

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2021.
Електротехнічний факультет

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

19–23 квітня 2021 року

Електронне видання на DVD-ROM

м. Запоріжжя

УДК 378:001.891
Т39

*Рекомендовано до видання Вченою радою Національного університету «Запорізька політехніка»
(Протокол №10/21 від 12.04.2021 р.)*

Упорядник Татарчук Т.В.

Редакційна колегія:

Наумик В. В., д-р техн. наук, професор (відпов. ред.)

Шило Г.М., д-р техн. наук, доцент

Кузькін О.Ф., канд. техн. наук, доцент

Глушко В.І., канд. техн. наук, доцент

Климов О.В., канд. техн. наук, доцент

Антонов М.Л., канд. техн. наук, доцент

Савченко В.О., канд. техн. наук, доцент

Кабак В.С., канд. техн. наук, доцент

Касьян М.М., канд. техн. наук, доцент

Корольков В.В., канд. екон. наук, доцент

Дедков М.В., канд. іст. наук, доцент

Васильєва О.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Пуцина І.В., канд. пед. наук, доцент

Філей Ю.В., канд. юр. наук, доцент

Гайворонська Т.О., канд. філос. наук, доцент

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

Висоцька Н. І., начальник патентно-інформаційного відділу

Савчук Н.О., начальник редакційно-видавничого відділу

Вичужаніна С.А., провідний фахівець відділу наукової роботи студентів

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

Т39 Тижень науки-21 Електротехнічний факультет. Тези доповідей науково-практичної конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів, Запоріжжя, 19–23 квітня 2021 р. [Електронний ресурс] / Редкол. :В. В. Наумик (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана. ISBN 978-617-529-314-0.

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 на Електротехнічному факультеті Національного університету «Запорізька політехніка». Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

ISBN 978-617-529-314-0

© Національний університет
«Запорізька політехніка»
(НУ «Запорізька політехніка»), 2021

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА»	14
<i>Дьяченко В.В., Авдеев І.В.</i> Дослідження способів компенсації реактивної потужності на техніко-економічні показники промислової мережі	14
<i>Дьяченко В.В.</i> Енергозберігаючі заходи щодо зниження технологічних втрат електричної енергії у сільської мережі.....	16
<i>Попов В.В., Прихно В.Л.</i> Принципи побудови безконтактних способів регулювання електричних режимів індукційних печей.....	17
<i>Махлін П.В., Шрам О.А.</i> Дослідження аварійних режимів роботи системи електропостачання підприємства гірської промисловості.....	19
<i>Заболотный А.П.</i> Підвищення ефективності системи електропостачання металургійного комбінату	20
<i>Попов В.В., Прихно Д.С.</i> Вибір оптимального варіанту компенсації реактивної потужності	21
<i>Дьяченко В.В., Яцемирська Е.О.</i> Вибір місця розташування джерела живлення електричної мережі.....	23
<i>Дьяченко В.В., Гринь К.В.</i> Аналіз ефективності використання безконтактного регулювання параметрів електроенергії печі	24
<i>Байша О.І., Міщенко В.Ю., Міщенко С.М.</i> Розробка енергетичного комплексу по використанню біогазу сміттєзвалища.....	26
<i>Махлін П.В., Птущенко Н.А., Маслов С. В.</i> Дослідження аварійних режимів на вузловій підстанції	27
<i>Махлін П.В., Осипенко О. Д., Антонюк П. В.</i> Дослідження режимів роботи системи електропостачання феросплавного заводу	28
<i>Попов В.В., Васильчук Є.С.</i> Впровадження електрообладнання з використанням ефекта високотемпературної надпровідності.....	29
<i>Братковська К.О., Гузей Я.О., Сидоров Р.Е., Рященко О.А., Курса М.В.</i> Використання дронів у системах електропостачання	30
<i>Братковська К.О., Білан О. О., Круговий В. В.</i> Оптимізація програм енергозбереження промислових підприємств з урахуванням прогнозування обсягів споживання електроенергії.....	32
<i>Прихно В.Л., Жеббаров Б.О., Сологуб Б.І.</i> Керування потужністю компенсуючих установок в електричних мережах промислових підприємств.....	33
<i>Братковська К.О., Смирнова А.Г., Мельник К.О.</i> Математичні моделі для оцінювання зниження втрат в системах електропостачання промислових підприємств.....	35

<i>Шрам О. А., Боріванов Д. О.</i> Підвищення енергоефективності модифікації поверхні скла	36
<i>Шрам О. А., Гоппа П. С.</i> Дослідження параметрів плазмового потоку установки для іонно-плазмової модифікації матеріалів	38
СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»	40
<i>Яримбаш Д.С., Яримбаш С.Т.</i> Гармонійний аналіз дослідних струмів неробочого ходу	40
<i>Коцур І.М.</i> Віртуальна модель асинхронного двигуна з ексцентриситетом ротора	41
<i>Назаренко І.А.</i> Теплообмін при термоелектричному ефекті Пельтьє.....	42
<i>Літвінов Д.О.</i> Методика визначення мрс поперечної реакції якоря ДПС середньої потужності	45
<i>Солодовнікова Т.П.</i> Можливе оптимальне рішення при проектуванні електричних машин.....	47
<i>Дівчук Т.С., Савельєв В.Г.</i> Об'єктно – орієнтовний підхід при завданні анізотропних властивостей холоднокатаної електротехнічної сталі магнітних систем силових трансформаторів	48
<i>Мартинов В.С.І, Коцур І.М.</i> Математичне моделювання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором при несиметричній напрузі живлення в програмі Matlab Simulink.....	50
<i>Москаленко М.М., Сиваш Р.В., Коцур І.М.</i> Застосування програмного пакету Comsol Multiphysics для розрахунку електричних машин з заданими характеристиками	51
<i>Григоренко О.М., Коцур І.М.</i> Дослідження магнітного поля асинхронного двигуна з різними матеріалами обмоток ротора.....	52
<i>Данько В.Д., Коцур І.М.</i> Дослідження магнітного поля асинхронного двигуна при різній геометрії зубцевої зони ротора	53
<i>Сарафанюк Д.С., Коцур І.М.</i> Математичне моделювання електромагнітного поля асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором при виникненні ексцентриситету	54
<i>Шулаков Д.Л., Тюгаєв Р.К., Коцур І.М.</i> Дослідження віброшумових характеристик асинхронного двигуна на основі методу кінцевих елементів ...	55
<i>Сміюха А.В., Панченко Н.Б., Назаренко І.А.</i> Аналіз систем охолодження силових трансформаторів	56
<i>Мішечкін Д.В., Козлов С.О., Назаренко І.А.</i> Елемент Пельтьє, як нетрадиційне джерело енергії	58
<i>Петрик Б.В., Назаренко І.А.</i> Економія умовного палива при скороченні витрати регенеративного повітря в холодні періоди плавки.....	60

<i>Губарєв В.І., Літвінов Д.О.</i> Визначення електричних напруженостей у кабелях вн із двошаровою ізоляцією	62
<i>Баланюк Б.Т., Солодовнікова Т.П.</i> Деякі проблеми автоматизації проектування колекторних машин.....	64
<i>Копоть О.І., Данилів А.М., Літвінов Д.О.</i> Вплив співвідношення геометрії зон осердь статора та ротора в асинхронному двигуні на розподіл магнітного поля	66
<i>Мельничук Ю.О., Міньков Д.О., Літвінов Д.О.</i> Математичне моделювання електромагнітних явищ в асинхронному двигуні методом просторового вектору.....	69
<i>Хохлов Ю.М., Сліпченко А.Ю., Солодовнікова Т.П.</i> Обґрунтування в теорії структури моделі оптимізації колекторної машини.....	71
<i>Загута В.І., Дівчук Т.Є.</i> Особливості реалізації геометричної моделі в середовищі програмного засобу FEMM при визначенні параметрів короткого замикання силових трансформаторів	72
<i>Довженко В.О., Бібік А.О., Шлянін О.О.</i> Оцінка сейсмостійкості і вібростійкості силового трансформатора.....	73
<i>Бартошик В.Л., Вдовкіна С.О., Солодовнікова Т.П.</i> Вирішення завдання синтезу колекторної машини на базі розробки оптимізаційної моделі	75
<i>Кравченко Ю.В., Зелінський З.С., Яримбаи Д.С.</i> Моделювання електромагнітних полів асинхронного двигуна з урахуванням повороту ротора	76
<i>Войткевич Р.І., Тиховод С.М.</i> Поліпшення збіжності ітераційного процесу при моделюванні електромагнітних процесів в колах з котушками індуктивності з сучасною сталлю	77
<i>Сотула О.Д.І., Тиховод С.М.</i> Розрахунок перехідних процесів в електричних колах з використанням поліномів чебишова	79
<i>Подус О.Р., Тиховод С.М.</i> Розробка магнітоелектричних схем заміщення, які використовують гіраторно-конденсаторні моделі.....	82
<i>Руренко Б.В., Кравченко М.Б., Тиховод С.М.</i> Методика і комп'ютерна програма моделювання електричних процесів у колах змінного струму довільної конфігурації	85

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ І ЕЛЕКТРОННІ АПАРАТИ»..... 88

<i>Sakhno A., Skrupskaya L., Domoroshchin S.</i> Comparative analysis of methods for residual life of current transformers prediction.....	88
<i>Kotsur M., Saleychuk K.</i> Optimization of design of the rotor of an induction motor	90
<i>Kotsur M., Ozirs'kyi V.</i> Structure of mechanical characteristics of induction motor	90

<i>Коцур М.І., Андрієнко Д.С., Жабицький Р.С.</i> Дослідження синхронізуючих властивостей дводвигунного електроприводу.....	91
<i>Kotsur M., Zhabina Y., Tereshchuk E.</i> Study of the thermal state of an induction motor	92
<i>Коцур М.І., Андрієнко Д.С., Новічков Д.А.</i> Дослідження режиму гальмування асинхронного електроприводу з фазним ротором	93
<i>Філіппович М.Д.</i> Удосконалення конструкції комірки кзо на номінальну напругу 10 кВ, номінальний струм 630 А	94
<i>Дряпак О. А.</i> Розрахунок та дослідження показників надійності каскадного маслонаповненого трансформатора напруги НКФ-126	96
<i>Фурса С.В.</i> Надійність елементів струмоведучого контуру та струми короткого замикання на збірних шинах розподільних пристроїв.....	97
<i>Сарана С.О., Федотов П.І.</i> Дослідження впливу навантаження двигуна (JNH180MLC8) на 12-ти пульсну схему перетворювача	99
<i>Соловйов В. М.</i> Ізоляційна конструкція у відкритому розподільному пристрої напругою 750 кВ ЗАЕС	100
<i>Афанасьєв О.І., Івахненко І.В., Фурса С.В., Соловйов В.М., Ворониця І.В.</i> Ефективність засобів регулювання напруженості поля для ізоляційних конструкцій на класи напруги 330-750 кВ	102
<i>Башильников В.В</i> Модернізація розподільних пристроїв міської трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ	104
<i>Ворониця І. В.</i> Розподільний пристрій власних потреб напругою 6 кВ, що живить головні циркулюючі насоси (ГЦН) ЗАЕС.....	105
<i>Афанасьєв О.І., Сопіна К.В.</i> Дослідження ефективності схеми відкритого розподільного пристрою номінальною напругою 750 кВ	107
<i>Афанасьєв О.І., Волчков Р.В., Сопіна К.В., Мокроусова Р.С., Сердюк О.О., Максименко В.О.</i> Можливості мінімізації конструкцій електричних апаратів, для комплектації розподільних пристроїв високої напруги	109
<i>Афанасьєв О.І., Білий Є.Ф., Дежисимесов А.В., Поставний Д.С.</i> Дослідження ефективності зниження втрат потужності в електричних мережах високої напруги	111
<i>Василевський В.В., Гільов Р.С., Примиленна Л.В., Пазюк К.В.</i> Огляд методик інтерпретації хроматографічного аналізу розчинених у трансформаторному маслі газів	113
<i>Поляков М.О., Лукашук Ю.Г.</i> Комплексний лабораторний стенд для освітньої програми «електричні та електронні апарати».....	114

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД» 117

<i>Пісоцький Я.В., Пирожок А.В.</i> Проблеми і перспективи застосування штучних нейронних мереж для алгоритмів планування траєкторій для групи мобільних роботів.....	117
<i>Шульженко С.С., Назарова О.С., Осадчий В.В.</i> Підвищення точності позиціонування кабіни ліфта за рахунок ідентифікації його завантаження	119
<i>Брилистый В.В., Осадчий В.В., Назарова О.С.</i> Стенд для дослідження енергетичних характеристик електроприводів електричних транспортних засобів.....	120
<i>Мелешко І.А., Назарова О.С., Бондаренко В.І.</i> Застосування FUZZY-регуляторів у пневмотранспортних системах.....	122
<i>Мельник О.В., Антонов М.Л.</i> Сутність і особливості електрогідравлічного ефекту	124
<i>Мельник О.В., Осетров С.А., Зіновкін В.В.</i> Аналіз критеріїв стійкості автоматизованих систем багатопараметричних електромеханічних об'єктів.	126
<i>Мельник О.В., Бережной А.Ю., Зіновкін В.В.</i> Оптимізація критеріїв стійкості автоматизованих систем керування в умовах впливу дестабілізуючих факторів	128
<i>Рудім Б.Ю., Сиденко І.В., Арсеньєва С.І.</i> Специфіка розробки структури та наповнення бази даних студентів кафедри ЕПА за весь період існування..	129
<i>Братченко І.О., Крисан Ю.О.</i> Віртуальний стенд дослідження перехідних процесів в електроприводі постійного струму	131
<i>Рябінін А.А., Крисан Ю.О.</i> Лабораторний стенд дослідження тягового електропривода на основі безколекторного двигуна постійного струму.	133
<i>Купченко О.С., Казурова А.Є.</i> Електропривод скіпового підіймача бетонозмішувача.....	135
<i>Пругло Д.В., Казурова А.Є.</i> Порівняння методів керування об'єктами з чистим запізнюванням	137
<i>Назарова О.С., Тихомирова А.В.</i> Нечітка логіка в системах автоматичного керування електроприводами.....	138
<i>Стрончик Б.В., Казурова А.Є.</i> Використання лазерних технологій у сучасній промисловості	141
<i>Трайно А.В., Казурова А.Є.</i> Система автоматичного керування електроприводом видавальних роликів агрегата поперечного різання.....	143
<i>Волков В.О., Сиденко І.В.</i> Механічні властивості асинхронного двигуна подвійного живлення	144
<i>Назарова О.С., Шевченко В.О., Жаховський О.В.</i> Дослідження двомасової системи з урахуванням нелінійності пружної передачі	145

<i>Волков В.О., Рудім Б.Ю.</i> Допустиме навантаження гідрогенератора при несинусоїдальному струмі статора	148
<i>Десв С.Г., Гіренко А.В., Зубаха В.С.</i> Лабораторний стенд з вивчення датчиків струму і напруги.....	150
<i>Залужний М. Ю., Охотнік П.Л.</i> Модернізація лабораторного стенду на базі роботи МП-9	151

СЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ЗАГАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ» 153

<i>Тиховод С.М., Козлов В.В.</i> Застосування дискретних струмових моделей для розрахунку нелінійних електричних кіл постійного струму	153
<i>Тиховод С. М., Паталах Д.Г.</i> Розрахунок перехідних процесів в електричних колах з розкладанням похідної функцій за поліномами Чебишова.....	155
<i>Козлов В.В., Набокова О.В.</i> Аналіз електричних кіл несинусоїдного струму за допомогою пакету MathCad	158
<i>Козлов В.В., Набокова О.В.</i> Аналіз періодичних електричних сигналів за допомогою пакета MathCAD.....	162
<i>Афанасьєва І.О.</i> Використання сервісу Zoom в умовах дистанційного навчання для вивчення електротехніки	165
<i>Романіченко Г.М.</i> Вектори напруженості електромагнітного поля випромінювання поблизу диполя герца	167
<i>Тиховод С.М., Братченко І.О., Новік Д.А., Лбабуз М., Левченко С.О.</i> Вибір оптимальних параметрів асинхронного двигуна на основі планування експерименту	169
<i>Тиховод С.М., Ткаченко Д.І.</i> Діагностика електродвигуна підчас його роботи і передбачення його ресурсу.....	173
<i>Козлов В.В., Гузей Я.О.</i> Сонячна енергія як джерело електричної енергії.....	174
<i>Набокова О.В., Підлісний О.С.</i> Solar energy in ukraine and why is the construction of solar power plants promising?	176
<i>Набокова О.В., Невтиря К.С.</i> Electromagnetic field - the history of the discovery and physical properties.....	178
<i>Набокова О.В., Бондаренко А.О.</i> Grounding and its role in electrical engineering	180
<i>Набокова О.В., Назарко М.М.</i> Деякі аспекти використання вітрогенераторів в Україні.....	182
<i>Набокова О.В., Проскура В.А.</i> Порівняльний аналіз різних типів електричних ламп	183
<i>Афанасьєва І.О., Лепетенко В.О.</i> Використання постійного струму в медицині	186

<i>Афанасьєва І.О., Мельнік О.В.</i> Електромобілі, як вирішення проблеми забезпечення екологічності навколишнього середовища	187
<i>Афанасьєва І.О., Дуднік В.І.</i> Генератори змінного струму	189
<i>Афанасьєва І.О., Кравець І.А.</i> Авіаційне електрообладнання	190
<i>Афанасьєва І.О., Хижняк В.В.</i> Альтернативна енергетика	192
<i>Афанасьєва І.О., Сальник А.В.</i> Авіоніка	194
<i>Романіченко Г.М., Григоренко М.С.</i> Дослідження перехідних процесів за допомогою системи <i>ELECTRONICS WORKBENCH (EWB)</i>	196
<i>Набокова О.В., Черевута Є.С.</i> Аналіз сучасних систем бездротового живлення і проблеми їх використання в телекомунікаційних системах .	198

СЕКЦІЯ «ФІЗИКА» 200

<i>Золотаревський І.В., Ольшанецький В.Ю.</i> Про зародження α -мартенситу в сталях і стопах на основі Fe-Ni в сильному імпульсному магнітному полі та без нього	200
<i>Лозовенко О.А.</i> Основи Data Mining та фізичний практикум в умовах дистанційного навчання.....	202
<i>Lushchin S.P.</i> Carbon nanomaterial as a method of hydrogen storage	204
<i>Золотаревський О.І., Луцин С.П.</i> Дослідження частотної залежності електричної провідності п'єзокераміки цтс у діапазоні низьких частот ..	205
<i>Фанкєєва Г.Р., Лоскутов С.В.</i> Вплив магнітного поля на фізико-хімічні властивості води	207
<i>Єршов А.В., Зеленіна О.А., Морозов А.В.</i> Випробування механічних характеристик плазмового покриття	209
<i>Єршов А.В., Зеленіна О.А., Марченко А.І.</i> Аеродинамічна якість літальних апаратів.....	211
<i>Єршов А.В., Зеленіна О.А., Марченко А.І.</i> Елементи механізації крила літака.....	213
<i>Hrianyta S.V., Lushchin S.P.</i> Determination of electricity losses in transformers and methods of reducing them.....	215
<i>Sokur M.V., Lushchin S.P.</i> Perspectives for wind farms in the Zaporizhzhia region.....	217
<i>Makarenko A.S., Lushchin S.P.</i> Analysis and improvement of operation of solar power plants	218
<i>Shalev G.I., Lushchin S.P.</i> Development of accumulator batteries for smartphones.....	220
<i>Гнєдой В.А., Курбацький В.П.</i> Аналіз похибок вимірювань з метою вдосконалення методики лабораторного практикуму	221
<i>Татарчук Т.В., Печерський М.В.</i> Комп'ютерна симуляція для виконання лабораторної роботи «Вивчення законів постійного струму»	222

<i>Гуляєва Л. В., Скрипка О.С.</i> Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК.....	225
<i>Гуляєва Л. В., Черепов З.О.</i> Виготовлення моделі для одержання порожнин в ливарних формах з використанням сталі 20Л.....	229
<i>Татарчук Т. В., Фурманов В. М.</i> Дослідження особливостей зносу гальмівних колодок вантажних вагонів.....	232
<i>Баранова О.А., Сейдаметов С.В.</i> Візуалізація магнітного поля за допомогою магнітної плівки	233
<i>Татарчук Т. В., Шишкін В.А.</i> Розрахунок електродвигуна для роликового стенду Т-30.....	235
<i>Шевченко Т.В., Сейдаметов С.В.</i> Спостереження фігур Лісажу при додаванні взаємно перпендикулярних гармонічних коливань.....	238
СЕКЦІЯ «АНГЛІЙСЬКА МОВА»	240
<i>Adamenko O.</i> Authentic texts as a means of training writing skills	240
<i>Bykova Yu.</i> Writing skills at university level.....	241
<i>Войтенко С.В.</i> Організація самостійної роботи студентів, орієнтованої на формування мовленевої компетенції (формування навичок читання та письма)	242
<i>Kuzmenko V.</i> Developing reading and writing skills for postgraduates.....	243
<i>Sobol Yu.</i> Teaching tools for the development of reading and writing skills in students of technical specialties.....	245
<i>Syvachuk O.</i> The impact of strong reading and writing skills on student's literacy	248
<i>Molochkov D., Sobol Yu.</i> Determination of the overall dimensions of the deposited part during wire and arc additive manufacturing using wire sensing technology	250
<i>Pesotskii Ya., Sobol Yu.</i> Problems and prospects of artificial neural networks applied for identification and diagnostics of technical objects	252
<i>Суворова Т.М.</i> Навчання письму через читання в курсі англійської мови для академічних цілей	254
<i>Shulzhenko S., Nazarova O., Osadchyy V., Sobol Yu.</i> Computer modeling of a two-speed elevator.....	256
<i>Lukianenko O., Sobol Yu.</i> Magnesium as a prospective material for the production of stents	257
<i>Pidkovynska U., Sobol Yu.</i> Impact of various inoculants on the mechanical properties of polymer	259
<i>Makarenko A., Sobol Yu.</i> Analysis of the energy losses in alternating current generator and ways of its productivity improvement	262

<i>Hrianysta S., Sobol Yu.</i> Electricity generated from the air	263
<i>Sokur M., Sobol Yu.</i> The problem of electric vehicles chargers recycling and threats to environment	264
<i>Travnikov A., Sobol Yu.</i> Ways to reduce global electricity consumption	265
<i>Shalev G., Sobol Yu.</i> Design and operation characteristics of electrical vehicles engines	266
<i>Gubarev O., Sobol Yu.</i> Conductor insulation and charge losses	267
<i>Hlyadelkin V., Sobol Yu.</i> Aircraft fuel made from carbon dioxide	268
<i>Nefyodova N., Sobol Yu.</i> Career secrets that no one will share	269
<i>Lagoda S., Sobol Yu.</i> The essence, goals and objectives of organization's relationship management	271
<i>Maslova A., Sobol Yu.</i> Time management techniques	273
<i>Svirskaya K., Sobol Yu.</i> Emotional component of leadership, its advantages and weaknesses	274
<i>Shostak A., Sobol Yu.</i> Analysis of the risks in management	276
<i>Samsanova I., Sobol Yu.</i> Crisis management features in modern conditions... ..	278
<i>Zubchenko R., Sobol Yu.</i> Reengineering: characteristics and significance	279
<i>Kosheleva S., Sobol Yu.</i> Personal characteristics of a manager and their influence on the management style	281
<i>Kolomoets K., Sobol Yu.</i> Advantages and disadvantages of tesla over conventional vehicles	282
<i>Inozemtsev A., Sobol Yu.</i> Zero day viruses toxicity and ways to combat them	284
<i>Gnedoy V., Sobol Yu.</i> Global overpopulation and scarcity of resources	285
<i>Grishay D., Sobol Yu.</i> Artificial intelligence, prospects for its development and possible treats	286
<i>Shapovalov M., Sobol Yu.</i> Internet vulnerabilities of large organizations	288
<i>Budyonnyi A., Sobol Yu.</i> Digital information security	289
<i>Oliinyk Ye., Sobol Yu.</i> Data centers for protecting and storing big data	291
<i>Yatsura S., Sobol Yu.</i> Expediency of replacing inductive current measuring transformers with optoelectronic ones	292
<i>Honcharenko D., Sobol Yu.</i> Voltage measuring transformer and its insulators reliability evaluation	294
<i>Fylymonenko A., Sobol Yu.</i> Fiber optic 110 kV current transformers	295
<i>Meike O., Adamenko O.</i> Computers in medicine	297
<i>Rohozhkin Ya., Adamenko O.</i> Features of programming languages and their main application	299
<i>Putintseva P., Adamenko O.</i> Clock operation of the basic computer processor by the example of add instruction	300
<i>Pokhyla N., Adamenko O.</i> 3D modelling	302
<i>Nikulina N., Bykova Yu.</i> Software classification	303
<i>Indyk A., Bykova Yu.</i> Development history of C++ programming language ...	303

<i>Bogachuk A., Bykova Yu.</i> The history of video games	304
<i>Pecherskyi M., Bykova Yu.</i> Object oriented programming	305
<i>Azmanov I., Bykova Yu.</i> History of the C++ language.....	306
<i>Podkovyrov D., Bykova Yu.</i> Urbanization problems.....	307
<i>Doroshenko M., Voitenko S.</i> Intelligent reconstruction system video sequences	308
<i>Gavrishko A., Voitenko S.</i> History of mathematical economics	310
<i>Mechriykov E., Voitenko S.</i> Modern mathematical economics	311
<i>Vedmedev S., Voitenko S.</i> Graph analysis of the biological system	313
<i>Suprun O., Voitenko S.</i> Measurement systems analysis in process industries ..	314
<i>Zalata Yu., Voitenko S.</i> Investigation of the possibilities of using trees in the course of solving knapsack problem using distributed calculations	316
<i>Fidarova L., Zhukova N.</i> 'Earable' computing: A new research area in the making	317
<i>Panichuk K., Zhukova N.</i> Development of the loihi neuromorphic computing chip	319
<i>Yakushkin M., Zhukova N.</i> Low-code development platforms	320
<i>Shanin K., Zhukova N.</i> Google tensor processing unit	321
<i>Chornobuk M., Zhukova N.</i> Challenges and risks of the smart home.....	322
<i>Chernyavska M., Zhukova N.</i> The next generation consoles	323
<i>Stichuk M., Zhukova N.</i> Development trends in cybersecurity	324
<i>Beinyk A., Zhukova N.</i> Is ARM CPU going to replace x86?	326
<i>Alekseev O., Zhukova N.</i> Artificial Intelligence in autonomous vehicles: benefits and challenges.....	327
<i>Fankyeyeva G., Zhukova N.</i> Application of Machine Learning in Robotics ...	329
<i>Arkhypov D., Zhukova N.</i> Structured Programming	330
<i>Zuy N., Zhukova N.</i> AI/ML applied to cybersecurity.....	332
<i>Pimshin B., Zhukova N.</i> Neural networks and deep learning.....	334
<i>Rybin D., Zhukova N.</i> The Importance of Cyber Security in education system	335
<i>Mykhailov V., Zhukova N.</i> Blockchain and how it will change the world	337
<i>Mikhailova M., Kuzmenko V.</i> The ecological problems	339
<i>Morokhovskiy S., Kuzmenko V.</i> Programming languages in progress	340
<i>Bikbaev E., Kuzmenko V.</i> History of esports in Ukraine	341
<i>Vovk V., Syvachuk O.</i> Nuclear energy as the cleanest source	343
<i>Burlay D., Syvachuk O.</i> Electronics in medicine.....	344
<i>Bezrodnii O., Syvachuk O.</i> Alternating current generator.....	346
<i>Kolisnyk D., Syvachuk O.</i> The role of industrial electronics in modern society ..	347
<i>Dikusar I., Syvachuk O.</i> The future belongs to robots	348
<i>Mikulin D., Syvachuk O.</i> What is complete switchgear, its application, advantages and necessity in our life	350
<i>Demidenko I., Sivachuk O.</i> Radiation system. air conditioner and water heater independent of electricity	351

Maslov D., Syvachuk O. Hybrid vehicles: nothing but benefits or just another compromise solution?..... 352

Lapshynov Ye, Syvachuk O. Energy production on mars and major energy consumption items..... 354

Maksymenko V., Syvachuk O. Renewable energy sources and their application in the clean-up system of the world's oceans 355

Popov Ye, Syvachuk O. Electric cars and their impact on the environment..... 357

Martysiuk R., Syvachuk O. The impact of electronic devices on human health 358

Pidlisniy O., Suvorova T. The effect of electric current on the human body.. 360

Nevtyrya K., Suvorova T. Renewable energy sources 362

Bondarenko A., Suvorova T. The importance of electrical safety for electricians 363

Stepanov V., Suvorova T. What happens with electrical devices during short circuit..... 365

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА»

УДК 621.311

Дьяченко В.В.¹, Авдєєв І.В.¹

канд. техн. наук, доц., НУ «Запорізька політехніка»

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОМИСЛОВОЇ МЕРЕЖІ

На покращення техніко-економічних показників електричної мережі впливають багато чинників, одним з яких є компенсація реактивної потужності (КРП). Практика показала, що найбільш ефективним технічним рішенням з економії електроенергії в мережі є застосування конденсаторних установок (КУ). Ефективність електричних мереж визначається рішенням проблеми КРП, яка складається із задач вибору номінальної потужності КУ та способів їх підключення у мережі. Рішення цих задач зумовлюють вартість КУ й зону компенсації, та, як наслідок, техніко-економічні показники мережі. Аналіз останніх підтверджує, що коректне рішення указаних задач значно впливає на економічну та енергетичну ефективність електричної мережі.

Для дослідження була розглянута електрична мережа 10 кВ копрового цеху металургійного комбінату, джерелом живлення її є розподільний пункт (РП-10 кВ), до якого радіально підключаються вісім комплектних трансформаторних підстанцій (КТП 10/04). Техніко-економічне порівняння способів КРП виконувалось для наступних варіантів: 1 варіант – установка низьковольтних КУ (НКУ) на шинах РУ-0,4 кВ КТП сумарною потужністю 1115 кВАр, а також установка високовольтних КУ (ВКУ) на шинах ЗРУ-10 кВ РП сумарною потужністю 1800 кВАр; 2 варіант – не має установки НКУ, установка ВКУ на шинах ЗРУ-10 кВ РП сумарною потужністю 2700 кВАр.

Кожний варіант має свої техніко-економічні показники, які обумовлені вибором елементів, так для 1-го варіанту вказаний спосіб КРП дозволив знизити номінальну потужність трансформаторів (порівняно з 2-м варіантом) на одну ступінь номенклатурної шкали номінальних потужностей трансформаторів. Наприклад, для КТП1 замість 1600 кВА потужність трансформаторів КТП1 стає 1000 кВА при встановленні НКУ.

У живильної мережі РП-10 кВ ці втрати не будуть значно відрізнятися, так як умови компенсації для кожного з варіантів однакові, тобто необхідно забезпечити коефіцієнт реактивної потужності на шинах РП-10 кВ – 0,25. Однак, струмові навантаження відрізняються, значить відрізняються й втрати у цієї мережі.

З результатів розрахунку річні сумарні втрати електроенергії у елементах мережі 10 кВ, сумарні річні втрати електроенергії у системі електропостачання для 1-го варіанту складуть 219,6 МВт·год, а для другого – 243,3 МВт·год. Таким чином, встановлення НКУ в мережі копрового цеху призведе до зниження втрат електроенергії на 10%.

Капіталовкладення на спорудження системи електропостачання будуть визначатися списком устаткування, що входить у систему й відмінного друг від друга по варіантах. Збиток від недовипуску продукції при перерві електропостачання не був врахований, тому що вимоги до надійності системи забезпечено радіальною схемою й двома незалежними джерелами живлення для кожного варіанту.

Плата за реактивну електроенергію також по варіантам буде відрізнятися, незважаючи на те, що під час розрахунку КРП додержувалися вимогам забезпечення коефіцієнту реактивної потужності – 0,25, але застосування стандартних номінальних потужностей КУ замість розрахункових призводить до небалансу реактивної потужності, а значить й до різного споживання реактивної електроенергії. Так для 1-го варіанту від енергосистеми споживається – 457,4 кВАр, й для 2-го варіанту – 384,5 кВАр (результати розрахунку небалансу реактивної потужності), що відвічає оплаті за реактивну потужність 235,3 й 197,4 тис.грн/рік відповідно. Останні значення отримані при економічному еквіваленті реактивної потужності, який для електропередавальної організації дорівнює 0,0572 кВт/кВАр й тарифі за електричну енергію - 2,57 грн/кВт·час.

Результати розрахунків техніко-економічних показників показав, що при 1-ому варіанті КРП становить дорожче, так як є застосування НКУ й ВКУ. Так для 1-го варіанту сумарна вартість КУ складає 3113,0 тис.грн, а для 2-го – 2160,1 тис.грн, тобто дорожче майже на один мільйон гривень. Але застосування НКП на відміну від 2-го варіанту призводить: до зниженню річних втрат електроенергії в елементах мережі 10 кВ; до зниженню номінальної потужності трансформаторів КТП, а значить й їхньої вартості (на 1277, тис.грн), а також зниженню перерізу кабельної лінії 10 кВ ділянки, що живить КТП1.

Зауважимо, що наведені показники характерні для даної системи електропостачання копрового цеху металургійного комбінату. Вочевидь, що склад та параметри електрообладнання електричної мережі та її режим електроспоживання має для конкретного об'єкту свої конструктивні та режимні характеристики, тому техніко-економічний аналіз способів КРП визнає власні рекомендації для досліджуваної мережі й загальна «декларація» рекомендацій щодо розташування компенсуючих пристроїв у електричних мережах не допустима й потребує ретельних розрахунків та якісного розгляду.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У СІЛЬСЬКОЇ МЕРЕЖІ

Енергозбереження на сьогодні є одним з визначальних факторів в економіці будь-якої країни, особливо там де є гострий дефіцит енергоносіїв. Високий рівень втрат електроенергії при її транспортуванні та розподілі (особливо у сільських електричних мережах) зумовлений багатьма причинами, наприклад, великою проектною густиною струму, високим рівнем неоднорідності, низьким рівнем компенсації реактивної потужності, недостатньо ефективним використанням трансформаторів з РПН, зниженням якості електроенергії та ін. В результаті втрати електроенергії у сільських мережах сягають 15–16%. Таким чином є необхідність у запровадженні енергозберігаючих заходів саме в розподільних мережах.

Об'єктом дослідження стала реальна підстанція 35/6 кВ районних електричних мереж Запорізької області, від якої живляться побутові та промислові споживачі близько розташованих селищ. На першому етапі було складено розрахункову схему для визначення технічних втрат в існуючій електричній мережі згідно методики, яка заснована на Методичних рекомендаціях й застосовуються в Запоріжобленерго.

Проаналізувавши приєднувальну потужність споживачів до ТП6/0,4 бачимо, що частина трансформаторів недозавантажена. Це призводить до неопрацьованих втрат холостого ходу в цих трансформаторах. Так втрати холостого ходу трансформатора ТМ-2500/35 складають до 45 МВт·год за рік, що в грошовому еквіваленті - більше 100 тис. грн (при тарифі 2,573 грн/кВт·год), а сумарні втрати холостого трансформаторів ТП 6/0,4 – 94 МВт·год, а в грошах - до 250 тис.грн.

Технічні втрати в елементах мережі підстанції 35/6 складають 605,3 МВт·год за рік, а в грошах втрачається більше 1,6 млн. грн. Найбільші значення втрат є в трансформаторах 35/6 та електричних мережах до 1000 В, потім йдуть ТП 6/0,4 і повітряні лінії 6 кВ.

Були запропоновані заходи щодо зниження цих втрат: відключення трансформатору на самій підстанції ТМ-2500/35; заміна трансформаторів ТП 6/0,4 ТМ на АТМГ 10/0,4; заміна повітряних ліній 6 кВ на СП-3; заміна повітряних ліній 0,4 кВ на СП-2. Також виконано економічний аналіз застосування вищенаведених енергозберігаючих заходів разом.

Виходячи з того, що навантаження на другий трансформатор підстанції 35/6 не значне, а також є можливість на період капремонту й аварії переключити на лінію від близько розташованої підстанції, яка має зв'язок з досліджуваною підстанцією, то без наслідків відключаємо цей трансформатор та економимо до 245 тис.грн в рік

На основі сучасних напрямків підвищення енергоефективності розподільних трансформаторів (так як в мережах частка їх значна і відповідні їм втрати також - більше 100 МВт) пропонуються трансформатори з аморфними сердечниками, у яких втрати холостого ходу нижче в 4 рази існуючих масляних. Використання таких трансформаторів в цій мережі потребують більш 1 млн грн капітальних витрат і термін окупності складе - до 7 років.

Запропоновано також заміна повітряних ліній на ССПи в мережах до і вище 1000 В. Більш ефективним є захід для повітряних ліній до 1000 В. Термін окупності - до трьох років. І в цілому при виконанні всіх заходів буде потрібно до 2, 5 млн грн і строк окупності складе до 6 років, що в умовах реконструкції і розвитку мережі є допустимим.

УДК 621.365.5

Попов В.В.¹, Прихно В.Л.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ БЕЗКОНТАКТНИХ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЖИМІВ ІНДУКЦІЙНИХ ПЕЧЕЙ

У сучасному промисловому виробництві є актуальним підвищення ефективності виробничого процесу за рахунок застосування високотехнологічних процесів і обладнання. Електротехнологічні установки забезпечують переваги в порівнянні з іншими для аналогічних видів технологічних процесів, однак вони вимагають модернізації в зв'язку з появою пристроїв автоматичного регулювання.

Застосування сучасних засобів автоматичного регулювання технологічного процесу дозволяє підвищити конкурентоспроможність продукції за рахунок зниження її собівартості при зниженні частки енерговитрат в загальній собівартості продукції. В даний час розроблені способи регулювання з використанням безконтактних регуляторів параметрів електроенергії (БРПЕ). Основою такого пристрою є тиристорне-транзисторні модулі (ТТМ).

Одним з основних вимог до БРПЕ є забезпечення їх електромагнітної сумісності з живильною мережею й навантаженням. В процесі своєї роботи вони не повинні генерувати вищі гармоніки напруги або струму. Розроблено кілька

типових ТТМ з різною кількістю дискретних рівнів напруги на їхніх вихідних затискачах. У статичних режимах роботи ТТМ певна частина тиристорних ключів (ТК) знаходиться на протязі всього періоду напруги живлення у включеному стані (кут керування дорівнює 0°), а інша їх частина повністю виключена. Тому ТТМ в статичних режимах роботи вищі гармоніки напруги або струму не генерує. Переведення ТТМ в різні режими роботи здійснюється спеціальними алгоритмами з природною комутацією за допомогою ТК. У перехідних режимах роботи комутаційні надструми і перенапруги на елементах регульовального органу ТТМ не виникають, а самі комутаційні процеси мають тривалість не більше декількох мікросекунд. Можна вважати, що побудовані за таким принципом ТТМ мають електромагнітну сумісність з мережею живлення і навантаженням.

Другим важливим принципом побудови БРПЕ є можливість інтегрованого використання тих самих ТК і трансформаторного обладнання для роботи в найбільшій кількості різних стаціонарних режимів. Реалізація цього принципу викликає регулювання напруги на вихідних затискачах устаткування не тільки шляхом арифметичного сумування (або віднімання) векторів напруги мережі живлення та самого обладнання, а й геометричного їх додавання. Тому в одному обладнанні з'єднується поздовжнє і поперечне регулювання напруги.

Аналіз схеми безконтактного регулювання напруги швейцарської фірми АВВ показав, що вона істотно програє за витратами на виготовлення трансформаторного обладнання і за кількістю використовуваних ТК. Це обумовлено тим, що в такій схемі передбачене тільки арифметичне підсумовування (або віднімання) векторів напруги мережі живлення та самого обладнання. Наприклад, для забезпечення на вихідних затискачах $\pm 4 U_c$ (U_c - ступінь регулювання напруги) в схемі пристрою БРПЕ (де основа ТТМ) передбачається один допоміжний трансформатор та 18 ТК. Якщо для цих цілей використовувати схему фірми АВВ, то необхідно два допоміжних трансформатора та 24 ТК. У ТТМ в будь-якому стаціонарному режимі роботи під струмом навантаження буде не більше 6 ТК, а в обладнанні фірми АВВ таких ключів повинно бути 12. Очевидні великі втрати енергії в ТК і трансформаторному обладнанні пристрої фірми АВВ, а, отже, така реалізація регулювання має низький коефіцієнт корисної дії.

