шифрування Crypto-1.

У якості пристрою для управління було обрано платформу Arduino Nano. Для реалізації програмної частини проекту використовувалося інтегроване середовище розробки Arduino IDE.

Створений прототип підсистеми контролю доступу виконує наступні функції: зчитування даних з мітки, передача даних за допомогою I2C-протоколу до Arduino, виведення отриманої інформації на центральний модуль управління. Планується підключення і налагодження одночасної роботи декількох зчитувачів на різних дистанціях від блоку управління.

ПРОЕКТ SMART LIFE. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВУЛИКОМ

Як відомо, догляд за домашніми тваринами потребує часу, матеріальних витрат та певних зусиль. Якщо мова йде про бджіл, то найкращим місцезнаходженням пасіки є територія за містом, з доступом до великої кількості різноманітних рослин. Постійний контроль стану вулика дозволяє відслідковувати зміну кількості меду, а також показники внутрішнього мікроклімату. Але при цьому виникає гостра необхідність в дистанційному зборі ті аналізі даних.

Початковою стадією розробки підсистеми керування вуликом став аналіз вимог замовника. Були визначені наступні функціональні вимоги: можливість визначення ваги вулика; передача даних в систему openHUB; створення аналітичної інфографіки на сервері.

Базуючись на аналізі вимог, була спроектована архітектура підсистеми, що поєднує апаратну та програмну частини.

Наступним етапом створення «розумного вулика» став аналіз існуючих підходів та аналогів. Була виявлена тенденція збирання інформації про стан об'єктів шляхом зчитування даних з різноманітних датчиків з метою наступної обробки.

Вибір платформи засновувався на наступних характеристиках і властивостях: компактність, невисока ціна, великий набір периферійних пристроїв. Тому, була обрана проста у використанні, а також популярна спеціалізована платформа Arduino Nano.

На етапі схемотехнічного проектування підсистема складається з наступних компонентів: платформа Arduino Nano з процесором ATmega328; аналогово-цифровий перетворювач HX711; тензодатчики ваги напівмостові.

Принцип роботи тензодатчика заснований на зміні електричного опору резистора при його деформації під впливом сили, що була прикладена.

Визначення ваги вантажу на вагах відбувається завдяки перетворенню сигналу, що надходить на аналоговий пін платформи, використовуючи коефіцієнт, який дозволяє отримати значення ваги в узгоджених одиницях.

Регулювання точності перетворення можливе завдяки двом параметрам: коефіцієнту перетворення і кількості зчитувань, середнє значення яких буде виведено.

На даний момент підсистема проходить тестування і остаточне калібрування, які дадуть змогу використовувати її в реальних умовах в подальшому.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ПОВТОРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УДАЛЕННЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Как показали исследования существующих удаленных лабораторий (Weblab Deusto, Labshare, iLab, Sahara Labs, GOLDi и др.), каждый разработчик имеет свои взгляды на то, как должна быть реализована удаленная лаборатория, каким должен быть ее интерфейс, перечень экспериментов, условия использования и распространения кода и т. д. Отсутствие общих стандартов разработки и документирования в данной области порождает множество проблем, как для пользователей, так и для разработчиков.

Поскольку удаленные лаборатории являются сложными программно-аппаратными комплексами, для их быстрого и эффективного создания целесообразно использовать методологию повторного использования программного кода (Code reuse). Применительно к удаленным лабораториям, можно говорить о нескольких существующих на сегодняшний день подходах – разработка и повторное использование фреймворков, программных компонентов, а также Restful API.

Методика выделения reuse-компонентов была применена к удаленной лаборатории RELDES (<https://swed.zntu.edu.ua>), что позволило выделить для повторного использования такие элементы как: каркас сайта, очередь для пользователей и административную панель, которые можно найти на ресурсе github (<https://github.com/jorapobeditel/swed>). Функции, отвечающие за авторизацию пользователей и проведение экспериментов, было решено не выкладывать в общий доступ для обеспечения безопасности лаборатории.

Была так же проведена разработка Restful API лаборатории RELDES, с целью дать пользователям возможность эффективно обращаться к оборудованию лаборатории и разрабатывать свои собственные клиентские приложения. Для документирования Restful API общепринятым является стандарт RAML. Однако, данный стандарт пока нецелесообразно применять к RELDES API, поскольку на данный момент он имеет небольшой набор функций и для работы с ним хватает подробного описания с практическими примерами на веб-странице лаборатории. В дальнейшем же, при росте возможностей лаборатории RELDES и, соответственно, расширении ее API будет необходимо использовать данный стандарт.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ FPV AUTO

Проект FPV Auto створений студентами ЗНТУ і представляє собою автоматизовану систему управління рухомими об'єктами [1]. Система складається з декількох рухомих об'єктів (машинки), центрального пульта управління, відео-окулярів та пульта управління (джойстика) гравця. На даний момент підсистема центрального пульта управління (ЦПУ) побудована на основі мікроконтролерів, а саме, на недорогому, широко вживаному мікроконтролері фірми Atmel Atmega 8, що надає багато периферійних пристроїв. Це дозволяє знизити енергоспоживання за умови одночасного забезпечення потрібної обчислювальної потужності та гнучкості системи.

В ході тестування працездатності системи було виявлено, що основними її недоліками є велика кількість провідних з'єднань, що виникла внаслідок використання макетних плат і навісного монтажу, а також ненадійні з'єднання і сильні електромагнітні перешкоди. Таким чином, модернізація системи є актуальною задачею, яку доцільно здійснити поетапно.

На першому етапі для модернізації був обраний ЦПУ, оскільки він містить значну кількість ненадійних з'єднань, що створюють збої в роботі системи. Для виправлення цього недоліку було вирішено застосувати готові спеціалізовані платформи (Arduino, Raspberry Pi, Freeduino, Orange Pi, Netduino, Intel Galileo і ін.), що на нашу думку дозволить звести до мінімуму кількість дротів і з'єднань та, таким чином, підвищити надійність і компактність конструкції. Огляд показав, що найбільш популярними на сьогоднішній день є платформи Arduino і Raspberry Pi.

Кожна платформа має свої переваги і недоліки. Перевагами Arduino є велика кількість вбудованої периферії, низьке енергоспоживання, гнучкі вимоги до живлення, можливість працювати від батареї. Виявлені недоліки: невелика обчислювальна потужність і кількість пам'яті.

Для модернізації ЦПУ на платформі Arduino була створена схема, яка містить наступні компоненти: LCD екран, потенціометр для управління контрастністю, кнопки і перемикачі для налаштування параметрів заїзду. Також, в середовищі Arduino IDE була розроблена програма, що читає аналогові значення з джойстика гравця, виводить повідомлення на екран і передає керуючу інформацію за допомогою антени на рухомий об'єкт.

До головних переваг Raspberry Pi відносять наявність повноцінної ОС (багатозадачність), високу швидкість роботи і велику кількість пам'яті. Недоліками є: жорсткі вимоги до живлення, невеликий вихідний струм, 3,3 вольтова логіка, відсутність вбудованого аналого-цифрового перетворювача.

Для модернізації ЦПУ на платформі Raspberry Pi і усунення зазначених вище недоліків була створена схема, яка включає 8 каналний аналого-цифровий перетворювач MCP3008 та перетворювач логічних рівнів, побудований на двох польових транзисторах. Її функціями є зчитування аналогових значень і перетворення логічних рівнів сигналів для взаємодії з антеною машинки. У середовищі Altium Designer була розроблена принципова електрична схема, спроектована друкована плата, розміщено компоненти та проведено трасування провідників. Оригінальна плата була виготовлена з фольгованого текстоліту, шляхом витравлювання необхідного провідникового шару, а також з використанням поверхневого монтажу компонентів.

Програмне забезпечення було реалізоване під ОС Raspbian, з використанням крос-платформного фреймворка Qt, який дозволив створити зручний інтерфейс для користувача і реалізувати такі функції, як зчитування аналогових даних з джойстиків, налаштування параметрів заїзду, прив'язка джойстика до платформи і передача даних на антену рухомої платформи.

Незважаючи на те, що схема з використанням Raspberry Pi містить меншу кількість з'єднань, на наш погляд, найбільш вигідним з точки зору апаратної реалізації є використання платформи Arduino, оскільки не вимагає виготовлення оригінальних пристроїв для взаємодії з іншими підсистемами, а також надає великі можливості для подальшої модернізації за допомогою додаткових модулів (shields).

В даний момент підсистема тестується та ведеться розробка програмного забезпечення для рухомого об'єкту, яка дозволить йому взаємодіяти з оновленим ЦПУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Parkhomenko A. V. Virtual Tools and Collaborative Working Environment in Embedded System Design / A. V. Parkhomenko, O. N. Gladkova // Proceedings of XI International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV2014). Porto: Polytechnic, – 2014. – P. 91–93.
2. Пархоменко А. В. Разработка информационной технологии проектирования электронных средств с применением PRO/ENGINEER И ALTIUM / А. В. Пархоменко, О. Н. Гладкова, Р. А. Вершинин // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – С. 251–253.

ДІАГНОСТИКА ВІДМОВ ВІДДАЛЕНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Діагностика віддаленої лабораторії (ВЛ) – це метод виявлення відмов, що встановлює ознаки несправного стану, а також програмне та апаратне забезпечення, за допомогою яких робиться висновок про характер і сутність несправностей системи, а також вживаються заходи для забезпечення її подальшого нормального функціонування.

В роботі проведено аналіз структурних та функціональних особливостей віддаленої лабораторії RELDES (REmote Laboratory for Design of Embedded Systems). Як виявилось, діагностика відмов є актуальною задачею, оскільки в процесі використання лабораторії можуть виникати як програмні, так і апаратні проблеми, пов'язані з відсутністю Інтернет з'єднання, відео трансляції, недостатнім рівнем освітленості експериментів, невірною ініціалізацією плат Arduino, до яких під'єднанні експерименти, виходом з ладу компонентів, плат, відеокамери або порушенням електричних з'єднань.

Першою проблемою, з якою ми зустрілися, була проблема з підключенням декількох експериментів на платформі Arduino. При ініціалізації USB пристроїв, операційна система може видати для USB пристрою відмінне від попередньої конфігурації ім'я, що може призвести до небажаних наслідків. Наприклад, при першому завантаженні, платі Arduino Mega 2560 було видано ім'я ttyACM1, і ми відповідно привласнили цьому імені номер експерименту №1, але після перепідключення Arduino Mega 2560 могла отримати інше ім'я і тоді користувач, який хотів попрацювати з обраним експериментом, міг бути неправильно спрямований на інший експеримент на іншій платі, наприклад Arduino Uno. Іншим прикладом відмови є банальне перегорання світлодіода в схемі експерименту «Світлофор».

Тому, потрібно реалізувати чіткий алгоритм дій для виявлення проблем в роботі віддаленої лабораторії та заходи з їх нейтралізації. Мета роботи – розробка програмного та апаратного забезпечення для підвищення надійності та безвідмовності функціонування ВЛ RELDES.

Для отримання даних про стан системи, що складається з великої кількості окремих елементів, можна використовувати різні методи. Перший та найпростіший спосіб – це опитування периферійних пристроїв через

певний проміжок часу. Такий спосіб дає можливість стежити за станом системи з певною частотою, що вибирається відповідно до особливостей конкретної системи. Основними перевагами цього методу є те, що отримані дані легко організовуються для створення статистики та такий спосіб найменш навантажує систему.

Іншим методом збору інформації щодо стану системи є спостереження в реальному часі. Основною перевагою такого способу є можливість негайно отримати інформацію про несправність, а отже, швидше відреагувати на неї. Проте, такий спосіб більше навантажує систему, а для ведення статистики все одно необхідно розподіляти отримані дані за певними проміжками часу. Одним із різновидів спостереження за системою в реальному часі є програмування периферійних пристроїв таким чином, щоб кожен з них сам надсилав інформацію про власну несправність. Проте, не всі пристрої можна запрограмувати на такий випадок, а при виході з ладу не завжди пристрій взагалі здатний надсилати сигнали.

Тому, автори вважають, що найбільш ефективним є використання комбінованого методу, який полягає в тому, що через певні задані проміжки часу відбувається сканування системи на наявність відмов, а кожен периферійний пристрій, що має можливість повідомляти про свої відмови, програмується відповідним чином. В такому випадку інформація про більшість відмов отримується в реальному часі, а дані, отримані з системи, легко систематизувати.

В результаті виконання роботи було розроблено інтелектуальну підсистему «Діагностика відмов віддаленої лабораторії». Дана підсистема виконує перевірку станів програмного та апаратного забезпечення ВЛ, а у випадку виявлення відмов, вживає відповідні заходи, або виводить повідомлення користувачам та адміністратору системи.

Наприклад, для діагностики рівня освітленості експериментального стенду лабораторії, розроблено схему, що включає плату Arduino, датчик освітленості та реле. В середовищі arduinoIDE розроблено програмне забезпечення, що виконує перевірку рівня освітленості шляхом порівняння виміряного значення з пороговим та формує електричний імпульс на реле, що вмикає/вимикає джерело світла. При цьому, з метою економії електроенергії, обов'язково перевіряється наявність користувачів, що знаходяться на сайті.