Третім основним принципом створення БРПЕ є модульний образ їх побудови. Реалізація саме цього принципу дозволяє досить ефективно при послідовному з'єднанні окремих модулів однакового схематичного виконання отримувати пристрій з широким діапазоном регулювання параметрів електроенергії при збереженні високої точності регулювання.

Енергозберігаючим принципом побудови БРПЕ для електропостачання потужних електротехнологічних приймачів електроенергії є відмова від використання механічного обладнання для широкодіапазонного регулювання

напруги на вихідних затискачах приймачів під струмом навантаження. Це потребує такий пристрій як реактор, що входить до складу спеціальних трансформаторів (пічних, перетворювальних та ін.). Використання реактору призводить до суттєвого збільшення номінальної потужності цих трансформаторів в порівнянні зі споживаним навантаженням, а звідси й самоочевидні недоліки. Якщо на основі використання ТТМ побудувати схему електропостачання, то можна отримати БРПЕ з широким діапазоном ступеневого регулювання напруги. В цьому випадку мережевий трансформатор має первинну обмотку високої напруги та дві вторинні обмотки. Один такий трансформатор використовується для електропостачання одночасно декількох потужних електротехнологічних приймачів, а також як цехова трансформаторна підстанція живлення всіх електроприймачів конкретного цеху.

УДК 692.92

Махлін П.В ¹, Шрам О.А.¹

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ГІРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Технологічний процес видобутку та збагачення залізрудних концентратів підприємства гірничої промисловості - гірничо-збагачувального комбінату, є дуже енергоємним, у якому приймають участь багато потужних споживачів. Джерелом живлення підприємства є вузлова підстанція 330/150/35 кВ, теплова електростанція - Криворізька ТЕС та Каховської ГЕС. Мережу електропостачання підприємства складає велика кількість знижувальних підстанцій, повітряних та кабельних ліній, струмопроводів, відкритих та закритих розподільчих пристроїв та інше. З урахуванням складної системи електропостачання підприємства для забезпечення безперебійного та надійного електропостачання актуальною задачею є дослідження аварійних режимів при різних схемах, а також при різних режимах роботи Каховської ГЕС.

Для проведення досліджень обрані схеми системи електропостачання та режими роботи ГЕС та місця короткого замикання (КЗ) - 21 варіант. Розроблена схема заміщення системи електропостачання та проведені розрахунки струмів аварійних режимів у кожному з вибраних варіантів. Отримано, що рівень струмів однофазних та трифазних КЗ дуже високий та в окремих випадках може перевищувати вимикальну здатність вимикачів. Запропоновані заходи по зниженню рівня струмів аварійних режимів. Застосування автоматики поділу мережі. Установка на секційних вимикачах шин 150 кВ Криворізької

ТЕС автомату зниження потужності, що відключає міжшиний вимикач, дозволяє при КЗ на виводах автотрансформаторів або на шинах зменшити кількість джерел підпитки КЗ. При цьому струми однофазних та трифазних КЗ зменшуються на 22%.

На підстанції «Гірничя – 330кВ» автомат зниження потужності встановлений на секційних вимикачах першої та другої системи шин 150 кВ. При включених секційних та міжшинних вимикачах (робоча схема підстанції) при КЗ на шинах 150 кВ або виводах автотрансформаторів джерелами підживлення КЗ є чотири автотрансформатори, а при спрацьованні АЗП залишається тільки два, що дозволяє значно знизити струми аварійних режимів.

Проведені дослідження аварійних режимів при КЗ вводах трансформаторів та шинах головної знижувальної підстанції підприємства, виведені залежності струмів однофазних та трифазних КЗ від режиму роботи Дніпровської ГЕС та при різних електричних схемах підстанції «Гірничя – 330кВ». При спрацьованні АЗП на підстанції «Гірничя – 330кВ» струми КЗ знижуються на 6%. Залежність струмів КЗ від режиму роботи ГЕС значно більша. Так при повністю введених в роботу Каховської ГЕС струм КЗ на шинах збільшується на 41% при робочій схемі підстанції «Гірничя – 330кВ», та на 46% при спрацьованні АЗП. З урахуванням того, що вимикальна здатність вимикачів достатня для відключення струмів КЗ, а від ГЕС отримують живлення інші споживачі застосовувати ділильну автоматику для відключення ГЕС недоцільно.

УДК 628

Заболотный А.П.¹

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

Прискорення науково-технічного прогресу вимагає впровадження сучасних технологічних процесів, в яких застосовані установки і пристрої з використанням електричної енергії. Це потребує подальшого розвитку електричних мереж промислових підприємств та сільського господарства та їх модернізації для забезпечення економічного та надійного електропостачання споживачів.

Зниження втрат електроенергії у живлячій та розподільчій мережах групи цехів металургійного комбінату, а також застосування енергозберігаючих технологій і систем автоматичного керування технологічного процесу забезпечує зниження собівартості продукції, що випускається (особливо ефективним є зниження втрат електроенергії для енергоємних виробництв, де частки втрат на електроенергію становлять значну величину у загальних витратах

на випуск продукції), і в кінцевому підсумку призводить до підвищення конкурентної здатності продукції.

До енергозберігаючих заходів, які застосовуються в електричних мережах належать :

- вибір раціональної кількості і розташування джерел живлення та вузлів навантаження, а також схеми їх електричних з'єднань, що забезпечує вимоги надійності електропостачання споживачів у відповідності до їх категорії за ПУЕ;

- вибір раціональної кількості і режиму роботи трансформаторів КТП;

- вибір оптимальної потужності і місця установки компенсуючих пристроїв;

- застосування автоматичного керування електроспоживанням на основі використання комп'ютерних технологій.

При проектуванні системи електропостачання групи цехів металургійного комбінату також необхідно забезпечити якість електроенергії у відповідності до вимог ГОСТ 13109-97 – «Якість електричної енергії».

Конструктивне виконання мереж електропостачання групи цехів повинно враховувати вимоги техніки безпеки, категорією приміщення за ПУЕ, а також доцільність застосування комплектних пристроїв, що забезпечує скорочення строків монтажу завдяки застосуванню індустріальних методів.

Крім того, релейний захист і автоматика є частиною комплексу електрообладнання систем електропостачання. Без них на сучасному технічному рівні неможливо здійснювати надійне електропостачання споживачів.

Також при проектуванні електричних мереж промислових підприємств потрібно виконувати вимоги охорони праці та промислової санітарії.

УДК 621.311

Попов В.В.¹, Прихно Д.Є.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² асп. НУ «Запорізька політехніка»

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

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 ($\text{tg } \varphi_{\text{опт}}$) 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 Q_{KV} 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 методу.

Вибір пристроїв КРП проводиться в такій послідовності:

- для кожної КТП визначається оптимальний коефіцієнт навантаження;
- визначається потужність НКУ за умовою забезпечення пропускної 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 $Z_{\Sigma} = Z_{\min}$.

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 621.311

Дьяченко В.В.¹, Яцемирська Е.О.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ез-110м НУ «Запорізька політехніка»

ВИБІР МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Однією зі складових загального комплексу енергозберігаючих заходів є зниження втрат електроенергії при її транспортуванні по електричних мережах (ЕМ). Це пояснюється тим, що втрати електроенергії досягають значень 10 - 20% від переданої електроенергії по ЕМ, тобто, є резерви по зниженню споживаної електроенергії, особливо в ЕМ промислових електроспоживачів. Крім технічних характеристик (конструкції та перерізу) елементи ЕМ, що передають електроенергію характеризуються й довжиною, що разом і визначає параметри мережі - їх опір й впливає на втрати в них, а значить і втрати в мережах в цілому.

Таким чином, впливаючи у комплексі з режимними і конструктивними параметрами мережі на довжини ліній зв'язку між її вузлами можна за попередніми оцінками значно знизити втрати електроенергії. Довжини електричного зв'язку між вузлами мережі визначаються їх місцем розташування, тобто топологією ЕМ. Причому, якщо розподіл приймачів електроенергії в плані об'єкта найчастіше зумовлено технологіями та будівельниками, то розташування вузла мережі як джерела живлення допускає варіювання. Таким чином, топологічна задача в ЕМ як вибір місця розташування джерела живлення мережі, впливає на енергозбереження.

Якість рішення топологічної задачі в ЕМ працює на вирішення проблеми енергозбереження, що підтверджується попередніми дослідженнями, наприклад: переміщення вузла мережі в межах від 50 до 500 м. дозволяє знизити втрати активної електроенергії від 1,5 до 5 раз. Причому, числові показники ступеня раціональності розташування вузла мережі, в плані об'єкта не можна узагальнити. Вони індивідуальні для конструктивного та енергетичного відображення ЕМ, тобто визначаються кількістю електроспоживачів, конструктивним виконанням передавальних елементів та джерел живлення, розподілом навантаження по мережі, розташуванням споживачів в плані об'єкта та іншими параметрами.

До того ж топологічна задача в ЕМ, як одна із задач, що вирішуються при проектуванні систем електропостачання, впливає на рішення інших проектних задач. Наприклад, розподіл електричного навантаження по вузлах мережі пов'язано з їхнім місцем розташування, яке, в свою чергу, взаємопов'язане з іншими факторами: технологією, конструктивним виконанням та інше. Також

має місце взаємовплив і з задачею вибору раціональної електричної схеми. Це пов'язано з тим, що електричні зв'язки між вузлами зумовлює появу можливих проміжних вузлів, які представляють собою нові зі своїми параметрами електричних режимів і зі своїми координатами (в плані об'єкта)). Таким чином, з огляду на вплив топологічної задачі в ЕМ на формування раціональної її електричної схеми, вплив результатів її рішення на зниження втрат електроенергії в ЕМ, а також відсутність в існуючих методах коректності її рішення, необхідні створення та дослідження нових підходів вирішення цієї задачі.

УДК 621.643

Дьяченко В.В.¹, Гринь К.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-510м НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПЕЧІ

На сьогоднішній день розроблені безконтактні способи регулювання з використанням пристроїв безконтактного регулювання параметрів електроенергії (БРПЕ), основою яких є тиристорне-транзисторні модулі (ТТМ). Пристрої БРПЕ за рахунок використання тиристорних ключів дозволяють забезпечити більш ефективну підтримку оптимальних параметрів роботи індуктора і забезпечити скорочення періоду плавки, а також виключити зі схеми реактор регулювання симетріючого пристрою, що забезпечує зниження втрат електроенергії в системі регулювання.

Порівнюючи цифрові дані старого і нового поколінь обладнань для регулювання параметрів електроенергії на затискачах конкретного електротехнологічного приймача енергії (печі ІЧТ-31/7), можна проаналізувати ефективність застосування принципів побудови БРПЕ. В якості першого з них можна розглянути відмову від секціонування конденсаторної батареї (КБ), яке широко використовується в обладнанні старого покоління.

Застосування секціонування КБ призводить до істотного збільшення встановленої потужності в порівнянні з її необхідною електричною потужністю. Відмова від секціонування КБ в БРПЕ призводить до збільшення терміну служби їх, тому що під повною напругою КБ знаходяться тільки в кінці плавки. Крім того, секціонування КБ має і інші негативні явища, такі як: необхідність установки в ланцюг кожної секції КБ індуктивних елементів для обмеження зарядних кидків струму при включенні незаряджених секцій КБ під номінальну напругу; перевантаження секцій КБ при їх комутації механічними контактами з вакуумним дугогасінням за струмом і напругою в перехідних

режимах роботи; важкі умови роботи механічних комутаційних апаратів при включенні і відключенні секцій КБ й передчасний вихід їх з ладу.

Другим принципом побудови БРПЕ потрібно вважати видалення зі складу регулювального органу його елементів з низьким ККД, таких як симетрувальні реактори і інше реакторне устаткування. При відсутності симетрувальних струмів у трифазного трансформатора активну складову струму має тільки фаза А. При цьому фаза В навантажена тільки реактивним струмом, а фаза С має нульовий струм навантаження. Дія струмів, що в фазі А активна складова струму істотно зменшується, а фази В і С завантажуються активними складовими струму приблизно такої ж величини, як і в фазі А.

Наступним важливим принципом побудови БРПЕ потрібно вважати управління регулювальним органом безконтактного регулятора по величині інтегрованого сигналу від зміни параметрів електроенергії не кожного окремо, а одночасно двох або більше параметрів.

Достатньо сказати, що навіть при незмінному номінальному напрузі на затискачах індукційної печі в процесі плавки для компенсації споживаної пічкою реактивної потужності потрібно КБ електричною потужністю не менше 36,6 МВт. Крім того, для цілей симетрування споживаної пічкою активної потужності по фазах включається реактор потужністю 5 МВт. Але реактор споживає реактивну потужність від живильної мережі. Адже для її компенсації потрібна додаткова КБ, потужність якої повинна бути не менше МВт. Інша справа в БРПЕ, де управління ТТМ виконується на базі інтегрованого сигналу, який містить в собі поточні значення обох згаданих вище параметрів електроенергії. В якості інтегрованого сигналу в БРПЕ використовується негативний тривимірний вектор симетрії, які компенсують навантаження печі. В результаті сумарна електрична потужність (рівна встановленій) КБ в БРПЕ й не перевищує 3 МВт навіть для роздільного способу плавки, коли напруга на затискачах печі в процесі її істотно змінюється, а струмове навантаження контуру індуктора досягає максимально допустимої величини.

Ще одним з важливих принципів побудови БРПЕ, який потрібно використовувати при створенні таких регуляторів для електропостачання потужних печей індукційного нагрівання є оптимальне управління за допомогою мікропроцесорної системи (запрограмованого логічного контролера) величиною завантаженої в індуктор печі активної потужності в ході процесу плавки. З одного боку, це необхідно для отримання максимальної продуктивності печі при роздільному способі плавки шихти з певним середнім розміром її шматків в тигельної печі індукційного нагрівання з конкретними технічними параметрами. З іншого боку, оптимальне управління дозволяє скоротити діапазон зміни напруги на затискачах печі й споживаної реактивної потужності в процесі плавки.

УДК 620.97

Байша О.І.¹, Міщенко В.Ю.², Міщенко С.М.³

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ЕПП НУ «Запорізька політехніка»

² асп. каф. ЕПП НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-510м НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ПО ВИКОРИСТАННЮ БІОГАЗУ СМІТТЄЗВАЛИЩА

Збір і переробка сміття – актуальне питання не тільки для нашої країни. Необхідно знизити витрати на захоронення, позбутися шкідливих впливів відходів, і при цьому отримувати корисні вторинні продукти. В Україні щорічно утворюється 13 млн. тонн сміття, а загальна кількість ТПВ досягає більш 12 млрд тонн. Шість тисяч легальних звалищ займають площу понад 10 тис. гектарів, 16% з них перевантажені. Відходи часто звозять на стихійні сміттєзвалища, їх кількість і стан ніхто не контролює. Сумна статистика говорить про те, що на переробку надходить лише 5,93% ТПВ. Решта 94% надходять на звалища і полігони, де відбуваються процеси розкладання. Захоронення несортованих ТПВ призводить до утворення біогазу. Якщо його не збирати, то будуть виникати такі ситуації, як спалах метану, обвали сміття внаслідок виходу газу, емісія парникових газів в атмосферу [1].

Основним засобом утилізації газу звалищ являється виробництво електроенергії або пряме спалювання для отримання тепла (якщо є наявність споживачів в радіусі менше 5 км). Любий полігон твердих побутових відходів представляє собою своєрідний біохімічний реактор, в якому в процесі експлуатації полігону і декількох десятиріч після закриття, внаслідок анаеробних процесів розкладання відходів, утворюється біогаз.

Із загальної кількості звалищ більше 140 складають полігони твердих побутових відходів, які можна застосовувати для здобуття і використання біогазу. Економічні розрахунки показали, що найбільш рентабельним для установки систем збору і утилізації газу звалищ являються найбільші полігони з обсягом накопичених відходів більше 1 млн. т. і глибиною не менше 10 м. Таким чином, першочерговими кандидатами на реалізацію таких проектів являються полігони обласних центрів і міст з населенням більше 100 тис. чоловік.

Місто Запоріжжя з населенням 790 тисяч і щорічним накопиченням 300 тисяч тон твердих побутових відходів підлягає під всі критерії оцінки рентабельності установки збору і утилізації газу звалищ. Річний вихід біогазу на полігоні складає близько 3 – 5 м³/т відходів на рік, а кількість біогазу, яку можна утилізувати – близько 50% обсягу газотворення [2].

Виходячи з вище викладеного пропонується зробити більш детальний аналіз техніко-економічних показників утилізації біогазу. Для цього необхідно вирішити наступні питання:

- яка прогнозована кількість щорічного утворення біогазу (в залежності від розмірів полігону, характеру відходів, товщини засипання сміття);
- як саме використовувати одержаний біогаз (генерація теплової енергії або електричної енергії для власних потреб чи для передачі за зеленим тарифом в енергосистему);
- яке саме електричне обладнання треба встановити для передачі електроенергії в мережу.

Також метою розробки енергетичного комплексу по використанню біогазу на сміттєзвалищі є розробка універсального алгоритму вибору способу одержання біогазу та його утилізації в залежності від характеру сміттєзвалища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ECODEVELOP: Биогазовые комплексы. URL: <https://ecodevelop.ua/> (дата звернення: 10.04.2021).
2. Матвеев Ю. Б. Биогаз з полігону відходів // Комунальне господарство. 2007. №7. С. 24-27.

УДК 692.92

Махлін П.В.¹, Птущенко Н.А.², Маслов С. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-110м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ НА ВУЗЛОВІЙ ПІДСТАНЦІЇ

Розподільний пристрій напругою 330 кВ вузлової підстанції 330/150/35 складається з двох систем збірних шин напругою 330 кВ. До першої системи збірних шин приєднанні лінії Л1, Л2 до другої – Л3, Л4. За допомогою шинного вимикача забезпечується безперебійність і надійність живлення підстанції при виводі в ремонт однієї із систем збірних шин. На підстанції знаходиться чотири автотрансформатори потужністю 250МВА напругою 330/150/35 кВ. Розподільний пристрій 150 кВ складається з двох систем.

збірних шин, секції яких з'єднані секційним вимикачем. У нормальному режимі роботи всі між шини та секційні вимикачі включені.

Для досліджень аварійних режимів роботи проведений аналіз та вибрані схеми підстанції для розрахунку струмів однофазних та трифазних коротких замикань (КЗ). Для розрахунку струмів КЗ розроблені схеми заміщення.

Як показали результати досліджень рівень струмів однофазних та трифазних к.з. дуже високий, причому струми однофазних КЗ перевищує струми трифазних КЗ. Так струми трифазних КЗ в залежності від схеми розподільчого пристрою та місця пошкодження знаходиться у межах 19.4 - 31.2 кА. Для зниження рівня трифазних КЗ розглянута можливість використання ділильної автоматики - автомату зниження потужності, що діє на відключення секційних вимикачів на шинах 150 кВ, в результаті чого зменшувалась кількість ланцюгів підживлення КЗ. Так при відключенні секційних вимикачів максимальний струм трифазних КЗ на підстанції знизився з 31.2 кА до 22.4 кА, однофазних КЗ з 36.4 кА до 25.6 кА. При відключенні секційних та міжшинних вимикачів струм КЗ знизиться до 17.7 кА та 20 кА, відповідно.

Для зниження рівня струмів однофазних у нейтраль автотрансформаторів включалися заземлюючі реактори. Проведені дослідження зниження рівня КЗ від опору реактора.

В результаті дослідження обрано оптимальне значення опору реактора.

На основі проведених досліджень розраховані аварійні режими роботи на вузловій підстанції та запропоновані заходи для зниження струмів КЗ.

УДК 629.92,

Махлін П.В.¹, Осипенко О. Д.², Антонюк П. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр.Е-110м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФЕРОСПЛАВНОГО ЗАВОДУ

Виробництво феросплавів дуже енергоємне, а графік споживання електроенергії у технологічному процесі в нерівномірний. Однією з найважливіших задач при цьому є забезпечення надійності електропостачання з найменшими втратами електроенергії.

Феросплавний завод отримує живлення від вузлової підстанції «Д – Д» та гідроелектростанція «Дніпрогес – 1» по лінії електропередач (ЛЕП) 150 кВ та головної знижувальної підстанції (ГЗП) 150/35/10 кВ.

В роботі проведений аналіз можливих схем та режимів роботи системи електропостачання при живленні від підстанції вузлової підстанції «Д – Д» коли три автотрансформатори по напрузі 150 кВ включені паралельно - секційні та між шинні вимикачі на підстанції «Д – Д» включені; коли живлення

кожної ЛЕП проводиться від окремого автотрансформатора - секційні вимикачі відключені; при включеному і відключеному положенні секційного вимикача на ГЗП феросплавного заводу.

Режим роботи гідроелектростанція « Дніпрогес – 1» залежить від часу доби, пори року, положення в енергосистем. В роботі проведені дослідження при частково і повному включенні в роботу гідроелектростанції «Дніпрогес — 1». При вибраних схемах системи електропостачання та зазначених режимах роботи гідроелектростанції та заводу (при мінімальному та максимальному споживанні електроенергії) проведені розрахунки потоків потужності електроенергії по різних лініях зв'язку, визначені втрати потужності в елементах електромережі, знайдений оптимальний режим роботи.

В роботі проведені дослідження роботи системи електропостачання в аварійних режимах. При різних схемах системи електропостачання феросплавного заводу проведені розрахунки струмів трифазних та однофазних коротких замикань (КЗ). Виявлено, що рівень струмів однофазних КЗ дуже високий та вище рівня струмів трифазних КЗ. Розглянуті заходи для зниження рівня аварійних струмів. Ефективним є застосування ділильної автоматики - відключення секційних вимикачів на шини 150 кВ вузлової підстанції. В результаті її дії зменшується кількість ланцюгів підживлення КЗ. Для зниження рівня струмів однофазних у нейтраль автотрансформаторів включалися заземлюючі реактори. Проведені розрахунки струмів однофазних КЗ при різних опорах заземлюючого реактору реактора. В результаті проведених досліджень обрано оптимальне значення опору реактора.

На основі проведених досліджень обраний режим роботи системи електропостачання феросплавного заводу з мінімальними втратами потужності електроенергії, розраховані аварійні режими роботи системи електропостачання та розглянуті заходи для зниження струмів КЗ.

УДК 621.311

Попов В.В.¹, Васильчук Є.С.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-110м НУ «Запорізька політехніка»

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ НАДПРОВІДНОСТІ

Основний принцип пристрою і роботи понад провідникового трансформатора: обмотки занурені в рідкий азот, службовець одночасно і ізоляцією, і охолоджуючої середовищем. Сердечник трансформатора працює при температурі навколишнього середовища, тому його охолодження призведе тільки до

зайвих навантажень криогенної системи, а не до поліпшених характеристикам. Обмотки термічно ізолювані від сердечника і навколишнього середовища за допомогою двостінних контейнерів (так званих криостатів), виконаних з епоксиду, між стінками яких підтримується вакуум, що забезпечується безперервною роботою насоса.

Основні їх переваги таких трансформаторів в даний час визначаються наступним: екологічна безпека завдяки відсутності трансформаторного масла; зменшені масогабаритні показники; підвищена надійність завдяки відсутності старіння високовольтної ізоляції при криогенних температурах; знижені втрати і підвищений ККД.

Капітальна вартість надпровідникового трансформатора буде приблизно на 20% нижче, ніж традиційного аналога такої ж потужності навіть з урахуванням досить низьких характеристик обмоточного ВТНП матеріалу: щільність критичного струму становить при температурі рідкого азоту в власному полі струму і втрати на змінному струмі $0,25 \text{ МВт} / \text{А} \cdot \text{м}$ в поле 0,1 Тл.

Істотною перевагою є також висока перевантажувальна здатність ВТНП трансформатора - до 100% протягом багатьох годин. Подальшою метою ставиться досягнення потужності ВТНП-трансформатора 30 МВА, а кінцевою - 100 МВА.

Виготовлені і випробувані моделі від 630 кВА до 1 МВ о А, ведуться розробки трансформаторів потужністю від 10 до 40 МВ-А. За даними Міністерства енергетики США, який зробив в 1993 році докладний аналіз можливого застосування ВТНП-трансформаторів потужністю до 30 МВА, витрати (при середній оцінці) на весь термін служби при експлуатації ВТНП-трансформаторів будуть наполовину менше порівняно з витратами на обслуговування традиційно застосовуваних трансформаторів. А в результаті аналізу майбутнього застосування ВТНП-трансформаторів 30-1500 МВА, представленого на конференції у Франції в 1994 році, було виявлено, що витрати будуть на 70% менше.

УДК 621

Братковська К.О.¹, Гузей Я.О.², Сидоров Р.Е.², Рященко О.А.², Курса М.В.³

¹ канд. екон. наук, доц. НУ “Запорізька політехніка”

² студ. гр. Е-119 НУ “Запорізька політехніка”

³ студ. гр. Е-219 НУ “Запорізька політехніка”

ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Системи електропостачання — комплекс технічних засобів і організаційних заходів для передачі та розподілу електричної енергії з метою

забезпечення споживача електроенергією. На сьогоднішній день велика кількість задач щодо експлуатації електричних мереж вирішується за допомогою дронів.

Дрон – це літальний апарат, який літає та сідає без фізичної присутності пілота на його борту, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються за допомогою спеціальної станції керування, що розташована поза повітряним судном.

Дрони були розроблені для застосування у військовій справі, але велика кількість корисних функцій дозволила застосовувати їх для розв'язання широкого кола завдань, виконання яких пілотованими літальними апаратами з різних причин недоцільно. Такими завданнями в системах електропостачання є:

- моніторинг стану ліній електропередач та обладнання підстанцій, особливо у важкодоступних місцях;
- контроль температури частин обладнання за допомогою інфрачервоних датчиків;
- розвиток систем зв'язку для збору або передачі інформації, фото- та відеофіксації, в тому числі для відстеження несанкціонованого підключення до електричних мереж.

Виходячи з цього, вимоги до дронів наступні: корпус пристрою повинен бути захищений, оскільки серйозною проблемою для оптико-електронних систем дронів є погодні умови, наприклад, як захисний матеріал може використовуватися карбон, з огляду на його вагу та міцність; двигун повинен бути легким та економічним, мати достатній запас надійності для забезпечення багатогодинного знаходження пристрою у повітрі; в невеликих дронах для обстеження обладнання підстанцій можуть використовуватися літій-полімерні акумулятори, сонячні батареї, гідрогені паливні елементи, а для більшого запасу ходу при інспектуванні стану ліній електропередач — двигуни внутрішнього згорання.

За оцінками експертів дрони допомагають підвищити безпеку і ефективність виробництва в 2-3 рази. Зараз дрон може розрізняти до 75% різних аварійних пошкоджень на лініях електропередач. Завдяки отриманим даним компанії зможуть здійснювати ремонт та виконувати більш якісний аналіз отриманих даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дрони для инспекции линий электропередач и опор ЛЭП. URL: <https://brlab.ru/scopes/monitoring-liniy> (дата звернення: 13.04.2021).
2. Будівництво, модернізація та реконструкція електричних мереж та обладнання. URL: <https://dtek-krem.com.ua> (дата звернення: 13.04.2021).

УДК 621:620

Братковська К.О.¹, Білан О. О.², Круговий В. В.³

¹ канд. екон. наук, доц. НУ “Запорізька політехніка”

² студ. гр. Е-510м НУ “Запорізька політехніка”

³ студ. гр. Е-110м НУ “Запорізька політехніка”

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Для промислових підприємств витрати на оплату рахунків за енергію складають значну статтю бюджету. З метою їх зниження розроблюють енергозберігаючі заходи, які для підвищення результативності поєднують у програми енергозбереження. При цьому прогнозування динаміки електроспоживання набуває особливої актуальності.

Головна ціль прогнозування може бути представлена таким формулюванням: «отримати якомога більше інформації з наявних даних, та побудувати якомога більш точний прогноз». Вихідна інформація для прогнозування обсягів споживання електронергії являє собою набір незв'язних записів відповідно до інформації, що збирається, про споживання електроенергії та час доби, коли спостерігалось таке значення споживання електроенергії.

Додатково можна отримати інформацію з відкритих джерел або за результатами експертного опитування [1] щодо імовірного впливу енергозберігаючого заходу або програми на зниження обсягів споживання електроенергії.

Подібної інформації достатньо для розв'язку задачі прогнозування споживання електроенергії. Аналіз наявних даних дозволяє поставити ряд додаткових задач, які, в решті-решт, дозволять досягти поставленої мети – побудувати прогноз максимальної точності. Загальна задача розподіляється на ряд підзадач, серед яких [2]:

- описовий (графічний) аналіз часового ряду;
- дослідження часового ряду, у тому числі виявлення постійних і регуляційних компонентів;
- точний прогноз часового ряду, як добових коливань, так і на «денній» шкалі;
- незалежна оцінка якості прогнозу.

Аналіз доцільно розділити на дві стадії. Перша буде стосуватися дослідження добових коливань споживання електроенергії, а друга - побудови менш точного прогнозу на більший період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.

2. Прогнозирование объемов потребления электроэнергии. URL: http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/detail.php?ELEMENT_ID=644 (дата звернення: 12.04.2021).

УДК 621.365.5

Прихно В.Л.¹, Джебаров Б.О.², Сологуб Б.І.²

¹ ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студент гр.Е-117 НУ «Запорізька політехніка»

КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ КОМПЕНСУЮЧИХ УСТАНОВОК В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Наявність компенсуючих пристроїв в електричних мережах промислових підприємств створює умови для значного зниження втрат електричної мережі в цих мережах. Такого зниження можна досягти лише за умови управління потужностями компенсуючих пристроїв протягом доби. На сьогоднішній день більшість промислових підприємств має можливість самостійно визначити величину вхідної реактивної потужності відповідно до своїх інтересів та чинних тарифів на електроенергію. Відповідно виникає потреба у створенні спрощених моделей управління потужностями компенсуючих пристроїв, які дозволяють децентралізувати роботу вказаних систем.

Критерієм оптимального керування компенсуючого пристрою протягом проміжку часу Δt_j ; є мінімум функції витрат на забезпечення підприємств реактивною енергією

$$Z = \Delta W + \Pi + B_e, \quad (1)$$

де ΔW – втрати електроенергії в мережах підприємства від перетоків реактивної потужності протягом проміжку часу Δt_j ;

Π – плата підприємства за реактивну енергію протягом вказаного проміжку часу;

B_e – експлуатаційні витрати обслуговування компенсуючих пристроїв протягом вказаного проміжку часу.

Розглянемо управління потужністю компенсуючих пристроїв для таких випадків.

На підприємстві установлені тільки низьковольтні батареї конденсаторів. Мінімум втрат електроенергії ΔW в цьому випадку досягається за рахунок повного використання компенсуючих пристроїв протягом доби, якщо це не

приводить до перекомпенсації реактивної потужності. Оскільки компенсація реактивної потужності споживачів забезпечує зниження споживання реактивної енергії, то мінімум плати Π також відповідає максимальному використанню компенсуючих пристроїв протягом доби. Експлуатаційні витрати незначні Be , порівнюючи їх з величинами ΔW та Π , тому можна записати $Be \approx 0$. Таким чином, мінімум критерію 3 в даному випадку досягається за рахунок повного використання низьковольтних батарей конденсаторів.

За наявності на підприємстві низьковольтних батарей конденсаторів та високовольтних батарей конденсаторів в першу чергу повинні вмикатись низьковольтні батареї конденсаторів. Це пов'язано з тим, що вони дають більше зниження ΔW , ніж високовольтні батареї конденсаторів.

Потужність високовольтних батарей конденсаторів необхідно змінювати пропорційно високовольтному реактивному навантаженню. При цьому контроль цієї величини проводиться на розподільчому пункті 10 кВ, до якого підключені високовольтні батареї конденсаторів.

У випадку, коли на підприємстві є низьковольтні та високовольтні батареї конденсаторів, а також синхронні двигуни, встановлені відповідно схеми в першу чергу використовуються низьковольтні та високовольтні батареї конденсаторів, відповідно доцільність використання синхронних двигунів визначається шляхом економічного порівняння їх з еквівалентним джерелом реактивної потужності енергосистеми.

Проведені дослідження дозволяють сформулювати такий алгоритм оптимального керування компенсуючими пристроями в мережах промислових підприємств.

1. Розрахунок $Q_{СДопт}$.
2. Прогноз реактивного навантаження Q_{cj} на проміжку Δt_j .
3. Перевірка можливості компенсації реактивної потужності Q_j з допомогою батарей конденсаторів, тобто перевірка нерівності $Q_{НКБ} + Q_{ВКБ} \geq Q_{cj}$.
4. Якщо нерівність в п.3 не виконується, то проводиться розрахунок $\Delta Q_{cj} = Q_{cj} - Q_{НКБ} - Q_{ВКБ}$.
5. Перевірка обмеження $Q_{СДопт} \leq Q_K, \Delta Q_{cj}$.
6. Якщо п.5 виконується то СД завантажується реактивною потужністю величиною $Q_{СДопт}$, а якщо не виконується, то завантажується реактивною потужністю Q_K або ΔQ_{cj} .

Елементарний аналіз одержаних результатів показує, що автоматичне управління потужностями компенсуючих пристроїв можна проводити на основі відомих локальних регуляторів.

УДК 621

Братковська К.О.¹, Смирнова А.Г.², Мельник К.О.²

¹ канд. екон. наук, доц., к.е.н. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-510М НУ «Запорізька політехніка»

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Системою електропостачання називають сукупність пристроїв для виробництва і розподілу електричної енергії, вона забезпечує живлення електроенергією споживачів підприємства або групи підприємств. Втрати електричної енергії характерні для всіх систем розподілу електричної енергії. Правильне проектування та експлуатація систем електропостачання промислових підприємств дозволять звести їх до мінімуму.

Серед основних вимог до систем електропостачання з огляду на ефективність зниження втрат електроенергії можна виділити:

- необхідну надійність живлення підприємства й окремих споживачів відповідно до їхньої категорії;

- заходи щодо забезпечення необхідних показників якості електроенергії (зокрема стабільність, мінімум коливань і припустимі величини відхилень напруги в нормальних, аварійних і післяаварійних режимах).

З одного боку, робота всіх елементів схеми (ліній, трансформаторів) повинна передбачатися, як правило, роздільна, тому що при паралельній роботі збільшуються струми короткого замикання й ускладнюються пристрої релейного захисту, а з іншого – при паралельній роботі зменшуються втрати електричної енергії в елементах системи електропостачання.

Для зменшення розрахункових втрат електроенергії в системі електропостачання промислових підприємств можливими є наступні підходи: по-перше, зменшення середніх навантажень, якого можна досягти за допомогою запровадження новітніх технологій; по-друге, вирівнювання графіків навантажень шляхом зміщення в часі початку технологічних процесів; по-третє, зменшення втрат потужності в результаті оптимізації режимів електричної мережі.

Сутність математичного моделювання полягає у тому, що необхідно віднайти таке математичне співвідношення між параметрами елементів системи і параметрами їх режиму, за яких така система здатна виконувати свою функцію – безпечно, економно та безперебійно постачати споживачам електричну енергію з задовільними показниками якості.

Матрицю відносної вартості втрат потужності можна подати у такому вигляді [1]:

$$D = \frac{10^{-3}}{U_i^2} P' R D_0 P, \quad (1)$$

де R – діагональна матриця активних опорів віток розрахункової схеми мережі $R = \text{diag} (R_1, \dots, R_m)$; P – модифікована матриця коефіцієнтів розподілу (матриця шляхів) розміром $(m \times n)$; D_0 – діагональна матриця відносної вартості втрат електричної енергії в вітках $D_0 = \text{diag}(c_0 \tau_1 / d_1^2, \dots, c_0 \tau_m / d_m^2)$ – у разі використання максимальних значень потужностей і $D_0 = \text{diag}(c_0 k_{\phi 1}^2 T / d_1^2, \dots, c_0 k_{\phi m}^2 T / d_m^2)$ – у разі використання середніх значень потужності, тут τ_j – час максимальних втрат активного, реактивного або повного навантаження j -ї вітки ($j = 1, m$); $k_{\phi j}$ – коефіцієнт форми графіка навантаження j -ї вітки; T – розрахунковий період часу; $d_j = U_j / U_H$ – відносне значення середньої напруги j -ї вітки до номінальної напруги.

Одним з найефективніших заходів є зниження середніх навантажень завдяки використанню прогресивних технологій і зменшенню енергомісткості продукції. Оцінювання ефективності заходів з вирівнювання графіків навантажень виконується аналогічно, як і у разі зменшення середніх навантажень.

Різка загострення проблеми втрат електроенергії в електричних мережах вимагає активних пошуків вирішення цього питання шляхом нових підходів до вибору відповідних заходів щодо організації роботи із зниження втрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельничук Л.М. Математичні моделі для оцінювання економічної ефективності енергозбереження в електричних мережах // Вісник ВПІ. 2005. № 5. С. 72-75.

УДК 666.1.038.6

Шрам О. А.¹, Боріванов Д. О.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-110м НУ «Запорізька політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНІ СКЛА

Скло, як конструкційний матеріал, досить тривалий час звертає на себе пильну увагу людини при використанні його як у побуті, так і в промисловості. Вибір скла дуже залежить від впливу зовнішніх факторів на нього. Воно

повинно відповідати певним фізико-хімічним або механічним властивостям, які не завжди доцільно забезпечувати по всій скломасі, починаючи від підготовки компонентів вихідної сировини до одержання готового продукту. Створення на поверхні скла тонких шарів із заданими властивостями шляхом відповідної обробки дозволяє значно зменшити економічні витрати при виробництві кольорового та спеціального скла.

Використання технологій, що знайшли сьогодні широке застосування в промисловості, не завжди відповідає вимогам кінцевого результату – одержання на поверхні матеріалу чи виробу властивостей, відмінних від основи і без додаткових витрат. Електрохімічні методи обробки скла та скловиробів характеризуються тривалим часом обробки, який складає 30 – 60 хвилин при температурі 450 – 600 °С, та дозволяють створювати на поверхні скла у більшості випадків лише непроникаючі покриття [1, 2]. Обробка скла катодним розпиленням або за допомогою магнетронних систем дозволяє формувати плівки заданого хімічного складу певної товщини із задовільною для експлуатації адгезією, однак ці методи вимагають наявності обмеженої у розмірах камери, у якій створюється вакуум у межах 10^{-4} – 10^{-1} Па, апаратів очищення і дозування газів, які подаються у камеру; спеціальної підготовки обслуговуючого персоналу для спостереження за технологічним процесом, що відрізняється високою енергоємністю [2].

Використання потоків низькотемпературної плазми дозволяє відмовитися від застосування складного та енергоємного вакуумного обладнання, але не дозволяє зберегти при формуванні покриттів прозорість скла. Застосування у плазмових методах поверхневої обробки вихідних матеріалів у вигляді порошків або дроту, коли в якості середовища, що утворює плазму, використовуються аргон чи водень, або суміш цих газів не завжди відображає економічну доцільність.

Організація технологічного процесу з використанням іонно-плазмової обробки при атмосферному тиску дозволяє усунути зазначені недоліки й інтенсифікувати процес впровадження елементів у поверхню матеріалів, що обробляються повітряною плазмою. Матеріали впровадження можуть являти собою як чисті елементи (наприклад, мідь, марганець, хром), так і компоненти цих елементів або сплавів (мідь + кобальт, марганець + мідь, ніхром, карбонітрид титану й ін.), що дозволяє розширити спектр матеріалів, які використовуються і зменшити витрати на попередню підготовку матеріалів впровадження, оскільки вони можуть бути використані у виді агломератів, стружки, обпилювань, прутків.

Одержувати проникаючі декоративні покриття і покриття з відмінними від основи фізико-хімічними і механічними властивостями, наприклад, з підвищеним коефіцієнтом відбиття – можливо і при використанні водяних розчинів хімічних сполук. Застосування водяних розчинів дозволяє інтенсифікувати

процес впровадження матеріалу покриття і скоротити час обробки. Присутність у плазмовому струменю водню сповільнює процес окислювання впроваджуваних елементів і забезпечує одержання більш чистих і рівномірних покриттів.

По закінченню проведених експериментів з такими водяними розчинами солей і сполук як: хлористий кобальт CoCl_2 , перманганат калію KMnO_4 , біхромат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, розчин сульфату алюмінію із сірчаною кислотою міддю відповідно були отримані прозорі зразки рожевих, блакитних, сірих, зелених, червоних відтінків із сонцезахисними властивостями. Насиченість кольорових відтінків залежить від витримки часу обробки, яка складала від 3 до 25 секунд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авдеев И. В., Шрам А. А. Возможности плазменной электротехнологии обработки стекла и стеклоизделий. // Вісник кременчуцького державного політехнічного університету. 2004. № 2. С. 105–107.

2. Крохин В. П. и др. Декорирование стекла и изделий из него методом плазменного напыления // Стекло и керамика. 1999. №3. С. 12–15.

УДК 621.365

Шрам О. А.¹, Гоппа П. С.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-110м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛАЗМОВОГО ПОТОКУ УСТАНОВКИ ДЛЯ ІОННО-ПЛАЗМОВОЇ МОДИФІКАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ

Зміна поверхневих властивостей матеріалів з використанням плазмової обробки - прогресивний технологічний метод, який дозволяє отримувати поверхневий шар із заданими фізичними властивостями, зменшити час обробки і скоротити витрату електроенергії. Для вибору технологічних параметрів іонно-плазмової обробки поверхні скла при атмосферному тиску необхідно досліджувати зміна потенціалу плазмового потоку і оцінити концентрацію позитивних іонів матеріалу впровадження. Зондовий метод є одним з найбільш широко використовуваних і інформативних методів діагностики плазми, що дозволяє визначити її локальні характеристики [1, 2].

Для дослідження розподілу потенціалу, температури і концентрації позитивних частинок по перерізу плазмового потоку використовувався одиночний електричний зонд, який представляє собою вольфрамовий дріт діаметром 0.3 мм і довжиною 2 мм, що розташований в алуновому ізоляторі. Електричний

зонд вводився в плазмовий потік за допомогою електромагніту, який дозволяє з високою швидкістю і точністю вводити зонд в певну точку плазмового потоку. Плавне регулювання витримки часу знаходження зонда в плазмовому потоці дозволяло захистити його від можливого перегріву. Реєстрація показань електричного зонда здійснювалася за допомогою зовнішнього пристрою аналогово-цифрового перетворення ЛА-50USB з подальшою обробкою сигналу за допомогою персонального комп'ютера.

В результаті зондування плазмового потоку були отримані залежності ступеня іонізації і концентрації позитивних іонів матеріалу впровадження від температури. Встановлено, що при використанні розроблених плазмотронів для організації процесу іонно-плазмової обробки поверхні скла істотно підвищується концентрація позитивних іонів матеріалу впровадження і ступеня іонізації плазмового потоку.

На підставі зондової методики встановлені граничні величини сили струму плазмової дуги при максимальній концентрації іонів: при струмах 100 - 105 А концентрація іонів міді становить $1,2916 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$, при струмах 104 - 110 А концентрація іонів кобальту - $1,21 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$. В діапазоні робочих температур 3000 - 3200 К ступінь іонізації плазмового потоку становить 0,6 - 0,68% при роботі з водним розчином солей кобальту, 0,8 - 0,9% при роботі плазмотрона з водним розчином солей міді і 0,91 - 1, 1% - при роботі з водним розчином солей марганцю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chen F. F. Principles of plasma processing. Los Angeles : Plenum/Kluwer Publishers, 2002. 249 p.
2. Андреев В. Л., Брагин И. В., Михайлов В. Ф. Диагностика плазмы зондами проводимости : Учеб. Пособие. СПб. : СПбГУАП, 2000. 104 с.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

УДК 621.318.1

Яримбаш Д.С.¹, Яримбаш С.Т.²

¹ д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ГАРМОНІЙНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДНИХ СТРУМІВ НЕРОБОЧОГО ХОДУ

В результаті проведення дослідів неробочого ходу відповідно до умов та обмежень встановлених стандартами та нормативними документами на силового трифазному трансформаторі з пласкою магнітною системою типової конструкції в інтервалі змінення напруги $0 \div 1,2$ від його паспортного значення була експериментально визначена нерівномірність розподілу по фазах трансформатора гармонійного складу дослідних струмів неробочого ходу, яку викликає значна зміна кутів фазових зміщень та їх відхилення відносно векторів струму гармонік фази А (поза 120 і 240 електричних градусів у фазах В і С для симетричного режиму).

Аналіз кожної з фазних гармонік у трифазній системі струмів неробочого ходу проведений методом симетричних складових дозволив визначити гармоніки струмів прямої та зворотної послідовності фаз [1, 2]:

$$\begin{cases} \text{Im}_{j,1} = I_{\text{п}j,1} + I_{3j,1} + I_{0j,1}, \\ \text{Im}_{j,2} = I_{\text{п}j,2} + I_{3j,2} + I_{0j,2}, \\ \text{Im}_{j,3} = I_{\text{п}j,3} + I_{3j,3} + I_{0j,3} \end{cases} \quad (1)$$

де індексами 1,2,3 – позначено фази А,В,С, літерами «п, з, о» - пряму, зворотну і нульову послідовності фаз,

що дозволило ретельно проаналізувати симетричні складові для трифазних систем гармонійних складових фазних струмів та виявити:

- по-перше, нерівномірне несиметричне завантаження по фазах трансформатора для кожної гармоніки;
- по-друге, наявність непарних гармонік із переважним впливом третьої, п'ятої та сьомої гармонійних складових (рис 1).

Класичні методики розрахунку силових трансформаторів з пласкою трифазною магнітною системою цей фактор не враховують проте їх складові мають значні амплітуди відносно амплітуди струму неробочого ходу, визначеного для паспортного значення.

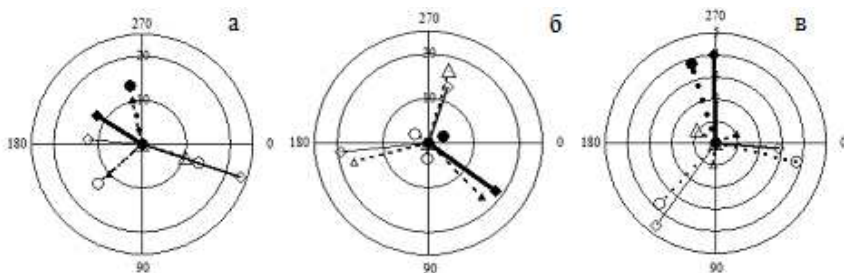


Рисунок 1 – Кругові векторні діаграми третьої (а), п'ятої (б) та сьомої (в) гармонік фазних струмів неробочого ходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yarymbash, D. Hysteresis and Eddy Currents Effects Simulation in Idling Mode of the Transformer [Text] / D.Yarymbash, M.Kotsur, .S. Yarymbash, T. Divchuk // Problemele energeticii regionale. – 2019. No.1, pp. 12–21.
2. Yarymbash, D. Analysis of inrush currents of the unloaded transformer using the circuitfield modelling methods [Text] / D.Yarymbash, .S. Yarymbash, M. Kotsur, T. Divchuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. Vol. 3. № 5 (93), pp. 6–11.

УДК 621.316.71

Коцур І.М.

канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ВІРТУАЛЬНА МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ЕКСЦЕНТРИСИТЕТОМ РОТОРА

Одним з основних критеріїв надійності асинхронних двигунів (АД) є рівномірність повітряного зазору. Нерівномірність повітряного зазору погіршує енергетичні характеристики, підвищує рівень шуму і вібрації асинхронних двигунів.

Наявність ексцентриситету ротора призводить до одностороннього магнітного притягання і підвищеного зносу підшипників. В цьому випадку, при роботі АД може бути періодичні зіткнення ротора про статор.

Для визначення нових або уточнення наявних зв'язків між діагностичним ознакою ексцентриситету і ексцентриситетом була застосована математична модель АД, в якій врахована залежність величини повітряного зазору δ від кута повороту ротора при зміщенні його осі на задану відстань від осі

обертання статора. Отримана математична модель АД дозволяє змоделювати роботу АД при різних значеннях статичного ексцентриситету ротора.

Отримана математична модель АД, що має статичний ексцентриситет, вимагає верифікації. Для цього було виконано моделювання АД в середовищі комп'ютерної математики Simulink / Matlab з використанням стандартних sps-моделей Simulink / Matlab з бібліотеки SimPowerSystems.

Імітаційна модель самого АД складається з електричної підсистеми, механічної підсистеми, підсистеми обчислення взаємної індуктивності.

За результатами виконання даної роботи можна зробити наступні висновки.

Отримана математична модель АД, яка дозволяє провести моделювання роботи АД в стаціонарному стані при різних значеннях статичного ексцентриситету ротора.

Математична модель реалізована в Simulink / Matlab. Результати моделювання в Simulink / Matlab показують, що отримана математична модель АД в стаціонарному стані дозволяє виявляти діагностичну взаємозв'язок між дефектом (статичним ексцентриситетом) і діагностичною ознакою (перевищення струму на характерній частоті в діапазоні струму статора АД).

Є можливість вдосконалення отриманої математичної моделі для моделювання змішаного ексцентриситету ротора АД.

УДК 621.316.71

Назаренко І.А.

канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕПЛООБМІН ПРИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОМУ ЕФЕКТІ ПЕЛЬТЬЄ

Основні рівняння теплового балансу на сторонах термоелектричного модуля відносяться до простого випадку, коли фіксовані температури холодних та гарячих сторін, причому вони не змінюються при зміні щільності струму живлення. Перепишемо їх у наступному вигляді [1-3]:

$$q_1 = ejT_1 - \frac{1}{2} j^2 \rho \delta - \frac{\lambda}{\delta} (T_2 - T_1) ; \quad (1)$$

$$q_2 = ejT_2 - \frac{1}{2} j^2 \rho \delta - \frac{\lambda}{\delta} (T_2 - T_1), \quad (2)$$

де q_1 та q_2 – щільність теплових потоків на холодній та гарячій сторонах термоелектричного модуля, Вт/м².

В реальних умовах роботи термоелектричного модуля доволі часто фіксованими є температури середовища або об'єктів, що оточують холодні або гарячі сторони термоелектричного модуля. Термічні опори між сторонами термоелементу та середовищем, що оточують його слабо залежать від температури, а визначаються лише конструкцією теплообмінних апаратів, тому для кожного конкретного пристрою їх можна вважати постійними. Якщо підведення та відведення теплоти з поверхонь конденсаційної камери здійснюється шляхом конвективного обміну, то величина термічного опору буде визначатися коефіцієнтом тепловіддачі.

При фіксованих температурах зовнішніх середовищ температури сторін термоелектричного модуля визначаються наступними співвідношеннями:

$$T_1 = t_1 - \frac{q_1}{\alpha_1}; \quad (3)$$

$$T_2 = t_2 - \frac{q_2}{\alpha_2}, \quad (4)$$

де t_1 та t_2 – температури середовищ, що омивають холодну та гарячу сторони термоелектричного модуля, К;
 α_1 та α_2 – коефіцієнти тепловіддачі з холодної та гарячої поверхні термоелектричного модуля, Вт/(м²·К).

Беручи до уваги формули (1) та (2) рівняння (3) та (4) запишуться у наступному вигляді:

$$\alpha_1 \cdot (t_1 - T_1) = \bar{e}jT_1 - \frac{1}{2}j^2\rho\delta - \frac{\lambda}{\delta}(T_2 - T_1); \quad (5)$$

$$\alpha_2 \cdot (T_2 - t_2) = ejT_2 - \frac{1}{2}j^2\rho\delta - \frac{\lambda}{\delta}(T_2 - T_1). \quad (6)$$

Вирішуючи систему рівнянь (5-6) відносно T_1 та T_2 , отримаємо залежність:

$$T_1 = \frac{\lambda\alpha_1t_1 + \lambda\alpha_2t_2 + \delta\alpha_1\alpha_2t_1 + \rho\delta\lambda j^2 + 0,5\rho\delta^2j^2\alpha_2 - 0,5\rho\delta^2\bar{e}j^3 - \delta\bar{e}j\alpha_1t_1}{\lambda\alpha_1 + \lambda\alpha_2 - \delta\bar{e}^2j^2 + \delta\alpha_1\alpha_2 - \delta\bar{e}j\alpha_1 + \delta\bar{e}j\alpha_1}; \quad (7)$$

$$T_2 = \frac{\lambda\alpha_1t_1 + \lambda\alpha_2t_2 + \delta\alpha_1\alpha_2t_2 + \rho\delta\lambda j^2 + 0,5\rho\delta^2j^2\alpha_1 - 0,5\rho\delta^2\bar{e}j^3 - \delta\bar{e}j\alpha_2t_2}{\lambda\alpha_1 + \lambda\alpha_2 - \delta\bar{e}^2j^2 + \delta\alpha_1\alpha_2 - \delta\bar{e}j\alpha_1 + \delta\bar{e}j\alpha_2}, \quad (8)$$

Рівняння (7) та (8) визначають температури сторін термоелектричного модуля в процесі теплообміну з оточуючими їх середовищами. Бачимо, що температури сторін термоелектричного модуля в процесі теплообміну є функціями декількох змінних: щільності струму, температур середовищ, коефіцієнтів тепловіддачі з поверхні. На рисунках 1-2 показано зміну температур сторін термоелектричного модуля в залежності від щільності струму в них при різних числових параметрах температур та коефіцієнтів тепловіддачі.

Основні вихідні дані для побудови графіків: $\alpha_1=300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $t_1=50 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_2=20 \text{ }^\circ\text{C}$. Відрізнятися будуть тільки коефіцієнт тепловіддачі: Ряд1 – $\alpha_2=300 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$; Ряд2 – $\alpha_2=500 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$; Ряд3 – $\alpha_2=1000 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$.

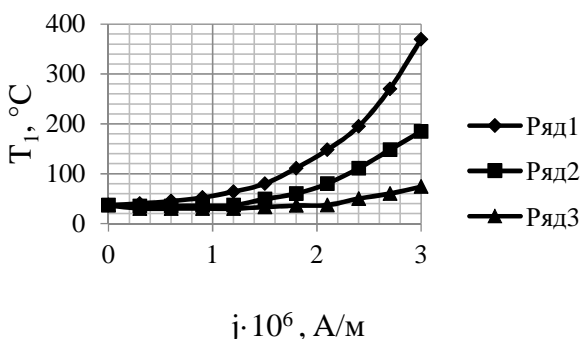


Рисунок 1 – Залежність температури гарячої сторони термоелектричного модуля від щільності струму

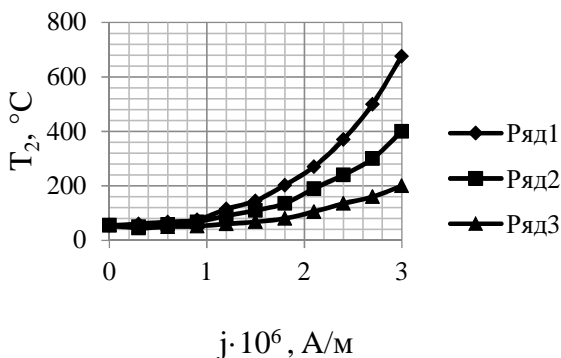


Рисунок 2 – Залежність температури холодної сторони термоелектричного модуля від щільності струму

Аналіз рисунків 1-2 показує, що при збільшенні коефіцієнту тепловіддачі з гарячої сторони термоелектричного модуля температура холодної сторони знижується. Тому умова інтенсивної тепловіддачі з гарячої сторони є основою для ефективної роботи термоелектричного модуля. Збільшення щільності струму в термоелектричному модулі також не завжди доцільно, так як, починаючи, з деякого моменту, це негативно позначається на його роботі, внаслідок чого він починає перегріватися. Отже, керування температурними режимами термоелектричного модуля, може здійснюватися за допомогою зміни електричного режиму, а також зміною умов теплообміну на його сторонах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурштейн, А.И. Физические основы расчета полупроводниковых термо-электрических устройств [Текст] /А.И Бурштейн. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. –135 с.
2. Зорин, И.В. Термоэлектрические холодильники и генераторы [Текст] / И.В. Зорин, З.Я. Зорина -Ленинград : «Энергия», 1973. –251 с.
3. Коленко, Е.А. Термоэлектрические охлаждающие приборы [Текст] / Е.А. Коленко. - Ленинград: Наука, 1967. –281 с.

УДК 621.313

Літвінов Д.О.

старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МРС ПОПЕРЕЧНОЇ РЕАКЦІЇ ЯКОРЯ ДПС СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ

Вплив значення повітряного зазору на основні характеристики двигунів постійного струму (ДПС) достатньо великий. В основному, його значення вибирається виходячи з конструктивних та технологічних міркувань.

Величина повітряного зазору значно впливає на потенційні умови на колекторі та допустимий діапазон регулювання частоти обертання якоря двигуна. Оскільки щітки у ДПС встановлюються суворо на геометричній нейтралі, при насиченій магнітній системі, то при розрахунках магнітного ланцюга електричної машини розглядають тільки поперечну складову реакції якоря та її вплив на магнітне поле у повітряному зазорі.

Методика розрахунку заключається у побудові характеристики неробочого ходу та перехідної характеристики $B_{\delta} = f(F_{\delta} + F_z + F_j)$, за результатами розрахунку магнітного поля у ПЗ ФЕММ (рис.1).

Як видно з рис.1 при навантаженні електродвигуна під дією поперечної реакції якоря магнітне поле у повітряному зазорі спотворюється: під одним

краєм полюса величина індукції збільшується, а під іншим зменшується. Для розрахунків індукцій: у повітряному зазорі, зубцях та ярмі якоря, використовувалося ПЗ SMathStudio. За результатами розрахунків (на прикладі двигуна типу 2П160 потужністю 11 кВт), були побудовані: характеристика неробочого ходу та перехідна характеристика (рис.2).

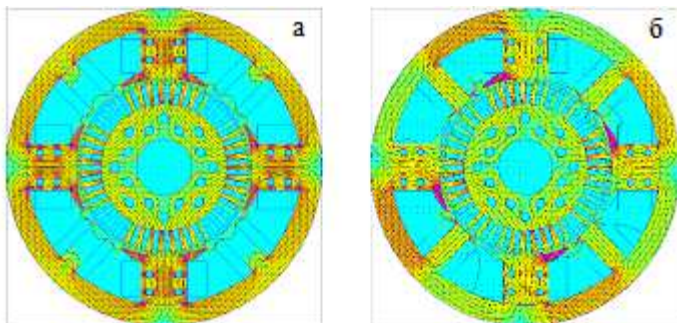


Рисунок 1 – Розподіл ліній магнітного поля у структурі засобів FEMM: а - режим неробочого ходу; б - режим навантаження

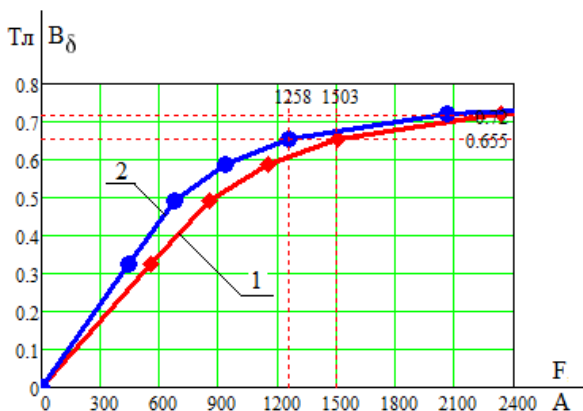


Рисунок 2 – Залежність індукції у повітряному зазорі від МРС: 1 – характеристика неробочого ходу; 2 – перехідна характеристика

За результатами розрахунків (ПЗ FEMM та SMathStudio) та побудованих характеристик (рис.2), визначається поперечна реакція якоря як різниця між значеннями МРС на 1 та 2 кривих при значенні індукції, що відповідає номінальному значенню ЕРС обмотки якоря. Для даного прикладу ($B_{\delta} = 0.655$ Тл): $F_{qd} = 1503 - 1258 = 245$ А.

З рис. 1 видно, що поперечна реакція якоря зростає від середини полюсної дуги до краю полюсного наконечника. При значних значеннях F_{qd} , можливо перекидання магнітного поля під одним краєм головного полюса (до області від'ємних значень B_δ). Тому при виборі значення повітряного зазору, необхідно звертати увагу на: вибір геометрії зубцевих та ярмових зон осердя якоря, розміри полюса та виконання полюсного наконечника, для того щоб значення індукції по довжині усієї полюсної поділки не змінювала свого напрямку.

Таким чином, застосування польового моделювання та математичної програми SMathStudio при розрахунках магнітного ланцюга ДПС, дозволило змодельовати методику визначення поперечної МРС для двигунів середньої потужності. Це істотно підвищило точність моделювання та розрахунків магнітних полів, а також скоротило витрачений на це час, у порівнянні із аналітичними розрахунками.

УДК 621.313

Солодовнікова Т.П.

старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

МОЖЛИВЕ ОПТИМАЛЬНЕ РІШЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Для вирішення завдань оптимізації технічних пристроїв зазвичай користуються засобами, які присутні в будь-якому математичному процесорі.

Це може бути пакет MatLab який містить дві бібліотеки: «Optimiztion toolbox» (бібліотека оптимізації з використанням математичного апарату нелінійного програмування) чи «Global Optimization Toolbox» (бібліотека методів спрямованого випадкового пошуку).

Бібліотека оптимізації MatLab дозволяє знаходити локальний екстремум цільової функції, яка безперервно диференціюється декількома змінними з заданою стартовою точкою з використанням квазіньютонівського алгоритму з коригуванням гессіана за формулою BSGD (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno). У разі негладких або зашумлених цільових функцій доцільно використовувати алгоритм Нелдера-Міда (симплекс-метод). Завдання оптимізації вирішується з урахуванням параметричних і функціональних обмежень. А для вирішення задач багатокритеріальної оптимізації зазвичай користуються методом штрафних функцій або мінімаксимним підходом.

Використовуваний в якості основи для реалізації інтерфейсу розроблюваної САПР колекторної машини табличний процесор MSExcel також має вбудований апарат пошуку рішення. Однак функціонал даного апарату досить

слабкий і дозволяє здійснювати пошук оптимізацію тільки з використанням квазіградієнтного методу.

Для вирішення оптимізаційних задач, характерних для електромеханіки (багатоекстремальний, і дискретний характер цільової функції), необхідно застосування евристичних оптимізаційних методів, які включають практичний метод, що не є гарантовано точним, або оптимальним, але є достатнім для вирішення поставленого завдання.

Найкращий ефект в цьому випадку дають генетичні алгоритми. Зокрема, генетичний алгоритм, реалізований в пакеті MatLab, добре зарекомендував себе, наприклад, в САПР силових трансформаторів. Але ж аналіз показує, що найкращі результати при оптимізації електромеханічних пристроїв можуть бути отримані при використанні комбінації паралельного генетичного алгоритму, заснованого на острівній моделі з декількома паралельно розвиненими популяціями, з алгоритмом Нелдера-Міда, який більш точно вказує на знайдене краще рішення до оптимуму.

Даний алгоритм був реалізованим у відкритому коді MatLab. Крім того існує версія алгоритму на мові VBA. Таким чином, даний алгоритм може бути впровадженим в будь-який додаток, який функціонує в середовищах MatLab, SciLab, Excel. Крім того, його легко перевести на будь-яку іншу мову. Тому бажано прийняти дану програму в якості автономного модуля, який є ядром підсистеми оптимізації САПР КМ.

УДК 621.313

Дівчук Т.Є.¹, Савельєв В.Г.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОБ'ЄКТНО – ОРІЄНТОВНИЙ ПІДХІД ПРИ ЗАВДАННІ АНІЗОТРОПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХОЛОДНОКАТАНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ СТАЛІ МАГНІТНИХ СИСТЕМ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

При моделюванні електромагнітних процесів в активній частині силового трансформатора є необхідним завдання властивостей всіх структурних компонентів. Важливим етапом є завдання анізотропних властивостей холоднокатаних електротехнічних сталей магнітної системи, яка складається з ділянок в яких присутній переважний напрямок магнітного потоку. При об'єктно – орієнтовному підході цими ділянками є: 1) ярма та стрижні в яких напрямок магнітного потоку співпадає з напрямком прокатки електротехнічної сталі; 2) прямі стики при шихтуванні пластин магнітної системи в яких кут складає 90^0 ;

3) скошені стики – з кутами 30^0 ; 45^0 та 60^0 до напрямку прокатки. Такий розподіл дозволяє представити ділянки анізотропних феромагнітних матеріалів магнітної системи силового трансформатора як ізотропні середовища із нелінійними властивостями та визначити вектор функцій магнітних проникностей

$$\mu = \left\{ \mu_{0^0}(B), \mu_{15^0}(B), \mu_{30^0}(B), \mu_{45^0}(B), \mu_{60^0}(B), \mu_{90^0}(B) \right\}, \quad (1)$$

компоненти якого відповідають компонентам вектора кутів між напрямками індукції і напрямком прокатування електротехнічної сталі $\alpha = (0^0, 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 90^0)$. Такий поділ магнітної системи трансформатора на ділянки дозволяє достовірно відобразити вплив анізотропії властивостей холоднокатаних електротехнічних сталей на параметри неробочого ходу силового трансформатора.

Вкрай важливим є врахування в співвідношенні (1) ефекту гістерезису, який здійснено на основі моделі Джилса-Аттертона (2) основою яких є безгістерезисні криві намагнічування (3)

$$\begin{cases} dM/dt = [\chi \cdot dH_e/dt]^+ \chi/|\chi| + c dM_{an}/dt; \\ H_e = H + \alpha M; \\ M_{an} = M_s \left(\coth(|H_e/a|) - |a/H_e| \right) H_e/|H_e|; \\ \chi = (M_{an} - M)/k, \end{cases} \quad (2)$$

де M – намагніченість; H_e – напруженість еквівалентного внутрішнього поля; M_{an} – безгістерезисна намагніченість; a – параметр форми; c – параметр зворотності; k – параметр закріплення; α – параметр внутрішньо- доменного зв'язку; M_s – параметр максимальної намагніченості.

$$\{B\} = \{\mu_o \cdot \mu(B) \cdot H\}. \quad (3)$$

Апроксимації безгістерезисних співвідношень у системах (2), (3) здійснюється за рахунок спеціального базису із функціями Гауса та додатковими функціями похибок:

$$\begin{cases} \mu_j^{apr}(B) = \sum_{m=1}^3 G_{m,1}^j \cdot \exp \left[-G_{m,2}^j \cdot \left(B^2 - G_{m,3}^j \right)^2 \right] + A_{j,0} + \\ + A_{j,1} \cdot \operatorname{erfc} \left(A_{j,2} \cdot B^2 - A_{j,3} \right) + A_{j,4} \cdot \operatorname{erfc} \left(A_{j,5} \cdot B - A_{j,6} \right), \end{cases} \quad (4)$$

де коефіцієнти регресії $\left\{ G_{m,l}^j \right\} \left\{ A_{j,k} \right\} (n=1, \dots, 3; k=1, \dots, 6)$ визначаються методом найменших квадратів.

Відносна похибка даних апроксимації при такому підході знаходиться в інтервалі 0,612 – 1,62%, що забезпечує високий рівень збіжності розрахункових даних для співвідношень (4) з даними експериментів.

УДК 621.313

Мартинов В.С.¹, Коцур І.М.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ПРИ НЕСИМЕТРИЧНІЙ НАПРУЗІ ЖИВЛЕННЯ В ПРОГРАМІ MATLAB SIMULINK

При дослідженні роботи асинхронних двигунів (АД) актуальною є задача оцінки впливу несиметрії фазних напруг на режими роботи двигунів. Через порушення ізоляції припиняють свою роботу близько 75% електродвигунів.

Порушення ізоляції може виникнути в результаті ненормальних режимів мережі живлення, наприклад відхилення напруги у фазах і несиметрія фазних напруг, викликаних, перш за все, великою кількістю однофазних навантажень, таких як сучасні джерела світла, комп'ютерна техніка, електрична тяга та інші силові прилади, які містять нелінійні перетворювачі. Очевидно, що все це призводить до передчасного виходу з ладу двигуна або скорочення його терміну служби, крім того порушення і можливу зупинку технологічного процесу.

Для запобігання і своєчасного прогнозування даних ситуацій необхідно всебічне дослідження режимів роботи асинхронних двигунів. Тому моделювання зазначених режимів і дослідження статичних та динамічних характеристик АД є важливою науково-технічною задачею.

Для дослідження режимів роботи АД використовується схема, що складається з трьох однофазних джерел електричної енергії, асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, блоків для вимірювання основних параметрів двигуна, осцилографів для вимірювання струму, напруги, моменту і швидкості. Схема моделювання для дослідження режимів роботи асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, сформована засобами імітаційного моделювання в середовищі MATLAB / Simulink.

На базі розробленої віртуальної моделі можна виконувати дослідження статичних і динамічних характеристик в різних режимах роботи асинхронних двигунів. Розроблена модель дозволяє виявити деякі проблемні режими, при яких може спостерігатися нестабільна робота АД при виникненні гальмівних і пульсуючих моментів сил.

Отримані результати дослідження будуть затребувані при налаштуванні релейного захисту електродвигунів в умовах несиметрії напруг. Також можливе застосування для розробки і настройки програм управління частотно-регульованого електроприводу, в умовах зміни відхилення напруги живлення.

УДК 621.313

Москаленко М.М.¹, Сиваш Р.В.², Коцур І.М.³

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ез-210м НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ COMSOL MULTIPHYSICS ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН З ЗАДАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Типовим застосуванням програмного пакету COMSOL MULTIPHYSICS 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 електромеханічних пристроїв різного застосування. COMSOL MULTIPHYSICS 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 постановки 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 співставленні дані математичного моделювання і розрахунків за класичної методикою. В ході перевірки були розраховані втрати в електричній машині, було розраховано магнітний ланцюг, побудовані робочі характеристики і осцилограми напруг і струмів. Всі розрахунки, проведені вручну, підтвердили результати розрахунку за допомогою програми COMSOL MULTIPHYSICS. При цьому слід зазначити, що COMSOL MULTIPHYSICS 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 COMSOL MULTIPHYSICS не поступається точності обчислень за традиційними методами розрахунку; для виконання спочатку оціночного розрахунку електромеханічної системи та визначення основних розмірів доцільно користатися спрощеними оціночними методами проектування; для аналізу і перевірки розрахунків, проведення оптимізації слід використовувати сучасне програмне забезпечення, що має забезпечити високу точність обчислень і швидкість проведення робіт.

УДК 621.313

Григоренко О.М.¹, Коцур І.М.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ АСИНХРОНОГО ДВИГУНА З РІЗНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ОБМОТОК РОТОРА

Існуючі способи розрахунку електромагнітних полів дозволяють зменшити час на визначення значень математичних даних, зокрема, використавши метод кінцевих елементів. Він вважається більш ефективним, але не завжди простішим. Для вирішення цього питання створена певна кількість програм. Одна з таких програм 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 електродвигуна, можна визначити як загальну підмодель. Вона може включати в себе опис геометрії і детальної структури обмоток. За допомогою Comsol Multiphysics можливе створення варіантів моделей т електродвигуна з різними матеріалами обмоток ротора.

Актуальність цієї роботи зумовлена вимогам загальносвітової політики енергоресурсозбереження, що може бути досягнуто за рахунок використання роторів з мідною короткозамкненою обмоткою

Однак, якщо використання асинхронних генераторів з литою мідною обмоткою ротора, замість литої алюмінієвої, не викликає ніяких проблем, то використання двигунів з литою мідною обмоткою вимагає до-виконавчими досліджень, особливо в плані забезпечення допустимих пускових характеристик.

Метою даної роботи є дослідження за допомогою програми Comsol Multiphysics електромагнітних процесів в асинхронному двигуні з короткозамкненим ротором при різних матеріалах обмоток ротора.

По результатам дослідження АД 4A225M6Y3 з використанням пакету Comsol Multiphysics отримані найбільш точні параметри, які більш достовірно відображають дійсний процес. Використання матеріалу з меншим активним опором в обмотці ротора дозволяє виконати його більш компактним: зменшити довжину осердя статора і ротора в АД на 7,1%, при збільшенні ККД на 1,5 %. Скорочення довжини машини дозволяє зменшити витрату міді, електротехнічної сталі і ізоляційних матеріалів, скоротити трудомісткість виготовлення. Перевагуюча здатність машини, збільшуються. Зменшення пускового моменту виправляється збільшенням розмірів паза або апаратними засобами частотного перетворювача.

Отже, використання Comsol Multiphysics дозволяє змодельовати і наочно продемонструвати розподіл магнітних полів АД з різними матеріалами обмоток ротора при різних режимах роботи електродвигуна.

УДК 621.313

Данько В.Д.¹, Коцур І.М.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ АСИНХРОНОГО ДВИГУНА ПРИ РІЗНІЙ ГЕОМЕТРІЇ ЗУБЦЕВОЇ ЗОНИ РОТОРА

На основі розрахунку магнітних полів (МП) може бути визначено цілий ряд електромагнітних параметрів, які необхідні для дослідження процесів електричних машин (зокрема АД) . Для розрахунків двовірних МП широко використовується програма FEMM , яка заснована на методі скінчених елементів. Ця програма є відкритою і тому може бути використана для підвищення точності розрахунків електромеханічних пристроїв.

Одна з таких програм – FEMM 4.2 (Finite Element Method Magnetics). Зручний інтерфейс та простота у використанні дозволяє швидко освоїти програму навіть без особливих знань графічних редакторів.

Метою даної роботи є дослідження за допомогою програми FEMM 4.2. фізики електромагнітних процесів в асинхронному двигуні з короткозамкненим ротором типу 4A225M6У3 при різній висоті пазів короткозамкненого ротора.

Вихідними даними для розрахунку магнітного поля є: геометричні розміри, характеристики матеріалів і середовищ, щільності струмів в обмотках, а також граничні умови, які вводяться для отримання однозначності рішення.

За результатами моделювання магнітного поля АД при збільшенні висоти пазів ротора були розраховані енергетичні показники.

Втрати в обмотці ротора нової конструкції зменшуються. В результаті чого збільшується корисна потужність і ККД, при цьому сумарні втрати залишаються приблизно не змінними.

Так для асинхронного двигуна т потужністю 37кВт збільшення висоти паза ротора на 32% привело до збільшення їхнього поперечного перерізу, що в свою чергу привело до збільшення ККД двигуна на 0,2%.

По результатам дослідження АД з використанням FEMM отримані найбільш точні параметри, які більш достовірно відображають дійсний процес.

Збільшення висоти пазів короткозамкненого ротора дозволяє збільшити поперечний переріз пазів ротора, що призводить до покращення енергетичних показників АД.

УДК 621.313

Сарафанюк Д.С.¹, Коцур І.М.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ПРИ ВИНИКНЕННІ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТУ

Одним з основних критеріїв надійності асинхронних двигунів (АД) є рівномірність повітряного зазору. Нерівномірність повітряного зазору погіршує енергетичні характеристики, підвищує рівень шуму і вібрації асинхронних двигунів. Середній строк служби асинхронних двигунів складає 20000 годин (приблизно 5 років). При цьому на долю обмоток припадає 90% відмов, а на підшипники - 10%. В результаті нагріву обмотки, її ізоляція руйнується. Така ситуація виникає і у випадку виникнення ексцентриситету. В результаті тривалої

роботи зношуються підшипники ротора, внаслідок чого змінюється величина повітряного зазору.

В двополюсних асинхронних двигунах загального призначення середньої потужності напругою до 1000 В фази статорних обмоток яких виконують із двох паралельних гілок, після першого ремонту в подальшому мають набагато більшу частоту інтенсивності раптових відмов. У майже всіх випадках вихід із ладу двигунів був спричинений міжвитковими замиканнями в котушках, що знаходяться по вертикалі вниз або вгору статора.

Встановлено, що в результаті значного ексцентриситету ротора знижується ККД АД, максимальний і пусковий моменти, а ковзання збільшується. Звідси очевидно випливає, що повинна помітно змінитися картина розподілу магнітного потоку в активній сталі і повітряному зазорі.

Метою даної роботи є дослідження за допомогою програми FEMM 4.2. електромагнітних процесів в асинхронному двигуні з короткозамкненим ротором при виникненні ексцентриситету. В якості об'єкта дослідження обрано трифазний асинхронний двигун потужністю 55кВт. З порівняння картин магнітного поля трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором при виникненні ексцентриситету й без нього видно, що значення магнітної індукції у частині двигуна із меншим повітряним зазором значно більше.

На прикладі асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором потужністю 55 кВт розглянуто особливості розподілу магнітного поля при виникненні ексцентриситету. Наочно проілюстровано причина зменшення надійності роботи двополюсного асинхронного двигуна середньої потужності після першого ремонту обмоток (наявність ексцентриситету).

УДК 621.313

Шулаков Д.Л.¹, Тюгаєв Р.К.¹, Коцур І.М.²

¹ студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ОСНОВІ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

В електромеханічних пристроях, процес перетворення енергії супроводжується рядом явищ, до числа яких належить шум і вібрація, виробленими електричними машинами. Електромагнітні сили діють в повітряному проміжку між статором і ротором і мають характер обертових або пульсуючих силових хвиль, їх амплітуда і частота залежать від конструктивного виконання

статора і ротора. Електричні машини створюють шумове забруднення довкілля, чинять негативний вплив на людину.

Віброшумові характеристики електричних машин регламентуються, вживають заходів до їх зниження. при живленні асинхронного двигуна від перетворювача частоти в напрузі присутній широкий спектр тимчасових гармонік.

Для аналізу віброшумових характеристик була створена і використана методика, заснована на базі методу кінцеве елементного моделювання в середовищі FEMM, в якому вирішувалася зв'язкова завдання магнітостатики і механічного поля напруги і деформацій.

В ході проведення дослідження були розраховані рівні шуму для вищих тимчасових гармонік напруги. В результаті було виявлено збільшення рівня шумів на 4,6 Дб. Наступним кроком дослідження є проведення розрахункових досліджень віброшумових характеристик асинхронного двигуна при роботі від перетворювача частоти на базі пакета Comsol Multiphysics.

Це дозволить отримати результати шумів і вібрацій без використання на кінцевому етапі розрахунку аналітичних формул і домогтися більш точних результатів розрахунку, що важливо на стадії проектних розрахунків асинхронного двигуна.

УДК 621.313

Сміюха А.В.¹, Панченко Н.Б.², Назаренко І.А.³

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-919м НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Нормальна тривала безаварійна робота силових трансформаторів забезпечується за умови контролю і дотримання допустимих меж різних параметрів, одним з яких є температурний режим. Дотримання температурного режиму в межах встановлених для того чи іншого типу трансформатора норм забезпечується спеціально передбаченими системами охолодження. Розглянемо, які бувають системи охолодження силових трансформаторів.

Охолодження типу С, СГ, СЗ, СД. Буква С в маркуванні показує, що силовий трансформатор сухий - тобто в ньому не передбачено використання трансформаторного масла для охолодження. В даному випадку обмотки і магнітопровід трансформатора охолоджуються природною циркуляцією повітря. Існують модифікації даної системи охолодження: СГ - герметичне виконання,

СЗ - захищений корпус. Можлива наявність примусової циркуляції повітря на корпус трансформатора - це охолоджуюча система СД.

Системи охолодження С і їх модифікації характеризуються низькою ефективністю, тому застосовуються на трансформаторах малої потужності, як правило, до 1,6 МВ·А класу напруги 6 і 10 кВ.

На трансформатори даної системи охолодження монтуються датчики температури для можливості контролю температури по кожній з фаз трансформатора.

Система охолодження М. Більш потужні трансформатори вимагають більш продуктивної системи охолодження - масляної. Масло забезпечує більш ефективне відведення тепла від обмоток і магнітної системи трансформатора, забезпечуючи їх рівномірне охолодження. Система охолодження М передбачає природну циркуляцію масла в баку трансформатора. Тепло масла передається баку трансформатора, який охолоджується навколишнім повітрям. Дана система охолодження не передбачає примусової циркуляції повітря.