Для вирішення проблеми з ініціалізацією плат, був створений конфігураційний файл, який надає унікальне ім'я платі з ідентифікатором виробника та для кожної плати формуються відповідні імена ArduinoN (де N – номер експерименту). Таке рішення полегшує подальше використання системи навіть при збільшенні кількості плат та експериментів.

Практична цінність розробки полягає в тому, що створене програмно-апаратне забезпечення дозволяє забезпечити ефективне використання ВЛ та підтримувати її обладнання в робочому стані. В даний час створена підсистема діагностики відмов віддаленої лабораторії проходить тестування.

УДК 004.896

Льовкін В. М.¹, Кішак А. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-421м ЗНТУ

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВЕБ-АНАЛІТИКИ

У сучасному суспільстві електронна комерція, або eCommerce, стала неодмінною складовою економіки загалом та підприємництва зокрема. Саме ця сфера сьогодні вважається найбільш перспективною і прибутковою, тому кожна компанія, незалежно від величини і напрямів діяльності, намагається належним чином представити себе в Інтернеті. Офіційні веб-сайти, інтернет-магазини та інші подібні ресурси дають користувачам можливість знайти релевантну для них інформацію, а також здійснювати покупки і замовляти послуги без необхідності відвідування магазинів, що призводить до додаткових втрат часу, безпосередньо використовуючи власний комп'ютер, мобільний пристрій тощо.

Однак деякі проекти функціонують впродовж довгого часу, а інші закриваються на самому початку, не здобувши аудиторії. Причин для такого перебігу подій може бути дуже багато, проте найбільш значна – нерозуміння механізмів, що впливають на поведінку користувачів [1]. Для того, щоб зрозуміти, які фактори впливають на успішність бізнесу, вдаються до використання засобів веб-аналітики.

Веб-аналітика включає в себе наступні етапи збору даних, аналізу, представлення та інтерпретації [2]. Дана робота розглядає перші два пункти: збір та аналіз даних. На сьогодні існує багато методів для аналізу статистичних даних, їх можна об'єднати, використовуючи термін Data Mining.

Data Mining – назва, що використовується для позначення сукупності методів для виявлення в даних невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних для інтерпретації знань, необхідних для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності [3].

До початку 90-х рр. XX ст. всі рішення задач обробки даних розвивались в одному напрямку, який називався прикладною статистикою. Але у зв'язку з вдосконаленням технологій запису та збереження даних обсяг даних, які повинні обробляти аналітики, значно збільшився. Це змусило визнати недосконалість існуючих підходів та змусило переглянути напрямки розвитку методів аналізу даних.

Специфіка сучасних вимог до оброблення таких даних наступна [4]:

– дані мають майже необмежений обсяг;

- дані є різномірними (кількісними, якісними, текстовими);
- результати повинні бути конкретними і зрозумілими;
- інструменти для оброблення даних повинні бути прості у використанні.

Методи Data Mining повністю відповідають даним вимогам: вони охоплюють питання побудови баз даних, статистики та штучного інтелекту, це дозволяє швидко інтегрувати їх у веб-системи [5].

Для веб-аналітики методи Data Mining, що охоплюють кластеризацію, класифікацію, асоціативні правила тощо, несуть низку переваг. Оскільки статистична інформація для окремого бізнесу чи галузі може мати власну специфіку, засоби інтелектуального аналізу дозволять віднайти приховані тенденції в незалежності від специфіки даних.

За використання засобів веб-аналітики в цілях бізнесу застосовуються наступні категорії метрик: зручність у використанні веб-сайту (оцінювання часу, проведеного на сайті, переліку дій користувача на сайті), профілі користувачів, статистика змін стану користувачів, джерела трафіку.

Аналітична система, побудована з використанням таких технологій, дозволить підвищити рівень розуміння бізнес-процесів, об'єднати користувачів згідно з їхніми схильностями, вподобаннями на основі даних про їх взаємодію з елементами користувацького інтерфейсу, прогнозуючи для відповідних груп користувачів результати взаємодії з веб-системою (показники успіху можуть представляти перетворення користувачів у постійних відвідувачів або покупців, підвищення продажів товарів тощо), виявляти слабкі місця у веб-системах, що в свою чергу підвищить ефективність роботи підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клифтон, Б. Google Analytics для профессионалов, 3-е издание – Advanced Web Metrics with Google Analytics, 3rd ed. [Текст] / Брайан Клифтон. – М.: Диалектика, 2012. – 608 с. – ISBN 978-5-8459-1797-3

2. Кошик, А. Веб-аналитика 2.0 на практике. Тонкости и лучшие методики – Web Analytics 2.0 [Текст]: The Art of Online Accountability and Science of Customer Centricity / Авинаш Кошик. – М.: Диалектика, 2011. – С. 528. – ISBN 978-5-8459-1667-9.

3. Дюк, В. Data Mining [Текст]: учебный курс / В. Дюк, А. Самойленко. – СПб.: Питер, 2001. – 368 с.

4. Ситник, В. Ф. Інтелектуальний аналіз даних (дейтамайнінг) [Текст]: навч. посібник / В. Ф. Ситник, М. Т. Краснюк. – К.: КНЕУ, 2007. – 376 с.

5. Чубукова, И. А. Data Mining [Текст]: учебное пособие / И. А. Чубукова. – М.: Интернет-университет информационных технологий, БИНОМ: Лаборатория знаний, 2006. – 382 с. – ISBN 5-9556-0064-7.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРА РОЗРЯДНОСТІ ОБЧИСЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ФІЛЬТРА БАТТЕРВОРТА НА ЯКІСТЬ ОБРОБКИ СИГНАЛУ БІЛОГО ШУМУ

Постановка задачі

При обробці цифрового сигналу актуальним є завдання його фільтрації. Під час фільтрації цифрового сигналу виникає протиріччя в швидкості й точності обробки. Тому було прийнято рішення провести аналіз впливу розрядності обчислення коефіцієнтів фільтра Баттерворта на якість обробки сигналу білого шуму.

Ключові слова. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ), сигнал білого шуму, фільтр нижніх частот (ФНЧ) Баттерворта, цифрова обробка сигналу (ЦОС).

Цифровий фільтр – це фільтр, що обробляє цифровий сигнал з метою виділення або послаблення певних частот цього сигналу. Фільтр нижніх частот (ФНЧ) – це фільтр, що ефективно пропускає частотний спектр сигналу нижче певної частоти, яка називається частотою зрізу, і послаблює сигнал вище цієї частоти. Для дослідження було обрано ФНЧ Баттерворта [1], тому що він характеризується максимально гладкою амплітудно-частотною характеристикою (АЧХ) на частотах смуги пропускання та її зниженням практично до нуля на частотах смуги послаблення.

У даній роботі було проведено спектральний аналіз випадкового сигналу, в якості якого використовувався сигнал білого шуму. Білий шум – це стаціонарний шум, спектральні складові якого рівномірно розподілені по всьому діапазону задіяних частот. Генерований сигнал дискретного білого шуму пропускається через фільтр в заданому діапазоні частот зрізу.

В ході роботи були обчислені коефіцієнти передатної функції ФНЧ Баттерворта двома способами: на мові програмування Фортран та за допомогою стандартних функцій Matlab [3]. Після цього обчислюється спектральна щільність потужності сигналу з використанням коефіцієнтів фільтра Баттерворта, отриманих за двома вищезгаданими варіантами.

Спектральна щільність потужності є однією з характеристик, за допомогою яких аналізуються основні властивості стаціонарних випадкових процесів [2]. Спектральна щільність – це частотна функція, яка визначає спектр (частотний склад) випадкових процесів. Вона характеризує розподіл потужності сигналу по частотах спектру. Спектральна щільність $S(\omega, t)$ випадкового процесу визначається за формулою:

$$S(\omega, t) = \int_0^T R_{xx}[u'(t)] \cdot e^{-i\omega t} dt, \omega \in [\Delta\Omega], T \in [t], \quad (1)$$

де: $R_{xx}[u'(t)]$ – автокореляційна функція сигналу $u'(t)$ в смузі частот $\Delta\Omega$; T – інтервал часу аналізу.

В ході експерименту обчислюється коефіцієнт кореляції між двома значеннями спектральної щільності потужності.

В процесі роботи була виявлена залежність коефіцієнта кореляції між двома значеннями спектральної щільності потужності від відношення частоти зрізу до частоти дискретизації. Було зафіксовано тенденцію зростання коефіцієнта кореляції зі збільшенням частоти зрізу.

Швидкодія процесу залежить від складності виконуваних операцій. У той же час на точність отриманого результату впливає розрядність величин, задіяних в обчисленнях. Завдання полягає в знаходженні оптимального значення кінцевої розрядності використовуваних в розрахунку величин зі збереженням задовільної швидкості роботи системи в реальному часі. Система реального часу – це така система, коректність роботи якої залежить не тільки від виконання деяких завдань, а й від часу їх виконання. Для роботи в реальному часі необхідно, щоб всі обчислення тривали не більше одного базового інтервалу.

Виходячи з перерахованих вище вимог була визначена розрядність величин, що дозволяє проводити фільтрацію сигналу в системі реального часу, зберігаючи при цьому необхідні точність обчислення та значення характеристик процесу. Дослідним шляхом була визначена оптимальна розрядність значень коефіцієнтів передатної функції ФНЧ Баттерворта: 3–4 знака після коми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахурин С. А. Теория и практика цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] / С. А. Бахурин. – Режим доступа: <http://www.dsplib.ru/>
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие / А. Б. Сергиенко. – СПб.: БХВ – Петербург, 2011 г. – 768 с.
3. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учеб. пособие / А. И. Солонина, Д. М. Клионский, Т. В. Меркучева, С. Н. Перов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014 г. – 512 с.

УДК 621.391

Дубровін В. І.¹, Черненко А. М.²

¹ канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-111 ЗНТУ

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Задача хранения и передачи информации в компактном виде всегда являлась актуальной в информатике. И если относительно текстовой информации разработаны довольно эффективные методы сжатия данных, то разработки качественной компрессии статических изображений и динамической видеоинформации только набирают обороты. На сегодняшний день существуют и широко применяются стандартные методы сжатия. Однако потребность в хранении все больших объемов информации и желание передачи ее по каналам связи с максимальной скоростью обусловили интерес к исследованию и разработке более совершенных методов. Развитие теории фракталов и соответствующего математического аппарата в конце XX в. повлекло разработку принципиально нового алгоритма сжатия изображений – фрактального. Данный алгоритм сжатия потенциально способен обеспечить наилучшее соотношение степени сжатия и качества восстановленного изображения.

Фрактал – это бесконечно самоподобная геометрическая фигура, каждый фрагмент которой повторяется при уменьшении масштаба. Масштабная инвариантность, наблюдаемая во фракталах, может быть либо точной, либо приближенной. В более широком смысле под фракталами понимают множества точек в евклидовом пространстве, имеющие дробную метрическую размерность (в смысле Минковского или Хаусдорфа), либо метрическую размерность, строго большую топологической. Термин «фрактал» был введен Бенуа Мандельбротом в 1975 году и получил широкую популярность с выходом в 1977 году его книги «Фрактальная геометрия природы».

Алгоритм фрактального сжатия изображения относят к алгоритмам архивации с частичной потерей информации. Основа метода фрактального кодирования – это обнаружение самоподобных участков в изображении. Идея компрессии изображения основана на применении систем итерируемых функций (Iterated Function System или IFS). Впервые возможность применения теории IFS к проблеме сжатия изображения была исследована Майклом Барнсли. Джеквин представил метод фрактального кодирования, в котором используются системы доменных и ранговых блоков изображения (domain and range subimage blocks), блоков квадратной формы, покрывающих

все изображение. Этот подход стал основой для большинства методов фрактального кодирования. Согласно методу изображение должно быть разбито на множество неперекрывающихся ранговых подизображений, также определяется множество перекрывающихся доменных подизображений. Для каждого рангового блока алгоритм кодирования находит наиболее подходящий доменный блок и аффинное преобразование, которое переводит этот доменный блок в данный ранговый блок. Структура изображения отображается в систему ранговых блоков, доменных блоков и преобразований. Идея заключается в следующем: предположим, что исходное изображение является неподвижной точкой некоего сжимающего отображения. Тогда можно вместо самого изображения запомнить каким-либо образом это отображение, а для восстановления достаточно многократно применить это отображение к любому стартовому изображению. По теореме Банаха, такие итерации всегда приводят к неподвижной точке, то есть к исходному изображению.

Предложенный Барнсли метод, кратко можно описать следующим образом. Изображение кодируется несколькими простыми преобразованиями, то есть определяется коэффициентами этих преобразований.

Например, к наглядным примерам фрактальных изображений полученных с помощью IFS можно отнести «треугольник Серпинского» и «папоротник Барнсли» рис. 1.