Для більш ефективного охолодження на баку трансформатора встановлюються радіатори, що складаються з ребер або труб, по яких здійснюється циркуляція масла.

Система охолодження М використовується на силових трансформаторах номінальною потужністю до 16 МВ·А. Відсутність додаткових пристроїв в конструкції трансформаторів даної системи охолодження спрощує їх експлуатацію.

Обслуговуючому персоналу необхідно лише перевіряти рівень масла і температуру його верхніх шарів. Рівень масла повинен приблизно відповідати середньодобовій температурі навколишнього середовища з урахуванням навантаження трансформатора (це актуально для всіх типів охолодження). Температура верхніх шарів масла трансформаторів з охолодженням М і Д не повинна перевищувати 95 °С.

Система охолодження трансформатора Д - з дуттям і природною циркуляцією масла. Трансформатори даної системи охолодження конструктивно мають вентилятори обдуву, що встановлюються в навісні радіатори, по яких циркулює трансформаторне масло. Обдув трансформатора даної системи охолодження включається при досягненні температури верхнього шару трансформаторного масла 55 °С і більше, або при досягненні номінального навантаження трансформатора, не залежно від температури масла. Система охолодження Д є більш ефективною і використовується для трансформаторів номінальною потужністю (16...80) МВ·А.

Виходячі з вищенаведеного, можна зробити висновок, що сучасні силові трансформатори мають досить високий ККД (97...98) %, але частина потужності втрачається через опір матеріалу обмоток і сердечника. Ці втрати витрачаються на нагрівання. Щоб трансформатор працював справно, необхідно

обладнувати систему охолодження його робочої частини. Чим більш потужне устаткування, тим більш інтенсивного охолодження воно вимагає.

УДК 621.313

Мишечкін Д.В.¹, Козлов С.О.¹, Назаренко І.А.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЕЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЄ, ЯК НЕТРАДИЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

Ефект Пельтьє можна назвати дзеркальним відображенням термоелектрики. У цьому випадку струм переносить тепло з одного кінця термопари на інший [1,2]. Причиною виникнення ефекту Пельтьє на контакті напівпровідників з однаковим видом носіїв струму (два напівпровідники p- типу або два напівпровідники – n- типу) є та ж, як і в випадку контакту двох металевих провідників. Носії струму (електрони або дірки) по різні сторони спаю мають різну середню енергію, яка залежить від багатьох причин: електричного спектру, концентрації, механізму розсіювання носіїв заряду. Якщо носії, пройшовши крізь спай, потрапляють в зону з меншою енергією, вони передають надлишок енергії кристалічній решітці, в результаті чого поблизу контакту відбувається виділення теплоти Пельтьє ($Q_p > 0$) та температура контакту підвищується. При цьому на іншому спаї носії, переходячи в зону з більшою енергією, запозичують відсутню енергію від решітки, відбувається поглинання теплоти Пельтьє ($Q_p < 0$) і температура знижується.

Надзвичайно мала ефективність перших термоелектричних холодильників, заснованих на відкритті Пельтьє, стала основною причиною того, що вони тривалий час не знаходили практичного застосування. В кінці 40-х років ХХ ст. цим явищем зацікавився академік А.Ф. Іоффе - з'явилися нові напівпровідникові матеріали, які дозволяли сподіватися на поліпшення характеристик цих холодильників. Дослідження незабаром підтвердили це, і почалося широке конструювання різних приладів, заснованих на цьому ефекті [3].

Якщо тип провідності напівпровідників в термопарі неоднаковий, то ефект пояснюється інакше. Електрон, потрапляючи в p-матеріал займає на енергетичному рівні місце дірки (позитивного носія заряду), в результаті втрачає свою кінетичну енергію руху і різницю між нинішнім і минулим станом. Вивільнена кількість йде на утворення вільних носіїв по обидві сторони p-n-переходу, а також залишок повідомляється кристалічній решітці, від якої і йде нагрівання.

Електрони та дірки рухаються на зустріч один одному, а при зіткненні рекомбінують. У результаті рекомбінації вивільняється енергія, що виділяється у вигляді теплоти.

Величина потужності джерела теплоти Пельтьє, Вт

$$Q_p = \pi \cdot I, \quad (1)$$

де π – коефіцієнт Пельтьє для даного контакту, що пов'язаний з абсолютними коефіцієнтами Пельтьє π_1 та π_2 матеріалів, що контактують, В; I – сила струму, що проходить крізь контакт матеріалів, А.

При виділенні теплоти Пельтьє $Q_p > 0$, $\pi > 0$, $\pi_1 > \pi_2$. При поглинанні теплоти Пельтьє $-Q_p < 0$, $\pi < 0$, $\pi_1 < \pi_2$.

Елемент Пельтьє складається з однієї або більше пар невеликих напівпровідникових паралелепіпедів - одного n-типу і одного р-типу в парі (зазвичай телуриду вісмуту і германіда кремнію), які попарно з'єднані за допомогою металевих перемичок. Металеві перемички одночасно служать термічними контактами і ізолюваною непровідною плівкою або керамічною пластинкою. Пари паралелепіпедів з'єднуються таким чином, що утворюється послідовне з'єднання багатьох пар напівпровідників з різним типом провідності, так щоб вгорі були одні послідовності з'єднань (n-> p), а знизу протилежні (p-> n). Залежно від напрямку струму верхні контакти охолоджуються, а нижні нагріваються - або навпаки. Таким чином електричний струм переносить тепло з одного боку елемента Пельтьє на протилежну і створює різницю температур [4].

В процесі роботи термоелектричного модуля теплота Джоуля рівномірно виділяється та прогріває усю систему. Тому необхідно стабілізувати поверхню гарячої сторони при температурі навколишнього середовища. Таким чином, поняття термоелектричного модуля не відокремлено від поняття тепловідводу.

У зв'язку з вищесказаним, актуальним стає подальше більш глибоке вивчення даної теми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анатычук, Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник [текст] / Л.П. Анатычук. - Киев: «Наукова думка», 1979. - 768 с.
2. Бурштейн, А.И. Физические основы расчета полупроводниковых термо-электрических устройств [текст] / А.И Бурштейн. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. - 135 с.
3. Кораблев, В.А. Прикладная физика. Термоэлектрические модули и устройства на их основе: учебное пособие [текст] / В.А. Кораблев, Ф.Ю. Тахистов, А.В. Шарков; под ред. А.В. Шаркова. - СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2003. - 44 с.

4. Котырло, Г.К. Расчет и конструирование термоэлектрических генераторов и тепловых насосов [текст] / Г.К. Котырло, Ю.Н. Лобунец. - Киев: Наукова думка, 1980.-328 с.

УДК 621.313

Петрик Б.В.¹, Назаренко І.А.²

¹ студ. гр. Е-250 НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЕКОНОМІЯ УМОВНОГО ПАЛИВА ПРИ СКОРОЧЕННІ ВИТРАТИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОВІТРЯ В ХОЛОДНІ ПЕРІОДИ ПЛАВКИ

З метою забезпечення оптимальної організації характеристик факела в робочому просторі печі і підвищення ефективності спалювання палива були розроблені способи введення режиму плавки мартенівських печей (МП), засновані на оптимізації розподілу витрат природного газу (ПГ) і забезпечення більш повного спалювання палива. Встановлено, що оптимальна частка витрат ПГ від загальної його витрати на торцевий пальник потребує велику кількість регенеративного повітря. При недостатній величині такої подачі для повноти згоряння повітря, спалювання палива здійснюють з деяким надлишком, рівним зазвичай $10-20\% \approx 1,1 + 1,2$ ("коефіцієнт надлишку повітря - α " [1]).

При таких розрахунках (для відповідного діапазону введення плавки) спалювання повітря є незадовільним, бо це призводить до істотного погіршення якості спалювання палива (потрібно набагато більше палива з інтенсифікацією горіння цього палива - подачею технічного кисню), зниження температури факела і зміщення температурних зон. Погіршуються показники використання палива в робочому просторі агрегату в цілому. При надмірно високому значенні параметра α , ведення плавки в МП відбувається з «надлишковим» повітрям, що помітно зменшує характеристики факела. З метою максимально можливого використання потенційної енергії палива ПГ для спалювання регенеративного повітря, зменшення викидів і розширення можливостей регулювання параметрів факела були зроблені розрахунки для 500-тонної МП при роботі на теплових режимах із зменшеною витратою регенеративного повітря з відміткою $20000 \text{ м}^3 / \text{год}$ і аж до припинення подачі регенеративного повітря ($0 \text{ м}^3 / \text{год}$), проти існуючих при витраті регенеративного повітря $V - 30000$ та $20000 \text{ м}^3 / \text{год}$.

У період прогріву, відсутність регенеративного повітря не призводить до зменшення вмісту кисню у вихідних газах, відбувається повне згоряння палива. Однак недолік регенеративного повітря на горіння компенсується збільшенням підсосів холодного повітря в піч, що знижує температуру в робочому

просторі печі і збільшує тривалість плавки. Дане явище пов'язане з роботою газоочищення, так як при закритті повітря спочатку відбувається зменшення обсягів продуктів згорання, збільшується розрідження в печі, що призводить до підсосів холодного повітря.

При розгляді дії обсягів підсосу повітря, варто додати що розмір отворів безпосередньо впливає на обсяг повітря, який засмоктується в топковий простір печі. Наприклад у камерах згорання МП є велика кількість отворів різного призначення: відкриті вікна для взяття проб, велике число з'єднань, які при руйнуванні можуть привести до утворення місць підсмоктування, та тріщини, що можуть бути досить малі, в результаті не помічені і не усунуті, але можуть призводити до великих обсягів підсосу повітря. Якщо ж тяга в печі не регулюється, то експлуатація відбуватиметься з великим об'ємом додаткового повітря, що призведе до зниження енергоефективності печі. Тому розглядаючи вплив коефіцієнта надлишку повітря на споживання палива, не можна недооцінювати вплив, який чинить коефіцієнт надлишку повітря на теплову ефективність печей.

Щоб регулювати теплову ефективність печей потрібна інтенсифікація згорання палива, що згідно з [2] при збільшенні вмісту кисню на 3% об'єму призводить до збільшення споживання палива не менше ніж на 10%. Якщо мова йде про печі з великою продуктивності, то економічний ефект може бути дуже значним.

Головним пунктом у цій роботі є описання найбільш раціонального співвідношення витрати повітря від витрати палива, і підсосів повітря. Мінімально допустимі витрати повітря для отримання найкращого горіння газу за умови мінімальних підсосів. Використання мінімальне значення в такій залежності призведе до найбільшої економії природного газу, зниження втрат з вхідними газами і відсутності підсосів холодного повітря в піч.

Було розглянуто діапазон за такими характеристиками як обсяг подаваного регенеративного повітря в холодні режими ведення плавки на коефіцієнт надлишку повітря при витраті регенеративного повітря α відповідно. Від самого великого значення об'єму 30000 м³ / год і $\alpha = 3,01$ до найнижчого при об'ємі 0 м³ / год і $\alpha=1,64$.

Оскільки при повному припиненні регенеративного повітря – коефіцієнт надлишку повітря є замалим. МП буде постійно охолоджуватися повітрям зовні, що буде унеможливлувати роботу МП. Тому випадок при $V=0$ м³/год є неможливим у використанні. Таким чином, існує оптимальна витрата регенеративного повітря 20000 м³/год, при якому під час прогріву виключається підсмоктування холодного повітря в піч, а надлишок повітря мінімальний.

На думку експертів, у зв'язку з недоліками на металургійних підприємствах великих фінансових коштів для заміни мартенівського виробництва конвертерним або електросталеплавильним, тому повне закриття мартенівських

цехів в даний час проблематично. Тому, питання вдосконалення теплової роботи мартенівських печей з метою скорочення питомої витрати палива та енергоносіїв на виплавку сталі, а також зниження шкідливих викидів в навколишнє середовище дуже актуальні[3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Топливо мартеновских печей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://emchezgia.ru/marteny/16_toplivo_marten.php;
2. Повышение эффективности технологических нагревательных печей НПЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://chemtech.ru/povyshenie-jeffektivnosti-tehnologicheskikh-nagrevatelnyh-pechej-npz> (дата обращения: 15.10.2020);
3. Сущенко, А. В. Высокоэффективная горелка для отопления мартеновских печей [Текст]/ А. В. Сущенко, А. С.Бесчерев, В. Л. Прахнин, С.В. Трибрат, Н. Л. Стариковский // ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», 2011.– №23. – Режим доступу: URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/vysokoeffektivnaya-gorelka-dlya-otopleniya-martenovskih-pechey> (дата обращения: 15.10.2020).

УДК 621.313

Губарев В.І.¹, Літвінов Д.О.²

¹ студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАПРУЖЕНОСТЕЙ У КАБЕЛЯХ ВН ІЗ ДВОШАРОВОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ

Розглянемо пристрій високої напруги (ВН), електродами якого є коаксіальні циліндри. Такий пристрій може розглядатися як кабель ВН, елемент накопичувача енергії, може застосовуватися у конструкціях високовольних уводів трансформаторів й т.п. Кабель з однорідною ізоляцією має поле, напруженість якого спадає із ростом поточного значення радіуса за гіперболою. Зміна розподілу напруженості поля по товщині ізоляції кабелю може бути досягнуто шляхом зміни діелектричної проникності ізоляції. Вирівнювання поля у кабелі призводить до деякого зниження ємності на одиницю довжини та підвищенню енергоємності. Також відомо, що при однакових напругах напруженість поля у кабелі з рівномірним полем менше, ніж у кабелі з однорідною ізоляцією. З цих причин розробка конструкції кабелю із рівномірним полем може становити великий інтерес.

Технологія виготовлення ізоляції із безперервно-змінною проникністю до теперішнього часу не розроблена. У зв'язку з цим усі відомі спроби вирівнювання поля у кабелі пов'язані із застосуванням шарової ізоляції з діелектричної проникністю, яка змінюється стрибкоподібно від шару до шару. Для якісного вирівнювання поля необхідна велика кількість шарів. У цьому випадку відношення проникності сусідніх шарів повинно бути невеликим, що також представляє досить складне завдання. На практиці, як правило, обмежуються застосуванням двошарової ізоляції.

Для аналізу розподілу напруженості електричного поля були відібрані варіанти, представлені на рис. 1. Розглядалися конструкції із прямолінійною формою меж діелектриків (рис. 1, а-б) та криволінійною формою (рис. 1, в-д). У варіанті з рис. 1, б шари діелектрика розташовані так, що в окремих перетинах (наприклад, перетинах AB та CD) ізоляція цілком складається з одного або іншого діелектрика, чого немає в інших варіантах.

Досліджувався також вплив значення параметра r_3 , так званий найменший радіус шару ізоляції із проникністю ϵ_0 та радіуса скруглення контуру у цій точці ρ (рис. 1, г-д). Всі розглянуті варіанти конструкції при всьому їх різноманітті можуть бути охарактеризовані одним загальним ознакою. Кабель має двошарову ізоляцію, товщина шарів якої періодично змінюється таким чином, що у площині яка проходить крізь вісь обертання системи електродів, площа перетину діелектрика з більшою проникністю ϵ_d монотонно зменшується по всій товщині ізоляції або на її більшій частині при збільшенні радіуса. Основна маса розрахунків була проведена при відношенні радіуса оболонки до радіусу, що дорівнює трьом.

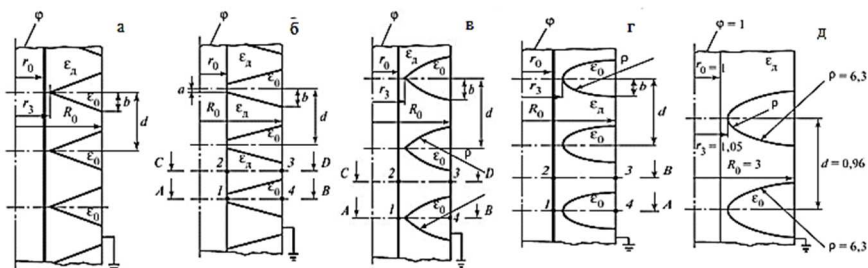


Рисунок 1 – Розрахункові моделі кабелю із двошаровою ізоляцією.

Для варіанту конструкції за рис. 1, а розрахунки проводилися для відношення $\epsilon_d/\epsilon_0 = 10$. При використанні методу планування експерименту була отримана залежність максимальної напруги в ізоляції кабелю від параметрів r_0, R_0, r_3, d : $E_{\max}/E_{\text{одн}} = 2.084 + 0.326 \cdot R_0/r_0 - 1.714 \cdot r_3/r_0 - 0.152 \cdot d/r_0 - 0.012 \cdot (R_0/r_0)^2 + 0.528 \cdot (r_3/r_0)^2 + 0.004 \cdot (d/r_0)^2 + 0.073 \cdot (r_3 d/r_0)^2 - 0.121 \cdot (R_0 \cdot r_3/r_0)$. Ця

залежність справедлива для інтервалу варіювання змінних: $R_0/r_0 = 2 \div 5$; $r_3/r_0 = 1.01 \div 1.7$; $d/r_0 = 1.05 \div 5.0$.

Похибка апроксимації результатів розрахунку за (1) не перевищує 5%. Результати розрахунку поля в інших варіантах конструкції ізоляції кабелю представлені у табл. 1.

Таблиця 1-Результати розрахунку поля

№ П.	Мо- дель Рис.1	E_d/E_0	A/R_0	D/R_0	R_3/R_0	R_0/R_0	P/R_0	$E_1/E_{одн}$	$E_2/E_{одн}$	$E_3/E_{одн}$	$E_4/E_{одн}$
1	Б	4	0.1	1.0	-	3	-	0.813	0.843	0.431	0.428
2	Б	100	0.1	1.0	-	3	-	0.723	0.757	0.538	0.505
3	В	4	-	0.966	1.05	3	6.3	0.463	0.724	0.475	0.472
4	В	100	-	0.966	1.05	3	6.3	0.221	0.578	0.891	0.604
5	В	100	-	1.862	1.1	3	3.58	0.146	0.698	0.504	0.494
6	В	4	-	0.966	1.1	5	6.3	0.272	0.641	0.291	0.302
7	В	100	-	0.966	1.05	5	6.3	0.1	0.478	0.396	0.37
8	Г	4	-	0.966	1.05	3	-	0.316	0.749	0.749	0.417
9	Г	100	-	0.966	1.05	3	-	0.15	0.638	0.472	0.416

Ці результати показують наступне. Ефективне регулювання поля може бути отримано для різних конфігурацій контуру $l_1(r)$. Для найбільш поширеного відношення діаметрів електродів $R_0/r_0 = 3$ забезпечується зниження напруженості електричного поля у 1.5 раз. Запропонована конструкція ізоляції дозволяє застосовувати при необхідності кабелі із співвідношенням діаметрів електродів до $R_0/r_0 = 5$. Серед розглянутих варіантів є такі, у яких (наприклад, позиція 4 у табл. 1) напруженість лише на 10% вище, ніж у кабелі з рівномірно розподіленим електричним полем.

УДК 621.313

Баланюк Б.Т.¹, Солодовнікова Т.П.²

¹ студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ КОЛЕКТОРНИХ МАШИН

Проблема автоматизованого проєктування колекторних машин (КМ) є приватною проблемою загальної теорії САПР. Слід зазначити, що створення повноцінної САПР КМ, аналогічної, наприклад, системі СПРУТ АТ для

проектування асинхронних машин, є масштабним завданням, яке, як правило, не під силу підприємствам малого і середнього бізнесу. Проте, елементи САПР, основані, в першу чергу, на типових інженерних методиках розрахунку є на кожному підприємстві, яке спеціалізується на випуску КМ.

В основі інженерних методик проектування КМ лежать дослідження, що увійшли в узагальненому вигляді в різні посібники та відрізняються різноманітністю методик проектування електричних машин малої потужності, що в свою чергу викликано різноманітністю конструктивного виконання.

Однією з особливостей інженерних методик проектування електричних машин є той факт, що вони будуються, головним чином, на базі моделей сталих режимів роботи. Облік особливостей динамічних режимів роботи здійснюється шляхом рекомендацій, розроблених на основі аналізу минулого досвіду виробництва.

Однак в разі машин нетипової конструкції виконання даних рекомендацій часто виявляється недостатнім. Тут потрібні додаткові дослідження роботи машини в різних режимах роботи, в тому числі динамічних, особливо при роботі машини в складі автоматизованого електроприводу.

Прогрес в області комп'ютерних технологій призвів до того, що навіть підприємство з відносно малим доходом може дозволити собі створення власної наукоємної розрахункової системи.

Як адитивний елемент функціонування розроблюваного комплексу можна використовувати різні середовища розробки, в тому числі і візуальні. Зазвичай прийнятно використовувати табличний процесор MSExcel, він дозволяє виконувати операції творчого характеру. MSExcel надає зручний табличний інтерфейс і середовище програмування на мові VBA, яку здатний освоїти будь-який студент.

Процесор MatLab, що забезпечує проектувальника повним набором засобів інженерної математики є найкращим, але не безкоштовним. Однак існують аналоги MatLab з відкритою ліцензією. Наприклад, як математичне ядро САПР КМ можливо застосування також вільно розповсюджуваний математичний пакет SciLab, функціонал якого незначно нижче, ніж функціонал MatLab.

Для вирішення подібних завдань на ринку програмної продукції наявний цілий спектр систем інженерного аналізу – Computer-aided engineering, які здійснюють розрахунок фізичних полів найчастіше методом кінцевих елементів.

Зокрема, в області електромеханіки найбільшої популярності здобули пакети ANSYS Maxwell, COMSOL Multiphysics та EICut.

Одним з найбільш потужних інструментів інженерного аналізу електричних машин є пакет ANSYS Maxwell, який дозволяє вирішити практично весь спектр завдань проектування при достатньо зручному інтерфейсі, а також кошти для параметризації моделі і автоматизації розрахунків.

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ЗОН ОСЕРДЬ СТАТОРА ТА РОТОРА В АСИНХРОННОМУ ДВИГУНІ НА РОЗПОДІЛ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Розподіл магнітного потоку в осердях статора та ротора залежить від конструктивного виконання асинхронного двигуна, розмірних співвідношень осердь та рівня насиченості сталі, з якої вони виготовлені. Значення потоку у різних перетинах уздовж середньої лінії ярма не постійно. При розподіленій обмотці, найбільший потік у ярмах статора та ротора має місце у перетині 1 – 1 (рис. 1), так як на цій ділянці ярма потоки у зубцях, що знаходяться на половині полюсною поділки, сумуються.

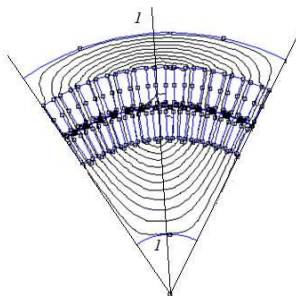


Рисунок 1 - Магнітні силові лінії потоку в осердях асинхронного двигуна

Розподіл потоку по висоті ярма також є нерівномірним, за причиною кривизни ярма та деякого змінення його перетину у місцях сполучення полюсів та під основами зубців. ближче до осі електричної машини індукція у ярмі більше ніж на периферії. нерівномірність індукції збільшується із насиченням сталі та зменшенням діаметру осердя статора або ротора. при практичних розрахунках, звичайно нехтують кривизною осердя, тобто розглядають поперечний перетин ярма як прямокутник із довжиною, що дорівнює довжині середній магнітній силовій лінії магнітного потоку у ярмі.

Нерівномірність розподілу магнітного потоку по перетину ярем враховують, або користуючись спеціальними кривими намагнічування, які будуються для певних (дослідних) марок сталей, що використовуються у електромашинобудуванні, або введенням в аналітичні розрахунки коефіцієнта ξ . розрахунок необхідно виконувати за значеннями індукцій у середньому перетину ярма.

визначення МРС ярем залежить від конструктивних особливостей асинхронного двигуна (форма пазів, геометрія осердь), а також з урахуванням відгалуження магнітного потоку ярма ротора до валу машини.

Серед аналітичних методів, заснованих на теорії електромагнітного поля, можна привести методи, що використовують лінійні та не лінійні схеми заміщення. вони дозволяють створювати достатньо прості та ефективні моделі електричних машин, для реалізації яких не потребується суттєвих затрат обчислювальних ресурсів.

Інший підхід заснований на чисельному моделюванні магнітного поля в об'ємі електричної машини. він базується на методі скінчених елементів. для схемно-польового моделювання та дослідження електромагнітного поля, був прийнятий асинхронний двигун із короткозамкненим ротором типу 4АН250М4УЗ із номінальною потужністю $P_2 = 90$ кВт. За результатами моделювання засобами ПЗ FEMM, було отримано розподіл ліній електромагнітного поля (рис. 2) та значення модулів індукцій у зубцях та ярмах осердь АД (рис.3).

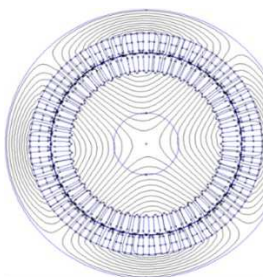


Рисунок 2 - Картина розподілу силових ліній магнітного поля АД із $p=2$

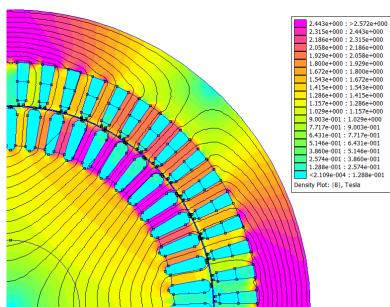


Рисунок 3 - Картина розподілу модуля індукції магнітного поля у межах однієї полюсної поділки

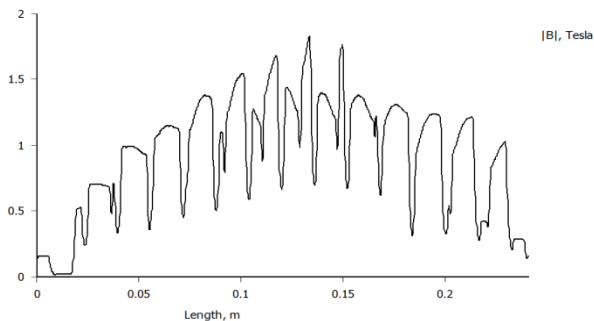


Рисунок 4 - Розподіл індукції B у повітряному зазорі (час $t = 0$) по довжині однієї полюсної поділки

Отримане значення індукції у повітряному зазорі (рис.4) більш точно відображає характер зміни його значення у порівнянні із аналітичними розрахунками. у відповідності із отриманими значеннями індукцій, надалі можна виконати розрахунок параметрів магнітного ланцюга, з урахуванням не лінійності сталі та робочих характеристик ад.

У номінальному режимі при $t = 0$ (рис.3) магнітне поле локалізується у магнітній системі; найбільшого значення воно приймає у зубцях статора та ротора біля фази B та у спинці статора біля фази A та C . У зубцях статора магнітне поле лежить в інтервалах від 0.514 Тл до 2.315 Тл; у зубцях ротора від 0.386 Тл до 2.443 Тл; у спиці статора від 0.386 Тл до 2.186 Тл, у спинці ротора близько 1.2 Тл (рис. 3).

Таблиця 1 – Значення індукцій у зубцях статора

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B_{z1} , Тл	2.315	1.929	1.543	1.157	0.9	0.514	1.029	1.672	2.443

Таблиця 2 – Значення індукцій у зубцях ротора

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B_{z2} , Тл	2.315	1.8	1.415	1.157	0.77	1.415	1.8	2.058	1.672

У відповідності із отриманими значеннями індукцій (табл.1 та табл.2), надалі можна провести розрахунок параметрів схем заміщення обраного асинхронного двигуна.

За допомогою схемно-польового моделювання у структурі засобів FEMM, при прийнятих після певної оптимізації геометричних розмірів зубцевих та ярмових зон осердь АД, було більш точніше та швидше (у порівнянні із аналітичними розрахунками) визначено значення індукцій у зубцях осердя

статора та ротора, що дозволить більш точно визначити техніко-економічні показники асинхронного двигуна.

УДК 621.313

Мельничук Ю.О.¹, Міньков Д.О.¹, Літвінов Д.О.²

¹ студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЯВИЩ В АСИНХРОННОМУ ДВИГУНІ МЕТОДОМ ПРОСТОРОВОГО ВЕКТОРУ

Механічні характеристики асинхронних двигунів побудовані за загальновідомою формулою Клоса й відповідають тільки статичним режимам, коли момент не перевищує моменту критичного M_k за паспортними даними, але вони істотно відрізняються від характеристик реальних, у яких враховуються електромагнітні процеси.

Точний математичний опис явищ, що відбуваються в асинхронних машинах, складний та громіздкий, тому можна використовувати наступні загальновідомі допущення:

- відсутність насичення магнітного кола;
- відсутність гістерезису;
- синусоїдальний розподіл у кривих МРС та магнітних індукцій;
- незалежність індуктивних опорів розсіювання від положення ротора;
- повна симетрія обмоток статора.

Математичний опис асинхронного короткозамкненого двигуна, із урахуванням припущень, можна представити у вигляді систем рівнянь (рівняння напруг для обмотки статора та короткозамкненого роторного ланцюга). Потокозчеплення обмотки кожної фази є функцією всіх струмів статора та ротора.

У системах рівнянь параметри: L_s та L_r є власними індуктивностями відповідних обмоток статора та ротора, усі інші параметри – це взаємоіндуктивності між відповідними обмотками статора $L_{s1,2}$, ротора $L_{r1,2}$; й статора та ротора, наприклад, $L_{1,1}$ – взаємоіндуктивність між першою обмоткою статора та першою обмоткою ротора. До системи рівнянь використовується основне рівняння динаміки електроприводу

$$J\Sigma.d\omega/dt = M - M_c, \quad (1)$$

де $J\Sigma$, M , M_c , ω – відповідно сумарний момент інерції, електромагнітний і статичний моменти та кутова швидкість двигуна.

Електромагнітний момент може бути виражений через векторні величини потокозчеплення та струмом ротора у координатних осях x, y :

$$M = \psi_{rx} \cdot I_{rx}. \quad (2)$$

Незважаючи на повний та суворий математичний опис, використання системи рівнянь для дослідження електричної машини зустрічає серйозні труднощі.

Перелічимо основні:

- у рівняннях фігурують векторні та скалярні величини;
- кількість взаємопов'язаних рівнянь дорівнює 16, а кількість коефіцієнтів при них - 44;
- коефіцієнти взаємоіндукції між обмотками статора і ротора у рівняннях є функцією кута повороту ротора щодо статора, тобто ці рівняння є рівняннями зі змінними коефіцієнтами;
- присутнє нелінійне рівняння, так як у ньому перемножуються змінні.

На шляху спрощення математичного опису асинхронної машини можна застосувати метод просторового вектора, який дозволить істотно спростити і скоротити створену систему рівнянь; метод дозволяє зв'язати рівняння до єдиної системи із векторними змінними станами.

Суть методу полягає у тому, що миттєві значення симетричних трифазних змінних станів (напруги, струми, потокозчеплення) можна математично перетворити так, щоб вони були представлені одним просторовим вектором. Це математичне перетворення має вигляд (наприклад, для струму статора):

$$\vec{i} = 2/3(i_A + \bar{a} \cdot i_B + \bar{a}^2 \cdot i_C), \quad (3)$$

де $\bar{a} = e^{j2\pi/3}$, $\bar{a}^2 = e^{j4\pi/3}$ вектори, що враховують зміщення обмоток.

Трифазну симетрію струмів в обмотці статора можна представити, як:

$$i_A = I_m \cos \omega t, \quad i_B = I_m \cos(\omega t - 2\pi/3), \quad i_C = I_m \cos(\omega t - 4\pi/3). \quad (4)$$

У якості основних базових величин вибираються амплітудні номінальні значення фазної напруги та струму, а також номінальне значення кутової частоти. Визначаються базові значення усіх змінних та коефіцієнтів, що входять у рівняння, а також базового часу. Узагальнена система рівнянь для опису електромеханічних явищ асинхронного двигуна набуде вигляду:

$$\dot{\psi}_s = r_s \cdot \vec{i}_s + d\psi_s/dt + j\alpha k \cdot \psi_s, \quad (5)$$

$$\dot{\psi}_r = r_r \cdot \vec{i}_r + d\psi_r/dt + j(\alpha k - p n \cdot \omega) \cdot \psi_r, \quad (6)$$

$$\psi_s = x_s \cdot \vec{i}_s + x_m \cdot \vec{i}_s, \quad (7)$$

$$\psi_r = x_m \cdot \vec{i}_s + x_r \cdot \vec{i}_r, \quad (8)$$

$$\mu = k \cdot \text{Mod}(\psi i, ik), \quad (9)$$

$$J\mu \cdot dv/dt = \mu - \mu c. \quad (10)$$

У цих рівняннях всі змінні відносні, отримані як результат ділення реальних значень на базові, всі коефіцієнти також безрозмірні, отримані аналогічно. Для розрахунку магнітного ланцюга, надалі рекомендується застосовувати схемно-польове моделювання.

УДК 621.313

Хохлов Ю.М.¹, Сліпченко А.Ю.¹, Солодовнікова Т.П.²

¹ студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ОБҐРУНТУВАННЯ В ТЕОРІЇ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ КОЛЕКТОРНОЇ МАШИНИ

Проблема автоматизованого проектування колекторних машин (КМ) є, як завжди, приватною проблемою загальної теорії САПР.

Під оптимізаційною моделлю в сучасній науковій літературі приймається математична модель, яка використовується для вирішення оптимізаційної задачі. Під оптимізаційною задачею, у свою чергу, в проектуванні розуміється мінімальне чисельне значення деякої функції мети винайдене за рахунок структурної чи параметричної оптимізації.

Оптимізацію моделі колекторної машини найбільш доцільно проводити із застосуванням декомпозиції областей побудови при використанні кінцево-елементної моделі. При цьому необхідно провести адаптацію наукових положень методики, що розробляється до вирішення інженерних задач з проведенням модельних і натурних експериментів.

Під структурою електричних машин, у плані проектування, мається на увазі конструкція машини. В той же час конструкція формалізується у вигляді безлічі конструктивних елементів, кожен з яких характеризується своїм набором змінних параметрів, який в свою чергу, варіюється в широкому діапазоні. Тому оптимізаційне завдання переходить в розряд завдань структурно-параметричного синтезу.

До особливостей моделей, призначених для вирішення завдання структурно-параметричного синтезу відносять:

- відсутність наперед заданої і незмінної структури об'єкта, що може синтезуватися автоматично;
- організація пошуку на безлічі структурних елементів і в просторі їх параметрів;

- відсутність заданої розмірності і незмінного елементного складу вектора змінних параметрів, які самі варіюються в залежності від поточного набору структурних елементів.

У разі електричних машин при розрахунку функції мети належно використовувати кінцево-елементну модель магнітного поля. При цьому різні виконання електричної машини (об'єкти різноманітної структури) виявляються лише варіантами однієї польової моделі та відрізняються конфігураціями розрахункової області. Це дозволяє звести задачу структурно-параметричного синтезу до традиційної задачі параметричної оптимізації. Цей напрямок має безліч підходів до реалізації.

УДК 621.313

Загута В.І.¹, Дівчук Т.Є.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ FEMM ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПАРАМЕТРІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Розв'язання задачі моделювання електромагнітних процесів в силових трансформаторах потребує побудови реальної геометричної моделі активної частини, яка складається з обмоток та елементів конструкції кістяка, а також завдання струмових навантажень всіх обмоток відповідних фаз. Для візуалізації зони активної частини силового трансформатора в середовищі програмного засобу FEMM при дослідному короткому замиканні передбачена побудова геометричної моделі для плоскопаралельної (рис. 1а) та вісесиметричної (рис. 1б) задачі.

За результатами моделювання було отримано картини розподілу значення індукції магнітного поля для моделей з обома типовиконаннями обмоток, визначено що при дослідному короткому замиканні найбільша концентрація магнітного поля спостерігається в зонах обмоток силового трансформатора та характеризується зниженим значенням індукції магнітного поля.

Детальна побудова обмоток з зазначенням кожного витка дає змогу більш ніж на 17% поліпшити результати розрахунку параметрів короткого замикання силових трансформаторів з плоскими магнітними системами та виправдовує витрати часу для їх розрахунку.

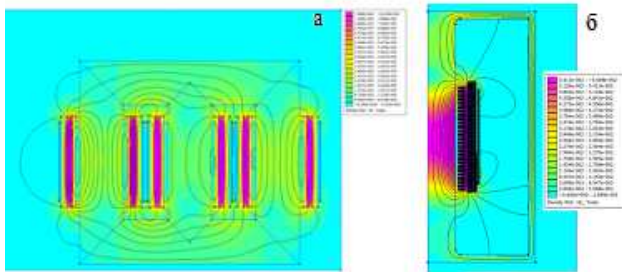


Рисунок 1 – Розподіл індукції магнітного поля в активній частині силового трансформатора типу ТМН-1600/20-У1 в режимі дослідного короткого замикання для плоскопаралельної задачі (а) та віссесиметричної задачі (б).

УДК 621.313

Довженко В.О.¹, Бібік А.О.², Шлянін О.О.³

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

³ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА СЕЙСМОСТІЙКОСТІ І ВІБРОСТІЙКОСТІ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Сейсмостійкість і вібростійкість визначають надійність виробу і стійкість його до механічних впливів - вібрацій, землетрусів.

Розрахунок на вібростійкість і сейсмостійкість проведений на дослідному зразку трансформатора ТС-63/0,66-У3, з урахуванням вимог ДСТУ ГОСТ 17516.1-90 для групи М13 при впливі землетрусів інтенсивністю ІХ балів по ДСТУ Б.В.1.1-28: 2010.

Завданням розрахунку є визначення найбільш напружених зон, а також величини максимального наведеної напруги і результуючого переміщення.

Найбільш повну картину напружено-деформованого стану дають:

а) Наведені напруги по Мізесу, де враховується весь тензор напружень, а отримана приведена величина напружень порівнюється з допускаються напругою.

Критерій Мізеса - це четверта теорія міцності.

$$\sigma_{\text{ідеа}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)}, (1)$$

б) Сумарні переміщення:

$$U_{\text{vib}} = \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2}, \quad (2)$$

де u_x , u_y , u_z – переміщення по напрямках загальної системи координат XYZ.

Розрахунок проводився методом кінцевих елементів з використанням програмного середовища ANSYS. Розрахункова схема (тривимірна модель) максимально наближена до реальної конструкції. Для моделювання обмоток трансформатора використовувався умовний матеріал, що забезпечує інерційні характеристики моделі. Модель закріплена в місцях кріплення болтів в опорних елементах. Згенерована сітка активної частини трансформатора представлена на рис. 1, а.

Після побудови геометричної моделі генерується сітка кінцевих елементів відповідно до розмірності моделі.

Результати розрахунку представляються графічно у вигляді ізоповерхонь на тривимірній моделі або у вигляді векторного уявлення з наведеною шкалою, в якій дається взаємне відповідність між кольором і цифровими даними.

Для визначення власних частот проводився модальний аналіз у діапазоні (0.5 ... 100) Гц. В результаті аналізу отримано спектр власних частот: 37,983; 47,184; 73,131; 81,957; 82,048; 82,1; 82,376; 82,516; 82,597; 82,599.

Форма коливань для частоти 37,983 у вигляді ізоповерхні і векторного уявлення показана на рис. 1,б.

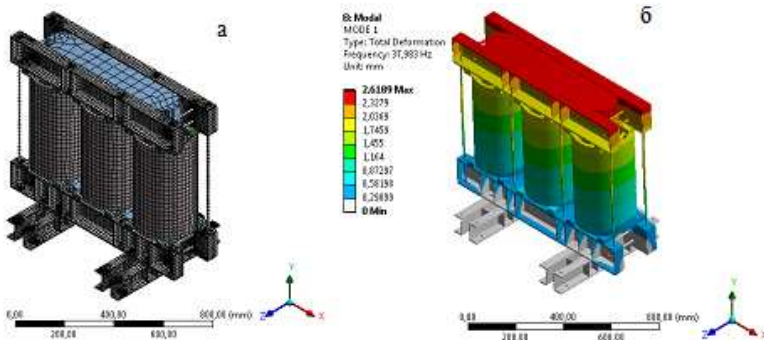


Рисунок 1 – Модель активної частини: а – модель активної частини; б – форма коливань для частоти 37,983 Гц.