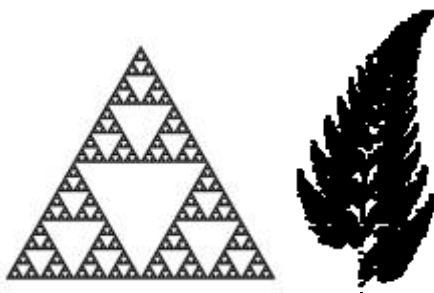


Рисунок 1 – «Треугольник Серпинского» и «папоротник Барнсли»

Первый задается тремя, а второй четырьмя аффинными преобразованиями. Каждое преобразование кодируется считанными байтами, в то время как изображение, построенное с их помощью, может занимать несколько мегабайт. Хотя IFS не используются как готовые системы сжатия изображений, однако они зачастую используются в различных фрактальных методах сжатия.

Фрактальный алгоритм позволяет сжимать изображения в сотни и даже тысячи раз.

Основная сложность фрактального сжатия заключается в том, что для нахождения соответствующих доменных блоков, требуется полный перебор.

Поскольку при этом переборе каждый раз должны сравниваться два массива, данная операция получается достаточно длительной, требующей значительных вычислительных ресурсов.

Декомпрессия или восстановление исходного изображения довольно проста. Для этого необходимо выполнить несколько итераций трехмерных аффинных преобразований, коэффициенты которых были получены на этапе компрессии. Стоит отметить, что особенность фрактального кодирования состоит в том, что декодирование не зависит от разрешения.

Подавляющее большинство исследований в области фрактального сжатия сейчас направлены на уменьшение времени архивации, необходимого для получения качественного изображения. На данный момент известно достаточно большое количество алгоритмов оптимизации перебора, возникающего при фрактальном сжатии. Для увеличения скорости кодирования велась работа по двум направлениям. Первый подход разрешал задачу классификации доменов (classification of domains), при котором за счет уменьшения количества доменов среди которых ведется поиск, сокращается количество вычислений. Второй подход основан на методе выделения особенностей (feature extraction), увеличение скорости кодирования происходит за счет сравнения доменных и ранговых блоков. Интересное решение проблемы длительного кодирования предложил Д. С. Ватолин в своей работе «Использование ДКП для ускорения фрактального сжатия изображений». Дискретное косинусное преобразование (ДКП) используется для разбиения всего множества блоков в изображении на 256 классов, что позволяет достичь почти 100-кратного ускорения работы алгоритма при приемлемых потерях в качестве изображения.

На сегодняшний день фрактальные методы наилучшим образом приспособлены для приложений архивирования, таких как цифровые энциклопедии, в которых кодирование необходимо лишь однажды, а декодирование происходит множество раз.

Фрактальные методы можно рассматривать, как альтернативу технологиям, основанным на преобразовании Фурье, например, таким как JPEG. Новые технологии, такие как фрактальные должны рассматриваться не только как конкуренты, но и как союзники в установлении новых стандартов.

Необходимо дальнейшее изучение и совершенствование фрактальных методов, которое возможно в дальнейшем в полной мере раскроет их потенциал.

МЕТОДИКА ОБРОБКИ ПРОФІЛОГРАМ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

У житті людства існує необхідність до поліпшення якості зображень. Не маловажним дане питання стає в медицині, при вивченні або визначенні хвороби лікар повинен мати на руках чіткий знімок пацієнта, а також військовій справі, науці, мистецтві і т. д. Тому постало питання про обробку та поліпшенні якості зображення. З позитивної сторони в даному питанні зарекомендували себе як вейвлет-обробка так і фрактальна обробка зображень.

З цілого ряду вельми корисних і специфічних застосувань вейвлетів, на першому місці стоїть редагування зображень, що включає виведення зображення на екран дисплея, розфарбовування і коректування зображень, облік граничних умов і техніка дрібних дозволів. У всіх цих операціях застосування вейвлет-технологія дасть явний вииграш у порівнянні з раніше відомими засобами машинної графіки.

Я розглянув і детально ознайомився з методом кодування зображень, що використовують двовимірне вейвлет-розкладання кодованого зображення або його частин. Зазвичай мається на увазі стиснення з втратою якості.

Істотну роль в алгоритмах вейвлетної компресії відіграє концепція представлення результатів вейвлет-розкладання у вигляді нуль-дерева (zero-tree).

Впорядковані в нуль-дереві бітові площини коефіцієнтів вейвлет-розкладання огрублюються і кодуються далі з використанням статистичних методів стиснення.

При розгляданні фрак талу, я зрозумів, що фрактал – це структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні цілому. Найпростіші і відомі фрактали – це «Крива Коха» і «Ковер Серпинського».

Крива Коха є типовим геометричним фракталом. Процес її побудови виглядає наступним чином: беремо одиничний відрізок, поділяємо на три рівні частини і замінюємо середній інтервал рівностороннім трикутником без цього сегмента. У результаті утворюється ламана, що складається з чотирьох ланок довжини $1/3$. На наступному кроці повторюємо операцію для кожного з чотирьох одержані ланок і т. д. Гранична крива і є крива Коха.

Один з двовимірних аналогів безлічі Кантора, запропонований польським математиком Вацлавом Серпінським в 1915 році. Також відомий як «решітка» або «серветка» Серпінського.

Середини сторін рівностороннього трикутника T_0 з'єднуються відрізками. Виходять 4-и нових трикутника. З вихідного трикутника віддаляється внутрішність серединного трикутника. Виходить безліч T_1 , що складається з 3-х залишилися трикутників «першого рангу». Поступаючи так само з кожним з трикутників першого рангу, отримаємо безліч T_2 , що складається з 9-и рівносторонніх трикутників другого рангу. Продовжуючи цей процес нескінченно, одержимо нескінченну послідовність, перетин членів якої є трикутник Серпінського.

Мною був розроблений програмний продукт, реалізації методів «Крива Коха», «Ковра Серпинського» в середовищі Matlab:

Завантаження файлу.

Розкладання. Виконується для рівня 3. Вибираємо базисну функцію `sym4 (getfinger, lev, wname)`, при цьому обираються тип вейвлету та рівень декомпозиції.

Деталізація. Обирається певний поріг для деталізуючих коефіцієнтів. Використовуємо функцію `[thr, nkeep] = wdcbm2(c, l, alpha, m)`, що повертає поріг `thr` відносно обраного рівня і числа збережених коефіцієнтів `nkeep`. При цьому, параметр `alpha` встановлюється рівним 1.5 для стиску та 3.0 для видалення шуму.

Вейвлет-відновлення здійснюється за допомогою функції `wdencmp()`.

Очищене зображення.

Зображення високочастотного і низькочастотного фільтрування.

Стиснене зображення.

Реалізація методу «Крива Коха».

Реалізація методу «Ковер Серпинського».

Отже таким чином, за допомогою запропонованих методів, я детально ознайомився з запропонованими методами і реалізував їх методику в середовищі Matlab.

УДК 002.004.853

Дубровін В. І.¹, Канафоцький М. Ю.²

¹ канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-423 ЗНТУ

ВЕЙВЛЕТ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ ОБРОБЦІ КАРДІОСИГНАЛУ

У наш час серцево-судинні захворювання є досить поширеною проблемою. Саме через них одні люди помирають, а інші стають інвалідами. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність у точній та сучасній діагностиці цих захворювань.

Одним із самих розповсюджених методів діагностики серцево-судинних захворювань є електрокардіографія. Електрокардіограма (ЕКГ) характеризується набором зубців, по часовим та амплітудним параметрам, завдяки яким визначається діагноз. Збільшення амплітуди зубців вказує на гіпертонічні захворювання, за частотою серцевих скорочень визначається аритмія, а за довжиною різних інтервалів та зубців можна визначити серцеву провідність.

Для покращення діагностики використовують різні методи обробки кардіосигналу: вейвлет-перетворення, фрактальний аналіз компонент, метод головних компонент, методи Р. М. Баєвського та інші. Ці методи збільшують точність результатів аналізу та зменшують час обробки. Найкращім для аналізу ЕКГ-сигналу у наш час є використання методу вейвлету перетворень.

Вейвлет – це математичні функції певної форми, які є локальними за часом та частотою, в якій усі функції отримуються із базової функції за допомогою зміщень та розтягувань її на вісі часу. Вейвлет-перетворення забезпечує двовимірну розгортку, при цьому масштаб і координата розглядаються як незалежні змінні, що дає можливість аналізу сигналів відразу в двох просторах – масштабовому і часовому. Результати вейвлет-аналізу біомедичного сигналу містять не тільки інформацію про розподіл енергії сигналу за частотними складовими, але і відомості про часові координати, на яких виявляються ті чи інші частотні складові, або на яких відбуваються швидкі зміни частотних складових сигналу.

Розрізняють неперервне і дискретне вейвлет-перетворення. Обидві підходи мають свої переваги під час аналізу біомедичних сигналів.

Неперервне вейвлету перетворення (НВП).

Набір вейвлету функцій є набором масштабованих (розтягнутих або стиснутих, в залежності від значення параметра a і зміщених (в залежності від значення параметра) b) копій єдиного прототипу – материнської породжуючої функції. Материнські вейвлету функції являють собою функції, що обмежені за часом і місцем розташування на часовій вісі. Вимоги до материнських вейвлету функцій визначаються можливістю відновлення вихідного сигналу за його вейвлету-спектром.

Дискретне вейвлету перетворення оперує з дискретними значеннями масштабного коефіцієнта a і параметра зсуву b , які задаються, як правило, у вигляді степеневих функцій, що дозволяє уникнути надлишкової кількості операцій і розрахованих коефіцієнтів, характерних для НВП.

Видалення шуму, компресія і згладжування ЕКГ сигналів за допомогою вейвлет-перетворення базуються на тому, що багаторівневе вейвлет-розкладання кардіосигналу дозволяє відокремити вейвлет-коефіцієнти, що відповідають за шумові складові, і відновити сигнал без завад.

Шумові складові таких біомедичних сигналів, як ЕКГ, відображуються головним чином в деталізуючих коефіцієнтах вейвлет-розкладання, тому при видаленні шуму зазвичай обробляють ці коефіцієнти. Найпростіший спосіб видалення шуму полягає в тому, щоб зробити нульовими значення коефіцієнтів, що менші за деяке порогове значення. Ця процедура порогової обробки називається трешолдінгом коефіцієнтів. Широкого поширення набули такі методи порогової обробки, як жорсткий трешолдінг і м'який трешолдінг.

Під час жорсткої порогової обробки зберігаються незмінними всі коефіцієнти, що більші за значення порога τ , або дорівнюють йому за абсолютною величиною, а коефіцієнти менші за значення τ обнуляються. Під час м'якої порогової обробки разом з перетворенням в нуль коефіцієнтів, по модулю менших, ніж τ , відбувається зменшення по модулю решти коефіцієнтів на величину τ .

Отже аналіз кардіосигналу за допомогою вейвлет-перетворення є одним з найкращих методів тому, що у ньому можливе використання локального аналізу. Вейвлет-аналіз здатен розкрити такі аспекти даних, які не виявляються іншими методами аналізу сигналів, наприклад, точки розриву у сигналі, різкі не лінійності у вищих гармоніках та самоподібність. За допомогою вейвлет-аналізу також можна проводити стиснення та знешумлення сигналу без помітного зниження амплітуди.

УДК 621.391

Дубровін В. І.¹, Леоценко С. Д.²

¹ канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-113 ЗНТУ

ВЕЙВЛЕТ-ТРЕШОЛДИНГ АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ ВИЯВЛЕННЯ QRS-КОМПЛЕКСІВ ЕКГ

Усі вейвлету перетворення розглядають функцію у термінах коливань, локалізованих за часом і частотою. Локальність у просторі означає, що енергія хвильок сконцентрована на скінченному інтервалі, так звана функція на компактному носії.

Вейвлет-аналіз є на сьогоднішній день однією з найбільш перспективних технологій аналізу даних.

Трешолдинг – граничне обмеження коефіцієнтів.

Одне з найбільш актуальних завдань цифрової обробки сигналів - очищення сигналу від шуму. Практичний сигнал містить не тільки корисну інформацію, а й сліди деяких сторонніх впливів (перешкоди або шум).

Для видалення шуму за допомогою вейвлет-перетворення виконується в чотири етапи:

1. розкладання сигналу по базису вейвлетів;
2. вибір порогового значення шуму для кожного рівня розкладання;
3. порогова фільтрація коефіцієнтів деталізації;
4. реконструкція сигналу.

Після того, як електричний струм, вироблений деполяризацією і реполяризацією передсердь і шлуночків, реєструється електродами, він відображається на осцилографі, записується на папері кардіограми або дані зберігаються в пам'яті комп'ютера. Електричний струм, вироблений деполяризацією передсердя, реєструється як Р хвиля; вироблений деполяризацією шлуночка реєструється як Q, R, S хвилі: комплекс QRS.

Одним з найважливіших кроків в аналізі ЕКГ є точне визначення різних хвиль, що формують кардіологічний цикл. Особливо вейвлет-перетворення цінно при розпізнаванні Р та Т-хвиль.

Процес вейвлет-декомпозиції може бути ітерований з отриманням зручних наближень, так що вихідний сигнал розбивається на безліч компонент низького дозволу, утворюють дерево вейвлет-декомпозиції.

Вейвлет перетворення дає хорошу частотну і тимчасову інформацію на ЕКГ, дозволяючи легко виявляти патологічні зміни в сигналі ЕКГ. Вейвлет перетворення відкриває двері до подальших досліджень інших біологічних сигналів (ЕКГ та інших).

Запропоновано наступний алгоритм виявлення QRS-комплексу, заснований на розрахунку фрактальної розмірності. Сигнал розбивається блоки рівної довжини b (відлік). Їх кількість дорівнює цілій частині $l = 2N / b$, де N – довжина (кількість звітів) сигналу. Таким чином, сигнал розкладається на елементарні $b / 2$.

$$S_0^{N-1} \rightarrow \left[e_0^{b-1}, e_{\frac{b}{2}}^{\frac{3b-1}{2}}, \dots, e_{\frac{ib}{2}}^{\frac{(i+2)b-1}{2}}, \dots, e_{\frac{(l-1)b}{2}}^{N-1} \right]$$

Для кожного блоку $e_{(ib/2)^{(i+2)b/2-1}}$ розраховується розмірність Мінковського m_i на основі співвідношення: $\log N(\epsilon) = \log c - \log \epsilon$, де c – константа, $N(\epsilon)$ – мінімальне число клітин зі стороною ϵ , необхідних для покриття ділянки сигналу, Y разі, коли відношення розмірності до середнього значення $\delta = |d_{i+1} - d_i|$ перевищує поріг α , приймається рішення про наявність QRS-комплексу.

Вейвлет-аналіз сигналу ЕКГ виконується з допомогою Matlab. Matlab – високопродуктивна, інтерактивна система, яка дозволяє вирішити багато технічні проблеми, пов'язані з розрахунками. Matlab поставляється разом з

вбудованим вейвлет-інструментарієм «WaveletToolbox», який надає засоби для аналізу і синтезу сигналів і образів з використанням вейвлетів.

Мною був розроблений алгоритм виділення ознак QRS при аналізі сигналу ЕКГ за допомогою вейвлет-декомпозиції в середовищі Matlab:

Додати 100 нулів до і після сигналу, щоб уникнути виходу вікна за межі кордонів сигналу під час пошуку піків.

Зробити вейвлет-декомпозицію, після якої ми будемо розглядати сигнал з набагато більш низькою частотою, ніж в оригіналі, що означає відсутність зайвих деталей при збереженні QRS-комплексу.

Вирішити питання про визначення R-піка в перетвореному сигналі.

Знайти значення, які перевищують 60% від максимального рівня вихідного сигналу.

Перейти до визначення R-піків у вихідному сигналі.

Знайти максимальні значення у вихідному сигналі у вікні ± 20 значень від позиції відповідного R-піка в безлічі P3.

Знайти піки решти типів, щодо R-піків. Q, T, S піки виявляються при зміщенні вперед, назад і пошуку мінімуму і максимуму відповідно щодо знайдених R-піків.

Таким чином, з допомогою запропонованого алгоритму, що використовує вейвлет-декомпозицію для очищення вихідного сигналу від шуму, Q, R, S піки розпізнаються автоматично в сигналі ЕКГ, за допомогою середовища Matlab.

УДК 004.4

Дейнега Л. Ю.¹, Леоценко С. Д.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-113 ЗНТУ

JULIA – ВИСОКОПРОДУКТИВНА ВІЛЬНА МОВА ДЛЯ МАТЕМАТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

У серпні 2009 року почалося обговорення необхідності створення нової мови. Стефан Карпінські, до того часу попрацював з математичним пакетом Matlab і мовою програмування R, був незадоволений їх обмеженнями. І після того, як Вірал Шах познайомив його з Джеффом Безансоном, всі троє почали обговорювати концепцію нової мови. Для вибору жіночого імені в якості назви мови, як пояснював в інтерв'ю провідний розробник мови Стефан Карпінські, «особливої причини не було», розробникам просто «сподобалося це ім'я». Перша відкрита версія була опублікована в лютому 2012.

Основною концепцією, якої дотримувалися розробники, була концепція універсальної мови, здатної працювати з великим обсягом обчислень і при цьому гарантувати максимальну продуктивність. Оскільки великий обсяг обчислень виконується саме в хмарних середовищах, то в мові була відразу реалізована підтримка хмар і паралельного програмування. У мові була спочатку реалізована модель побудови великих паралельних додатків, заснована на глобальному розподіленому адресному просторі. Така модель передбачає можливість виробляти операції (у тому числі і їх передачу між машинами) з посиланням на об'єкт, розташований на іншій машині, також бере участь в обчисленнях. Цей механізм дозволяє відслідковувати які обчислення на яких системах виконуються, а також підключати до виробленим обчисленням нові машини.

Результатом роботи стала динамічна мова програмування, яка підтримує перевантаження функцій і операторів (які фактично також є функціями). Більше того, під час роботи з Julia можна опціонально вказувати тип для аргументів функції, чого зазвичай немає в динамічно типізуємих мовах. Це дозволяє створювати спеціалізовані варіанти функцій і операторів для прискорення обчислень. Варіант, що найбільш відповідає задачі, вибирається автоматично в процесі виконання. Також завдяки перевантаженню операторів можна створювати нові типи даних, які поведуться подібно до вбудованих типів. Одним із пріоритетних напрямків у розвитку мови є підтримка розподілених обчислень.

До основних особливостей мови, можна віднести:

- Julia написана на Cі, C ++ і Scheme;
- високорівневість;
- висока продуктивність;
- динамічна типізація;
- до стандартного комплексу входить JIT-компілятор;
- має вбудовану підтримку великого числа команд для розподілених обчислень.

Згідно з останніми стандартами мови Julia, до можливостей можна віднести:

- мультиметод: забезпечує можливість визначати поведінку функції в залежності від типу переданих аргументів;
- вбудована Система управління пакетами;
- макроси та інші можливості метапрограмування;
- виклик Python функцій за допомогою PyCall;
- виклик C функцій безпосередньо: без додаткових надбудов і API;
- багаті можливості для управління іншими процесами;
- співпрограми: легковагі зелені потоки (greenthreads);

- можливість визначати додаткові типи, які не поступаються в швидкості і зручності вбудованим;
- елегантні і розширювані перетворення числових та інших типів;
- підтримка Юнікоду.

У грудні 2011 року Стефан Бойер запропонував ідею графічної реалізації мови, яка полегшить роботу з нею математикам та іншим вченим, що не володіють навичками програмування і роботи в UNIX-середовищах. Ідея Бойера полягала в переході від відправки команд обчислювальному кластеру до простої роботи із браузером. При цьому, клієнтська частина, що реалізує в тому числі і графічний інтерфейс, і платформу для побудови графіків, може бути реалізована за допомогою таких сучасних (на той момент) технологій як HTML5, SVG і AJAX. Для реалізації своєї ідеї Бойер використовував серверну частину, написану мовою Julia, яка за допомогою спеціального менеджера сесій протоколу SCGI взаємодіє з веб-сервером на базі `lighttpd`. Подібний підхід дозволив досить простим шляхом реалізувати концепцію REPL, що володіє наступними можливостями: побудова графіків на основі обчислень функцій, одновимірних масивів і наборів точок будь-якого числового типу; зручність роботи з середовищем (автоматичне визначення розміру вікон і т. д.); розширюваність і багатоплатформність між браузерами.

Спеціально для мови програмування було розроблено інтегроване середовище розробки – `JuliaStudio`. Але пізніше її замінило середовище `Juno`, що є надбудовою над `LightTable`.

Julia руйнує бар'єр між високорівневим кодом та кодом `Assembler`. Julia не просто дозволяє писати код, який працює так само швидко, як код на C, але і дає можливість подивитися на LLVM-представлення функцій. І все це безпосередньо в інтерактивному середовищі.

УДК 004.45

Дубровін В. І.¹, Наумов М. Ю.²

¹ канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-423 ЗНТУ

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ DEA ДЛЯ ОЦІНКИ КОМПЕТЕНТНОСТІ НАУКОВО- ПЕДАГОГІЧНОГО СКЛАДУ ВНЗ

Даний метод є, по суті, способом оцінки виробничої функції, яка в практичній реальності невідома.

Метод DEA заснований на побудові так званої межі ефективності, яка і є аналогом виробничої функції для випадку, коли випуск є не скалярним, а

векторним, тобто коли випускається декілька видів продукції. Ця межа має форму випуклої оболонки або опуклого конусу в просторі вхідних і вихідних змінних, що описують кожен об'єкт в досліджуваній сукупності. Як впливає з назви методу, межа ефективності ніби огинає, або обертає точки, відповідні досліджуваним об'єктам в багатовимірному просторі (envelopment – обгортання). Межа ефективності використовується в якості еталону («точки відліку») для отримання чисельного значення оцінки ефективності кожного з об'єктів у досліджуваній сукупності. Ступінь ефективності об'єктів визначається ступенем їх близькості до межі ефективності в багатомірному просторі ходів / виходів. Спосіб побудови меж ефективності – багаторазове рішення задачі лінійного програмування.

Компетенція – це здатність працівника до успішного виконання роботи.

Основними елементами компетенції, які надають позитивний вплив на продуктивність праці, є професійні знання, навички виконання роботи і поведінка співробітника, зазвичай відбиває його мотивацію.

Компетенції використовуються для оцінки і розвитку персоналу в різних сферах діяльності і можуть групуватися в залежності від потреб окремого підприємства. Види і можливості формулювання компетенцій містяться в спеціалізованих збірниках, або бібліотеках компетенцій. Найбільш повні бібліотеки компетенцій запропоновані Harvard University (Harvard Business Dictionary, Harvard University Competency Dictionary).

В одному з підходів компетенції розглядаються як один з елементів продуктивності праці, на основі якого виділяється два види компетенцій: поведінкові та технічні. Наступний опис видів запропоновано Майклом Армстронгом (Michael Armstrong), Armstrong's Essential: Human Resource Management Practice.

Поведінкові компетенції (behavioral competencies) описують типи поведінки очікувані організацією від працівника для досягнення результатів в командній роботі, комунікації, лідерстві і прийнятті рішень, і зазвичай включаються в загальну для організації модель компетенцій.

Технічні компетенції (technical competencies) визначають той обсяг знань і навичок, якими працівник повинен володіти для того, щоб успішно виконувати свою роль. Ролі працівників можуть поділятися на загальні (групи схожих ролей) або індивідуальні (властиві конкретній ролі).

Математичну модель системи можна зобразити як сукупність таких вхідних даних як:

$$S = \{S\}_{i=1}^K,$$

або середня успішність студентів певного викладача,

$$CC = \{CC\}_{i=1}^N,$$

або контекстуальні компетенції, тобто приведена кількість наукових нагород, звань посад;

$$BC = \{BC\}_{i=1}^M$$

– поведінкові компетенції, або креативність, участь в організації учбового процесу.

$$TC = \{TC\}_{i=1}^L$$

– спеціальні компетенції, або інформаційна підтримка, успішне керування проектами.

Розроблена програмна реалізація методу DEA надає можливість об'єктивно оцінювати характеристики викладацького складу та більш ефективно організовувати їх діяльність.

УДК 004.45

Кривенко Д. С.¹, Дубровін В. І.²

¹ студ. гр. КНТ-423 ЗНТУ

² канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ КОНФЛІКТІВ В КОЛЕКТИВІ

1 Ділові конфлікти в організації.

1.1 Означення ділового конфлікту

Ділові конфлікти в організації – це конфлікти, що виникають між суб'єктами ділової (виробничої) взаємодії в організації.

Ділові конфлікти, як і міжособистісні, незважаючи на те, що вони дають яскраво забарвлений негативний ефект, виконують і важливу позитивну функцію. Конфлікт є вираженням незадоволеності або протесту, інформування конфліктуючих сторін про їх інтереси і потреби. Конфлікти допомагають працівникам об'єднатись, мобілізувати волю, розум на рішення принципово важливих питань, поліпшити морально-психологічний клімат у колективі.

У певних ситуація зіткнення між членами колективу, відкрита і принципова суперечка навіть бажана: краще вчасно виявити, засудити і попередити неправильну поведінку колеги по роботі, ніж потурати йому, не реагувати, побоюючись зіпсувати відносини. Як висловився М. Вебер,

«конфлікт очищує». Такий конфлікт, що позитивно впливає на структуру, динаміку і результативність соціально-психологічних процесів і слугує для співробітників джерелом їх самовдосконалення і саморозвитку, називають продуктивним (конструктивним) конфліктом.

1.2 Способи вирішення конфліктів

Різноманітність конфліктних явищ у взаємовідносинах людей обумовлює різні концептуальні підходи до їх розв'язання.

Серед способів подолання конфліктів обумовлених їх причинами виникнення визначають наступні.