Результати розрахунку на вібростійкість показали, що максимальна амплітуда переміщень активної частини досягла 1,146 мм, що менше допустимих 10 мм [1, табл. 3а], при цьому максимальні еквівалентні напруження в опорних елементах досягли 180 МПа. Таким чином, $\sigma_{\text{max}} < [\sigma]_s$.

Результати розрахунку на сейсмостійкість показали, що максимальне еквівалентне напруження в опорних елементах досягли 107 МПа, таким чином $\sigma_{\max} < [\sigma]_s$.

Результати розрахунків показали, що, трансформатор сейсмостійкий при впливі землетрусів інтенсивністю IX балів по ДСТУ Б.В.1.1-28: 2010 за установці над нульовою позначкою 70 м [2,3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования к механическим внешним воздействующим факторам.

2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів від пожеж. Шкала сейсмічної інтенсивності.

3. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст]/Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. К., Наукова думка, 1988.

УДК 621.313

Бартошик В.Л.¹, Вдовкіна С.О.¹, Солодовнікова Т.П.²

¹ студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ВИРШЕННЯ ЗАВДАННЯ СИНТЕЗУ КОЛЕКТОРНОЇ МАШИНИ НА БАЗІ РОЗРОБКИ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Використання кінцево-елементної моделі при пошуку оптимальної конструкції електричної машини дозволяє перевести задачу в розряд структурно-параметричного синтезу, що дозволяє шукати кращі варіанти конструкції методами параметричної оптимізації. В якості параметрів, що змінюються, при цьому можуть бути використані величини, які визначають геометрію розрахункової області при автоматичній генерації кінцево-елементної моделі.

Варіанти декомпозиції машини можуть дозволити досягнення максимальної гнучкості побудови розрахункової області при мінімальній кількості входних параметрів колекторної машини (КМ). Практично всі різноманіття пазів статора можна звести до комбінації чотирьох типових компонентів, кожен з яких реалізується трьома чотирма виконаннями. Крім того, додані нетипові технологічні виїмки і усічення здатні вплинути на синтез оптимального варіанта. Також, бібліотеку даних елементів легко розширювати в процесі подальшого розвитку системи проектування КМ. В результаті можна створити підсистему КМ, яка дозволить охопити практично повний спектр можливих типовиконань явнопольосних і неявнопольосних машин.

Принциповий підхід до вирішення поставленого оптимізаційної задачі вже був опрацьований. Практична значимість результату буде полягати в розробці готової версії програмного продукту, який може бути використаний без змін при вирішенні зазначеного класу оптимізаційних задач при проектуванні КМ. Новизна такої оптимізаційної моделі визначається саме гнучкістю параметричної КМ, що дозволяє вийти на завдання структурно параметричного синтезу КМ.

У чималому ступені вирішення завдання структурно-параметричного синтезу сприяє використання в оптимізаційній моделі генетичних алгоритмів замість методів нелінійного програмування, які використовували раніше, що також є елементом наукової новизни. Це може дозволити вирішення оптимізаційних задач з урахуванням дискретності і багатоекстремальної функції мети, від чого неможливо позбутися при структурно-параметричному синтезі.

Апробація оптимізаційної моделі на прикладі неявнополісної КМ показала можливість істотного поліпшення результату оптимізації у порівнянні з попередніми результатами, що є доказом більш високої ефективності розробленої оптимізаційної моделі.

УДК 621.313

Кравченко Ю.В.¹, Зелінський З.С.¹, Яримбаш Д.С.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З УРАХУВАННЯМ ПОВОРОТУ РОТОРА

Моделювання електромагнітних полів асинхронного двигуна проводилось в середовищі програмного засобу FEMM, як загальнодоступного та безкоштовного програмного засобу.

За результатами моделювання, було отримано розподіл ліній електромагнітного поля із забезпеченням імітації обертання ротора за допомогою його установки в кутові позиції з кроком 45°. Для кожного з заданого кута повороту ротора (0°, 45°, 90°, 135°, 180°) була отримана картина розподілу магнітного поля та розраховані значення електромагнітного моменту та вихідної потужності.

Аналіз картини поля в номінальному режимі при досліді неробочого ходу дозволив зробити висновки про локалізацію магнітного поля в магнітній системі, найбільшого значення індукція магнітного поля сягає в зубцях статора (1,465÷2,123 Тл) й ротора (1,38÷1,98 Тл) фази В, та у спинці статора (0,9÷1,7 Тл) фаз А та С.

На рисунку 1 наведені робочі характеристики, отримані за допомогою аналітичного розрахунку та схемно-польового моделювання.

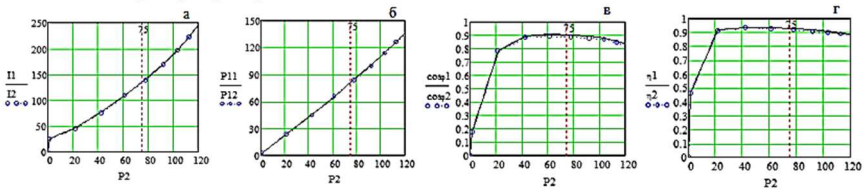


Рисунок 1 – Порівняльний аналіз робочих характеристик асинхронного двигуна 4A250S4Y3: а – струм статора; б – споживана електрична потужність; в – коефіцієнт потужності; г – ККД

Порівняльний аналіз кривих фазного струму показує, що в перехідних процесах похибка не перевищує 2,2%, а у сталому режимі - 0,35%. Аналіз кривих миттєвої споживаної потужності показує, що найбільші відхилення кривих спостерігаються при переході від початкового етапу пуску до сталого режиму й не перевищують 1,6%; 1,1% і 0,55% відповідно. Після переходу в усталений режим значення похибок не перевищують сотих часток відсотка. Таким чином, дослідження динаміки електромагнітних процесів при повороті ротора, дозволило істотно підвищити точність моделювання електромагнітних процесів трифазного асинхронного двигуна.

УДК 621.313

Войткевич Р.І.¹, Тиховод С.М.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПОЛІПШЕННЯ ЗБІЖНОСТІ ІТЕРАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ В КОЛАХ З КОТУШКАМИ ІНДУКТИВНОСТІ З СУЧАСНОЮ СТАЛЛЮ

Різка зміна режиму роботи силового трансформатора (наприклад, включення його під номінальну напругу) призводить до перехідного процесу в його електромагнітній системі. Перехідний процес може протікати так, що магнітопровід входить в повне насичення, а кидок струму може в десятки разів перевищити номінальне значення. Тому завдання оцінки перехідних процесів при різкій зміні режиму роботи силового трансформатора або котушки з феромагнітним сердечником є актуальною. В даний час таку оцінку широко проводять за допомогою моделювання електромагнітних процесів в схемах заміщення трансформатора і електричного кола, в яку він включений. Трансформатор

розглядається як електромагнітне коло, що містить пов'язані між собою гілки різної природи. За електричним гілкам протікає електричний струм, а по магнітним гілкам - магнітний потік. Електричні струми, що протікають по обмотках, створюють відповідно до закону повного струму магніторушійних сили, і це враховується введенням в коло джерел напруги, керованих струмом (інус). Магнітні потоки, що протікають по гілках магнітопроводу, відповідно до закону електромагнітної індукції створюють в обмотках додаткові напруги. Це враховується введенням в коло джерел напруги, керованих похідною магнітного потоку ($\text{INu } d\Phi/dt$). Для моделювання динамічних електромагнітних процесів в таких схемах заміщення розроблена спеціалізована програма COLO. Останнім часом в трансформаторобудуванні знаходить широке застосування холоднокатана текстурована електротехнічна сталь. Ця сталь в порівнянні з гарячекатаною сталлю має більше значення магнітної проникності і більшого значення магнітної індукції насичення. При цьому залежність $B(H)$ холоднокатаної текстурованої сталі має вигляд різко змінюється функції від нуля до магнітної індукції насичення. Це призводить до появи тенденції розбіжностей обчислювального процесу при моделюванні.

Поставлене завдання вирішене за допомогою програмного комплексу COLO, розробленого автором статті. Програма COLO призначена для розрахунку часових залежностей струмів, магнітних потоків, електричних і магнітних напруг в будь-яких елементах взаємопов'язаних електричних та магнітних нелінійних кіл.

Вебер-амперні характеристики нелінійних магнітопроводів задаються масивами опорних точок магнітних напруг і магнітних потоків. Тому визначення напруги по заданому струму в проміжних точках в процесі обчислень виконується з використанням сплайн - інтерполяції. Масиви опорних точок кривих намагнічування отримують експериментально, а експериментальні точки завжди мають деякий розкид. Цей розкид може бути причиною розходження ітераційного процесу, який виконується на кожному кроці інтегрування. У програмі COLO характеристики нелінійних елементів обробляються спеціальними сплайн-функціями, що викликаються з Spline Toolbox системи Matlab. У Spline Toolbox передбачена робота не з самими характеристиками, а з їх pp-формами (наборами коефіцієнтів сплайн-інтерполяції), що спрощує апроксимацію і прискорює обчислення. Отримати pp-форму в системі Matlab можна за допомогою оператора: $pp = \text{csapi}(MB, MH)$, де MB, MH - вектори опорних точок для B і H кривої намагнічування сталі. У Spline Toolbox є також можливість використання згладжування сплайна з заданим коефіцієнтом згладжування. Однак для різко змінюється функції використання згладжування сплайна призводить до неадекватного результату. Якщо згладжуваний сплайн застосувати до логарифму залежності $\ln(B)$, то отримана апроксимація виконується адекватно і при цьому згладжується розкид експериментальних точок

кривої намагнічування. Це призводить до поліпшення стійкості числового методу, що застосовується при моделюванні електромагнітного процесу.

УДК 621.313

Сотула О.Д.І.¹, Тиховод С.М.²

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІНОМІВ ЧЕБИШОВА

Для інженерів-електриків, яким важлива фізична суть математичних дій, представляється наочнішим, якщо математична операція супроводжується схемною моделлю. Розроблена заступна схема відповідає перехідному процесу так, що він повністю описується алгебраїчними рівняннями. Схемна модель дозволяє від електричного кола, в якому процеси характеризуються інтегро-диференціальними рівняннями, перейти до кола із зображеннями струмів, для яких справедливі закони Кірхгофа, що приводять до алгебраїчних рівнянь. Це відкриває можливість використання всього багатоманітного апарату теорії кіл для роботи із зображеннями струмів. Модифікація числового методу, що супроводжується створенням адекватної схемної моделі, є «дружною» для інженерів-електриків. Модифікація числового методу дозволила розробити систему моделювання перехідних процесів, яка дає можливість використовувати джерела напруги, керовані струмом, а також похідною струму.

Розглянемо одноконтурне коло, що містить резистивний (R), індуктивний (L) і ємнісний (C) елементи, включені послідовно. Хай до комутації конденсатор був заряджений до напруги $u_c(0)$. При підмиканні при $t=0$ джерела змінної ЕРС $e(t)$ у колі відбувається перехідний процес, який описується лінійним інтегро-диференціальним рівнянням з постійними коефіцієнтами:

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u_c(0) = e(t). \quad (1)$$

Розв'язок шукається в часовій області τ , що складається з N кроків (які можуть бути неоднаковими). Вузлові точки позначимо $t_0, t_1, t_2, \dots, t_{N-1}$.

Розв'язок для струму, як функцію часу, в інтервалі $[t_0, t_{N-1}]$ апроксимуємо поліномом Чебишова 1-го рода:

$$i(t) \approx p(t) = c_0 T_0(t) + c_1 T_1(t) + c_2 T_2(t) + \dots + c_{N-1} T_{N-1}(t). \quad (2)$$

Для апроксимуючого полінома (2) задамо умову, що в точках t_k ділення інтервалу зміни аргументу

$$i(t_k) = p(t_k) \quad (3)$$

для $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$.

При роботі з поліномами Чебишова в якості аргументу зручніше використати не час t , а змінну x , в інтервалі $[-1, 1]$.

Якщо умову (3) записати для кожної точки x_k , то отримаємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

[illegible]

Якщо врахувати, що $T_0(x) = 1$, то з першого рівняння системи (4) можна отримати:

$$c_0 = i_0 - [c_1 T_1(x_0) + c_2 T_2(x_0) + \cdots c_{N-1} T_{N-1}(x_0)] \quad (5)$$

Віднімаємо з всіх рівнянь системи (4) перше рівняння, з урахуванням (5) одержуємо систему у матричній формі:

$$V \cdot C = I - i_0, \quad (6)$$

де V - матриця в системі (6) для обчислення коефіцієнтів розкладу функції струму по поліномах Чебишова; $C = [c_1 \ c_2 \dots \ c_{N-1}]^T$ - вектор коефіцієнтів поліному (2) без коефіцієнта a_0 ; $I = [i(t_1) \ i(t_2) \dots \ i(t_{N-1})]^T$ - вектор значень струму в опорних точках $1, 2, \dots, N-1$.

Продиференціюємо вираз (2):

$$\frac{di}{dt} \approx c_1 T_1'(t) + c_2 T_2'(t) + \dots c_{N-1} T_{N-1}'(t) \dots (7)$$

Якщо в (7) підставити значення часу t для точок t_1, t_2, \dots, t_{N-1} , то отримаємо систему лінійних рівнянь, яка в матричній формі має вигляд:

$$\mathbf{I}' = \mathbf{D} \mathbf{C}, \quad (8)$$

де: $\Gamma' = [i'(t_1) \ i'(t_2) \dots \ i'(t_{N-1})]^T$ – вектор похідних струму для точок $k = 1, 2, \dots, N-1$.

Проінтегруємо вираз (2) від нульової до k -ї точки за зміни номера k від 1 до $N-1$. Отримаємо систему в матричній формі:

$$\mathbf{J} = \mathbf{S} \mathbf{C} + \Delta \cdot i_0, \quad (9)$$

де \mathbf{J} – вектор інтегралів для значень $k=1, 2, \dots, N-1$;

$$\Delta = [\delta_1 \quad \delta_2 \quad \dots \quad \delta_{N-1}]^T; \delta_m = x_m - x_0. \quad (10)$$

Розпишемо рівняння (1) з урахуванням апроксимації (2) для точок $k = 1, 2, \dots, N$. Отримаємо в матричній формі вираз:

$$L\mathbf{I}' + R\mathbf{I} + B\mathbf{J} + u_{C0} = \mathbf{e}, \quad (11)$$

де $B=1/C$; \mathbf{e} – вектор значень ЕРС джерела в точках поточного часового інтервалу; u_{C0} – значення напруги на конденсаторі на початку інтервалу.

Якщо підставити у вираз (11) матриці \mathbf{I} (6), \mathbf{I}' (8), \mathbf{J} (9), то отримаємо:

$$(\mathbf{LD} + \mathbf{RV} + \mathbf{BS})\mathbf{C} = \mathbf{e} - u_{C0} - R i_0 - B\Delta \cdot i_0 \dots (12)$$

Рівняння (12) можна інтерпретувати таким чином. Нехай у початковій вітці R - L - C протікає струм $i(t)$. Згідно з рівнянням (12) їй відповідає заступна вітка, в якій протікає зображення \mathbf{C} струму $i(t)$. При цьому в заступній схемі резистивний елемент має операторний опір RV і послідовно з ним назустріч струму включається джерело ЕРС $R \cdot i_0$. Індуктивний елемент має операторний опір LD , а ємнісний елемент – BS і послідовно з ним назустріч струму включається джерело ЕРС $B\Delta i_0 + u_{C0}$.

Доведено, що у вузлах заступної схеми для зображень \mathbf{C} справедливий закон струмів Кірхгофа.

Реальному струмові $i(t)$ відповідає векторне зображення \mathbf{C} в заступній схемі. Всі зображення струму \mathbf{C} в заступній схемі задовольняють законам Кірхгофа, якщо заступна схема складається за сформульованими правилами.

У результаті розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь, що складена за законами Кірхгофа, отримуємо вектори поліноміальних коефіцієнтів C_k для всіх віток. Знаючи для будь-якої вітки коефіцієнти поліному, значення i_0 у початковій точці t_0 і напругу на конденсаторі u_{C0} , можемо вирахувати значення струму і напруги на конденсаторі у всіх довільних точках будь-якого з $N-1$ відрізків в інтервалі часу $[t_0, t_{N-1}]$.

На великих інтервалах зміни $t \gg N\tau$ рівняння (12) розв'язувати методом циклічного повторення, збільшуючи кожного разу поточний час на τ .

Порівняння процесорного часу розрахунку модельної задачі запропонованим методом і методом Гіра показало, що запропонований метод має швидкість більше ніж в чотири рази вищу за багатокроковий метод Гіра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильев, Н.И. Применение полиномов Чебышева в численном анализе [Текст]/ Н.И. Васильев, Ю.А. Клоков, А.Я. Шкерстена. – Рига.: Зинатне. – 1984. – 240 с.

УДК 681.527.2

Подус О.Р.¹, Тиховод С.М.²

¹ студ. гр. Е-919м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ЗАМІЩЕННЯ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ГІРАТОРНО-КОНДЕНСАТОРНІ МОДЕЛІ

Моделювання є невід'ємною частиною розробки електромагнітних пристроїв, наприклад, трансформаторів.

В даний час моделювання перехідних процесів в електричних комплексах, пов'язаних з електромагнітними пристроями доцільно проводити методами теорії електричних і магнітних кіл, які взаємодіють між собою. Об'єднане магнітне і електричне коло складають так звану магнітоелектричну схему заміщення (МЕСЗ), яка моделюється як єдине коло.

Гіраторно-конденсаторний метод моделювання МЕСЗ з використанням поняття «магнітний струм» - це крок вперед в моделюванні МЕСЗ. Це дає підставу для модифікації математичної моделі, яка покладена в основу універсального програмного комплексу Colo, а також доопрацювання самого програмного комплексу.

Розглянемо замкнутий феромагнітний магнітопровід довжиною ℓ , на якому розташована котушка, яка містить N витків. Якщо підключити до котушки джерело змінної напруги $e(t)$, то по виткам котушки потече електричний струм $i(t)$. Відповідно до закону повного струму можна записати:

$$H \cdot \ell = N \cdot i \quad (1)$$

У роботах М.А. Шакірова запропоновано використовувати поняття магнітного струму зміщення $i^m = d\Phi / dt$ по аналогії з електричним струмом зміщення щільністю dD / dt . Подібно до електричного струму зміщення, що

протікає через ємнісний елемент, магнітний струм зміщення повинен протікати через магнітний ємнісний елемент C_m . Продиференціюємо вираз (1) за часом:

$$\frac{dH}{dB} \frac{dB}{dt} \ell = N \frac{di}{dt} \quad (2)$$

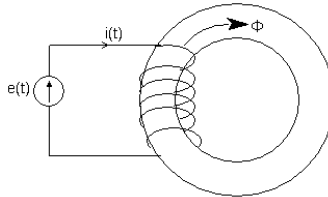


Рисунок 1 - Замкнутий феромагнітний магнітопровід, на якому розташована котушка

Перетворимо вираз (2), використовуючи позначення диференціальної магнітної проникності $\mu^d = dB/dH$:

$$\frac{\ell}{S\mu^d} \frac{d\Phi}{dt} = N \frac{di}{dt} \quad (3)$$

де S - площа поперечного перерізу магнітопроводу.

Згідно зі виразу (3) можна записати:

$$\Phi' = \frac{Ni'}{\frac{\ell}{S\mu^d}} = i^\mu \quad (4)$$

Виконаємо формальне перетворення виразу (4), вводячи диференціальну ємність:

$$i^\mu = \Phi' = C_m^d \frac{du_{cm}}{dt} \quad (5)$$

де C_m^d - диференціальна ємність так званого магнітного конденсатор

Згідно з (4,5)

$$Ni' = \Phi' / C_m^d \quad (6)$$

Тоді МДС и магнітна напруга:

$$Ni = \Phi / C_m^d. \quad (7)$$

Взаємний вплив електричного та магнітного кіл здійснюють за допомогою гіраторів. Гіратор вперше запропонований Теледженом. Гіратор є елементом кола, який має два порти (рис.2).

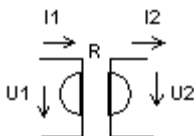


Рисунок 2 - Позначення гіратора на схемі

Струм і напруга на вході і виході гіратора зв'язані співвідношеннями:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= R \cdot I_2 \\ U_2 &= R \cdot I_1 \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

де R - коефіцієнт гірації.

Будемо інтерпретувати вираз (7) наступним чином. У схемі заміщення магнітної вітки є магнітний струм, рівний похідній магнітного потоку. У магнітну вітку включений магнітний конденсатор з диференціальною ємністю.

Вплив магнітної вітки на котушку, а також вплив котушки на магнітну вітку враховано включенням гіратора з коефіцієнтом гірації N (рис. 3).

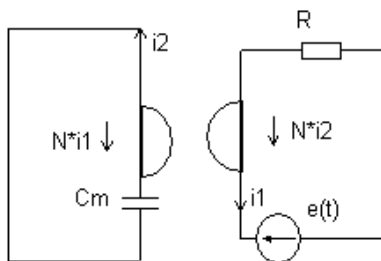


Рисунок 3 - Схема заміщення котушки (рис. 1).

МЕСЗ розглядається, як єдине коло, для якого складаються рівняння за законами Кірхгофа і виконується розрахунок числовими методами [1-3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Tellegen, B.D.H. The gyrator a new electric network element [Text]/B.D.H. Tellegen // Philips Res.Rep. –1948. –№ 3.-р. 81-101.
2. Тиховод, С. М. Моделювання перехідних електромагнітних процесів в трансформаторах на основі магнітоелектричних схем заміщення: Підручник [Текст]/ С.М. Тиховод. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 94 с.
3. Тиховод, С. М. Моделирование переходных процессов в электромагнитных устройствах на основе магнитоэлектрических схем замещения с магнитными конденсаторами [Текст] / С.М. Тиховод, И. Токмаков // Електротехніка та електроенергетика . – 2013. – № 1 . – С. 5-12. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/etee_2013_1_3.pdf.

УДК 621.313

Гуренко Б.В.¹, Кравченко М.Б.², Тиховод С.М.³

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ез-210м НУ «Запорізька політехніка»

³ д-р. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИКА І КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У КОЛАХ ЗМІННОГО СТРУМУ ДОВІЛЬНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

Для розрахунку електричних кіл покладені три основних закони: перший - закон струмів Кірхгофа (ЗСК), другий - закон напруг Кірхгофа (ЗНК) и закон зв'язку струмів и напруг елементів (характеристики вітки).

Ми будемо використовувати топологічні методи для автоматичного складання лінійних алгебраїчних рівнянь на основі законів Кірхгофа.

Топологія схем розглядає такі властивості складних схем, які пов'язані тільки з сполукою віток.

Природнім шляхом для опису інформації, є зображення спрямованостей графа G_d , що відповідає даній схемі N у відповідності з наступним правилом: Кожен елемент з двома виводами замінюється на лінійний сегмент, званий гілкою, що має стрілку в тому напрямку, в якому приймається позитивний напрямку Струму через Цю вітку.

Хоча спрямований граф G_d , повністю описується сполукою и опорних напрямку віток складної схеми, ця форма виразу незручно для запису в пам'яті ЕОМ. Для запису в цифровому виді найзручніше представлення у виді

матриць. Інформація, що міститься в напрямку графі Gd інформація може бути повністю представлена матрицею, званої матрицею інцидентцій.

Для спрямованостей графа Gd з n вузлами і b вітками матрицею інцидентцій є $n \times b$ матриця:

$$A_a = [a_{ij}] \quad (1)$$

де $a_{ij} = 1$, якщо вітка j належить вузлу i її стрілка спрямована від вузла i; $a_{ij} = -1$, якщо вітка j належить вузлу i і стрілка спрямована до вузла i; $a_{ij} = 0$, якщо вітка j не належить вузлу i.

Для того, щоб компактно описати рівняння ЗНК у вигляді єдиного матричного рівняння, необхідно ввести іншу матрицю, яка називається матрицею контурів (матрицею схеми), що відповідає спрямованому графу. Розглянемо спрямований граф Gd. Нехай в Gd буде nb контурів. Кожному контуру приписана одна з двох можливих орієнтацій, які охоплюють стрілками. Такі контури називаються орієнтованими. Дано наступне визначення.

Матриця контурів B_a . Для спрямованого графа Gd з b вітками і nb орієнтованими контурами матриця контурів буде $nb \times b$ матрицею:

$$B_a = [b_{ij}] \quad (2)$$

де $b_{ij} = 1$, якщо вітка j входить в контур i та їх напрям однаково; $b_{ij} = -1$, якщо вітка j входить в контур i та їх напрям протилежний; $b_{ij} = 0$, якщо вітка j не входить в контур i.

Закон струмів Кірхгофа формулюється так: алгебраїчна сума струмів, що входять (виходять) в будь-який вузол складної схеми, завжди дорівнює нулю. Більш загальна форма ЗСК говорить, що алгебраїчна сума всіх струмів через перетин завжди дорівнює нулю.

Друга форма ЗСК є більш загальною, тому що перетин може охоплювати всі вітки, що сходяться у вузлі, а може і не охоплювати.

Щоб висловити рівняння узагальненого ЗСК у вигляді єдиного матричного рівняння, введемо іншу матрицю, яка називається матрицею перетинів (стосовно поданого графу).

Матриця перетину D_a . Для спрямованого графа Gd з b вітками і nc орієнтованими перетинами ми визначаємо матрицю перетину як $nc \times b$ матрицю наступного виду:

$$D_a = [d_{ij}] \quad (3)$$

де $d_{ij} = 1$, якщо вітка j знаходиться в перетині i та їх напрям збігаються;
 $d_{ij} = -1$, якщо вітка j знаходиться в перетині i та їх напрям протилежні; $d_{ij} = 0$,
якщо вітка j не перебуває у перетині.

Тепер ми покажемо, як матриці A , B і D можуть бути отримані за допомогою ЕОМ. Це є суттєвим кроком у розвитку деяких орієнтованих на користувача програм машинного аналізу схем.

Отримання матриці A_a . Віткам графа схеми ми ставимо у відповідність послідовні числа, звані номерами віток (зазвичай починаються з 1). Подібно до цього вузлів графа схеми ставляться у відповідність номера вузлів, які також є послідовними числами, що починаються від 1. Якщо вітка k з'єднає вузли i та j із стрілкою, направленою до вузла, ми запишемо інформацію наступним кодом: (k, i, j) .

Кожен триплет чисел може бути введений в машину.

Розроблена математична модель призначена для реалізації в вигляді програмного комплексу Complex. Дані задаються у вигляді рядків текстового файлу. Спочатку за допомогою підпрограми DataCircuit виробляється введення рядків текстового файлу і перетворення в числовий масив.

Для отримання матриць B і D ЕОМ повинна спочатку здійснити вибір дерева. Дуже часто дерево T повинно бути вибрано з урахуванням деяких попередніх вимог до порядку розгляду різних типів схемних елементів, що входять в дерево.

Таким чином, маючи матрицю інцидентій і дерево ланцюга, можна отримати матриці перетинів і контурів, що досить для побудови повної системи рівнянь, складених за законами струмів і напруг Кірхгофа.

На підставі викладеного розроблений програмний комплекс, що складається з головної програми Complex і підпрограми DataCircuit.

Таблиця вихідних даних набирається в редакторі «Блокнот» і поміщається в папку з основною програмою і підпрограмою.

Після пуску видаються значення матриці інцидентій і вектор значень всіх струмів.

Викладена методика, реалізована у вигляді програми, відрізняється тим, що розрахунок струмів виконується без розрахунку напруги, що дає економію комп'ютерної пам'яті. Це актуально для схем, що містять велику кількість елементів, що характерно для практичних виробів.

Дана програма поширюється вільно, може працювати в безкоштовній середовищі GNU Octave і доступна всім студентам України.

УДК 621.3.048.1

Aleksandr Sakhno¹, Liudmyla Skrupskaya², Serhii Domoroshchin³

¹ PhD, assistant professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² senior lecturer National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

³ PhD student National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR RESIDUAL LIFE OF CURRENT TRANSFORMERS PREDICTION

The demands of conserve resources and to decrease operating costs that are trending around the world in power electric energy branch causes increasing of usage of “aged” (according to calendar operation life) high voltage (HV) electric equipment. Operating of “aged” equipment demands the forecast of its residual life, that is why the problem discussed in this report is very actual. One of the most important element of all HV switchgears is a current transformer (CT). The analysis described in this report was based on the example of real case of failure (partial short circuiting of the main insulation) of the CT 330kV with OIP insulation and non-tight (open-breath) construction. This failure was diagnosed by Safe-TTM online monitoring system and due to professional actions of the personnel of the power company the CT was taken out of operation, without an accident in the power system.

Research results. Two prediction models were applied to this case. According to the first model, the resulting probability of non-failure operation was calculated by the diagnostic parameters – dielectric losses dissipation factor ($\text{tg}\delta_1$), change of $\text{tg}\delta_1$ value during operation life ($\Delta\text{tg}\delta_1$), velocity of change $\text{tg}\delta_1$ ($\nu_{\text{tg}\delta_1}$), calculated insulation moisture content (α) and base-function of non-failure operation ($S_0(t)$) (calculated according time of operation life for such type of CT):

$$S(t, (\text{tg}\delta_1, \Delta\text{tg}\delta_1, \nu_{\text{tg}\delta_1}, \alpha)) = S_0(t)^{\exp(b_1 \cdot \text{tg}\delta_1 + b_2 \cdot \Delta\text{tg}\delta_1 + b_3 \cdot \nu_{\text{tg}\delta_1} + b_4 \cdot \alpha)} \quad (1)$$

where b_1, b_2, b_3, b_4 – weights factors (quantitative assessment of the influence of diagnostic parameters).

Calculated probability of non-failure operation (0,4059) and residual life prediction were confirmed by the real case, predicted residual life of this CT in 2011 was between 0 and 6,5 years, which was confirmed by the failure, which occurred at the end of 2017 (6 years later after forecast was made).

According to the second model – using the fuzzy model according to the methods, the probability of failure (PF) and probability of non-failure operation were calculated according to the values of diagnostic parameters of the technical state (TS) (R_{isol} – insulation resistance, $\text{tg}\delta_1$ – insulation dissipation factor, C_X – capacitance,

Δt , °C – thermography data) at the two periods of operation – at the beginning of the forecast period and at the end (failure after 6,5 years).

The probabilities of failure were calculated according (2–7):

$$p(H_1) = \frac{F(t_2) - F(t_1)}{1 - F(t_1)} ; \quad (2)$$

$$p(H_2) = 1 - p(H_1) ; \quad (3)$$

$$P = R \circ S ; \quad (4)$$

where \circ – mean max/min composition; S – technical state of the CT at the moment of calculation; R – matrix of cause – effect relationship.

$$y_{0P(Q)} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{P(Q)_j} \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n P_{P(Q)_j}} . \quad (5)$$

$$p(B/H_1) = y_{0P} ; \quad (6)$$

$$p(B/H_2) = y_{0Q} . \quad (7)$$

Summary and conclusions. Two models of residual life prediction based on example of current transformer were analyzed. Both model used values of diagnostic parameters reflecting technical condition of CT. The first method gave a more accurate forecast over a longer interval (6,5 years), while the disadvantage of this method is the too wide range of predicted failure time (uncertainty about the occurrence of the event). The second model showed a tendency of an increasing in the probability of failure over the interval (7 years).

At the same time, the second model gave a high forecast accuracy over a short interval (1 year) and well reflected trends in the probability of an event. In operation, it is recommended to carry out calculations using both methods using automated online monitoring systems to predict the period of possible equipment failure, which will make it possible to schedule repairs and replacements of equipment, to avoid accidents, as well as to optimized distribution of financial assets of energy companies.

UDC 621.316.71

Mykhailo Kotsur¹, Kostiantyn Saleychuk²

¹ PhD, assistant professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² student of group E-410m National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

OPTIMIZATION OF DESIGN OF THE ROTOR OF AN INDUCTION MOTOR

The use of the field method of calculating the electromagnetic parameters of an induction motor will reduce the error in determining the energy performance at the design stage of the induction motor and allows to do without traditional research methods based on alternate circuits.

In this regard, the peculiarities of the calculation of electromagnetic parameters of induction motors were considered. The analysis and choice of mathematical methods for researches and optimization of geometrical dimensions of a rotor of induction motors is carried out.

The general characteristic of the software for field calculation of induction motors is executed. An electromagnetic field model of an induction motor has been developed, which takes into account the geometric features of the design of the active part of the stator and rotor core, as well as the spatial location of the stator winding and squirrel-cage rotor winding.

An approach to the construction of a spatial mathematical model of electromagnetic field distribution in the design of the active part of an induction motor with a squirrel-cage rotor is developed, which allows to determine the optimal dimensions of the core and squirrel-cage rotor winding to improve the energy performance of an induction motor.

As a result of improving the design of the core and squirrel-cage of the rotor of an induction motor, an increase in net power by 0.91% and efficiency by 1.03%, while the total losses remain approximately unchanged.

UDC 621.316.71

Mykhailo Kotsur¹, Volodymyr Ozirs'kyi²

¹ PhD, assistant professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² student of group E-410ma National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

STRUCTURE OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF INDUCTION MOTOR

The electrical industry plays an important role in solving the problems of electrification, technical re-equipment of all sectors of the economy, mechanization, automation and intensification of production processes. The installed electric capacity 90

of some enterprises reaches 3 million kW, and the number of electric machines on them – 100 thousand. Every 10 years, the world's production and consumption of electricity is about doubled. The main consumers of electricity are induction motors. Application of the field method of the analysis allows to carry out the specified researches of parameters, characteristics and operating modes of induction motor taking into account such features of their design and operating modes which are not subject to the reliable analysis by traditional classical methods. Especially relevant is the use of field methods for hypertension, which operate in difficult conditions. Thus, the development of adequate field mathematical models and improvement of the design of the induction motor, based on the results of research conducted on the basis of such models is an urgent scientific and technical problem of electromechanics, which needs further solution.

As a result of the study, the mechanical characteristics of induction motor were calculated by means of field simulating and by the classical method. It is determined that the value of the maximum torque of the electric motor, calculated by the field method, is less than 15% of the maximum torque calculated by the classical method. Such errors of the classical method are caused first of all by disregard of nonlinear properties of induction motor and therefore it does not allow to receive at a design stage reliable results of calculation. As a result of research it is proved that calculation of the starting torque of induction motor by a traditional method can lead to overestimation of value of the real torque by more than 15%. Therefore, the induction motor operating in real conditions should have a load 15-20% below its nominal value.

УДК 621.316.71

Коцур М.І.¹, Андрієнко Д.С.², Жабицький Р.С.³

¹ доц., канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. лаб. НУ "Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-810м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОНИЗУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДВОДВИГУННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Основна маса кранів, що знаходяться в експлуатації, мають електроприводи з релейно-контактним управлінням, які мають ряд загальновідомих недоліків: низький коефіцієнт потужності, відсутність можливості реалізації плавності ходу крана. Останній призводить до істотного зносу складових частин механізмів пересування, що обумовлено появою кривизни колісних пар і рейок крана. Наслідком цього є поява незадовільних характеристик для узгодженого обертання асинхронних двигунів з фазним ротором (АД). Сучасна тенденція

усунення зазначених недоліків пов'язана із застосуванням частотного регульованого електроприводу. Однак таке рішення призводить до суттєвого ускладнення, а також подорожчання електроприводу.

Тому для проведення дослідження синхронізуючих властивостей двох АД в середовищі MatLAB за допомогою структурних засобів Simulink розроблено імітаційну модель відомої системи дводвигунного електроприводу. В якості об'єкта дослідження використовуються два АД потужністю 3,5кВт. Для дослідження синхронізуючих властивостей системи, неузгодженість зусиль опору двох плечей крана в моделі представлено у вигляді динамічних моментів опору, що змінюються за синусоїдальним законом, в протифазі одного двигуна щодо другого для отримання максимального розкиду моменту.

Результати дослідження показують, що використання даного способу узгодження обертання двох АД забезпечує зниження неузгодженості роторів АД. Найбільше зниження неузгодженості спостерігається при збільшенні співвідношення махових мас АД і механізму, а також при збільшенні частоти впливаючих моментів. Зниження неузгодженості в порівнянні з прямим пуском має місце більш ніж в 2, 4 рази. При зміні частоти збурюючих моментів в межах $f = 3 \div 144$ Гц величина неузгодженості зменшується в 20 разів. Незначна неузгодженість швидкостей для прямого пуску АД і з обмеженням по заданому пусковому струму спостерігається тільки при значно більших значеннях частоти збурюючих моментів, понад 100 Гц в діапазоні моментів інерції АД $J=6 \div 10$ в.о.

УДК 621.316.71

Mykhailo Kotsur¹, Yana Zhabina², Evhen Tereshchuk³

¹ PhD, assistant professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² student of group Ez-410m National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

³ student of group E-410m National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

STUDY OF THE THERMAL STATE OF AN INDUCTION MOTOR

Currently, due to the widespread use of PCs, the use of temperature field method of thermal assessment has become possible both at the research stage and at the design stage of the induction motor. This allows to do without traditional methods of calculation and method of thermal scheme of replacement of thermal state of induction motor, and to pass from temperature resistances, as parameters of the thermal scheme of substitution, to geometrical conductivity of the given scheme.

Thus, the development of an adequate electro-thermal field mathematical model to obtain more accurate results of the calculation of the thermal state of induction motor is an urgent scientific and technical task.

As a result of the research the peculiarities of simulating of thermal processes in the cross section of an induction motor are considered. A mathematical electro-thermal field model has been developed, which allows to take into account the peculiarities of interconnected electromagnetic and thermal processes in structural elements of an induction motor with a squirrel-cage rotor, nonlinear properties of materials, change of states of thermal conductivity coefficients of each units of the induction motor depending on change of its temperature.

The results of field electro-thermal calculation were compared with empirical calculations for estimating the temperatures of the main and main components of the induction motor according to the methods of O.D Goldberg and I.P. Kopylova. The relative error in relation to the results of field calculation, according to the method of O.D Goldberg is 20.2%, according to the method of I.P Kopylova - 15.6%.

Thus, given the fact that the field electro-thermal model has a very accurate calculation, is a very important result and can be used at the design stage of induction motor, as an alternative way to assess the thermal state of induction motor.

УДК 621.316.71

Коцур М.І.¹, Андрієнко Д.С.², Новічков Д.А.³

¹ доц., канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. лаб. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-810м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ ГАЛЬМУВАННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З ФАЗНИМ РОТОРОМ

Швидкий розвиток безконтактних систем регулювання асинхронного двигуна з фазним ротором (АД) призвело до зниження капітальних витрат на продукцію і підвищення енергоефективності виробничих механізмів. Однак, існують такі виробничі цикли, для яких необхідне виконання миттєвих або аварійних гальмувань АД. В даному випадку, для усіх систем асинхронно-вентильного каскаду (АВК) і імпульсного регулювання (ІР), виконання таких операцій призводить до суттєвого підвищення споживання електроенергії, а іноді, і до швидкому виходу з ладу електроприводу. Порівняльний аналіз показав, що найбільш енергоефективною є модифікована система ІР. Тому саме цій системі регулювання варто приділити увагу при її синтезі з контакторною схемою, що реалізує режим гальмування противмиканням, так як вона дозволить підвищити енергоефективність всього електроприводу в момент гальмування за рахунок рекуперації енергії ковзання ротора в мережу.

Для проведення дослідження реалізації режиму гальмування противмиканням АД з модифікованою системою ІР в середовищі MatLAB, за

допомогою структурних засобів Simulink розроблено імітаційну модель електромагнітних процесів асинхронного приводу. Електромагнітна модель АД представлена у вигляді відомих диференціальних рівнянь з загальноприйнятими припущеннями. Блок кола випрямленого струму ротора представлений у вигляді системи диференціальних рівнянь в залежності від стану силового ключа (IGBT транзистора).