Мотиваційний. Головною метою вважається усунення розбіжності в цілях, мотивах, цінностях учасників, формування орієнтації на кооперацію і співпрацю. Конфліктуючих необхідно переконати у тому, що разом діяти краще, ніж поодиночі.

Когнітивний. Основна мета: створити спільну інформаційну основу, знайти спільну точку зору, пізнати себе і один одного. Конфліктуючі повинні усвідомити: «Ми всі прагнемо одного».

Діяльнісний. Основна мета: організація співпраці з правильним і чітким розподілом функцій, вимог до учасників, ефективна взаємодія та управління на виробництві, у діяльності. Конфліктуючі розуміють, що виконують спільну справу.

Відомим та ефективним у менеджменті є поділ способів вирішення конфлікту в умовах організації на міжособистісний та структурний.

Суб'єкту управління не слід вважати причиною конфліктних ситуацій просту відмінність у характерах людей. Звичайно, ця відмінність може виявитися причиною конфлікту в якомусь конкретному випадку, але вона – лише один з чинників, які можуть викликати конфлікт. Слід розпочати з аналізу фактичних причин, а потім використати відповідну методику.

Об'єктивними причинами управлінського конфлікту є об'єктивні фактори управлінського процесу:

- протиріччя між функціями, які виконує підлеглий, та його особистісними рисами. Підлеглий розглядається через призму функцій, які він виконує в організації, а ставлення до нього як до «особистості» відходить на задній план;

- відсутність чіткого поділу функціональних обов'язків між керівниками, керівниками і підлеглими («хибні кола управління»). Результатом цього є ситуація, коли одному підлеглому вказівки даються багатьма керівниками, один киває на іншого, відсутність відповідальності;

- протиріччя між обов'язками і правами, між функціями людини та засобами їх виконання, між колом відповідальності та правами в даній управлінській сфері;

- невідповідність спеціаліста до конкретної управлінської діяльності.

Суб'єктивними причинами управлінського конфлікту є фактори соціально-психологічного характеру (суб'єктивний аспект управлінського процесу та особистісні причини):

- прийняття керівниками необґрунтованих, неоптимальних помилкових рішень;
- зайва опіка та контроль особливо над досвідченими працівниками;
- низький авторитет конкретного управлінця серед підлеглих;
- порушення в системі стимулів, які запропоновано керівником для підвищення ефективності роботи.

Але головне в конфлікті – уміння його не допустити. Конфлікту, як і хворобі, легше запобігти, аніж потім лікувати.

УДК 004.422.83

Шинкаренко П. А.¹, Шитікова О. В.²

¹ студ. гр. КНТ-422 ЗНТУ

² мол. наук. співроб., ЗНТУ; начальник групи запуску та випробувань УЕУтаГПА, АТ «Мотор Січ»

ПІДСИСТЕМА АДМІНІСТРУВАННЯ ДАНИХ ПРОЦЕСУ ВИПРОБУВАНЬ ГТУ НВ

Підсистема адміністрування даних процесу випробувань ГТУ НВ розроблюється з метою підвищення ефективності керування даними процесу випробувань ГТУ НВ за рахунок автоматизації [1].

Підсистема є веб-застосунком, основним призначенням якого є забезпечення можливості занесення даних, перетворення їх у цифрову форму, редагування та збереження у БД. Він призначений для використання по локальній мережі підприємства.

Функціональні вимоги до підсистеми:

- створення нового файлу проекту або відкриття наявного для кожної випущеної ГТУ НВ, який буде зберігатися в БД протягом всього життєвого циклу ГТУ НВ;
- розмежування прав доступу різних груп користувачів за допомогою персоналізованої авторизації;
- здійснення доступу до інформації, наявної в БД: наочне подання, введення, редагування і видалення даних, пошук, сортування тощо;
- формування звітів з можливістю їхнього друку [2].

Для розроблення веб-застосунку підсистеми використовувався Apache HTTP-сервер.

Оскільки підсистема адміністрування даних потребує великої кількості ресурсів (як обчислювальних, так і дискових), для даного застосування необхідна високоефективна СУБД (система управління базами даних), що володіє при цьому високою надійністю. MySQL є найбільш пристосованою для застосування в середовищі web СУБД.

Також для реалізації веб-застосування було обрано Python – високорівневу мову програмування загального призначення, яка орієнтована на підвищення продуктивності роботи розробника і читабельності коду.

У якості основи для розроблення підсистеми використовується Django – фреймворк (програмний каркас) з багатьма можливостями, що підходить для розробки складних сайтів і веб-застосунків, написаний на мові програмування Python.

Інтерфейс веб-застосунку був розроблений за допомогою бібліотеки Bootstrap та jQuery. Система створена у єдиному стилі та кольоровій гамі. Дизайн застосування є респонсивним, завдяки використанню Bootstrap. Це означає, що він буде виглядати однаково добре у різних браузерах та на екранах різного розміру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шитикова Е. В. Автоматизация процессов учета и анализа данных результатов испытаний газотурбинных установок наземного применения / Е. В. Шитикова // Системи обробки інформації. – 2012. – № 8(106). – С. 70–74.
2. Shytikova O. Automated decision support system for GTU tests process / O. Shytikova, G. Tabunshchik // Central European Researchers Journal. –2015. – Vol. 2. – P.51–56.

СЕКЦИЯ «СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ»

УДК 519.6

Терещенко Э. В.¹, Корнеева Е. В.², Голубничий В. В.³

¹ канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

² ассист. ЗНТУ

³ зав. лаб. ЗНТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВА ПОЛНОТЫ ДВУКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ «О ПОКРЫТИИ»

Оценим свойство полноты для двукритериальной задачи Z «о коммивояжере и покрытии» с целочисленными неотрицательными значениями переменных. Критерий «покрытие» отличается от «назначения» тем, что под запрет попадают клетки главной диагонали в матрице смежностей. Многокритериальную задачу с векторной целевой функцией (ВЦФ) назовем полной, если для каждого множества допустимых решений (МДР) $X = X(G) = \{x\}$ существуют такие параметры ВЦФ, при которых выполняется равенство паретовского множества \tilde{X} , полного множества альтернатив (ПМА) X^0 и МДР: $X^0 = \tilde{X} = X$ [1]. Пусть дан произвольный простой граф $G = (V, E)$, $|V| = n$, $|E| = m$. Каждое ребро $e_{ij} \in E$ графа $G = (V, E)$ взвешено числами (w_{ij}', w_{ij}'') , $i, j = 1, n$. Допустимым решением формулируемой на полном графе $G = (V, E)$ задачи является гамильтонов цикл $x' = (V, \tilde{E}')$, $\tilde{E}' \subset E$, на котором строится покрытие $x'' = (V, \tilde{E}'')$, $\tilde{E}'' \subset \tilde{E}'$. МДР на графе $G = (V, E)$ есть $X = X(G) = \{x\}$. На МДР X определена ВЦФ $F = (F_1, F_2)$, состоящая из двух критериев $\text{MINSUM} : F_1 = \sum w_{ij}' \rightarrow \min$ и $F_2 = \sum w_{ij}'' \rightarrow \min$. Данная ВЦФ определяет собой в МДР X паретовское множество \tilde{X} и ПМА X^0 .

Теорема. Задача Z «о коммивояжере и покрытии» является полной. Максимальная мощность ПМ и ПМА двукритериальной задачи Z «о коммивояжере и покрытии» равны $|\tilde{X}| = |X| = |X^0| = (n-1)!/2$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перепелица, В. А. Многокритериальные модели и методы для задач оптимизации на графах. / В. А. Перепелица – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, – 2013. – 337с.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАПИЛЮВАННЯ ПЛІВОК ФУЛЕРИТ-МЕТАЛ

Сучасний рівень технологій електронної промисловості передбачає використання складних багатокомпонентних поверхонь, а саме, текстурованих плівок, віскерів та інших поверхневих наноструктур. Впродовж останніх двох десятиріч широко використовуються багатокомпонентні плівки, які завдяки можливості керованої варіації свого складу, забезпечують великий спектр необхідних характеристик. Це дозволяє отримувати електронні прилади з унікальними фізичними властивостями.

Окремий інтерес має застосування фулеренів та модифікованих фулеренами матеріалів. Зокрема фулерени можуть використовуватися у виробництві сонячних батарей, для безпечного зберігання водню, як легуючі добавки в сплавах, тощо. Сталеві зразки, що містять фулерени, демонструють підвищену міцність і зносостійкість. Також, додавання фулеренів у захисні покриття може покращувати антипригарні властивості, зменшувати коефіцієнт тертя, підвищувати термічну та радіаційну стійкість металевих елементів механічних конструкцій. Оскільки фулеритовий кристал має властивості напівпровідника з малим часом фотовідгуку, його можливо використовувати як компонент елементної бази оптоелектроніки.

Модельна система являє собою підкладинку (чисту металеву або фулеритову поверхню у початковий момент часу), яка піддається одночасному бомбардуванню частинками двох типів – фулеренами і атомами металу.

При цьому відбуваються відповідні фізичні процеси, а саме, осадження фулеренів та атомів металу на підкладинку; руйнування частини поверхневих фулеренів частинками, що налітають; утворення на підкладинці частинок вуглецю, які з'являються після можливого руйнування фулеренів; вірогідне розпилення поверхневих частинок металу та вуглецю частинками, що налітають; іонне перемішування в приповерхневому шарі підкладинки. В представленій роботі побудована модель у дифузійному наближенні для опису процесів масоперенесення під час взаємодії складного пучка різних за розміром прискорених частинок з поверхнею.

Для компенсації великої різниці в розмірах одиничних атомних частинок компонентів введено поняття об'ємно-нормованої концентрації. Здобута модель дозволяє виконувати розрахунки розподілів концентрацій компонентів по глибині зразка, а також швидкості росту плівки в залежності від часу і параметрів напилювання.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПОДАТКУВАННЯ З НЕПЕРЕРВНОЮ ФУНКЦІЮ ПРОГРЕСИВНОЇ СТАВКИ ПОДАТКІВ

По оцінках експертів, рівень тінізації економіки в Україні становить від 40 до 70 відсотків. Це обумовлене в першу чергу надлишковим податковим тиском на бізнес, а також недосконалістю податкової політики. Існують різні системи оподатковування. Так, рівномірна система оподатковування припускає використання єдиної ставки податку незалежно від доходу платника податків. *Прогресивне оподатковування* – система оподатковування, у якій ставка податку зростає в міру збільшення доходу платника податків і знижується в міру його скорочення. Збільшення податкових ставок не завжди приводить до очікуваного росту податкових зборів, оскільки в цьому випадку проявляється тенденція приховування доходів і ріст рівня тінізації бізнесу.

Найчастіше прогресивна система оподатковування використовує східчасту функцію податкової ставки. Для визначення інтервалів і рівнів східчастої шкали оподатковування не існує чітко обумовлених критеріїв. У роботі зроблена спроба побудови моделі прогресивної системи оподатковування з безперервною функцією податкової ставки. При цьому передбачається, що розмір приховуваного від оподатковування доходу пропорційний податковій ставці. Відомо, що рівні доходів досить добре описуються логонормальним законом розподілу. Задаючи різні закони для функції податкової ставки й використовуючи логонормальний закон для функції щільності розподілу доходів можна визначити обсяг податкових зборів шляхом обчислення невласного інтеграла. Для рівномірної шкали податкової ставки ця величина визначається як добуток кількості суб'єктів оподатковування на математичне очікування для доходів і податкову ставку. У випадку монотонно зростаючої функції для податкової ставки невласний інтеграл визначається чисельно. Враховуючи процес тінізації, що залежить від росту податкових ставок, сформульована задача варіаційного обчислення для визначення оптимальної функції податкових ставок, яка забезпечує максимальний податковий збір. Задача зводиться до знаходження максимуму функціонала шляхом варіації функції розподілу податкових ставок. Враховуючи складний характер підінтегральної функції, знаходження екстремалі здійснюється чисельно.

ГУМОВА ФУТЕРІВКА В УМОВАХ АБРАЗИВНО-ВТОМЛЮВАНОГО ЗНОСУ

Еластomersи отримали значного поширення у відповідальних елементах конструкцій, таких як захисні футерівки в кульових млинах. Футерівка призначена для захисту внутрішніх поверхонь барабану млина від зносу роздріблюючим середовищем і розмелюючим матеріалом. Крім того, футерівка грає істотну роль в механізмі руху роздріблюючого середовища, що в свою чергу визначає характер подрібнення матеріалу. Від морфометричних параметрів футерівки залежить ефективність та продуктивність роботи млинів в цілому.

Щорічно в Україні в кульових млинах з гумовою футерівкою перероблюються понад 100 мільйонів тон мінеральної сировини. Тому одним з найважливіших питань є розвиток теорій зносу (абразивно-втомлюваного зносу гумових футерівок).

Проблемою тертя і зносу твердих тіл в різний час займалась велика кількість вчених, як вітчизняних, так і зарубіжних. Перші роботи відносяться ще до першої половини ХХ сторіччя. Найбільш розробленою є молекулярно-кінетична теорія зовнішнього тертя, яка носить в основному феноменологічний характер; при цьому експериментальні дані визначають емпіричні рівняння, які пов'язують в єдине ціле інформаційні параметри.

Знос є результатом взаємно-функціонального впливу механічних і фізико-хімічних процесів, які протікають в основному в поверхневому шарі контактуючих тіл. Із багатьох робіт в області стирання гуми витікає, що знос є значно складнішим процесом, ніж зовнішнє тертя. Можна виділити такі види стирання гуми, як абразивний і втомлюваний знос.

Абразивний знос викликається рухом твердих часток під дією сили по поверхневому шару твердого тіла. В процесі абразивного зносу при вдавлюванні в гуму гострого виступу контр тіла попереду нього виникає ефект стиснення матеріалу, а позаду – значні деформації розтягнення. Зносостійкість гуми при абразивному зносі визначається переважно міцністю матеріалу. Варто зазначити, що аналітичний розрахунок зносостійкості гуми при абразивному зносі з урахуванням зовнішніх факторів майже відсутній, зважаючи на його складність.

Втомлюваний знос викликається періодичними навантаженнями, механізмом зносу є підповерхневі мікротріщини. Втомлюваний знос є найбільш розповсюдженим видом зносу для гумових футерівок. Згідно однієї

з теорій при елементарному процесі втомлюваного зносу гуми відбувається руйнування поверхневого шару матеріалу в результаті багаторазово повторюваних деформацій від дії контргіла; втомлюваний знос збільшується з ростом тиску і модуля пружності.

Всі існуючі теорії, фізичні моделі та математична інтерпретація результатів експериментальних досліджень, як правило, розглядають процес зносу вибірково; в усіх випадках тільки один домінуючий механізм розглядається детально, а всі інші або завідомо не враховуються, або про них згадується лише як про відомі факти. Але для еластомерів, які використовуються як покриття, зокрема для гумових футерівок, такий підхід є несприйнятливим, за виключенням обмежених випадків, коли необхідно розглядати деякий домінуючий механізм зносу для конкретної мети: вибору марки гуми або для розгляду характеристики зносу гуми при експлуатації в специфічних умовах.

Руйнування гумової футерівки в реальних експлуатаційних умовах відбувається за абразивно-втомлюваним механізмом. При взаємодії футерівки з загрузкою відбувається деформація її поверхневого шару як за рахунок абразивного зносу, тобто стирання гуми, так і за рахунок процесів втомлюваності від багатократних ударів і вдавлювання контргіл, тобто металевих куль і кусків матеріалу.

Таким чином, абразивно-втомлюваний знос еластомерів є досить складним, багатофакторним процесом, який протікає одночасно за кількома механізмами. Враховуючи те, що ці механізми будуть різними для різного типу млинів, складу сировини, її розміру і абразивності, швидкості руху в барабані та багатьох інших факторів, то можна сказати, що задача визначення параметрів напружено-деформованого стану еластомерів при абразивно-втомлюваному зносі є досить складною та актуальною на даний момент.

УДК 519.87

Кривцун О. В.¹, Кузьменко А. О.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² асист. ЗНТУ

ФРАГМЕНТАРНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ ПОШУКУ МІНІМАЛЬНОЇ МНОЖИНИ АКСІОМ

Розглянемо множину T істинних висловлювань S , і множину Z відносин слідування $R = (A, s)$, де $A \subseteq T$. Ядром C назвемо будь-яку множину $C \equiv T_0 \subseteq T$, для якої існує таке натуральне ℓ , що $T_\ell = T$, і

множина $T_j, j = \overline{1, l}$, складається точно з таких висловлювань $s \in T$, що або $s \in T_{j-1}$, або існує $A \subseteq T$, для якого $(A, s) \in Z$. Задача полягає в знаходженні множини ядер, для яких $|C_i| \rightarrow \min, i = \overline{1, K}, 1 \leq K \leq 2^n, n = |T|$. Відповідна задача розпізнавання властивостей є NP-повною [1].

Нехай $T = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}, |T| = m, Z = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}, |Z| = n$.

Визначимо фрагментарну структуру (Z, E) [2]. Елементи $R_i, i = \overline{1, n}$, множини Z , виберемо в якості елементарних фрагментів. $E = \{E_0, E_1, \dots, E_p\}$ – сімейство підмножин множини Z , що є допустимими фрагментами. Для побудови допустимих фрагментів сформулюємо рекурсивну процедуру P , яка містить умови приєднання наступного елементарного фрагмента.

1. На початковому кроку ($r = 0$) вибирається пуста множина $E_0 \equiv \emptyset$.

2. На першому кроку ($r = 1$) до допустимого фрагмента E_0 можна додати будь-який елементарний фрагмент $R_i \in Z$ за правилом: $E_1 = E_0 \cup \{R_i\}, T_0 = A_i, T_1 = T_0 \cup \{s_{k_i}\}$, де A_i – перший елемент впорядкованої пари R_i , s_{k_i} – другий елемент цієї пари, індекс поточного останнього елемента фрагментарної структури $p_r = p_1 = 1$.

3. На r -му кроку $r = \overline{2, n}$, вибирається будь-який елементарний фрагмент $R_i, 1 \leq i \leq n$, який ще не брав участі у процедурі, і виконується пошук допустимого фрагмента $E_j, 1 \leq j \leq p_r, p_r$ – найбільший номер допустимого фрагмента на r -му кроку. Пошук здійснюється за наступним правилом: переглядаємо множини $T_j, 0 \leq j \leq p_r$, по черзі, починаючи з T_0 , та перевіряємо умову $A_i \subseteq T_j$. Перегляд припиняється, як тільки умова здійснилася для деякого T_j . При цьому,

– якщо $0 \leq j \leq p_r - 1$, то $E_j = E_j \cup \{R_i\}, T_{j+u} = T_{j+u} \cup \{s_{k_i}\}, u = \overline{1, p_r - j}$;

– якщо $j = p_r$, то створюємо новий фрагмент $E_{p_r} = E_{p_r-1} \cup \{R_i\}$ та нову множину $T_{p_r+1} = T_{p_r} \cup \{s_{k_i}\}$, і $p_r = p_r + 1$;

– якщо для жодного елемента $E_j, j = \overline{1, p_r + 1}$ умова $A_i \subseteq T_j$ не виконалася, тоді $E_1 = E_1 \cup \{R_i\}, T_0 = T_0 \cup A_i, T_u = T_u \cup \{s_{k_i}\}, u = \overline{1, p_r}$.

Таким чином, завжди має місце включення $T_j \subset T_{j+1}$, $j = \overline{0, p_r - 1}$. Потім переходимо до $r+1$ -го кроку, для якого $p_{r+1} = p_r$.

4. Процедура закінчується при $r = n$, коли всі елементи $R_i, i = \overline{1, n}$, множини Z будуть включені до фрагментарної структури, при цьому кількість допустимих фрагментів є $p = p_n$.

Після виконання процедури P , буде створено сімейство множин $\{T_0, T_1, \dots, T_p\}$. Нехай всі висловлювання з T включені в множину Z , тоді з побудови витікає що $T_p = T$. Вміст і кількість p інших множин $T_j, j = \overline{0, p-1}$, залежить від порядку вибору елементів $R_i, i = \overline{1, n}$, але, в будь-якому разі виконується співвідношення $|T_0| < |T_1| < \dots < |T_p| = m$.

Таким чином, множина T_0 є ядром, тобто $T_0 = C_i, 1 \leq i \leq K$. Отже, існує таке впорядкування елементів $R_i, i = \overline{1, n}$, для якого $|T_0| = |C_i| = \min$. Запропонована фрагментарна структура задачі дозволяє застосувати для її вирішення стандартну еволюційно-фрагментарну модель [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. – М.: Мир, 1982. – 416 с.
2. Козин И. В. Фрагментарные структуры и эволюционные алгоритмы // И. В. Козин // Питання прикладної математики і математичного моделювання: зб. наук. праць; [ред. кол.: О. М. Кисельова (головний редактор) та ін.]. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту ім. Олеся Гончара, 2008. – С. 138–146.

УДК 539.219.1

Пархоменко Л. А.

канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Множество объектов, находящихся в определенных связях между собой и образующих определенную целостность, является основополагающим в статистической теории многоэлементных систем. Дополнив это понятие представлением о возможном саморазвитии элементов и самоорганизации,

приходим к более сложной проблемной задаче. В такой постановке статистику должны интересовать не только строение и свойства системы, но и характер изменений в ней по мере эволюционного развития элементов.

Основной характеристикой многоэлементной системы является функция плотности распределения элементов по наиболее существенному признаку, определяющему их рождение, развитие и умирание. Подверженное трансформации, под влиянием разного рода системных процессов, такое распределение содержит важную информацию о физической природе элементов, закономерностях их существования и особенностях внутрисистемных изменений. Детальное изучение системы в целостном виде составляет сущность системного анализа.

Многоэлементная система во всем своем многообразии функций и свойств не может быть воссоздана из изолированных фрагментов. Внутри нее каждый из элементов, обладая особыми свойствами, повышенной активностью и склонностью к саморазвитию, выполняет не только свои элементарные, но частично и системные функции.

Установление возможной корреляционной связи между признаками изменения экспериментальных (природных) распределений и внутрисистемными процессами, вызывающими их трансформацию в самых разных многоэлементных системах, – задача, заслуживающая внимания, как в теоретическом, так и в практическом плане.

Свойства многоэлементной системы объективируются множеством единичных состояний встроенных в нее элементов. Например, вещество является целостной многоатомной системой во всем многообразии его свойств и функций. Атом как его элемент, малая функционирующая часть, не является носителем свойств вещества как целостного образования. В этом проявляется принцип несводимости целого к сумме составляющих его частей – атомов.

Системный анализ предназначен для исследования многоэлементных систем самой разной природы. По своему содержанию он должен быть логично-упорядоченным. Изучению подлежат: природа внутрисистемных процессов, законов бытия элементов и их взаимодействия друг с другом и со средой, в которой они распределены, структурные особенности и многое другое. Все это определяет характер трансформации функций плотности распределения элементов по их существенному признаку. Она подлежит расшифровке, так как содержит в себе информацию о структурно-функциональном состоянии системы и особенностях протекания внутренних процессов.

Рассмотрим пример. Газ – многоэлементная система, в которой среднее расстояние между элементами – атомами (молекулами) много больше их размеров. Благодаря этому силы межатомного взаимодействия, быстро

убывая с расстоянием, становятся мало ощутимыми. Внутреннее бытие атомов (молекул) такого идеального газа сводится к их взаимодействию друг с другом только в процессе столкновений, а все остальное время они проводят в движении как свободные частицы. Наиболее вероятным для такой системы является статистическое распределение Максвелла молекул по скоростям. Его характеристиками являются скорости: наиболее вероятная, средняя и средняя квадратичная.

В реальном газе внутреннее бытие атомов определяется их структурно-функциональным состоянием и подвержено изменению под влиянием наложенных на систему внешних условий (температуры, давления, силового поля и др.). Атомы, являясь элементами газовой системы, могут образовывать межатомные связи. Их массовое появление у атомов – признак перехода газообразного состояния вещества в парообразное. Оно сопровождается появлением отклонений от распределения Максвелла. Для решения этой задачи скоростной спектр атомов (молекул) газа при постоянной температуре задается в виде моментов их распределения по скоростям. Сравнивая его величину с экспериментальным значением можно получить сведения об отклонении реального скоростного спектра от идеального распределения по данному признаку. Это путь системного исследования структуры и динамики молекул газообразного вещества.

В том же направлении может быть проведен системный анализ других многоэлементных систем.

УДК 531; 539.3

Богданова Є. М.¹, Бова Г. А.¹

¹ асист. ЗНТУ

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛАСТОМЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИСКРЕТНОГО ЕЛЕМЕНТА КІНЦЕВИХ РОЗМІРІВ

Використовувані в теорії пружності в якості альтернативи до континуальних моделей дискретні підходи з самого початку орієнтовані на можливість обліку анізотропної структури матерії. Однак проблема врахування слабкої стисливості, що характерно для еластомерів, в рамках дискретного підходу все ж залишається. У даній роботі робиться спроба вирішити зазначену проблему шляхом використання дискретного елемента, орієнтованого на моделювання нестискуваних матеріалів.

Розглядається випадок плоскої деформації, що характеризується в рамках класичного континуального підходу обчислювальними труднощами, пов'язаними зі значеннями коефіцієнта Пуассона близькими до 0.5.

У постановці задачі була побудова дискретної моделі, за допомогою якої можна було б дослідити напружено-деформований стан еластомерів, що знаходяться в стані плоскої деформації.

Розглядалася окремо задача про однорідне розтягуванні-стисненні квадратного елемента. Як результат навантаження, всі кутові точки перемістилися перпендикулярно діагоналям квадрата; в результаті квадрат перетворився в прямокутник тієї ж площі, що і вихідний квадрат (при малих переміщеннях кутових точок). Довжини діагоналей квадрата не змінилися; ці діагоналі зробили повороти як тверді тіла.