За результатами дослідження визначено величину додаткового опору в колі випрямленого струму ротора, що забезпечує узгодження е.р.с. ротора АДФР і е.р.с. інвертора. При цьому забезпечується обмеження наростання струму статора в 3 рази, струму ротора - в 3,5 рази і електромагнітного моменту – в 2 рази. Це дозволить знизити ударну складову електромагнітного моменту в період реверсу, а також виключити розсіювання енергії ковзання ротора в обмотках статора і ротора АД.

УДК 621.316.1

Філіпович М.Д.

студ. гр. Е-410м НУ «Запорізька політехніка»

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМІРКИ КЗО НА НОМІНАЛЬНУ НАПРУГУ 10 кВ, НОМІНАЛЬНИЙ СТРУМ 630 А

При номінальних напругах (6-35) кВ маса та габарити апаратів, які використовують для розподілу електроенергії між споживачами, відносно малі. Це дозволяє виготовляти розподільні пристрої, що збираються з окремих комірок, які з'єднуються між собою у визначеній електричною схемою послідовності [1-3]. Такі розподільні пристрої мають назву комплектні розподільні пристрої (КРП).

Спрощеною модифікацією КРП є камери збірні однобічного обслуговування (КЗО), які виготовляються на номінальну напругу 10 кВ змінного трифазного струму з частотою 50Гц. Зростаючі вимоги до КЗО ставлять завдання розробки вдосконалених конструкцій, що відповідають вищому світовому технічному рівню і характеризуються технологічністю і прогресивністю рішень. Головним елементом комірки КЗО є вимикач. Найбільш важким режимом роботи вимикача є відключення і включення (режимі АПВ) струмів короткого замикання (КЗ).

На підставі проведеного огляду існуючих конструкцій комірок КЗО, комплектуючим елементом планується застосувати вакуумний вимикач, який має високу надійність і мінімальний знос при експлуатації. Невелика кількість рухомих елементів у вакуумній дугогасній камері (ВДК) обумовлює високу надійність роботи вимикача. Внаслідок герметичного виконання ВДК,

забезпечується повна пожежо- і вибухонебезпечність, а також можливість роботи в агресивних середовищах. Надійність КЗО з вакуумним вимикачем вище, ніж у інших КЗО за рахунок відсутності вихлопу гарячих газів при спрацьовуванні вимикача. Струмопровідний контур (СПК) розробляємої камери КЗО являє собою складну систему, яка складається з частин, різних за конфігурацією і функціональному призначенню.

Основним завданням проектування СПК є вибір конструктивних форм, розмірів і поперечного перерізу окремих елементів з урахуванням особливостей роботи, доцільності зменшення втрат, забезпечення необхідного тепловідведення і необхідної механічної міцності. Вибір елементів поперечного перерізу СПК здійснюється виходячи з оптимальної щільності струму, необхідних технічних характеристик і функціональних особливостей. Методика розрахунку приводиться у [4–6]. Вибір трансформатора струму полягає у виборі його типу. Тип трансформатора струму визначається номінальною напругою установки, розрахунковим робочим струмом приєднання, вимогами щодо точності вимірювання і родом установки. Використовуваний в конструкції трансформатор струму типу ТОЛ – 10 має підвищену стійкість до дії струмів короткого замикання і узгоджується з технічними характеристиками головних ланцюгів розподільного пристрою. В якості пристрою захисту та автоматики обрано спеціально розроблений за вимогами застосування на великих промислових об'єктах, пристрій МРЗС-05М, який забезпечує надійний захист розподільних мереж і електричних машин. МРЗС забезпечує самодіагностику з виявленням несправності з точністю до сумного блоку.

За рахунок використання блоку релейного захисту та автоматики типу МРЗС-05М збільшена її надійність в процесі експлуатації за період 20 років. За рахунок використання вакуумного вимикача типу ВВ / TEL нового покоління зменшена кількість поточних ремонтів у 2 рази, що дає зменшення експлуатаційних витрат на поточні ремонти. Проведено розрахунок і вибір основних ізоляційних проміжків в комірці КЗО з урахуванням особливостей експлуатації. встановлені коефіцієнти навантаження для параметрів, що контролюються для подальшого удосконалення комірці КЗО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения [Текст] / Под ред. В. В.Афанасьева. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 544 с.
2. Чунихин А. А., Жаворонков М. А. Аппараты высокого напряжения [Текст] / А. А. Чунихин, М. А. Жаворонков. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 432 с.
3. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть станций и подстанций: Справочник [Текст] / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 608 с.

4. Сахаров В.П. Проектирование электрических аппаратов [Текст] / В.П. Сахаров. – Л.: Энергия, 1979. – 356с.

5. Александров Г.Н., Борисов В.В. Проектирование электрических аппаратов [Текст] / Г.Н. Александров, В.В. Борисов. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 453 с.

6. Расчет и конструирование электрических аппаратов высокого напряжения [Текст] / В.В. Панченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 248с.

УДК 621.314.212

Дряпак О. А.

студ. гр. Е-410м НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ КАСКАДНОГО МАСЛОНАПОВНЕНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НАПРУГИ НКФ-126

Швидкий розвиток енергетики та збільшення споживання електроенергії викликають зростання одиничних потужностей електричних станцій. Зростання потужності електроустановок і напруг призводить до зростання ролі трансформаторів напруги як вимірювального, так і захисного апарату. Крім того, підвищуються вимоги і до точності вимірювань, особливо в разі застосування трансформатора напруги для обліку електроенергії, що відпускається [1, 2]. Головним завданням є удосконалення конструкції трансформатора напруги з метою зниження його матеріаломісткості та підвищення точності вимірювань. Це планується здійснити шляхом розрахунку та дослідження показників надійності тому що одним з найбільш простих та економічно доцільних способів задоволення високим вимогам до точності є заміна існуючих трансформаторів напруги на нові з більш високою точністю вимірювань, тому зростає попит на оптовому та роздрібному світовому ринку.

Трансформатори напруги крім вимірювання напруги також застосовуються для живлення кіл автоматики, сигналізації та релейного захисту ліній електропередач від замикання на землю та здійснюють ізоляцію вимірювальних приладів і захисних реле, до яких мають доступ обслуговуючий персонал від ланцюгів високої напруги. Трансформатор заповнюється трансформаторним маслом, яке служить для ізоляції обмоток від заземлених частин та для запобігання попадання вологи до обмоток [1, 2]. Перетин стрижня має ступінчасту форму, для кращого заповнення площі кола геометричною фігурою, на що вказує відповідний коефіцієнт. Ярма не мають обмоток і тому виконуються прямокутними або з малою кількістю ступенів. Магнітопровід було обрано на два стрижня та два ярма. Зроблені аналізи показали, що надійність

проектованого трансформатора напруги істотно залежить не тільки від його структури, а й від кліматичних умов його експлуатації.

На підставі огляду існуючих конструкцій був обраний за аналог трансформатор каскадної конструкції з масляною ізоляцією. У розробленому трансформаторі застосовується ступінчаста ізоляція з екрануванням і захист країв кільцевими електродами складного профілю, які здійснюють більш рівномірний розподіл електричного поля. Це зроблено задля забезпечення ізоляції між частинами, що перебувають під напругою та заземленими частинами, а також між струмоведучими частинами сусідніх полюсів, що знаходяться під напругою [2, 3]. Технічні рішення призвели до того, що проєктований трансформатор має меншу масу обмотувального дроту. В ході подальшої роботи здійснено розрахунок та детальне дослідження показників надійності трансформатора задля меншої відмови трансформатора. На основі матеріалів, що будуть отримані, планується створити більш надійний каскадний маслонаповнений трансформатор напруги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дымков А. М. Трансформаторы напряжения [Текст] / А. М. Дымков, В. М. Кибель. – М.: Энергия, 1975. – 210 с.
2. Афанасьев В.В. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения [Текст] / Под ред. В. В. Афанасьева. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 544 с.
3. Дмитриевский В.С. Расчет и конструирование электрической изоляции [Текст] : Учебное пособие для вузов по специальности "Электроизоляционная и кабельная техника" / В.С. Дмитриевский. – М. : Энергоиздат, 1981. – 392с.

УДК 621.314

Фурса С.В.

студ. гр. Е-410м НУ "Запорізька політехніка"

НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУМОВЕДУЧОГО КОНТУРУ ТА СТРУМИ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ НА ЗБІРНИХ ШИНАХ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Струмоведучий контур розподільного пристрою являє собою складну та досить розгалужену конструкцію. Його частини включають в себе елементи, різні за конфігурацією, розмірами і конструкцією. Характерними його представниками є затискачі контактних виводів, дроти, гнучкі і жорсткі шини, контактні елементи, роз'єми та ін.

В ході роботи була виконана оцінка електродинамічної і термічної стійкості елементів струмоведучого контуру і ізоляційної конструкції шляхом аналітичного розрахунку з урахуванням реальних умов експлуатації з послідовним уточненням на підставі експериментальних даних.

Особливо небезпечні короткі замикання на збірних шинах розподільних пристроїв, які часто відбуваються через забруднення ізоляції, або її пробою, а також внаслідок порушення роботи релейного захисту та комутаційної апаратури. В результаті цього на підстанціях можливі вибухи і пожежі, які призводять до тяжких наслідків і тривалих перерв у електропостачанні.

Під час коротких замикань неприпустиме перевищення температури може призвести до пошкодження провідників і ізоляції, а виникаючі електродинамічні зусилля можуть зруйнувати елементи електрообладнання. Крім того, зниження напруги в мережі при короткому замиканні викликає зменшення крутного моменту електродвигунів споживачів, їх гальмування і навіть повну зупинку, а так само порушення роботи окремих ділянок мереж, що веде до відключення споживачів. При виникненні електричного пробою або перенапруги електричної мережі у ізоляції шинного моста приводить до короткого замикання. Тому, завданням розрахунку на даному етапі є оцінка максимально можливого навантаження шинного моста розподільного пристрою власних потреб з урахуванням реальних умов експлуатації.

Для визначення коефіцієнта тепловіддачі необхідно проаналізувати складні процеси одночасного впливу трьох видів теплообміну: конвекції, випромінювання і теплопровідності. З метою спрощення, цей процес зручно розглядати як окрему дію вищезгаданих видів, а потім скласти отримані параметри. Оскільки температура нагріву шин приблизно однакова, то при розрахунку результуючого коефіцієнта тепловіддачі приймається допущення, що відведення тепла з поверхні шини відбувається одночасно конвекцією і випромінюванням.

Перевірка шин на термічну стійкість полягає у визначенні температури нагріву шин струмами короткого замикання і порівнянні з допустимою температурою. В ході подальшої роботи здійснено розрахунок навантажувальних коефіцієнтів який дозволяє забезпечити високу ступінь експлуатаційної надійності електротехнічного обладнання розподільного пристрою власних потреб і дає можливість подальшого підвищення здатності навантаження елементів струмоведучого контуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фельдман М.Л., Черновец А.К. Особенности электрической части атомных электростанций [Текст] / М.Л. Фельдман, А.К. Черновец. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 357 с.

2. Усов С.В., Михалев Б.Н., Черновец А.К. и др. Электрическая часть электростанций [Текст] / Под ред. С.В. Усова. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 616 с.

3. Выбор электрических аппаратов для промышленных установок. Колл. авторов [Текст] / Под ред. А.А. Чунихина и Ю.С. Коробкова. М.: Изд-во МЭИ, 1990.–156 с.

4. Баумштейн И.А., Бажанов С.А. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения [Текст] / И.А. Баумштейн, С.А. Бажанов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 768 с.

УДК 539

Сарана С.О.¹, Федотов П.І.²

¹ студ. гр. ЕЗ-410м НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-410ма НУ "Запорізька політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕННЯ ДВИГУНА (JHX180MLC8) НА 12-ТИ ПУЛЬСНУ СХЕМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Мета роботи: дослідження впливу електродвигуна на 12-ти пульсну схему перетворення електроприводу, що можуть використовуватися у повздовжньо-стругальних верстатах.

В досліді була прийнята схема випрямлення, що побудована у програмному середовищі MATLAB. Показано та описано графік залежності струму і напруги випрямляча, а також якості двигуна під час перехідного процесу.

Обраним двигуном став двигун марки JHX компанії ABB.

Характеристики двигуна JHX200MLC8:

номінальна напруга обмотки якоря – 415 U_{як}, В;

номінальна напруга обмотки збудження – 415 U_з, В;

номінальна потужність – 15 P_н, кВт;

кількість полюсів – 8;

номінальна швидкість обертання – 74,8 рад/с;

опір обмотки збудження – 15,96 R_з, Ом;

опір обмотки якоря – 28,4 R_я, Ом.

Для проведення дослідження була створена методика, яка включає в себе побудову системи «двигун постійного струму – перетворювач» для досліджуваного двигуна і схеми перетворення в пакеті SIMULINK програмного середовища MATLAB; отримання графіка роботи двигуна на початку прикладення навантаження, через котре обертається двигун з найбільш рівномірною роботою, так як це впливає на безаварійність системи. У результаті експерименту була отримана діаграма струму:

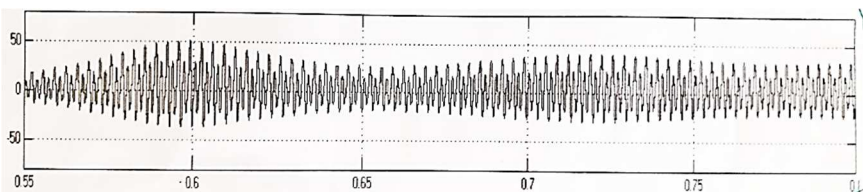


Рисунок 1 – 12-ти пульсна схема струму у перетворювачі з двигуном постійного струму з 8-ма полюсами

У результаті дослідів на отриманому графіку видно, що:

В 12-ти пульсній схемі відбувається поступове наростання струму до пікового значення, що не перевищує 50 А, після чого йдуть періодичні зменшення-зростання амплітуди струму.

12-ти пульсна схема має плавне наростання струму до усталеного амплітудного значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие [Текст] / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 240 с.
2. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. [Текст] / Под общ. ред. И. П. Коплова и Б. К. Клокова. Т. 1. – М.: Электроатомиздат, 1988. – 256 с.
3. Терехин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1.): учебное пособие [Текст] / В. Б. Терёхин. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 292 с.

УДК 621.316.3

Соловйов В. М.

студ. гр. Е-410м НУ "Запорізька політехніка"

ІЗОЛЯЦІЙНА КОНСТРУКЦІЯ У ВІДКРИТОМУ РОЗПОДІЛЬНОМУ ПРИБОРІ НАПРУГОЮ 750 КВ ЗАЕС

Структурні перетворення в економіці України, в розвитку її енергетики, передбачають не тільки її стабілізацію, а й істотний подальший розвиток, в першу чергу за рахунок виробництва нових матеріалів, комплектуючих виробів, високопродуктивних електроустановок для забезпечення випуску більш конкурентоспроможної продукції. У зв'язку з тим, що АЕС мають свою специфіку, найважливішою проблемою при проектуванні і експлуатації є забезпечення безпеки, тобто недопущення можливості викидів в навколишнє

середовище радіоактивних речовин. Можливість викидів визначається не тільки надійністю енергетичного обладнання, а й надійністю системи електроживлення. У зв'язку з цим схеми і конструкції розподільчих пристроїв повинні відповідати найвищим вимогам надійності і безперебійності електропостачання. Таким чином, роль та призначення розподільних пристроїв на атомних електростанціях можна сформулювати наступним чином[1, 2]: схеми і конструкції розподільчих пристроїв повинні забезпечувати стійку роботу АЕС, стабільну видачу потужності в енергосистему та незалежність електропостачання АЕС від пошкоджень у зовнішній мережі.

Головним завданням є дослідження впливу ступеня розгалуженості екранів на розподіл напруги і напруженості поля уздовж опорної ізоляційної конструкції, а також на експлуатаційну надійність ВРП. Це планується здійснити шляхом проведенням комплексу досліджень розподілу напруженості поля в залежності від ступеня розгалуженості системи екранування опорних ізоляційних конструкцій, а також удосконаленням схеми та конструкції розподільного пристрою з урахуванням більш високих вимог надійності електропостачання. Це потрібно для підвищення надійності та безпеки АЕС, що крім того зробить її більш конкурентоспроможною з виробу електроенергії.

Спочатку виконано ряд досліджень впливу структури системи екранування на розподіл напруги і напруженості електричного поля уздовж опорних ізоляційних конструкцій. Розроблено математичний апарат та отримані вихідні дані для подальшої оцінки експлуатаційної надійності ізоляції. На підставі запропонованої методики підготовлені рекомендації щодо підвищення ефективності застосовуваних на підстанції методів вирівнювання електричних полів.

В ході подальшої роботи проведено ряд технічних рішень, пов'язаних із заміною морально застарілого обладнання, вчасності розрядників, на більш ефективні в експлуатації обмежувачі перенапруг. Для цього проведено комплекс необхідних розрахунків, пов'язаних з адаптацією обраного обладнання до реальних умов експлуатації, а саме виконано розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках мережі з урахуванням її особливостей та запропоновано заходи щодо їх обмеження та розрахунок основних ізоляційних проміжків з урахуванням впливу характерних природних факторів. Розроблена методика оцінки надійності блоку генератор-трансформатор для подальшої оцінки ефективності заходів, пов'язаних з окремими етапами модернізації відкритого розподільного пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гук Ю. Б. Устройство, проектирование и эксплуатация схем электроснабжения собственных нужд АЭС [Текст] / Ю. Б. Гук, В. М. Кобжув, А.К. Черновец. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 296с.

2. Фельдман М. Л. Особенности электрической части атомных электростанций [Текст] / М. Л. Фельдман, А. К. Черновец. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 357 с.

УДК 621.314

Афанасьев О.І.,¹ Ивахненко І.В.², Фурса С.В.², Соловйов В.М.², Ворониця І.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-410м НУ "Запорізька політехніка"

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ ДЛЯ ІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА КЛАСИ НАПРУГИ 330-750 КВ

Ізоляційні конструкції, як опорного, так і підвісного типів, що використовуються в розподільних пристроях на класи напруг 330-750 кВ у більшості випадків суттєво впливають на експлуатаційну надійність електричних мереж та підстанцій. Електрична міцність таких конструкцій визначається структурою електричного поля, сформованого на високовольному і заземленим кінцях високовольної конструкції, яке є різко неоднорідним. В умовах різко неоднорідного електричного поля окремі ділянки ізоляційної конструкції несуть підвищене електричне навантаження. Такі умови приводять до того, що на цих ділянках буде виникати підвищена напруженість поля, що сприяє підвищенню швидкості старіння і подальшої руйнації матеріалів перевантажених ділянок. Таки негативні процеси протікають особливо інтенсивно в умовах використання полімерної ізоляції. Опит експлуатації показує, що найбільш ефективним способом покращення умов праці як лінійної, так і апаратної ізоляції обладнання розподільних пристроїв високої напруги є полегшення умов праці ізоляційної конструкції, особливо в зоні електрода з високим потенціалом.

Зниження напруженості поля поблизу високовольного електрода можливо за рахунок здійснення екранування відповідних ділянок ізоляції [1]. Використання різних типів екранів дозволяє змінювати максимальну робочу напруженість у широких межах при незмінному значенні середньої напруженості поля в ізоляційній конструкції. Тому, від екранів суттєво залежить ефективність використання ізоляції та показники її експлуатаційної надійності.

В умовах експлуатації широко використовують різні засоби примусового вирівнювання напруженості поля уздовж ізоляційних конструкцій. Найбільш широке використання в ізоляційних конструкціях з осевою симетрією

отримали системи екранування з використанням тороїдальних екранів, які встановлюються поблизу електрода з високим потенціалом [1, 2], а також в інших місцях, де необхідно знизити напруженість поля. В умовах зверху високих напруг необхідно більш глибоке обмеження максимальної напруженості поля поблизу високовольтного електрода. В цьому випадку більш ефективним є використання екранів більш складної форми, наприклад кульові, або комбінації куля – тороїд, двох та більше тороїдів, які розташовані на різних рівнях по висоті відносно електрода з ВН [1, 3]. Використання комбінованих екранів з кількістю тороїдів більше двох не раціонально, так як у цьому випадку напруженість поля на кінцевих тороїдах значно більше, ніж на інших, тому вони використовуються не ефективно [1]. Для підвищення ефективності системи екранування окремий тороїдальний екран може мати складну, наприклад розщеплену структуру. Для обрання конкретного рішення необхідно проведення додаткового комплексу досліджень з урахуванням впливу структури окремих елементів ізоляційної конструкції та структури екранування [1, 3].

Для визначення ефективності тих чи інших засобів керування електричним полем в ізоляційній конструкції розроблено методику та алгоритмом оцінки розподілу напруженості уздовж конкретної конструкції з урахуванням структури екранування. В якості початкових даних, що вводяться в загальний алгоритм [1, 3], використовуються дані, які відповідають конструкції ізолятора, частина цих даних отримана на рівне бакалаврської роботи. В ході подальшої магістерської роботи здійснено уточнення алгоритму та розроблено програмне забезпечення, за допомогою якого проведено дослідження впливу конструктивних чинників та параметрів навантаження на ефективність вирівнювання напруженості поля за допомогою обраної системи екранування. На основі матеріалів, що будуть отримані, планується створити універсальне програмне забезпечення для комплексної оцінки розподілу напруженості поля уздовж ізоляційних конструкцій апаратів зверху високі напруги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Александров Г.Н. Изоляция электрических аппаратов высокого напряжения [текст] / Г.Н. Александров, В.Л. Иванов. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 208с.
2. Александров В.Н. Электрические аппараты высокого напряжения [текст] / Г.Н. Александров, А.И. Афанасьев, В.В. Борисов и др. Под ред. Г.Н. Александрова. – СПбГТУ, 2000. – 503с.
3. Дмитриевский В.С. Расчет и конструирование электрической изоляции [текст] / В.С. Дмитриевский. – М.: Энергоиздат, 1981. – 392 с.
- 4 Александров Г.Н. Проектирование электрических аппаратов [текст]. Г.Н. Александров, В.В. Борисов, Г.С.Каплан и др. Под ред. Г.Н. Александрова. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 448 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ МІСЬКОЇ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ 10/0,4 КВ

Найслабшою ланкою в системі електропостачання міста Запоріжжя є живильні трансформаторні підстанції, коефіцієнт навантаження трансформаторів яких становить близько 80%. Причиною тому є застаріла система електропостачання, де модернізація обладнання не проводилася ще з 80х років минулого століття, що є неприпустимим.

Окремі споживачі електричної енергії, що живляться від такої підстанції, відносяться до електроприймачів першої категорії, перерва в електропостачанні яких може спричинити небезпеку для життя людей, а також задати шкоди дорогому обладнанню. Для таких електроприймачів повинно забезпечуватися безперебійне електропостачання, яке здійснюється від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення [1].

Найбільш оптимальним рішенням для модернізації було обране встановлення додаткової комплектної трансформаторної підстанції щоголового типу в охоронній зоні існуючої міської трансформаторної підстанції [2].

Таке технічне рішення дозволяє отримати суттєвий економічний ефект за наступними напрямками:

- мінімізувати витрати на виконання робіт з капітального будівництва і силових комунікацій;
- знизити до мінімуму витрати на електромонтажні роботи;
- підвищити надійність електропостачання даного району внаслідок зняття навантаження на існуюче обладнання та підвищення рівня резервування споживачів.

Передбачається підключення додаткової кабельної лінії зв'язку поруч із розташованою трансформаторною підстанцією, що можна отримати за допомогою збільшення ступеня закільцьованості живильних підстанцій за класом напруги 10 кВ, а також максимально використовуючи елементи вже існуючого розподільного пристрою. Це дозволить істотно знизити ймовірність втрати живлення в разі відмови основного джерела електропостачання і забезпечить гнучкість системи технічного обслуговування розподільного пристрою (РП) 10 кВ [3].

Розрахунок струмів КЗ показав, що в проектованій схемі замість комірок КРП можна застосувати комірочки КСО з вакуумними вимикачами, встановленими на підстанції у відсіку РП-10 кВ. Для комплектації РП-10 кВ вибирається комплектний пристрій типу КСО-393 з вакуумним вимикачем типу ВВ / TEL

виробництва Запорізького заводу високовольної апаратури і НВО Інтеграл з відповідними схемами первинних з'єднань. Відповідно до технічних умов експлуатації, налагодження та технічне обслуговування елементів розподільчого пристрою повинна проводитися періодично, не рідше одного разу на рік [4].

Проведена перевірка параметрів шинного моста і його елементів з урахуванням особливостей експлуатації, а саме можливостей зміни перетікання потужності внаслідок збільшення потреб енергоемності споживачів надала можливість обґрунтувати вибір модернізованих елементів струмоведучого контуру з урахуванням розрахованого струму КЗ. Це забезпечує підвищення рівня електробезпеки, скорочення втрат робочого часу і зростання експлуатаційної надійності обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Александров, Г. Н. Проектирование электрических аппаратов: учебник для вузов [Текст] / Г.Н. Александров, В.В.Борисов, Г.С. Каплан и др.; под ред. Г.Н.Александрова. – Л.: Энергоатомиздат, Ле-нингр.отд-ние, 1985. – 448 с.
2. Афанасьев, В.В. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения [Текст] / Под ред. В.В.Афанасьева. – Л.: Энергоатомиздат, Ле-нингр. отд-ние, 1987. – 544 с.
3. Баумштейн, И. А. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения [Текст] / И. А. Баумштейн, С.А. Бажанов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 768с.
4. Семчинов, А. М. Токопроводы промышленных предприятий [Текст] / А.М. Семчинов. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.

УДК 621.316.37

Ворониця І. В.

студ. гр. Е-410м НУ "Запорізька політехніка"

РОЗПОДІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ НАПРУГОЮ 6 КВ, ЩО ЖИВИТЬ ГОЛОВНІ ЦИРКУЛЮЮЧІ НАСОСИ (ГЦН) ЗАЕС

Практичне застосування ядерної енергії в мирних цілях зіграло революційну роль в науково-технічному прогресі. Можливість практичного використання енергії ділення атомного ядра – найбільш висококонцентрованого палива, дозволило отримати величезну кількість теплової енергії. Це відкрило грандіозні перспективи для розвитку всієї енергетики та повного задоволення зростаючих енергетичних потреб людства. Виходячи з цього, в усьому світі, атомна енергетика розвивається стрімкими темпами[1, 2]. Використання атомної енергії на АЕС суттєво знижує загрозу

недостатності органічного палива, що використовується для ТЕС. Крім того, використання органічного палива екологічно шкідливе. При спалюванні в топках теплових електростанцій кам'яного вугілля, нафти або газу споживається велика кількість кисню, викидається в атмосферу значна кількість пилу, сажі, сірчистого газу, значна кількість важких радіонуклідів. Причому їх концентрація більше ніж при номінальній роботі АЕС, а це збільшує радіаційний фон [3].

Однією з найбільш потужних АЕС є Запорізька АЕС, яка являє собою складний технічний комплекс, одним з елементів якого є розподільний пристрій живлення ГЦН. Тому головним завданням є проведення комплексу досліджень впливу ступеня резервування на підвищення рівня експлуатаційної надійності резервованої схеми живлення такого важливого вузла, як система розхолодження і комплектуючого його обладнання. Підготовки рекомендації щодо підвищення експлуатаційної надійності з допомогою удосконалення схеми і конструкції розподільного пристрою. Це потрібно для підвищення надійності і безпеки АЕС, що крім того зробить її більш конкурентоспроможною з виробу електроенергії.

Спочатку розроблено заходи щодо вдосконалення схеми та конструкції розподільного пристрою з урахуванням більш високих вимог надійності електропостачання. Модернізування призвело до того, що він складається з чотирьох секцій збірних шин, що мають живлення від двох незалежних джерел, при цьому забезпечується умова активного резервування.

В ході подальшої роботи проведено розрахунок основних параметрів ізоляційної конструкції, шинного моста та його елементів з урахуванням особливостей експлуатації, також виконано розрахунок струму короткого замикання з урахуванням структури та особливостей функціонування схеми розподільного пристрою, що призвело до отримання вихідних даних які потрібні для подальших дослідження розподільного пристрою. Було проведено комплекс досліджень показників надійності схеми в умовах резервування. Розроблено математичний апарат та отримано чисельні значення показників надійності з урахуванням особливостей функціонування системи і глибини резервування. Аналізуючи отримані дані, можна вибрати оптимальне співвідношення між надійністю та вартістю резервування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Типовое содержание технического обоснования безопасности АЭС [Текст] – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 282 с.
2. Гук Ю. Б. Устройство, проектирование и эксплуатация схем электропитания собственных нужд АЭС [Текст] / Ю. Б. Гук, В. М. Кобжув, А.К. Черновец. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 296с.

3. Шидловський А. К. Енергетичні ресурси та потоки [Текст] / А. К. Шидловський, Ю. О. Віхорев, В. О. Гінайло. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2003. – 472 с.

УДК 621.314

Афанасьєв О.І.¹, Сопіна К.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Ез-818 НУ "Запорізька політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМИ ВІДКРИТОГО РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ НОМІНАЛЬНОЮ НАПРУГОЮ 750 кВ

До особливо важливих об'єктів, що мають відношення до магістральних електричних систем, в цілому, можна віднести всі підстанції напругою 750 кВ та повітряні лінії цього ж класу напруги загальною протяжністю 4,1 тис. км.

Лінії електропередачі номінальною напругою 750 кВ призначені для передачі великих обсягів електричної енергії в райони її споживання від великих теплових, гідравлічних або атомних електростанцій, віддалених від промислових центрів, а також для взаємного обміну потужностями між окремими регіонами або енергосистемами. В залежності від передаваної потужності і призначення електропередачі напругою 750 кВ будуються однеланцюговими, двохланцюговими або з великою кількістю ланцюгів.

На електричних підстанціях не тільки змінюються параметри електроенергії, але й відбувається її розподіл.

Для розподілу електроенергії використовуються розподільні пристрої, які є невід'ємною частиною підстанції. Загальний потік електроенергії, якій проходить через силові трансформатори, розподільні пристрої розділяють на менші потоки і спрямовують їх до різних пунктів з метою подальшого перетворення параметрів чи споживання електроенергії, тобто до суміжних підстанцій. В залежності від умов оточуючого середовища розрізняють зовнішні та внутрішні РП з обладнанням, встановленим в приміщеннях або поза ними [1-3].

Схеми розподільних пристроїв електричних станцій та силових підстанцій достатньо складні. Приклад електричної схеми показано на рис. 1. В роботі обрано базову схему ВРП – 750 кВ для подальшого її удосконалення. Виконано аналіз типів та конструкцій електричних апаратів, що комплектують розподільний пристрій ВРП - 750 кВ, встановлено їх технічний стан, особливості експлуатації в умовах розподільного пристрою.

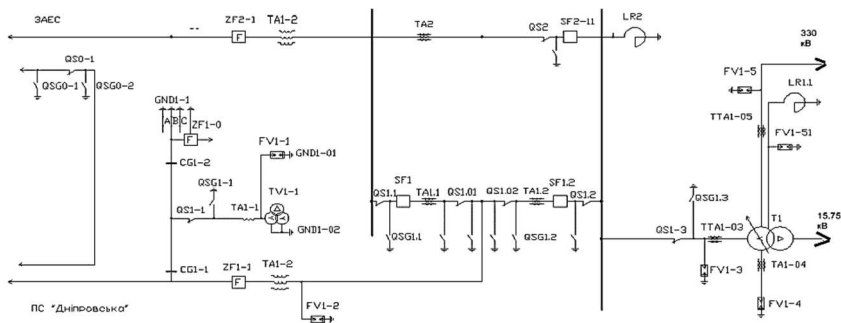


Рисунок 1 – Фрагмент електричної принципової схеми підстанції 750 кВ

На основі заданих технічних параметрів і вимог проектно-технічного завдання, а також аналізу сучасних конструкцій підстанцій, вибрано структуру опорно-ізоляційної конструкції для використання у ВРП – 750 кВ та проведено розрахунок комплектуючих її елементів. Отримані результати можливо використовувати в якості початкових даних для подальшого удосконалення наступних технологічних і конструкторських рішень щодо ізоляційної конструкції.

Для реалізації цієї задачі на основі [4, 5] розроблено алгоритми розрахунку та необхідне програмне забезпечення для оцінки головних параметрів та коефіцієнтів навантаження комплектуючих елементів. Отримані результати у подальшому можливо використати для обґрунтування можливостей оптимізації елементів розподільних пристроїв з урахуванням масо-габаритних, економічних та ймовірнісних (наприклад ймовірність безвідмовної праці, математичне очікування середнього напрацювання до відмови) показників.

Для забезпечення умов модернізації та вибору нового обладнання для ВРП – 750 кВ проведено розрахунок струмів короткого замикання для різних можливих режимів функціонування схеми при виникненні аварійної ситуації. Визначені та попередньо обрані апарати для швидкого та надійного вимкнення та подальшого функціонування розподільного пристрою лінії живлення 750 кВ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [текст] / Б.Ю. Липкин. – М.: Высш. шк., 1990. – 366с.
2. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций [текст] / Б.Н. Неклепаев. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640с.
3. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения [текст] / Г.Н. Ополева. – М.: Форум: ИНФРА – М, 2006. – 480 с.

4. Александров Г.Н. Проектирование электрических аппаратов [текст]. / Г.Н. Александров, В.В. Борисов, Г.С. Каплан и др. Под ред. Г.Н.Александрова. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 448 с.

5. Сахаров П.В. Проектирование электрических аппаратов [текст] / П.В. Сахаров. – М.: Энергия, 1971. – 560 с.

УДК 621.314

Афанасьев О.І.¹, Волчков Р.В.², Сопіна К.В.³, Мокроусова Р.С.⁴, Сердюк О.О.⁵, Максименко В.О.⁶

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-417 НУ "Запорізька політехніка"

³ студ. гр. Ез-818 НУ "Запорізька політехніка"

⁴ студ. гр. Е-418сп НУ "Запорізька політехніка"

⁵ студ. гр. Е-818сп НУ "Запорізька політехніка"

⁶ студ. гр. Е-417а НУ "Запорізька політехніка"

МОЖЛИВОСТІ МІНІМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ, ДЛЯ КОМПЛЕКТАЦІЇ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Підвищення вимог до економічності та надійності праці підстанцій та їх розподільних мереж у повній мірі торкається їх електричної частини. Аналіз обладнання розподільних мереж показав, що вагомим способом покращення експлуатаційних характеристик, наприклад, струмопровідної системи, елементів ізоляційної конструкції, є їх удосконалення з метою зниження матеріалоемності при умові збереження експлуатаційної надійності на необхідному рівні [1]. Крім того, для ізоляційної конструкції, де головним критерієм є дії комутаційних та атмосферних перенапруг, є удосконалення системи захисту від перенапруг, головним елементом якої є обмежувачі перенапруг (ОПН).

Вимоги нормування та прогнозування експлуатаційної надійності цієї системи створюють необхідність рішення задачі розрахунку та аналізу показників надійності окремих елементів з урахуванням мінімізації їх структурних елементів та особливостей фізичних процесів, що діють в цьому випадку на окремі складові елементи 2, 3]. Так, термін експлуатації комплектних розподільних пристроїв (КРП), ОПН визначається такими головними чинниками, як теплове навантаження, падіння напруги на елементах струмопровідного контуру, електродинамічна та термічна стійкість. Окремо для ОПН, це умови праці варисторів та режими навантаження ізоляційної конструкції. Якщо перший чинник достатньо стабільний у процесі експлуатації, то другий – суттєво залежить від умов експлуатації та конструктивних особливостей, наприклад системи екранування.

У сучасних КРП для виготовлення ізоляційної конструкції все більше використовують полімерні матеріали на основі епоксидних компаундів. В умовах відкритих розподільних пристроїв, а також в умовах підвищеної вологості їх трекінгоерозійну та дугову стійкість, а також 110волого розрядні характеристики забезпечує спеціальне ребристе покриття, що виконано на основі силіконової або етиленпропіленової електротехнічної гуми. Аналіз головних характеристик вище позначених елементів показав, що важливим параметром, що оказує вплив на показники експлуатаційної надійності є напруженість поля.

В ізоляційних конструкціях розподільних пристроїв має місце суттєво нерівномірний розподіл напруженості поля уздовж висоти ізолятора, що суттєво впливає на тривалість експлуатації и, як наслідок, на показники надійності. У цьому зв'язку виникає необхідність оцінити вплив напруженості поля на термін експлуатації та відповідно показники надійності.

В роботі проведено аналіз умов роботи обладнання, що комплектує розподільні пристрої та виявлені головні напрямки, що дають можливість зменшення матеріалоемності окремих функцій них елементів та апаратів. По-перше, це елементи струмопровідного контуру, критеріями мінімізації яких є теплове навантаження, термічна та динамічна стійкість та рівень втрат. По-друге, це ізоляційна конструкція, критеріями мінімізації якої є головні види ізоляційних проміжків в умовах прикладення напруги промислової частоти та комутаційних і грозових імпульсів. При цьому загальним критерієм для обох напрямків є показники експлуатаційної надійності розподільного пристрою.

Для реалізації цієї задачі на основі [4, 5] розроблено алгоритми розрахунку та необхідне програмне забезпечення для оцінки головних параметрів та коефіцієнтів навантаження комплектуючих елементів. Отримані результати у подальшому можливо використати для обґрунтування можливостей оптимізації елементів розподільних пристроїв з урахуванням масо-габаритних, економічних та ймовірнісних (наприклад ймовірність безвідмовної праці, математичне очікування середнього напрацювання до відмови) показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения [текст] / Г.Н. Ополева. – М.: Форум: ИНФРА – М, 2006. – 480 с.
- 2 Гук Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике [текст] / Ю.Б. Гук. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 208с.
- 3 Дружинин Г.В. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах [текст]. / Г.В. Дружинин, С.В. Степанов, В.Л. Шихматова и др. Под ред. Г.В.Дружинина. – М.: Энергоатомиздат, 1976. – 448с.

4 Александров Г.Н. Проектирование электрических аппаратов [текст]. / Г.Н. Александров, В.В. Борисов, Г.С. Каплан и др. Под ред. Г.Н.Александрова. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 448 с.

5. Сахаров П.В. Проектирование электрических аппаратов [текст] / П.В. Сахаров. – М.: Энергия, 1971. – 560 с.

УДК 621.314

Афанасьев О.І.¹, Білий Є.Ф.², Дежимесов А.В.³, Поставний Д.С.³

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-410м НУ "Запорізька політехніка"

³ студ. гр. Е-817 НУ "Запорізька політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Економічність та надійність підстанцій та їх розподільних пристроїв (РП) визначається станом їх електричної частини. Аналіз розподільних мереж показав, що вагомим способом покращення означених характеристик РП є втілення засобів щодо зниження втрат електроенергії в елементах струмопровідного контуру [1]. 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 [2]. 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. [3].

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 [3, 4].

Активну потужність живлячих мереж неможливо 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 [4]. 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 як на рівні дипломного проектування, так і для вирішення ряду практичних задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Идельчик В.И. Электрические системы и сети [текст] / В.И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592с.
- 2 Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях [текст] / Ю.С. Железко. – М.: НУЭНАС, 2002. – 280с.
3. Веников В.А. Электрические системы. Электрические сети [текст] / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков. – М.: Высшая школа, 1998. – 511с.
- 4 Справочник электроэнергетики предприятий цветной металлургии [текст] / Под ред. Басалыгина М.Я., Копырина В.С. – М.: Металлургия, 1991. – 384с.

УДК 621.3

Василевський В.В.¹, Гільов Р.С.², Примиленна Л.В.³, Пазюк К.В.⁴

¹ ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ез-417 НУ "Запорізька політехніка"

³ студ. гр. Ез-418сп НУ "Запорізька політехніка"

⁴ студ. гр. Е-410ма НУ "Запорізька політехніка"

ОГЛЯД МЕТОДИК ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ХРОМАТОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ РОЗЧИНЕНИХ У ТРАНСФОРМАТОРНОМУ МАСЛІ ГАЗІВ

Хроматографічний аналіз розчинених в трансформаторному маслі газів (ХАРГ) відноситься до методів неруйнівного контролю та є ефективним інструментом для виявлення дефектів трансформаторного обладнання на ранніх етапах їх розвитку.

Дефекти, які визначаються за допомогою ХАРГ можна розділити на декілька груп – термічні (в свою чергу поділяються на термічні дефекти, що виникають за температури нижче 300°C (T1), в діапазоні температур 300-700°C (T2) і температури вище 700°C (T3)), розряди в ізоляції (часткові розряди (PD), розряди з високої (D1) та низької енергії (D2)) та комбінація розрядних і термічних дефектів [1]. Розглянемо найбільш поширені методи ідентифікації типу дефекту трансформаторного обладнання за вмістом розчинених в маслі газів.

Метод співвідношень Дорненбурга є одним із найстаріших методів інтерпретації ХАРГ, він дозволяє визначити три типи дефектів (термічні дефекти, часткові розряди високої та низької енергії) за допомогою чотирьох співвідношень газів CH_4/H_2 , $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$, $\text{C}_2\text{H}_2/\text{CH}_4$ та $\text{C}_2/\text{H}_6/\text{C}_2\text{H}_2$. Для застосування даного методу необхідним є виконання наступної умови: концентрація одного з ключових газів повинна в два рази перевищувати граничне значення L1, задане стандартом. Якщо ця умова виконується тип дефекту визначається за вказаними співвідношеннями газів.

В методі співвідношень Роджерса для визначення характеру дефекту використовуються три співвідношення п'яти газів – CH_4/H_2 , $\text{C}_2\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6$ та $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$. Діапазон значень для кожного із цих співвідношень поділяється на інтервали яким присвоєні певні цифрові коди. Поточний стан трансформатора визначається за комбінацією цифрових кодів всіх трьох співвідношень газів. Для застосування методу достатнім є перевищення концентрації одного з ключових газів деякого граничного значення.

Метод наведених в міжнародному стандарті ІЕС 60599-2015 використовує ті ж співвідношення газів, що і метод Роджерса. Стандарт ІЕС 60599-2015 застосовує поняття "типові значення" розчинених у маслі газів замість поняття "граничні концентрації" газів.

Метод Дюваля – графічний метод визначення типу дефекту в якому використовується трикутна діаграма що зображує долю вмісту газів CH_4 , C_2H_4 та C_2H_2 від їх суми ($\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_2$). Трикутник Дюваля дає можливість ідентифікувати сім видів дефектів (рис. 1). Для покращення точності методу на даний час запропоновано 6 трикутників Дюваля, які призначені для виявлення дефектів трансформаторного обладнання за різних умов експлуатації та при використанні різних типів трансформаторного масла.

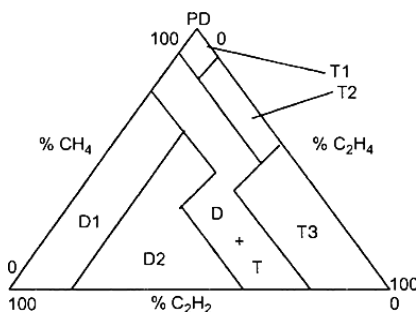


Рисунок 1 – Трикутник Дюваля 1

Серед недоліків методів співвідношень необхідно виділити наявність таких комбінацій концентрацій розчинених у маслі газів, для яких відсутня можливість визначити тип дефекту. Для вирішення цієї проблеми застосовуються зокрема нейронні мережі та моделі із застосуванням нечіткої логіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев, Б.А. Крупные силовые трансформаторы: Контроль состояния в работе и при ревизии [Текст] / Б.А. Алексеев. – М. "НТФ Энергопрогресс", 2010 г. – 88 с.

УДК 001.891.53

Поляков М.О.¹, Лукашук Ю.Г.²

¹ проф. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-410ма НУ "Запорізька політехніка"

КОМПЛЕКСНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ «ЕЛЕКТРИЧНІ ТА ЕЛЕКТРОННІ АПАРАТИ»

У НУ "Запорізька політехніка" практикується використання в навчальному процесі спеціалізованих лабораторій по окремим навчальним

дисциплінам. Це призводить до дублювання тематики, розпорошення коштів, збільшення витрат на експлуатацію та, в кінцевому рахунку, до зниження якості лабораторних занять.

Відома інша практика організації лабораторних занять. Наприклад, в університеті технологій Ільменау на факультеті інформатики та автоматизації працює комплексна лабораторія, фрагмент якої наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Стенд системи з контролерами для керування технологічним процесом у хімічному виробництві

Мета роботи: визначити принципи побудови та структуру комплексного лабораторного стенда для освітньої програми «Електричні та електронні апарати» у НУ «Запорізька політехніка».

Стенд представляє собою програмно-апаратний комплекс, який розміщується в комп'ютерному класі кафедри та з'єднує, за допомогою інформаційно-керуючих мереж, робочі місця студентів, приладову стійку і віддалені датчики і виконавчі механізми, які використовуються в лабораторному практикумі.

Приладова стійка містить систему електроживлення власних потреб, мікроконтролерні плати керування об'єктами експерименту, спеціалізовані інформаційно-керуючі прилади, мережеутворююче обладнання та частину об'єктів експериментів. Інші об'єкти експериментів розташовані в приміщенні комп'ютерного класу, прилеглому коридорі навчального корпусу та зовнішній

стіні корпусу. Конструктивно стійка складається з висувних блоків у яких містяться схеми експериментів.

Об'єктами досліджень є як фізичні моделі електромеханічних, електронних і мікропроцесорних пристроїв по тематиці освітньої програми так і елементи розумної лабораторії. До останніх можна віднести системи вимірювання фізичних параметрів простору лабораторії та навколишнього середовища, охоронної, протипожежної сигналізації, відеоспостереження, управління освітленістю лабораторії та прилеглого коридору, контролю та діагностики мережі електроживлення, обліку годин роботи обладнання, кількості студентів що знаходяться в лабораторії та інші. Стенд проектується як відкрита система, з можливістю розширення складу експериментів.

Робочі місця студентів є комп'ютери з встановленим програмним забезпеченням для проектування та експлуатації автоматизованих систем управління технологічними процесами: середовищами програмування, комунікаційним сервером, системою людино-машинного інтерфейсу і симуляторами об'єктів.

У даний час стенд знаходиться в стадії ескізного проектування з залученням студентів у рамках завдань навчального процесу. У перспективі стенд планується об'єднати з WEB сервером, який забезпечить віддалений доступ студентів до експериментів, що є актуальним в умовах пандемії коронавірусу.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»

УДК 681.527.2

Пісоцький Я.В.¹, Пирожок А.В.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АЛГОРИТМІВ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ ДЛЯ ГРУПИ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Нейронні мережі - розділ штучного інтелекту, в якому для обробки сигналів використовуються явища, аналогічні тим, що відбувається в нейронах живих істот.

Основними функціями ІНС є:

- функція апроксимації, актуальна при вирішенні задач моделювання, ідентифікації та обробки сигналів;
- функція класифікації та розпізнавання образів, актуальна, наприклад, при вирішенні задач діагностики стану об'єкта;
- функція прогнозування, актуальна при оцінці майбутнього поведінки системи за наявною послідовністю її попередніх станів;
- функція ідентифікації та оцінювання, актуальна при вирішенні задач управління динамічними процесами;
- функція асоціативного управління.

На основі аналізу зарубіжних досліджень можна зробити висновок про те, що рівень вирішення великої кількості завдань аналізу і синтезу САУ нижче рівня потреб і можливостей розвитку наукових і технічних досягнень. Зокрема, актуальною є проблема визначення і локалізації несправностей САУ, що проектується на основі мікроконтролерів і мікропроцесорів.

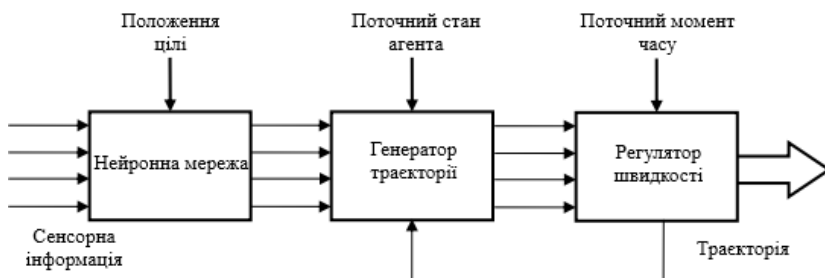


Рисунок 1 - Архітектура системи планування

Основна ідея використання нейронних мереж для алгоритмів планування траєкторій для групи мобільних роботів полягає в тому, щоб використовувати нейронну карту як динамічне представлення заданого простору, інформація про яку надходить із зовнішніх джерел. Енергетичні взаємодії нейронів в мережі подібно поширенню хвилі збурень призводять до виникнення так званого ландшафту активації, який використовується в подальшому як навігаційна карта для планування траєкторії. Координати цілі, а також інформація про навколишнє середовище надходять на вхід аналогової нейронної мережі Хопфілда (рис. 2), яка являє собою шар адаптивних суматорів із зворотними зв'язками, вихідні сигнали яких, піддаючись нелінійної обробці по заданому закону, надходять з деякою тимчасовою затримкою на входи нейронів, в результаті чого вихідний сигнал нейронної мережі формується лише після того, як мережа досягне динамічної рівноваги.

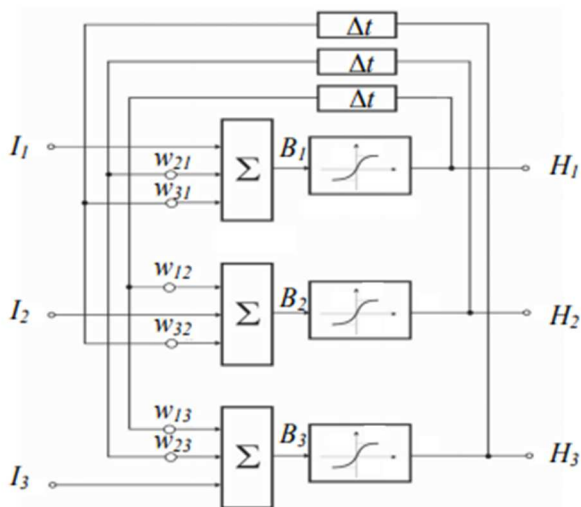


Рисунок 2 – Архітектура рекурентної мережі Хопфілда

Нейрони мережі входять в стан рівноваги і приймають власні значення енергії (в залежності від функції активації). Взаємодії нейронів побудованої мережі обумовлені динамікою і архітектурою самої мережі, а також конфігурацією навколишнього простору і координатами мети, яка є точкою активації. Значення енергії нейронів на даній нейронної області (ландшафт активації) надходять на вхід блоку генератора траєкторії, який, в свою чергу, виконує розрахунок траєкторії за даними значенням.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦЮВАННЯ КАБІНИ ЛІФТА ЗА РАХУНОК ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЙОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ

Сучасні ліфти обладнуються досить високотехнологічним обладнанням, що забезпечують комфортність міжповерхового переміщення та високу безпеку.

Плавність руху досягається завдяки використанню частотних перетворювачів в системах керування ліфтів. При цьому досить великий відсоток ліфтів, що експлуатується на території України, використовують звичайні двошвидкісні асинхронні двигуни та застарілу систему керування. Саме тому вдосконалення систем керування та заміна застарілого обладнання на нове, для забезпечення безпечного міжповерхового транспортування, актуальне для України. Але питання ефективності та економічності є стримуючим фактором при модернізації застарілого обладнання.

Дане дослідження пропонує один з варіантів вирішення питання модернізації для двошвидкісних ліфтів, шляхом внесення незначних змін в систему керування, що не потребує великих матеріальних витрат.

Завдяки дослідженням, що проведено у попередніх роботах [1, 2], була розроблена математична модель ліфта з параметрами, що відповідають справжній системі. Результати розрахунків було порівняно з лабораторними дослідженнями, в ході яких було розроблено стенд, що імітує ліфт. Доведено, що імітаційна модель ліфта, яка створена в середовищі програми Matlab/Simulink, може використовуватись для дослідження реальної системи керування двошвидкісного ліфта.

На початку руху кабіни за перехідними процесами визначається приблизний ступінь завантаження кабіни. Чим більше завантаження кабіни, тим повільніше відбувається перехідний процес.

Після математичної обробки отриманих результатів система порівнює останні з набором, умовно, стандартних, що розраховані конкретно для певного ліфта та знаходяться у пам'яті контролера. Знайшовши найбільшу кількість співпадінь, система обирає алгоритм гальмування відповідно до обраного ступеня завантаження. А саме, визначається необхідний час гальмування, коригується затримка та момент накладання гальма [3].

Простота метода дозволяє використовувати недороге обладнання, що значно зощаджує кошти, але при цьому система збільшує енергоефективність та підвищує безпеку транспортування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осадчий, В. В. Ідентифікація ступеня завантаження двовшвидкісного ліфта / В. В. Осадчий, О. С. Назарова, С. С. Шульженко // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2018. – № 27(103).– С. 103-111. DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.27.103.2018.11>
2. Nazarova Olena. Computer Modeling of Multi-Mass Electromechanical Systems. The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Vol. 2608, pp. 489-498.
3. Nazarova O., Osadchyy V., Shulzhenko S. Accuracy improving of the two-speed elevator positioning by the identification of loading degree // International Conference «Modern Electrical and Energy Systems» (MEES-2019), September 23-25, 2019 Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine, pp. 50 - 53 DOI: 10.1109/MEES.2019.8896414

УДК 62-83:62.529

Брилистий В.В.¹, Осадчий В.В.², Назарова О.С.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В умовах високої конкуренції на ринку електричних транспортних засобів (ЕТЗ) виробникам необхідно боротися за високі показники керованості і енергоефективності розробленого ними транспортного засобу [1-2]. Для дослідження енергетичних характеристик електроприводів ЕТЗ розроблено стенд, структурна схема якого показана на рисунку 1.

Стенд складається з трьох основних підсистем: підсистема керування (1,2,3), механічна підсистема (4,5) і вимірювальна підсистема (6,7,8). Разом вони забезпечують можливість вимірювання електромеханічних параметрів досліджуваного електроприводу: крутний момент на валу двигуна М1, показники струму та напруги ланки постійного струму перетворювача частоти.

Вказані параметри використовуються при визначенні витрат енергії для відпрацювання завдання по моменту на цьому електроприводі.

На розробленому стенді проведено дослідження енергетичних характеристик асинхронного електроприводу потужністю 1,1 кВт. Результати приведені у таблиці 1.

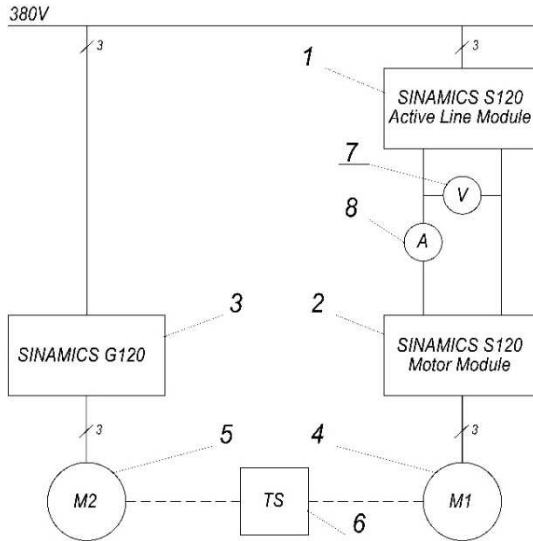


Рисунок 1 – Структурна схема розробленого стенду.

Таблиця 1- Результати фізичного експерименту на розробленому стенді

U, В	I, под.	M, од. АЦП	M, Н*м	I, А	Рел, Вт	Рмех, Вт	ККД, %
600	10	14354	0,29	0,5	300	37,45	0,12
600	15	19776	1,44	0,75	450	188,96	0,42
600	20	24514	2,46	1	600	321,36	0,54
600	25	28916	3,40	1,25	750	444,37	0,59
600	30	33225	4,32	1,5	900	564,78	0,63
600	35	37032	5,13	1,75	1050	671,16	0,64
600	40	40804	5,94	2	1200	776,57	0,65
600	45	44407	6,71	2,25	1350	877,25	0,65
600	50	48137	7,50	2,5	1500	981,48	0,65
600	55	51623	8,25	2,75	1650	1078,89	0,65
600	60	54970	8,96	3	1800	1172,42	0,65
600	65	58014	9,61	3,25	1950	1257,48	0,64
600	70	61343	10,32	3,5	2100	1350,51	0,64

Результати показали, що розроблений стенд дозволяє отримати енергетичні характеристики досліджуваного електроприводу, які планується використати при розробці системи автоматичного керування електроприводом ЕТЗ з урахуванням мінімізації витрат електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nazarova O., Osadchyy V. and Brylysty V. Research on the Influence of the Position of the Electric Vehicles Mass Center on Their Characteristics / O. Nazarova, V. Osadchyy, V. Brylysty // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020. - pp. 1-4, doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240824.

2. Осадчий, В.В. Структура системы управления 4-х приводной силовой установки для электрических транспортных средств / В.В. Осадчий, Е.С. Назарова, В.В. Брылистый /Проблемы региональной энергетики (специальный выпуск), 2019. – № 1-2(41) 2019. – С. 65-73. doi: 10.5281/zenodo.3239150

УДК 681.5

Мелешко І.А.¹, Назарова О.С.², Бондаренко В.І.³

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY-РЕГУЛЯТОРІВ У ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Необхідність підвищення ефективності виробництва обумовлює розвиток та вдосконалення промислового обладнання, впровадження новітніх технологій у системи автоматичного керування технологічними процесами. Широкого розповсюдження набули пневмотранспортні системи, які застосовуються в хімічній, алюмінієвій, деревообробній промисловості, на металургійних виробництвах, будівництві тощо. Відомий ряд факторів, які впливають на якість керування у пневмотранспортних системах: довжина трубопроводу, швидкість подачі матеріалу, його фізико-хімічні властивості, алгоритми систем керування засувками/заслінками, регулювання рівнем вологості матеріалу та технологічним процесом у цілому [1]. Тому актуальною задачею є дослідження систем автоматичного керування пневмотранспортуванням з використанням FUZZY-регуляторів на рівні з досвідом операторів, які безпосередньо впливають на суворе дотримання технологічного процесу, що підвищить якість керування, а отже й на ефективність роботи системи.

Об'єктом дослідження є фрагмент пневмотраси від камерного живильника до приймального бункера електролізного цеху. Завантаження глинозему з холодильника печі кальцинації проходить через отвір у камерний живильник. Поворотом засувки/заслінки подачі стисненого повітря від центрального колектора регулюється надходження матеріалу в транспортну магістраль, з контролем тиску на вході/виході пневмотранспортної магістралі, і витрата глинозему. Засувкою/заслінкою регулюється подача суміші у пневмотранспортну систему (ПТС). Регулювання подачі стисненого повітря забезпечується за допомогою багатоступінчастого відцентрового компресора (К-250-61-2) з приводним двигуном (СТД-1600-24ХЛ4). Було виявлено, що зниження тиску на виході ПТС зменшує енергоефективність системи у цілому, аж до можливого закупорювання трубопроводу сипким матеріалом [1, 2].

Для керування пневмотранспортними системами широко використовуються такі регулятори, як інтегральні (І), пропорційні (П), пропорційно-інтегральні (ПІ), пропорційно-диференційні (ПД) і пропорційно-інтегрально-диференційні (ПІД) [3, 4]. На підставі аналізу літературних джерел та досвіду експлуатування, можна дійти висновку, що ПІД-регулятори мають низькі показники якості при керуванні складними та нечіткими об'єктами. Також мають місце нестача або брак інформації про об'єкт керування. В таких випадках характеристики ПІД-регуляторів можна поліпшити використанням методів нечіткої логіки [3, 4]. Основними вадами FUZZY-контролерів є складність їх налаштування, тобто створення бази правил. Керування на основі методів нечіткої логіки - Fuzzy Logic (FL) використовують [5] при нестачі інформації про об'єкт керування, але за умов наявності досвіду керування ним, крім того доцільне їх використання у нелінійних системах, ідентифікація яких є складною задачею, та у випадках, коли за умовами задачі необхідно використовувати знання експертів. Одним з варіантів застосування FL є підлаштування коефіцієнтів ПІД-контролера, оскільки вибір параметрів налаштування типового ПІД-контролера аналітичним методом, як правило, не є оптимальним [6]. Підлаштування може бути виконано оператором на основі евристичних правил, або автоматично за допомогою FL. Фазі-блок використовує базу правил і методи нечіткого виведення, а фазі-підлаштування дозволяє зменшити перерегулювання, тривалість перехідного процесу і підвищити робастність ПІД-контролера [5]. Процес автоматичного налаштування ПІД-контролера за допомогою фазі-блока розпочинається з пошуку початкових наближених значень коефіцієнтів ПІД-регулятора. Далі формулюється критеріальна функція, необхідна для пошуку оптимальних значень параметрів налаштування ПІД-контролера методом оптимізації. Пошук параметрів налаштування ПІД-контролера виконується методом оптимізації, для чого вибирається цільова функція як інтеграл від суми квадратів помилки регулювання і тривалості перехідного

процесу. Цей критерій іноді доповнюють швидкістю зростання вихідної змінної об'єкта керування [6].

Отже, використання Fuzzy-регуляторів у системах автоматичного керування пневмотранспортними системами є перспективним напрямом підвищення якості керування, що сприяє ефективності роботи системи у цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Назарова, Е.С. Моделирование особенностей возникновения завалов пневмотранспортных систем / Е.С. Назарова, И.А. Мелешко // Энергия – Тбилиси, № 4 (96)/2020. – Ч.1. – С. 33-37.
2. Nazarova, O. S. Experimental research and computer modeling of the obstruction occurrence in the pneumatic conveying systems peculiarities / Olena S. Nazarova, Irina A. Meleshko // Herald of Advanced Information Technology, 2020. - Vol.3. - No.1. – P. 428–439. DOI: 10.15276/hait 01.2020.9
3. Денисенко, В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации. Ч. 1. / В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2006. – № 4. – С. 66-74.
4. Денисенко В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации. Ч. 2. / В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2007. – № 1. – С. 78-88.
5. Yesil E. Internal model control based fuzzy gain scheduling technique of PID controllers / E. Yesil, M. Guzelkaya, I. Eksin // World Automation Congress, 28 June - 1 July 2004. Proceedings. Vol. 17. P. 501-506.
6. Семенцов, Г.Н. Удосконалення оптимального керування газоперекачувальним агрегатом на основі багатопараметричних регуляторів / Г.Н. Семенцов, А.І. Лагойда // Нафтогазова енергетика, 2015. - №1 (23). – С. 61-68.

УДК 621.7.044.4

Мельник О.В.¹, Антонов М.Л.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

СУТНІСТЬ І ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ЕФЕКТУ

Сутність електрогидравлічного ефекту полягає у перетворенні електричної енергії в механічну, що відбувається без участі проміжних механічних ланок, з високим ККД. Спосіб полягає в тому, що при здійсненні всередині об'єму рідини, у відкритій чи закритій тарі, спеціально сформованого імпульсного електричного розряду навколо зони його утворення виникають надвисокі

гідравлічні тиски, здатні здійснювати корисну механічну роботу і супроводжуються комплексом фізичних і хімічних явищ.

В основі електрогідравлічного ефекту лежить явище різкого збільшення гідравлічного і гідродинамічного ефектів і амплітуди ударної дії при здійсненні імпульсного електричного розряду в іонопровідній рідині за умови максимального скорочення тривалості імпульсу, максимально крутому фронті імпульсу і формі імпульсу, близької до аперіодичної.

Для електрогідравлічного ефекту характерний режим виділення енергії на активному опорі контуру, близькому до критичного, тобто коли $1/C < R^2/4L$, де C - ємність конденсатора, R і L - активний опір і індуктивність контуру. Звідси випливає, що основними факторами, що визначають виникнення електрогідравлічного ефекту, є амплітуди, крутизна фронту, форма і тривалість електричного імпульсу струму. Тривалість імпульсу струму вимірюється в мікросекундах, тому миттєва потужність імпульсу струму може досягати сотень тисяч кіловат. Крутизна фронту імпульсу струму визначає швидкість розширення каналу розряду. При подачі напруги на розрядні електроди в кілька десятків кіловольт амплітуда струму в імпульсі досягає десятків тисяч ампер. Все це обумовлює різке і значне зростання тиску в рідині, що викликає в свою чергу потужну механічну дію розряду.

Здійснення електрогідравлічного ефекту пов'язано з відносно повільним накопиченням енергії в джерелі живлення і практично миттєвим її виділенням в рідкому середовищі. Основними діючими факторами електрогідравлічного ефекту є високі і надвисокі імпульсні гідравлічні тиски, що призводять до появи ударних хвиль зі звуковою та надзвуковою швидкостями; значні імпульсні переміщення об'ємів рідини, що відбуваються зі швидкостями, що досягають сотень метрів в секунду; потужні імпульсно виникаючі кавітаційні процеси, здатні охопити відносно великі об'єми рідини; інфразвукові та ультразвукові випромінювання; механічні резонансні явища з амплітудами, що дозволяють здійснювати взаємне відшаровування один від одного багатокомпонентних твердих тіл; потужні електромагнітні поля (десятки тисяч ерстед); інтенсивні імпульсні світлові, теплові, ультрафіолетові, а також рентген випромінювання; імпульсні гамма і (при дуже великих енергіях імпульсу) нейтронне випромінювання; багаторазова іонізація з'єднань і елементів, що містяться в рідині.

Всі ці фактори дозволяють надавати на рідину і об'єкти, поміщені в неї, дуже різноманітні фізичні і хімічну впливи. Так, ударні переміщення рідини, що виникають при розвитку і схлопуванні кавітаційних порожнин, здатні руйнувати неметалеві матеріали і викликати пластичні деформації металевих об'єктів, поміщених поблизу зони розряду. Потужні інфразвукові та ультразвукові коливання, які супроводжують електрогідравлічний ефект, додатково диспергують вже подрібнені матеріали, викликають резонансне руйнування великих об'єктів на окремі кристалічні частки, здійснюють інтенсивні хімічні

процеси синтезу, полімеризації, обриву сорбційних і хімічних зв'язків. Електромагнітні поля розряду також мають потужний вплив як на сам розряд, так і на іонні процеси, що протікають в навколишній рідині. Під їх впливом можуть відбуватися різноманітні фізичні і хімічні зміни в оброблюваному матеріалі.

Поняття рідини як середовища для виникнення електрогідравлічних ударів повинно бути розширено на всі еластичні і навіть тверді (наприклад, сипучі) матеріали.

Форма розряду, що викликає виникнення імпульсних тисків, може бути найрізноманітнішою: іскровий, кистьовий, зовсім без кистей (так званий імпульсний електричний вітер).

Основою, що забезпечує різноманітні технологічні можливості електрогідравлічного ефекту, є метод отримання так званих наддовгих іскрових розрядів в провідних рідинах. Високий ККД електрогідравлічного ефекту, а також унікальні можливості електрогідравлічного впливу є основою для широкого застосування електрогідравлічного ефекту у багатьох областях.

УДК 65.012.122:62-52

Мельник О.В.¹, Осетров С.А.², Зіновкін В.В.³

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ез-618сп НУ «Запорізька політехніка»

³ д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ СТІЙКОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Складні електромеханічні системи характеризуються множиною параметрів різної фізичної природи, які взаємодіють між собою по відповідними математичним залежностям в динамічних і статичних режимах. Функціонування таких об'єктів забезпечується відповідними системами автоматичного регулювання, які, в свою чергу, характеризується перехідними процесами. Ці процеси збурюються як властивостями самої системи, так і від будь-яких зовнішніх факторів. Сукупність таких факторів призводять до порушення стійкості і рівноваги систем автоматичного регулювання. Однією з основних показників автоматизованої системи регулювання повинна бути стійкість до різних збурень. Отже, характерною системи визначає ступінь її стійкості. Дослідженням стійкості динамічних систем присвячено фундаментальні роботи І.А. Вишградського, А.М. Ляпунова, А.П. Давидова, М.Е. Жуковского, Л.І. Мендельштама, Н.Д. Папалексі, А.І. Івахненко, В.А. Трапезнікова, А.М. Летова та ін. Для виконання практичних задач система регулювання перш за все повинна бути стійкою.

В роботі розглядається порівняльний аналіз алгебраїчних критеріїв стійкості Рауса-Гурвіца та частотні критерії Михайлова і Найквіста. Приведено математичну модель стійкості узагальненої системи автоматизованого керування, Показано:

- Для систем, що мають характеристичні рівняння першого і другого порядку необхідно і достатньо, щоб усі коефіцієнти були позитивними;

- Для систем, що мають характеристичне рівняння третього і четвертого порядку необхідно і достатньо, щоб всі коефіцієнти характеристичного рівняння, а також визначники були позитивними;

- Алгебраїчні критерій для систем вище третього порядку необхідно скласти таким чином, щоб усі визначники, що складаються із коефіцієнтів характеристичного рівняння системи, відповідали певній схемі.

Система автоматичного регулювання, як будь-яка динамічна система, характеризується перехідними процесами, які виникають в ній при порушенні її рівноваги під впливом будь-якого фактору, що збурюються в об'єкті, системі, ланцюгах налаштування та зовнішніми факторами. На перехідний процес завжди впливають дві складові: вільні коливання в системі $x_c(t)$, що визначаються початковими умовами і властивостями самої системи; пропорційна вимушеним коливанням $x_b(t)$. Система є стійкою, якщо вона повертається до встановленого стану після припинення дії збурення. Для виконання практичних задач система регулювання, перш за все, повинна бути стійкою. Математичною умовою стійкості є умова $\lim_{t \rightarrow \infty} x_c(t) \rightarrow 0$.

Встановлено: якщо характеристичне рівняння лінеаризованої системи має всі корені з негативними дійсними частинами, то ця система, так само як і лінеаризована, буде стійкою;

якщо характеристичне рівняння лінеаризованої системи керування має хоча б один корінь з позитивною дійсною частиною, то ця системи, так само як і лінеаризована, буде нестійкою; якщо характеристичне рівняння лінеаризованої системи має хоча б один корінь з нульовим значенням дійсної частини або чисто уявні, то встановити дійсний технічний стан такої системи не можливо. Умови стійкості або нестійкості систем регулювання можна визначити графічними методами шляхом визначення положення системи, що є необхідним і достатнім, щоб точки, коренів характеристичного рівняння системи, розташовувалися в площині коренів зліва від уявної осі.

На практиці умови стійкості системи керування можливо знаходити шляхом визначання коренів в математичній моделі по критеріям стійкості. Вони відносяться до , непрямих ознак але дозволяють встановити відсутність в характеристичному рівнянні системи коренів з негативною дійсною частиною.

ОПТИМІЗАЦІЯ КРИТЕРІЇВ СТІЙКОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В УМОВАХ ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ

Забезпечення стійкості автоматизованих систем керування набувають особливої актуальності в літальних та інших об'єктах спеціального призначення. Їх функціонування відбуваються в складних умовах експлуатації під впливом декількох внутрішніх і зовнішніх факторів, що потребує постійного і оперативного корегування відхилень від номінальних параметрів. Її математичну модель можливо представити у вигляді нерівностей, яким притаманні коефіцієнти характеристичного рівняння багатопараметричного об'єкта. Алгебраїчні критерії виявляються достатніми при дослідженні систем, які описуються рівняннями відносно невисоких порядків. Для систем, починаючи з п'ятого порядку, використання критеріїв Рауса-Гурвіца набуває складностей, які зростають при врахуванні впливу будь-якого окремого параметра на стійкість системи в цілому. При цьому, фізичні властивості об'єкта однозначно пов'язані між собою математичними залежностями, що призводить до необхідності вирішення лінійних та нелінійних інтегродиференціальних рівнянь. Найбільш розповсюджені і досить ефективно використовуються алгебраїчні критерії Рауса-Гурвіца, в основу яких покладено аналіз системи нерівностей, що утворені із коефіцієнтів характеристичного рівняння, а також частотні критерії Михайлова і Найквіста. Для систем, починаючи з п'ятого порядку, застосовувати критерії Рауса-Гурвіца стає складніше внаслідок зростання об'ємів розрахунків і невизначеностей.

В роботі приведено оптимальні умови забезпечення стійкості систем автоматичного керування, які представляють собою певні математичні моделі, що містять певні коефіцієнти характеристичного рівняння.

Для систем четвертого і вищого порядку, що мають відповідні характеристичні рівняння необхідно і достатньо, щоб всі коефіцієнти характеристичного рівняння, $a_0 > 0$; $a_1 > 0$; $a_2 > 0$; $a_3 > 0$; $a_4 > 0$, $a_5 > 0$, а також визначники Δ_2 і Δ_3 та Δ_n були позитивними. Якщо в процесі пошуку оптимальних умов виявиться, що якийсь із визначників < 0 , то продовжувати пошук значення наступних визначників недоцільно оскільки кінцевий результат буде негативним.

Математична модель стійкості Михайлова, побудована на підставі аналітичних зв'язків між характером перехідного процесу, який виникає при порушенні рівноваги системи. Вона дозволяє враховувати амплітуди і фази вимушених коливань, що встановлюються в системі під впливом синусоїдального характеру. Тому така модель $\overline{A(j\omega)} = P(\omega) + jQ(\omega)$ дозволяє визначити критерій стійкості годографом Михайлова. Він що представляє криву на комплексній площині, яку окреслює вершина вектору $\overline{A(j\omega)}$ при зміні частоти ω від $-\infty$ до $+\infty$. При цьому вектор може повертатися на кут $+n\pi$, якщо система стійка, і на кут менше $+n\pi$, якщо система нестійка, де n – порядок диференціального рівняння системи. Оскільки дійсна частина $P(\omega)$ є парною, а уявна частина $jQ(\omega)$ – непарною функцією ω , то годограф Михайлова є симетричним щодо дійсної осі. При моделюванні розглядається криву, що описується вектором $\overline{A(j\omega)}$ при зміні ω від 0 до $-\infty$.

Основні результати роботи ілюстровані відповідними рисунками і залежностями. Показано, що автоматизована система буде відпрацьовувати з достатньою для практики стійкістю при умові коли годограф Михайлова знаходиться в позитивній частині дійсної осі при зміні частоти ω від 0 до $-\infty$, обертаючись проти руху годинникової стрілки, не обертаючись в нуль, проходячи послідовно n квадрантів (порядок ($n = 1, 2, 3 \dots$ і т. д.)), повертаючись на кут $n\frac{\pi}{2}$.

УДК 004.046

Рудім Б.Ю.¹, Сиденко І.В.² Арсеньєва С.І.³

¹ студ. гр. Е-310сп НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-319 НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

СПЕЦИФІКА РОЗРОБКИ СТРУКТУРИ ТА НАПОВНЕННЯ БАЗИ ДАНИХ СТУДЕНТІВ КАФЕДРИ ЕПА ЗА ВЕСЬ ПЕРІОД ІСНУВАННЯ

З метою наочного представлення великої кількості студентів (більше 2000) та аналізу їхнього працевлаштування, географії сучасного проживання, а також задля інформаційного забезпечення наступної вступної компанії 2021-2022-го та наступних років була зроблена робота зі збору даних про всіх випускників кафедри ЕПА, починаючи з 1970-го року. Ця робота була почата декілька років тому та пов'язана з великими труднощами у першу чергу з того, що такі данні про випускників майже до 2016 року існують тільки у паперовому варіанті у архіві.

Як видно з рисунку 1, база даних повинна вміщувати інформацію про рік випуску, групу, стать випускника, форму навчання, отриману кваліфікацію, а

також його особисті дані (країну проживання, місце роботи, посаду, e-mail та інші аналогічні відомості). Останні можуть бути надані колишніми випускниками згідно бажанню у інтерактивному режимі після розміщення посилання на базу у Facebook, але використання таких даних повинно бути контрольованим. Цю проблему потрібно вирішити.

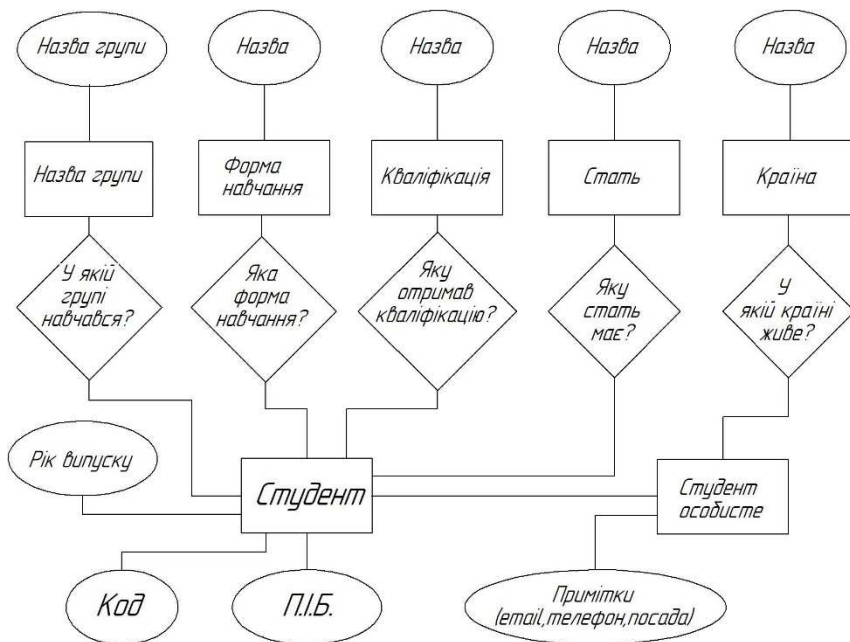


Рисунок 1 – Інфологічна модель БД «Студенти ЕПА»

Структура розроблялася з вимог можливих запитів , які надають інформацію про склад заказаної групи, кількість студентів заданої форми навчання у потрібному році , загальну кількість випускників обраної кваліфікації та інші, навіть про найбільш часто використані імена у обраному проміжку часу.

Певні труднощі виникли також з мовою , на якій представлені оригінали відповідних наказів про відчислення групи студентів у зв'язку з закінченням-спочатку російська, потім українська, що потрібно врахувати у запитах. Крім того, деякі студенти колишніх років не отримали з якихось причин кваліфікацію спеціаліста, обмежившись кваліфікацією бакалавра. Це теж надало труднощів при пошуку.

Виконана робота є першим етапом у створенні сайту «Випускник кафедри ЕПА Запорізької Машинки», з проміжним етапом переходу до MySQL.

Призначень у сайта декілька: зберегти всю можливу інформацію про колишніх студентів та викладачів кафедри, де ніхто не забутий, надати інформацію абітурієнтам про те, де працюють колишні студенти обраної спеціальності, чим займаються, у яких країнах, та для всіх, що закінчили навчання – отримати при необхідності пораду, допомогу у працевлаштуванні тощо.

УДК 004.946:621 313.1 – 83:621.313.236.3

Братченко І.О.¹, Крисан Ю.О.²

¹ студ. гр. Е-310м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ВІРТУАЛЬНИЙ СТЕНД ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Сучасний досвід підготовки фахівців показує, що вживання сучасних інформаційних технологій і методів навчання дозволяє досягти підвищення ефективності учбового процесу, помітного поліпшення якості освіти та скорочення термінів навчання.

Ще одним дуже важливим моментом є те, що відповідно до нових державних освітніх стандартів значна частина роботи з освоєння учбового матеріалу переноситься на самостійну та дистанційну роботу студента. При цьому вміст і обсяг програм з технічних дисциплін практично не зазнають істотних змін. Невідповідність між обсягом знань, які повинен засвоїти студент, і часом, що відводиться на цю роботу, змушує викладачів шукати нові методи роботи, які дозволили б уникнути зниження якості підготовки фахівців.

Метою роботи є створення віртуального лабораторного стенду для дослідження перехідних процесів в електроприводі постійного струму.

Віртуальний стенд розробляється на основі реального фізичного стенду, виконаного за системою генератор-двигун (Г-Д). Стенд дозволяє досліджувати статичні і динамічні режими роботи електроприводу; забезпечувати можливість імітації нормальних, передаварійних і аварійних режимів роботи, недопустимих на реальному об'єкті; спостерігати за його станом і за станом системи в цілому.