На рис. 1 розглянуто альтернативний варіант моделі.

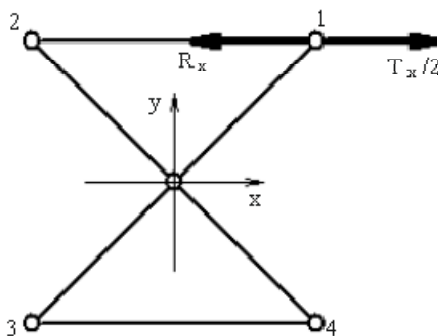


Рисунок 1 – Альтернативна модель дискретного елемента

Тут вертикальні стрижні відсутні (їх жорсткості дорівнюють нулю). В результаті зовнішнє навантаження сприймають тільки горизонтальні стрижні, в результаті чого їх реакції подвоюються. Реакції діагональних стрижнів в даному випадку зовнішнього навантаження відсутні. Внутрішній напружений стан збігається з зовнішнім навантаженням.

Запропонована дискретна модель допускає подальшу модифікацію на випадок ортотропних середовищ, якими в більшості випадків і є еластомерні конструкції, які використовуються на практиці.

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНЕ РОЗПИЛЕННЯ БІМЕТАЛІЧНИХ КЛАСТЕРІВ КЛАСТЕРАМИ АРГОНУ

Властивості атомних кластерів суттєво залежать від розмірів та можуть змінюватись досить нерівномірно із збільшенням кількості атомів, що їх складають. Особливий інтерес для дослідження являють собою термічні ефекти. Температури плавлення та кипіння для наноструктур відрізняються від відповідних характеристик для макроскопічних речовин та можуть носити випадковий в певних межах характер в кожному окремому експерименті.

Для дослідження було обрано вільні біметалічні дводольні кластери Cu-Au та Ni-Al, що складались з 390 атомів, розділених порівну між двома монокомпонентними долями. Бомбардування кластерів здійснювалось одиничними атомами Ar та кластерами Ar₁₃ з енергіями від 1 еВ до 1.4 кеВ. В початковий момент часу іон Ar_n розташовувався в довільній точці простору на відстані 6–7 Å від найближчого поверхневого атома мішені, вектор швидкості було направлено з центра мас іону Ar_n до центра мас біметалічного кластера. Для кожної енергії проводилось 250 окремих експериментів, які відрізнялися початковим положенням іону Ar_n. Моделювання проводилось в рамках класичної молекулярної динаміки з використанням потенціалів Акланда та Борна-Майєра для опису взаємодії між атомами металів та потенціалу HFDTCS1 для взаємодії Ar-Ar. Для взаємодії Ar-метал використовувався універсальний відштовхуючий потенціал ZBL.

В процесі моделювання відстежувалась температура біметалічних кластерів (рис. 1). За умов бомбардування мішені енергіями, що не перевищують 120 еВ, її температура була значно нижча у випадку Ar₁₃. Це пов'язано з тим, що початкова енергія в розрахунку на один атом в кластері Ar_n значно нижча, тому процеси зіткнень ініціюються переважно у приповерхневих шарах, що ускладнює передачу енергії від бомбардуючих частинок до мішені. Більша температура для кластера Ni-Al пов'язана з більшою ефективністю передачі енергії для обох компонентів при первинних зіткненнях з атомами Ar та з меншою від'ємною теплою перемішування для пари металів Ni-Al у порівнянні з Cu-Au. В процесі моделювання були отримані максимальні температури, до яких можна розігріти кластер в

процесі розглянутого режиму бомбардування: 406K, 2562K для Cu-Au та 700K, 3754K для Ni-Al при бомбардуванні частинками Ag і Ag₁₃, відповідно.

При бомбардуванні кластерами Ag₁₃ час взаємодії частинок аргону та металу більший у порівнянні з бомбардуванням одиничними атомами, що створює більші можливості для передачі енергії. Цей ефект можна спостерігати вже при бомбардуванні з енергіями від 150–200 еВ. При енергіях налітаючих частинок, що перевищують 300 еВ, температури мішені значно вищі за температури плавлення відповідних макроскопічних речовин, а за умов високих енергій бомбардування – навіть за температури кипіння для макроскопічного нікелю та алюмінію. Тому очевидно, що значне зростання виходів розпилення при бомбардуванні Ag₁₃ пов'язано з термічним випаровуванням поверхневих атомів. Подібне явище вже відоме для об'ємної речовини та описується моделлю «теплового піку». Згідно цієї моделі в приповерхневих шарах формується локальна область з високою щільністю енергії, з якої розпилюються атоми внаслідок термічного випаровування. Цей ефект у кластері посилюється через відсутність енергообміну із зовнішнім середовищем. Високий вихід розпилення алюмінієвої частини кластера Ni-Al є наслідком низької температури плавлення алюмінію та меншою енергією поверхневого зв'язку. Спостереження розподілу атомів біметалічних кластерів по енергіям демонструє розширення діапазону енергій при бомбардуванні Ag₁₃ у порівнянні з одиничними атомами. Це свідчить, про те, що матеріал частково перейшов у рідкий стан.

В результаті молекулярно-динамічного моделювання було виявлено додатковий механізм розпилення, пов'язаний з емісією поверхневих атомів під дією термічного випаровування. Подібний ефект проявляється при бомбардуванні кластером Ag₁₃ з високими початковими енергіями через активне нагрівання мішені. Більш активно цей процес протікає у кластері Ni-Al у порівнянні з кластером Cu-Au через високу ефективність передачі енергії від атомів аргону до атомів обох відповідних металів та більшу схильність до взаємного перемішування.

УДК 538.953

Дуда Е. В.¹, Корнич Г. В.²

¹ асп. ЗНТУ

² д-р физ.-мат. наук, проф. ЗНТУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ АТОМНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ГИПЕРДИНАМИКИ. ДВУМЕРНЫЙ СЛУЧАЙ

Молекулярно-динамическое моделирование является мощным инструментом для изучения процессов, происходящих на атомном уровне. Однако данный метод не дает возможности моделировать эволюцию

608

атомных систем на временных промежутках, необходимых для изучения так называемых редких событий. Данными событиями являются термоактивируемые атомные переходы, с которыми связаны такие процессы как диффузия кластеров и дефектов на поверхности и в объеме твердого тела, эволюция морфологии поверхности и др. Для моделирования данных процессов возможно использование так называемых методов ускоренной молекулярной динамики. Таковыми являются методы гипердинамики, температурно-ускоренной динамика, метод параллельных реплик.

В данной работе рассматривается метод гипердинамики, который основан на увеличении частоты атомных переходов за счет снижения энергетических барьеров путем изменения потенциала взаимодействия между атомами. Рассмотрены условия, выполнение которых позволяет увеличить частоты всех атомных переходов, не изменяя при этом отношения этих частот для любых пар переходов. Таким образом, эволюция системы ускоряется в некоторое, наперед заданное, число раз.

Для проверки состоятельности рассматриваемого подхода выполнена серия численных экспериментов. Методами гипердинамики и классической молекулярной динамики моделировалась диффузия одиночного атома, адсорбированного на поверхности, а также диффузия вакансии в объеме кристалла. Моделирование производилось в двумерном пространстве.

Таблица 1 – Средние времена переходов (t) атома, адсорбированного на поверхности двумерного кристалла, полученные методами молекулярной динамики (MD) и гипердинамики (HD) при различных температурах (Т)

		t , пс	
		MD	HD
Т, К	200	142	148
	150	758	811
	100	19950	19360

Моделирование диффузии адатома Си на поверхности двумерного кристалла Си проводилось при трех различных температурах. Значения средних времен переходов, полученных при моделировании, указаны в таблице 1. Для каждого набора параметров моделирование продолжалось до накопления 800 элементарных событий атомных переходов.

При моделировании диффузии вакансии в объеме двумерного кристалла, данный кристалл был деформирован. Он был сжат на некоторую величину (k) в одном направлении и растянут на такую же величину нормально выбранному направлению. Таким образом, атомные переходы вдоль линии сжатия не были равнозначны другим переходам. Результаты моделирования представлены в табл. 2. Для каждого набора параметров

моделирование продолжалось до накопления 2000 элементарных событий атомных переходов.

Таблица 2 – Средние времена переходов (t) вакансии в объеме двумерного кристалла, полученные методами молекулярной динамики (MD) и гипердинамики (HD) при различных температурах (T) и величинах сжатия (k). n – отношение количества переходов вдоль направления сжатия к общему количеству совершенных переходов

	MD		HD	
	t , пс	n	t , пс	n
$T = 500 \text{ K } k = 1\%$	116	0.717	128	0.706
$T = 500 \text{ K } k = 0.5\%$	173	0.511	160	0.528
$T = 400 \text{ K } k = 1\%$	943	0.821	781	0.76

Результаты, полученные гипердинамическим методом, сравнивались с результатами, полученными методом классической молекулярной динамики. Для проверки гипотезы о соответствии полученных эмпирических распределений времен атомных переходов одному закону был использован критерий однородности Смирнова. Показано, что при оптимальном подборе параметров для ускоренного моделирования нулевая гипотеза принимается на уровне значимости 0.1.

УДК 538.971

Корніч Г. В.¹, Глацких М. М.²

¹ д-р. фіз-мат наук проф. ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-812 ЗНТУ

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ІОННОГО ТРАВЛЕННЯ НЕОДНОРІДНОЇ ПОВЕРХНІ

За останні десятиліття явище іонного розпилення набуло великого значення як у академічному, так і у технологічному сенсі. В наші дні розпилення розглядається не тільки як процес, що супроводжує взаємодію енергетичних іонів з поверхнями, але й має багато практичних застосувань, а саме, для аналізу поверхні, її травлення, отримання тонких плівок, тощо.

Явище розпилення.

Розпилення, тобто видалення поверхневих атомів при бомбардуванні твердого тіла прискореними атомними частинками відбувається в результаті зіткнень частинок, що бомбардують, з приповерхневими атомами останнього. Дане явище було відкрито більш ніж 125 років тому. Знадобилось більше 50 років на експериментальні дослідження фізики процесу і створення його кількісної математичної теорії.

Розпилення являє собою клас процесів руйнування поверхні твердих тіл, що виникає у наслідок зовнішнього або внутрішнього бомбардування атомними частинками. Інтенсивність ерозії поверхні при розпиленні характеризується величиною, яка називається коефіцієнтом розпилення, який чисельно дорівнює відношенню кількості видалених атомів до кількості падаючих на поверхню частинок.

У ролі частинок, що падають, можуть бути іони, нейтральні атоми, нейтрони, електрони або фотони, що мають енергію в інтервалі від десятків еВ до декількох МеВ.

Частинки, що видаляються з поверхні твердого тіла при розпиленні мають широкий розподіл за енергіями під різними кутами виходу у різних станах збудження та зарядових станах.

Види та режими розпилення.

Існує кілька видів розпилення, а саме розпилення через зштовхування, розпилення за рахунок електронних процесів, хімічне розпилення. Наші дослідження стосуються іонного розпилення через зштовхування.

Теорія зштовхувального розпилення ґрунтується на вивченні пружних зштовхувань у твердих тілах, що виникають в результаті передачі кінетичної енергії від частинки, що бомбардує, до атомів твердого тіла. Розрізняють три режими зштовхувального розпилення: режим прямого вибивання, режим лінійних каскадів та режим нелінійних каскадів.

Континуальне моделювання ерозії поверхні.

З плином часу ерозія поверхні еволюціонує за законом $h = h(x, y, t)$, де h – висота деякої точки поверхні, що має координати x і y над умовним нульовим рівнем. Процес травлення поверхні іонним пучком залежить від щільності атомів ρ_0 , щільності потоку іонів ϕ , кута падіння іонів до нормалі поверхні φ та кутового коефіцієнту розпилення поверхні $Y(\varphi)$. Рівняння еволюції поверхні під дією іонного бомбардування має наступний вигляд:
$$\frac{\partial h}{\partial t} = -\sqrt{1 + (\nabla h)^2} \frac{\phi}{\rho_0} Y_0(\varphi) \cos(\varphi).$$

В роботі розроблено алгоритм та комп'ютерну програму для розв'язання диференціального рівняння ерозії поверхні із заданими початковими умовами. Виконано чисельні розрахунки еволюції профілю поверхні в двовимірному просторі з часом за різних умов іонного бомбардування та декількох характерних початкових профілів поверхні з метою з'ясування характерних шляхів еволюції поверхні, що дозволить виконувати планування процесу ерозії поверхні в інтересах технологій.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ СИЛОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Развитие силовых качеств — важная составляющая подготовки любого спортсмена. Из всех снарядов, используемых в силовых тренировках, наиболее универсальным является штанга. Наиболее комплексно изучено применение штанги в рамках олимпийской тяжелой атлетики. Опыт тяжелой атлетики широко используется при подготовке спортсменов в других направлениях силового спорта — пауэрлифтинге, кроссфите, силовом экстриме и др.

Показателем объема тренировочного задания как правило выступает суммарная масса всех поднятых на тренировке штанг, однако, на взгляд авторов, более информативен подсчет величины полезной механической работы по перемещению веса по вертикали, совершаемой спортсменом. Это оправдано тем, что величина перемещения штанги значительно варьируется в зависимости от упражнения (даже в несколько раз, например, если сравнивать рывок классический и становую тягу штанги до середины бедра). Соответственно, объем проделанной полезной работы также весьма зависит от набора упражнений на тренировке.

Целью данного исследования является разработка математической модели системы силовой подготовки спортсмена в рамках программы по тяжелой атлетике, которая также может использоваться в других спортивных направлениях.

Объектом исследования выступает подробная информация о тренировках конкретного спортсмена с детализацией по видам упражнений, рабочим весам, количеству рабочих подходов и повторений в подходах. Также для спортсмена должны быть проведены индивидуальные замеры высоты над поверхностью помоста оси грифа штанги во всех положениях, которые являются начальными и конечными для всех применяемых упражнений, что позволит рассчитать величину перемещения снаряда по вертикали для каждого упражнения.

Таким образом рассматривается множество допустимых решений (МДР) X , состоящее из элементов $x_k, k = 1, 2, \dots, N$, каждый из которых соответствует одной состоявшейся силовой тренировке. Нумерация соответствует хронологическому порядку. На множестве допустимых решений определена векторная целевая функция

$$F(x_k) = (F_1(x_k), F_2(x_k)), \quad (1)$$

Состоящая из двух критериев F_1 и F_2 .

$$F_1(x_k) = A_k = \sum_{i=1}^{n_k} p_{ki} r_{ki} m_{ki} g h_i \rightarrow \max, \quad (2)$$

где p_{ki} – количество подходов i -го упражнения на тренировке x_k ;

k_{ki} – количество повторений в одном подходе для i -го упражнения на тренировке x_k ;

m_{ki} – масса штанги в i -м упражнении на тренировке x_k , кг;

$$g = 9.81 \frac{M}{c^2};$$

h_i – высота подъема штанги для i -го упражнения, м.

$$F_2(x_k) = P_k = \frac{A_k}{t_k} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где t_k – длительность тренировки x_k , с.

Заметим, что $[F_1] = Дж$, $[F_2] = Вт$.

Первый из критериев характеризует общий объем проделанной работы, а второй – интенсивность тренировки (средняя мощность).

Рассмотрим последовательность подмножеств МДР

$$X_s = \{x_i \mid x_i \in X, i \leq s\}. \quad \text{Очевидно, что} \quad X_1 = \{x_1\},$$

$$X_2 = \{x_1, x_2\}, \dots, X_N = X.$$

На множестве допустимых решений X векторная целевая функция определяет последовательность паретовских множеств $\tilde{X}_s \subseteq X_s$, состоящих из паретовских оптимумов $\tilde{x} \in X_s$, для которых не существует других решений из множества X_s , которые не уступали бы \tilde{x} по обоим критериям, и при этом хотя бы по одному критерию строго превосходили.

Построение последовательности \tilde{X}_s и исследование динамики пополнения его новыми паретовскими оптимумами позволяет оценивать прогресс спортсмена.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЕКСПОРТУ-ІМПОРТУ ПОСЛУГ УКРАЇНИ

Роль ринку послуг, як одного з найважливіших секторів економіки, дуже велика і актуальна. На цей час обсяг ринку послуг складає приблизно 25% світового товарного обігу, причому темп росту даного сектору світової економіки значно перевищує темп росту світового товарного обігу. Актуальність всебічного дослідження ринку послуг зумовлена його багатогранністю та суспільною значущістю. Необхідністю стає системний аналіз основних тенденцій та закономірностей розвитку світового ринку послуг та його частки, яку займає Україна.

Дослідженню позицій України на світовому ринку послуг присвячено роботи багатьох вчених, зокрема: А. Голікова, Р. Заблоцької, В. Козика, Є. Козловського, О. Любіцевої, В. Кудрова, Г. Семенова.

Метою даної роботи є: системний аналіз світового ринку послуг та місця України в ньому, зокрема в секторі освітніх послуг; визначення за допомогою методу нечітких когнітивних карт перспективних шляхів зміцнення позицій України на світовому ринку послуг.

На рис.1 представлена динаміка експорту та імпорту послуг України за останні десятиріччя.

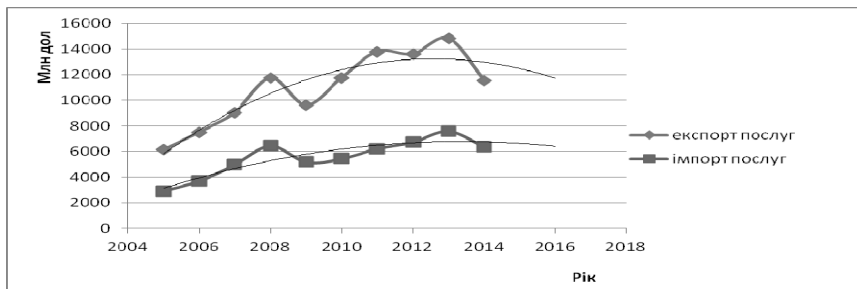


Рисунок 1 – Динаміка експорту та імпорту послуг України з лінією тренда

За рис.1 простежується вплив кризових явищ на динаміку як експорту, так і імпорту (2009 р. та 2014 р.).

Основна відмінність торгівлі послугами від торгівлі товарами, з якої витікають особливості міжнародної торгівлі послугами, полягає в тому, що послуги не мають властивості накопичуватися. Також торгівля послугами впливає на зайнятість населення національної економіки в значно більшому

ступені, ніж товарний ринок. До особливостей міжнародної торгівлі послугами відносять наступні:

- місце виробництва і споживання послуг співпадає;
- тісний зв'язок ринку послуг з ринком товарів, капіталів і робочої сили;
- ступінь концентрації на ринку сучасних послуг значно більша, ніж на ринку товарів;
- національна сфера послуг захищена більш сильно;
- ряд послуг практично не включається до міжнародного обігу.

Для визначення перспективних шляхів зміцнення позицій України на світовому ринку послуг в роботі побудовано нечітку когнітивну карту (рис.2) у вигляді зваженого орграфу. Вершинами орграфа є основні показники міжнародної торгівлі послугами.

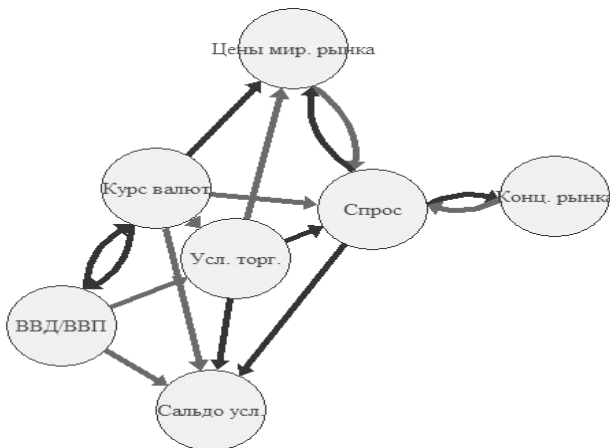


Рисунок 2 – Орграф з показниками міжнародної торгівлі послугами

До вхідних вершин включено курс валюти, ціни світового ринку, внутрішній валовий борг по відношенню до внутрішнього валового продукту, попит на світовому ринку, концентрація світового ринку, умови торгівлі на світовому ринку. Вихідною вершиною є результуючий показник міжнародної торгівлі – сальдо послуг України.

Для аналізу нечітких когнітивних карт було використано пакет FCMapper для R.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Экспорт-импорт услуг за країнами світу у 2014 році [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.Ua/operativ/operativ2013/zd/eip_kv/eip_kv_u/eip2014_u.htm.

АНАЛІЗ НОВОЇ МОДЕЛІ ФІНАНСУВАННЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Механізм фінансування вищої освіти потребує кардинальних змін. Існуюча система державного замовлення є застарілою та не спирається на об'єктивні дані про реальні потреби у фахівцях та наукові методики, не враховує співвідношення державного і приватного секторів економіки, а також дає привід звинувачувати державних замовників у «ручному розподілі» бюджетних коштів.

Метою дослідження є аналіз запропонованих нещодавно моделей фінансування вищої освіти України, спрямованих на оптимізацію бюджетного фінансування вищої освіти. Ці моделі були презентовані Інною Совсун (від імені МОН України), Олександром Співаковським та Єгором Стадним на семінарі з реформування системи фінансування вищої освіти в Україні.

Запропонована МОН модель фінансування вищої освіти складається з чотирьох елементів. Перший – це базове (блочне) фінансування ВНЗ, другий – соціальний фонд, третій – фонд розвитку (фонд капітальних видатків). Четвертим є фонд державної цільової підтримки, в якому будуть акумульовані гроші на підтримку тих категорій населення, яким держава надає додаткову підтримку на здобуття вищої освіти.

Базове або блочне фінансування вищих навчальних закладів пропонується поділити на дві частини. ВНЗ гарантовано буде отримувати 80% фінансування за попередній рік. Це надасть йому можливість планувати свою роботу на наступний рік. Решта 20% фінансування будуть розподілені за показниками результативності роботи ВНЗ. Як один з показників пропонується взяти кількість студентів, які обрали той чи інший університет [4]. Недоліком цієї пропозиції є те, що залишається невизначеною цільова функція – тобто, що саме у підсумку має стимулювати запропонована формула розподілу коштів. Від цього мають залежати склад показників та вагові коефіцієнти. Немає аналізу валідності моделі та стійкості результатів до похибок використовуваних даних. Крім того, для деяких з запропонованих показників не є кількісними величинами.

Модель, яку запропонував Олександр Співаковський, передбачає прозорий ринок надання освітніх послуг; залучення суттєвих додаткових фінансових інструментів, в тому числі і кредитних ресурсів під гарантії

держави; перехід від ідеології дотацій до ідеології інвестування в освіту; стимулювання постійної мотивації студентів до якісного навчання [3]. Разом з тим, поки не зрозуміло, як саме передбачається стимулювати інвестиції в умовах економічної кризи і нестачі коштів не тільки в освітані, але в інших секторах економіки.

Егор Стадний пропонує нову концепцію фінансування вищої освіти, яка базується на результатах. Розподіл між університетами має бути прозорим та максимально наближеним до реальних витрат. Пропонується надавати перевагу кращим університетам, які визначатимуться за такими параметрами, як: середній бал вступників, зарахованих на навчання за бюджетні кошти у рік, який передусь року фінансування, з урахуванням кількості місць державного замовлення; кількість студентів за формами навчання, ступеннями та групами галузей знань (з урахуванням профілю ВНЗ); обсяг державного фінансування на підготовку кадрів за попередній період [3].

Усі ці фактори мають бути враховані відповідними ваговими коефіцієнтами у методі лінійної згортки [1]:

$$I = \alpha_1 I_1 + \alpha_2 I_2 + \dots + \alpha_n I_n, \sum_{k=1}^n \alpha_k = 1, \quad (1)$$

де I_k – окремі індикатори, α_k – відповідні вагові коефіцієнти.

Як і в моделі МОН, до головних проблем, які треба вирішити, є визначення цільової функції, обґрунтування вибору окремих індикаторів та вагових коефіцієнтів, чутливість результатів до статистичних похибок вихідних даних [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jahn, J. Vector Optimization: Theory, Applications and Extensions / J. Jahn. – Berlin: Springer-Verlag, 2004. – 481 p.
2. Бахрушин, В. Є. Проблема чутливості університетських рейтингів одержуваних з використанням методів лінійної згортки / В. Є. Бахрушин // Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики, – 2015 – С. 53–54.
3. Як повинна фінансуватися вища освіта в Україні. В КСЕ відбулось обговорення концепцій [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kse.org.ua/ru/about/kse-news/?newsid=1507>
4. Інна Совсун: Нова модель фінансування вищої освіти повинна бути прозорою й ефективною у використанні бюджетних коштів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/usi-novivni/novini/2016/03/15/inna-sovsun-nova-model-finansuvannya-vishhoyi-osviti/>

Наукове видання

ТИЖДЕНЬ НАУКИ

Збірник тез доповідей щорічної
науково-практичної конференції серед студентів,
викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів
18–22 квітня 2016 року

Том 1

Упорядник *Висоцька Н. І.*
Технічний редактор *Висоцька Н. І.*
Відповідальний за випуск *Висоцька Н. І.*
Верстання *Гринь Д. В.*

Оригінал-макет підготовлено в науково-дослідній частині
та редакційно-видавничому відділі ЗНТУ

Підписано до друку 29.08.16. Формат 60×84 1 / 16. Ум. друк. арк. 36,62.
Тираж 20 прим. Зам. № 732.
69063, м. Запоріжжя, ЗНТУ, вул. Жуковського, 64, друкарня ЗНТУ

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.