Структура стенду дозволяє виконувати експериментальні дослідження як системи в цілому, так і її складових, причому конфігурація системи і функціональні можливості стенду можуть легко змінюватися залежно від поставленої задачі. Спрощена схема лабораторного стенда наведена на рисунку 1.

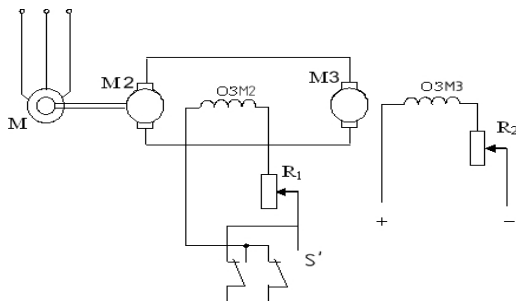


Рисунок 1 – Електрична схема лабораторного стенда

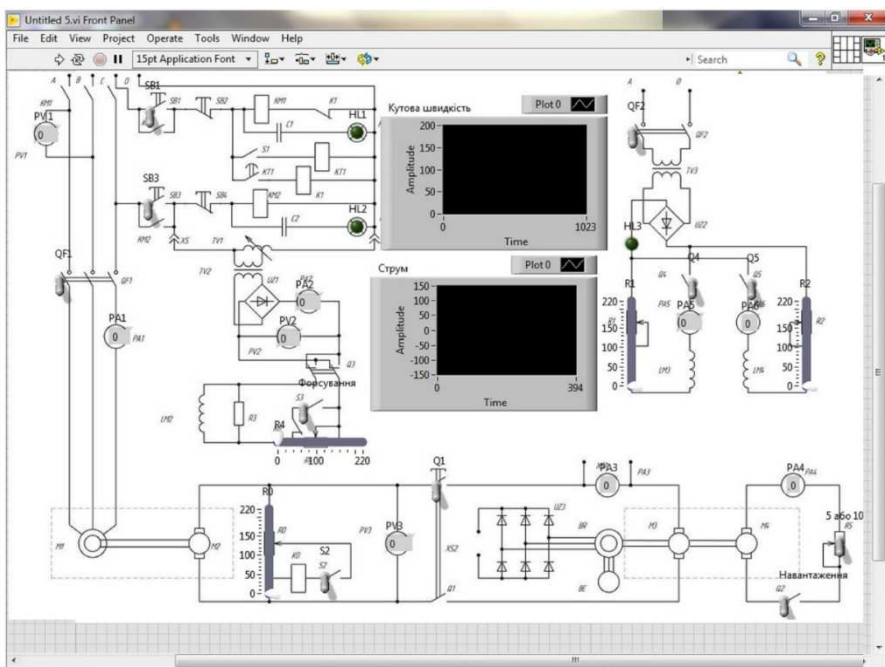


Рисунок 2 – Лицьова панель віртуального лабораторного стенда

При розробці віртуального стенда використовуються комп'ютерні технології, які ефективно застосовуються в проектуванні, створенні і експлуатації електроприводів. Програми моделювання структурних схем дозволяють оцінити реакцію системи різні керуючі і збуджуючі дії, провести аналіз перехідних процесів, а також провести частотний аналіз.

Розроблене програмне забезпечення складається з програмних модулів, функціонально пов'язаних між собою. До переліку програмних модулів належать інтерфейс користувача і підсистеми: модель асинхронного двигуна, модель генератора, модель двигуна постійного струму, модель досліджуваного двигуна, навантажувальної машини та інші.

Лицьова панель являє собою відображення схеми (рисунок 1), яка майже повністю візуально відповідає схемі фізичного стенду.

Стенд виконаний у середовищі програми LabView. Всі об'єкти взяті з універсального бібліотечного модуля. Даний віртуальний стенд можна використовувати при виконанні лабораторних робіт з наступних дисциплін: "Основи електроприводу", "Комп'ютерні системи електроприводів" а також як науково-дослідний стенд, що дозволяє виконувати дослідні роботи.

УДК 621.3.078.3

Рябінін А.А.¹, Крисан Ю.О.²

¹ студ. гр. Е-310м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВІ БЕЗКОЛЕКТОРНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Метою роботи є створення на кафедрі ЕПА лабораторний стенд на якому можливо безпечно досліджувати механічні та електромеханічні характеристики, знімати навантажувальні діаграми та проводити експерименти з сучасним двигуном нового покоління.

До складу лабораторного стенду для експериментальних досліджень тягового електроприводу на основі безколекторного двигуна постійного струму (БДПС) входять наступні основні частини:

- БДПС з постійними магнітами обернутої конструкції;
- комутатор фаз з системою керування;
- машина навантаження зі своєю системою керування;
- інформаційно-вимірювальне устаткування.

Принциповою особливістю розробленого лабораторного стенду є використання в ньому нового важливого елементу - прецизійного датчика обертового моменту, що дозволяє точно визначати момент, що розвивається впробовуваною машиною. Функціональна схема стенда наведена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Функціональна схема лабораторного стенда

Конструкція лабораторного стенду представлена на рисунку 2. На загальній основі розташовується спарка двигунів. Вал випробовуваної машини сполучений з валом машини навантаження через датчик обертового моменту. В якості навантажувальної машини використовується машина постійного струму з незалежним збудженням. Оскільки БДПС має обернену конструкцію, то для з'єднання його ротора з ротором датчика моменту необхідно розробити перехідне пристосування. БДПС консольно закріплений з одного боку за штатне кріплення статора, а з іншого боку зовнішній ротор двигуна через перехідне пристосування передає обертання на вал датчика моменту.



Рисунок 2 – Комп'ютерна модель лабораторного стенда

Статор складається із сталевго сердечника з пазами, в яких розміщується багатополюсна обмотка з мідного дроту. БДПС має розподілену трифазну обмотку. Магнітний потік, створений струмом в обмотці статора, взаємодіє з потоком, створеним постійними магнітами на роторі і розвивається активний момент. Для керування двигуном – створення моменту потрібної величини, зменшення пульсації моменту, потрібного напрямку обертання машини вимагається знати положення ротора в кожен момент часу з певною точністю. Для цього використовується датчик положення ротора .

Для керування двигуном необхідно мати інформацію про точне положення ротора по відношенню до статора. З цією метою застосовується датчик положення ротора – додатковий вузол, який або встановлений в загальному корпусі з двигуном (велосипедне виконання), або з'єднується з ротором і виконується в окремому корпусі. Як датчики можуть використовуватися вимірювальні опори, датчики, ґрунтовані на ефекті Холу або трансформатори струму.

Силовий перетворювач (комутатор фаз) для БДПС побудований за простою схемою - залежно від положення ротора (визначається за допомогою датчика положення ротора) за допомогою транзисторів до напруги живлення підключаються витки обмотки статора так, щоб потік збудження, що створюється постійними магнітами, був перпендикулярний площині витка обмотки. Транзистори з системою керування грають роль колектора в класичному варіанті ДПС.

Розроблений лабораторний стенд дозволить проводити експериментальні дослідження тягових приводів з двигунами, що вбудовуються в колесо легких транспортних засобів а також використовувати при виконанні лабораторних робіт дисципліни "Основи електроприводу".

УДК 681.5

Купченко О.С.¹, Казурова А.С.²

¹ студ. гр. Е-318сп НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЕЛЕКТРОПРИВОД СКІПОВОГО ПІДІЙМАЧА БЕТНОЗМІШУВАЧА

Сучасний автоматизований електропривод практично повністю відповідає вимогам промисловості, сільського господарства і науки щодо необхідної потужності, діапазону регулювання швидкості і плавності її регулювання.

У зв'язку з інтенсифікацією технологічних процесів, частка часу на підйомно-транспортні операції значно зросла. Різке підвищення продуктивності праці, яке вкрай необхідне під час переходу економіки на нові умови розвитку та управління, може бути досягнуто шляхом механізації і автоматизації підйомно-транспортних і настановних операцій, які менш автоматизовані, ніж технологічні.

Скіповий підіймач – це агрегат, призначений для підйому вантажу у вертикальній площині. Основна частина підіймача – скіп. Він являє собою ємність, яка заповнюється вантажем. Ємністю може бути бункер, ківш, ящик і т. ін. Скіп – пристрій саморозвантажувальний. Розвантаження скіпа проходить або через дно, або шляхом його перекидання. Скіпові підіймачі є одними з

головних сил в окремих виробництвах, де потрібне постійне переміщення вантажу. Скіпи бувають перекидними, з кузовом, що відхиляється та з нерухомим кузовом.

В роботі розглядається бетонозмішувач циклічний, примусової дії, роторний, з електромеханічним приводом затвора призначений для приготування жорстких і рухливих бетонних сумішей і будівельних розчинів на мінеральних і органічних в'язучих речовинах, з пористими заповнювачами, а також їх сухих компонентів. Основними складовими частинами бетонозмішувача є: нерухомий циліндричний корпус-чаша, редуктор, ротор, установка електродвигуна, кришка, електрообладнання, пневматичне обладнання. Для запобігання ротора і редуктора від поломок, при потраплянні великих шматків матеріалу, тримачі лопатей з'єднуються з корпусом редуктора. Бетонозмішувач оснащений скіповим підіймачем. Підіймач скіповий забезпечує регулярне постачання речовини до змішувача, встановленого на одному рівні з підлогою і вище рівня підлоги на 4 м. Це надає перевагу перед іншими моделями бетонозмішувачів – не потрібні додаткові завантажувальні пристрої. Область застосування – технологічні лінії заводів збірного залізобетону, бетоно-розчинних заводів і бетонозмішувальні установки. Використання даного агрегату дає значний плюс за швидкістю робочих циклів для підприємства. На рис. 1. наведено циклограму роботи бетоновиробничого підприємства з застосуванням скіпового підіймача.



Рисунок 1 – Циклограма роботи бетоновиробничого підприємства з застосуванням скіпового підіймача.

В роботі виконано аналіз та розрахунок режимів роботи, розрахунок електричної частини електропривода скіпового підіймача, побудовані

передаточні та зовнішні регульовальні характеристики тиристорного перетворювача та перехідні характеристики електропривода, розрахована система автоматичного керування швидкістю переміщення скіпового підіймача та здійснено комп'ютерне моделювання за допомогою пакету Matlab/Simulink.

УДК 681.5

Пругло Д.В.¹, Казурова А.Є.²

¹ студ. гр. Е-310м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ З ЧИСТИМ ЗАПІЗНЮВАННЯМ

Більшу частину автоматизованих об'єктів діючих систем автоматичного керування (САК) складають об'єкти з наявністю деякого чистого запізнювання, вплив якого на динамічні властивості системи дуже великий. Ряд об'єктів мають приховане запізнювання, яке в порівнянні зі швидкодією процесів на об'єкті не значне. Таким запізнюванням найчастіше нехтують. Але в ряді випадків запізнювання є важливою властивістю об'єкта, що вимагає його врахування при аналізі динамічних властивостей об'єкта. До таких об'єктів належать всілякі транспортери або об'єкти, побудовані за аналогічним принципом. Практично всі об'єкти можуть бути описані диференційним рівнянням високого порядку, тому найбільш поширена їх апроксимація рівняннями 1-го і 2-го порядку з запізнюванням, що фактично переводить математичний опис об'єкта регулювання (ОР) до диференційних рівнянь нескінченного порядку.

Автоматичне керування ОР з запізнюванням має певні складності, пов'язані з необхідністю передбачення реакції об'єкта після дії керуючих і збудовуючих впливів. Впродовж багаторічних розробок систем керування фахівці шукали шляхи поліпшення якості керування об'єктами з запізнюванням, тому існує багато методів і методик структурного і параметричного синтезу систем керування такими об'єктами.

В першу чергу це, звичайно, інженерні методики параметричного синтезу стандартних (ПІД) законів керування, які до сих пір складають основу більшої частини алгоритмів промислових систем автоматизованого керування.

В роботі проведено порівняння найбільш поширених методів параметричного синтезу ПІД-регуляторів.

Метод Циглера-Нікольського для визначення налаштувань регуляторів використовується для швидкої і наближеної оцінки значень параметрів регуляторів. Такі параметри зазвичай приводять до суттєвого перерегулювання у

системі керування та потребують додаткових налаштувань. Для його застосування використовується реакція ОР на східчастий вплив.

Метод оптимального модуля використовується в тому випадку, коли потрібно, щоб система максимально точно відтворювала керуючий сигнал. Так само цей метод можна використовувати в системах, модернізувавши його, де потрібна швидка ліквідація відхилень під дією збурень. У САК, де застосовується метод оптимального модуля, перехідні процеси мають мале перерегулювання і час протікання.

Хороший результат керування об'єктами з запізнюванням забезпечує предиктор Сміта. Основна ідея полягає в тому, щоб створити паралельну модель, яка компенсує запізнювання. Також для керування об'єктами з запізнюванням застосовується ППІ (предективний пропорційно-інтегровальний) регулятор, який є модифікацією предиктора Сміта. У порівнянні з предиктором Сміта, ППІ-регулятор повільніше відпрацьовує вплив за завданням або збуренню. Водночас він є більш стійким та простим в налаштуванні, оскільки налаштуванню підлягають тільки три параметри, а не п'ять (як в предикторі Сміта). Якість регулювання в САК з предиктором Сміта і ППІ-регулятором суттєво залежить від точності визначення параметрів моделі об'єкта: чим ближче вони до дійсних значень, тим кращої якості регулювання можна досягти.

УДК 62-83: 681.51

Назарова О.С.¹, Тихомирова А.В.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ез-310м НУ «Запорізька політехніка»

НЕЧІТКА ЛОГІКА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Впровадження передових технологій та створення сучасного обладнання потребують забезпечення високої точності, швидкості, широкого діапазону регулювання, рівномірності й погодженості дії електроприводів (ЕП) у процесі відтворення заданих траєкторій руху замкнених електромеханічних систем (ЕМС). Особливо жорсткі вимоги ставляться до сучасних систем ЕП циклічної дії (приводи екскаваторів, підйомних машин, промислових маніпуляторів та інших механізмів). В умовах енергетичної кризи та у зв'язку з ростом цін на електроенергію, а також обмеженими можливостями збільшення потужності енергогенеруючих установок, проблема енергозбереження здобуває особливу актуальність і має велике практичне значення. Оскільки електроприводи споживають більше 60% вироблюваної електроенергії, то підвищення їх

енергетичної ефективності є дуже важливими та актуальними в сучасних економічних умовах.

Системи автоматичного керування на основі нечіткої логіки знаходять застосування практичну у будь-яких галузях промисловості. Створюються системи автоматичного керування електротермічними установками на основі нейро-нечіткої логіки в умовах неповної визначеності технологічних характеристик для підвищення енергоефективності виробництва [1]. Розробляються системи керування позиційними електроприводами з нечіткою корекцією заданих діаграм швидкості та положення, що забезпечує реалізацію цих діаграм в оптимальному за швидкістю та динамічним навантаженням режимі при дії параметричних та зовнішніх впливів [2]. Для об'єктів морської робототехніки, які виконують складні операції поблизу перешкод або інших об'єктів, застосовуються системи з адаптивним і нечітким керуванням, і відповідні регулятори. Виявлено, що застосування адаптивного керування та законів нечіткої логіки дає змогу досягнути покращення динамічних характеристик системи і, як наслідок, підвищити точність керування об'єктом [3]. Система з нечітким регулятором дає кращі результати в динамічних задачах. Динамічний провал після вимкнення навантаження менший, ніж в системі з класичним регулятором. Час відновлення швидкості після вимкнення навантаження в нечіткій системі майже в два рази менший в порівнянні з класичними регуляторами. При ступінчатому або лінійному керуванні перехідні процеси з нечітким регулятором показують себе не гірше, а в деяких випадках набагато краще стандартної системи [4]. Контролер нечіткої логіки на базі генетичних алгоритмів для усунення автоколивань механізму переміщення підйомного крану дозволяє скоротити число правил в два рази. Що значно спрощує обчислювальну процедуру керування без втрати якості керування [5].

Керування двигуном за допомогою нечіткої логіки дозволяє значно зменшити витрати електроенергії. Приблизно 70% всієї електроенергії в промисловості відходить на електродвигуни. При цьому 63% електроенергії генерується тепловими та газовими електростанціями, які призводять до значних викидів CO_2 в атмосферу та екологічних катастроф, таких, як кислотні дощі та глобальне потепління. Навантаження таких машин, як компресори, насоси, вентилятори і багато інших, залежить від часу доби, сезону та вимог виробництва, що зумовлює падіння ККД, особливо при різких змінах навантаження. Рисунк 1 ілюструє потенційну економію та скорочення забруднення від використання нечіткої логіки для керування електродвигунами [6].

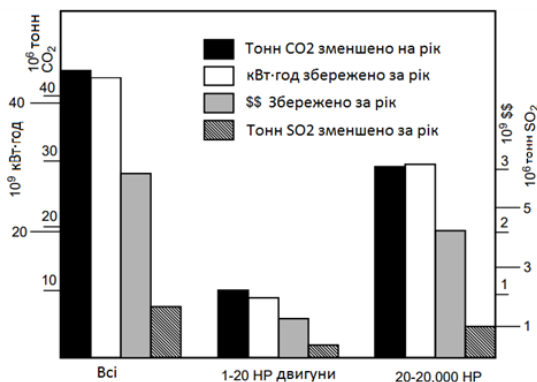


Рисунок 1 – Прогнозована економія від керування двигунами нечіткою логікою

Але системи з нечіткою логікою мають і свої недоліки: набір вихідних даних формулюється експертом, може бути досить суперечливим та мало функціональним; вид та параметри функцій приналежності обираються суб'єктивно та можуть не відповідати об'єктивній реальності; відсутня методика конструювання нечітких систем; неможливість математичного аналізу нечітких систем з існуючими методами.

Як бачимо, нечітка логіка - досить перспективний напрямок систем керування та штучного інтелекту, які можуть бути використані також при діагностуванні названих систем з метою попередження аварійних станів [7, 8]. Простота нечіткої логіки дозволяє розробляти складні системи за допомогою інтуїтивного розуміння процесів, що протікають в реальному об'єкті. На азіатському ринку вже давно широко випускаються різноманітні прилади на базі нечіткої логіки. Найкраще системи з нечіткою логікою показують себе в синергії з системами штучного інтелекту, нейронними мережами та дата аналітикою. Все це зумовлено тим, що сьогодні надзвичайно росте кількість баз даних. Оскільки системи нечіткої логіки базуються на досвіді оператора та даних, які були зібрані для реального об'єкту, можемо зробити висновок, що в майбутньому, з ростом кількості даних, інтерес до подібних систем буде зростати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волков, И.В. Система с нечеткой логикой регулирования режимов работы установки по производству базальтового супертонкого волокна / И.В. Волков, В.П. Стяжкин, О.А. Зайченко, П.П. Подейко // Вісник НТУ «ХП», 2017. - Вып. 27 (1249). – С. 379-383.

2. Чермалых, В.М. Оптимизация управления сложными электромеханическими системами, включающими ПИД-регулятор с нечеткой коррекцией / В.М. Чермалых, Е.И. Алтухов, А.В. Данилин, А.В. Босак // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2013. – № 2 (22). – Ч. 2. – С. 200-204.

3. Волянська, Я. Б. Особливості використання регуляторів різних типів у системах керування електрорухомих спеціальних плавальних засобів / Я.Б. Волянська, С. М. Волянський // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Вип. 3/2017 (104). – Ч. 1. – С.14-19.

4. Гречушников, Д. В. Электропривод переменного тока с нечетким регулятором / Д. В. Гречушников. // XVII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – 2011. – №7. – С. 441-442.

5. Алави, С. Э. Контроллер нечеткой логики на основе генетических алгоритмов для электропривода тележки подъемного крана / С. Э. Алави, Ю.Н. Петренко // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ, 2009. - №2. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontroller-nechetkoy-logiki-na-osnove-geneticheskikh-algoritmov-dlya-elektroprivoda-telezhki-podemnogo-krana>

6. Cleland, J. and Turner, M. W. Fuzzy logic control of electric motors and motor drives: feasibility study. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-95/175 (NTIS PB96-136387), 1995.

7. Назарова, Е. С. Исследование электромеханических процессов дрессировочного стана с помощью диагностирующего многоканального комплекса / Е. С. Назарова // Вісник КДПУ. – 2009. – Вип. 3(56). – Ч. 1. – С. 103-106.

8. Назарова, Е. С. К вопросу разработки систем диагностирования электромеханических систем станов холодной прокатки / Е. С. Назарова // Електро-техніка та електроенергетика. – 2013. – № 1. – С. 36-41. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2013-1-6>

УДК 621.373.826

Стрончик Б.В.¹, Казурова А.Є.²

¹ студ. гр. Е-317 НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Поряд з розповсюдженими методами виробництва, такими як плазмова та гідроабразивна різка, все більшої популярності набувають лазерні верстати з ЧПК. Частіше за все їх використовують для вирізання деталей з листового

металу та прецизійного зварювання деталей складної геометричної форми. Також лазери використовуються для гравіювання логотипів, маркування та написів на різноманітних матеріалах, таких як деревина, жерсть, граніт, полімерні матеріали і т.д.

Лазер являє собою активне середовище, яке під дією електричного струму, світлового потоку, хімічної або термічної реакції генерує поляризований світловий потік. Різні види лазерів поділяються за типом активного середовища:

- твердотільні – активним середовищем є мінерал або хімічна сполука у твердому стані (рубінові, алюмо-ітрієві, волоконні лазери);

- напівпровідникові лазери – використовують інжекцію надлишкових електронів через р-n перехід у якості механізму накачки (кристал може складатися з арсену, індію, свинцю, фосфору та їх солей);

- барвникові лазери – використовуються у наукових дослідженнях та спектроскопії (використовують такі барвники як стильбен, кумарин, родамін і т.д.);

- газові лазери – найбільш розповсюджений у промисловості вид лазера. Використовуються у медицині, спектроскопії, оборонній галузі та виробництві (аргоновий, гелій-неоновий, фтороводневий, вуглекислотний).

У виробництві частіше за все використовують саме вуглекислотний та волоконний лазери через їх високі потужності випромінювання (до 10 кВт) та доступність. Проте лазерна обробка матеріалів має ряд недоліків.

По-перше, низький ККД (до 25% у потужних промислових лазерів), зумовлений розсіюванням випромінювання при переході від енергії світлового випромінювання у теплову.

По-друге, виходячи з попереднього, відображене лазерне випромінювання є не менш небезпечним і несе загрозу травмування сітківки ока, що може призвести до часткової або повної сліпоти.

По-третє, вартість обладнання, зумовлена наявністю чутливої та складної апаратури, захисної камери та вартістю самого лазера.

Навіть за обов'язкової наявності захисної камери необхідно дотримуватися додаткових заходів безпеки, таких як носіння захисних окулярів. Випромінювання вуглекислотних та волоконних лазерів лежить у інфрачервоному діапазоні (1,53 мікрметри для волоконних та 10,6 мікрметрів для вуглекислотних) і є невидимим для людського ока. Також обслуговування лазерного обладнання потребує наявності висококваліфікованих спеціалістів.

Перспективність використання лазерних технологій у промисловості полягає у дуже високій точності вироблених деталей та потужності виробництва. Збільшення попиту на промислові товари у майбутньому з високою вірогідністю стане причиною покращення технологічного рівня промисловості та переходу на лазерні технології.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ВИДАВАЛЬНИХ РОЛИКІВ АГРЕГАТА ПОПЕРЕЧНОГО РІЗАННЯ

Механізми прокатних станів, гірничодобувного обладнання, верстатів та інших пристроїв приводяться до руху двигунами постійного струму реверсивного режиму роботи. Найбільш важливими механізмами в металургійній галузі є прокатні стани, до електроприводів яких висуваються особливі вимоги.

Зважаючи на те, що асортимент прокатної продукції постійно розширюється, і до його якості пред'являються більш жорсткі вимоги, виникає потреба в модернізації технології прокату і перегляді прийнятих раніше принципів керування електроприводом. Старі, морально застарілі привода замінюють сучасними, які відрізняються більшою надійністю, коефіцієнтом корисної дії, точністю керування, а також меншими габаритами і витратами на обслуговування.

Модернізація застарілого та розробка нового обладнання є одним з основних напрямків комплексної механізації та автоматизації виробничого процесу. Таким чином, розробка системи автоматичного керування електроприводом видавальних роликів є лише частиною загальної модернізації агрегату поперечного різання, у результаті якої будуть усунуті існуючі недоліки технологічного процесу.

Основною задачею системи керування є формування необхідного перехідного процесу при пуску, гальмуванні та реверсу електропривода. Виходячи з вимог до механізму система керування повинна забезпечувати:

- мінімальний перехідний процес;
- обмеження струму в динаміці і при ударних навантаженнях;
- плавний рух і м'якість механічної характеристики.

Автоматизовані електроприводи з вентильними перетворювачами знаходять широке застосування в промисловості. Найбільше поширення одержали системи з тиристорними перетворювачами в колі якоря двигуна.

Замкнуті системи керування вентильними електроприводами можуть бути виконані з різними зворотними зв'язками: за напругою, за струмом, за швидкістю, за ЕРС. Виходячи з вимог до роботи механізму видавальних роликів система керування виконується зі зворотними зв'язками за швидкістю та за струмом з обмеженням.

Для керування можна було б використати традиційні методи керування (П-, ПІ-, ПІД-регулятори), але вони мають недостатню робастність, погано

протидіють зовнішнім впливам, що змінюються східчасто, і нелінійному тертю, які завжди мають місце при роботі прокатного стана. Добру робастність з високою точністю керування мають комбіновані методи керування зі спостережниками невизначеності. Суть методу полягає в наступному. Всі зовнішні і внутрішні впливи (включаючи нелінійне тертя), впливи, пов'язані з параметричними невизначеностями, об'єднуються в вектор невизначеності, який оцінюється швидкодіючим спостережником в реальному часі і компенсується комбінованим регулятором. Таким чином, можна забезпечити високу якість та швидкодію керування електроприводом видавальних роликів.

УДК 621.3.07

¹ Волков В.О., ² Сиденко І.В.

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-319 НУ «Запорізька політехніка»

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Між швидкістю обертання ротора, частотою мережі живлення і частотою у роторі існують наступні співвідношення:

$$n_0 = 2 \cdot f_1 \cdot 60 / p, \quad s = f_1 / f_2, \quad n = n_0(1 - s) = 2 \cdot 60 \cdot (f_1 - f_2) / p \quad (1)$$

де p – число пар полюсів; f_1 – частота статора (частота мережі живлення);
 f_2 – частота ротора.

При включенні двигуна за звичайною схемою частота живлення його (частота статора) фіксована, а частота ротора, пропорційна ковзанню, змінюється зі зміною навантаження. Число обертів двигуна пропорційно різності обох частот і залежить від навантаження тим більше, чим більше роторна частота по відношенню до статорної. При необхідності значно знизити число обертів двигуна і ввести для цього великий опір у ротор, потрібно працювати на нестійкій частині характеристики, тобто на такій, коли при порівняно невеликій зміні навантаження досить сильно змінюється швидкість. Практично привід гідротехнічного механізму може стійко працювати при зниженні швидкості не більш ніж на 25 – 30%.

Для деяких приводів, наприклад для приводів затворів з головним наповненням, потрібен значно більший діапазон швидкості (приблизно 1:20 або навіть 1:30). Використання регулювання включенням опору в ротор зовсім недовірно. Тому для таких затворів застосовують так званий мікропривід, тобто

другий незалежний привід, що діє на той самий тяговий орган. Складність і недостатня надійність мікропривода та диференційного механізму для його включення потребують шукати інші методи рішення цієї задачі. Одним із таких методів є привід з двигунами подвійного живлення.

На відміну від звичайної схеми асинхронного двигуна, статор якого живиться примусово частотою мережі, а в роторі замкнутому на опір, частота залежить від навантаження, двигуна подвійного живлення отримує примусову частоту з боку статора та з боку ротора. Для цього до ротора підводиться живлення від окремого генератора-перетворювача частоти. Швидкість обертання такого двигуна дорівнює:

$$n = 2 \cdot 60 \cdot (f_1 - f_2) / p. \quad (2)$$

Вона вже не залежить від навантаження, так як різниця частот статора і ротора постійна. Механічна характеристика двигуна подвійного живлення паралельна осі моментів. Від одного перетворювача частоти можуть житися не один, а два і скільки завгодно двигунів і тоді всі вони будуть обертатися зі строю однаковою швидкістю, як в схемі електричного вала.

Швидкість двигуна подвійного живлення визначається різницею частот живлення ротора і статора, причому частота статора – 50Гц, а частота ротора обирається в залежності від потрібної швидкості обертання і може бути як менше, так і більше 50 Гц. В першому випадку отримаємо додатне значення швидкості обертання, а у другому – від'ємне.

В якості двигуна в схемі подвійного живлення використовується асинхронний двигун з контактними кільцями, обраний за моментом і перевірений за нагрівом.

УДК 681.5:62-83:004.09

Назарова О.С.¹, Шевченко В.О.², Жаховський О.В.³

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-317 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Ез-310м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОМАСОВОЇ СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОСТІ ПРУЖНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Застосування інформаційних технологій при дослідженні, розробці нових та вдосконаленні існуючих систем автоматичного керування (САК) технологічними процесами дозволяє отримати швидке та повне забезпечення інформацією з розроблюваної проблеми [1,2]; вибір доцільних наукових методик з використанням комп'ютерного моделювання [3,4]; пошук в базі даних

потрібних характеристик та параметрів процесів; залежності для вирішення технологічних та науково-дослідних задач, що отримані на основі статистичного оброблення інформації з бази даних; здійснення ефективного порівняльного аналізу отриманих результатів як на проміжному, так і на кінцевому етапах [5,6]. Тому дослідження САК двомасової системи електропривода кліті стана холодної прокатки з урахуванням нелінійності пружної передачі є актуальною задачею.

Електромеханічна система сучасних промислових машин та агрегатів (прокатні стани, безперервно-технологічні агрегати текстильної і хімічної промисловості, конвеєри, скіпи, ліфти та багато інших механізмів) характеризується досить складною структурою механічної та електричної частин. Механічна частина являє собою багатомасову механічну систему з жорсткими та пружними передачами [7]. Електрична частина також є досить складною системою, в залежності від способу керування, схеми з'єднань, діапазону і точності регулювання і таке інше. Тому такі електромеханічні системи характеризуються взаємозв'язком електромагнітних процесів, механічних явищ і технологічних факторів, дією зовнішніх (зміна моменту опору, напруги живлення, температури навколишнього середовища та інш.) і внутрішніх (зміна електромеханічних параметрів системи) збурень. Вказані аспекти мають враховуватися при математичному описі електромеханічного об'єкта.

Відома досить велика кількість робіт, пов'язаних з вивченням впливу пружних передач на якість перехідних процесів одно-, дво- [8, 9], п'яти- [10] і багатомасових систем [11]. Велика частина з цих систем є нерозгалуженими і враховують вплив пружних зв'язків, які описуються законом Гука. Потребує більшої уваги розгляд багатомасових систем з пружними передачами першого і другого роду, а також урахування можливих нелінійностей пружних передач.

Зроблено аналіз особливостей технологічного процесу і враховані технологічні вимоги, пропоновані до головного електропривода одноклітьового стана холодної прокатки. Розраховано САК електропривода постійного струму складена загальна структурна схема САК при двоконтурному підпорядкованому керуванні; розраховані основні параметри двомасової системи; проведено дослідження впливу зміни значення коефіцієнта жорсткості пружної ланки на показники якості САК; проведено моделювання двомасової системи електропривода кліті з урахуванням нелінійності пружної передачі; розроблено оптимізовану засобами Матлаб САК двомасовою системою електропривода кліті стана холодної прокатки, що показала кращі показники якості САК у порівнянні з двоконтурною підпорядкованого типу з П-регулятором струму у внутрішньому контурі і ПІ-регулятором швидкості у зовнішньому контурі. Отримані результати моделювання

підтвердили правильність вибору системи керування і її відповідність вимогам технологічного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Назарова, Е. С. Математическое моделирование электромеханических систем станов холодной прокатки / Е. С. Назарова // Технічна електродинаміка. – 2015. – Вип. 5 – С. 82-89.
2. Nazarova Olena. Computer Modeling of Multi-Mass Electromechanical Systems // The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Vol. 2608, pp. 489-498.
3. Andrii Kolb, Yuliya Pazynich, Adam Mirek and Oksana Petinova. Influence of voltage reserve on the parameters of parallel power active compensators in mining // E3S Web Conf., 201 (2020), 01024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020101024>
4. Ostroverkhov, Nikolay and Nikolay Buryk. Control System with Field Weakening of Synchronous Motor Drive // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 2020. - pp. 1-5. DOI:10.1109/PAEP49887.2020.9240903
5. Prus, V. An Integrated Approach to the Analysis of the Aging of Electric Machines // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)1-4. DOI:10.1109/PAEP49887.2020.9240795
6. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / О.П. Чорний, А.В. Луговой, Д.Й. Родькін, Г.Ю. Сисюк, О.В. Садовой – Кременчук, 2001. – 410 с.
7. Sadovoi O., Nazarova O., Bondarenko V., Pirozhok A., Hutsol T., Nurek T. Glowacki Sz. Modeling and research of electromechanical systems of cold rolling mills. Monograph. – Krakow: Traicon, 2020. – 138 p.
8. Seppo E. Saarakkala and Marko Hinkkanen. Identification of Two-Mass Mechanical Systems Using Torque Excitation: Design and Experimental Evaluation // IEEE Transactions On Industry Applications, vol. 51, no. 5, september/october 2015, pp. 4180- 4189.
9. Kaniuk G., Vasylets T., Varfolomiyev O., Mezeria A., Antonenko N. Development of neural-network and fuzzy models of multimass electromechanical systems // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019. - 3/2 (99). – pp. 51-63.
10. Aboah Boateng Emmanuel, Normanyo Erwin. Investigating Efficiency of a Five-Mass Electromechanical System having Damping Friction, Elastic Coupling and Clearance // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2017. - Vol. 6. – pp. 94-98.

11. Dominik Łuczak. Mathematical model of multi-mass electric drive system with flexible connection // 19th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, (MMAR), 2014. Available at: https://www.researchgate.net/publication/289579780-Mathematical_model_of_multi-mass_electric_drive_system_with_flexible_connection

УДК 621.3.07

¹ Волков В.О., ² Рудім Б.Ю.

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-310сп НУ «Запорізька політехніка»

ДОПУСТИМЕ НАВАНТАЖЕННЯ ГІДРОГЕНЕРАТОРА ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОМУ СТРУМІ СТАТОРА

Якщо форма кривої статора генератора відрізняється від синусоїдальної, що наприклад має місце при роботі на випрямне навантаження, в генераторі виникають додаткові втрати, що визивають підвищений нагрів його обмоток. Для визначення цих втрат проводиться гармонічний аналіз кривої струму і визначаються амплітуди вищих гармонік струму I_v в долях основної гармоніки.

Діюче значення гармонік струму I_v залежить від параметрів схеми зі сторони живлення випрямлячів змінним струмом і може бути обчислено з достатнім наближенням за формулою:

$$I_v = \frac{k_v}{v} \cdot \frac{I_1}{\sqrt{1 + (I_1 \cdot x_v)^2}} \quad (1)$$

де x_v – приведений індуктивний опір схеми живленні для v -ї гармоніки у відносних одиницях ($k_v = 1$ для $v = 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25$ у 6-ти фазній схемі та для $v = 11, 13, 23, 25$ у 12-ти фазній схемі; $k_v = 0,2$ для $v = 5, 7, 17, 19$ у 12-ти фазній схемі).

Розрахунок приведенного опору x_v проводиться за схемою заміщення, в якій індуктивний опір трансформаторів, реакторів, індукційних регуляторів, кабелів і повітряних ліній визначаються через відомі опори першої гармоніки $x_v = v \cdot x_1$, а індуктивні опори гідрогенератора $x_v = 0.7v \cdot x_2$, де коефіцієнт 0.7 враховує вплив підвищеного витиснення струму в колах ротора на реактивний опір струмам зворотної послідовності генератора x_2 .

За відомими значеннями вищих гармонік у кривій струму статора можуть бути обчислені у кіловатах додаткові втрати:

- в обмотці статора

$$\Delta P_{mv} = P_M \cdot \left[\Sigma I_v^2 + (k_f - 1) \cdot \Sigma I_v^2 v^2 \right]; \quad (2)$$

- в обмотці збудження

$$\Delta P_{ev} = \frac{I}{2} r_f S_{ном} \cdot \left[k_{f300f} (I_5 + I_7)^2 + k_{f600f} (I_{11} + I_{13})^2 + \right. \\ \left. + k_{f900f} (I_{17} + I_{19})^2 + \dots \right] \cdot \left(\frac{x_d'' - x_l}{x_f} \right)^2; \quad (3)$$

- в демпферної обмотці

$$\Delta P_{Dv} = \frac{I}{2} r_{kd} S_{ном} \cdot \left[k_{f300D} (I_5 + I_7)^2 + k_{f600D} (I_{11} + I_{13})^2 + \right. \\ \left. + k_{f900D} (I_{17} + I_{19})^2 + \dots \right] \cdot \left(\frac{x_d'' - x_l}{x_{kd}} \right)^2. \quad (4)$$

Коефіцієнти додаткових втрат в обмотках статора, збудження і демпферній визначаються з виразів (5.17), (6.116) та (6.117) на с.100 та 152 відповідно з книги: И.А. Глебов Гидрогенераторы. – Л.: Энерго-издат. – 1982г. – 368с.

З умови сталості нагріву обмотки статора максимально допустимий струм статора заданої форми складає

$$I = I_{ном} \sqrt{\frac{P_M (1 + k_f)}{P_M (1 + k_f) + \Delta P_{mv}}}. \quad (5)$$

Максимально допустимий струм в обмотці збудження:

$$i_e = i_{e\text{ ном}} \sqrt{\frac{P_e}{P_e + \Delta P_{ev}}}. \quad (6)$$

При живленні від синхронного генератора випрямлячів на криву робочої напруги генератора, що відповідає основній гармоніці струму, накладається ряд гармонійних напруг, обумовлених протіканням по обмотці струмів вищих гармонік.

Значення відносного спотворення напруги може бути обчислено за формулою:

$$\Delta U = \Sigma I_v \cdot 0.7 \cdot v \cdot x_2 . \quad (7)$$

Кінцеве максимально допустиме навантаження генератора при несинусоїдальному струмі статора приймається найменше з трьох значень, що визначаються з умов незмінності втрат в обмотці статора, в обмотці збудження і в демпферній обмотці.

УДК 621.317

Деев С.Г.¹, Гіренко А.В.², Зубаха В.С.³

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-618сп НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-618сп НУ «Запорізька політехніка»

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД З ВИВЧЕННЯ ДАТЧИКІВ СТРУМУ І НАПРУГИ

Метою роботи є розробка та обґрунтування технічних рішень, спрямованих на створення лабораторного стенда для вивчення вимірювання струму і напруги в бортових електромережах літальних апаратів (ЛА).

В бортовій електромережі використовуються постійна напруга 28 В та змінний струм частотою 400 Гц.

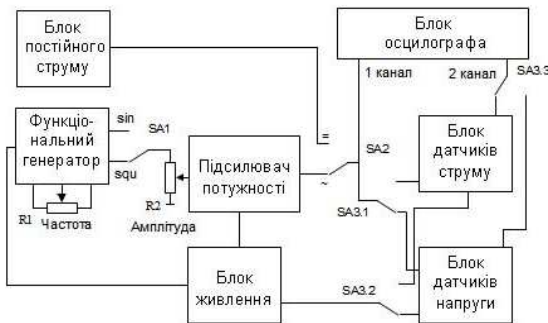


Рисунок 1 – Схема лабораторного стенда

Для вивчення роботи датчиків розроблено навчальний стенд (рис.1), який дозволяє вивчати роботу датчиків при постійному та змінному струмі. Основу стенда складають блоки датчиків струму та напруги, кожен з яких містить резистивний, трансформаторний та датчик на основі ефекту Холла і блока осцилографа. Для вивчення резистивного датчика при постійному струмі

використано блок постійного струму, для живлення датчиків змінним струмом-функціональний генератор, що формує гармонічні та прямокутні коливання з регулюванням частоти та амплітуди, та підсилювач потужності.

Розроблений стенд дозволяє вивчати роботу датчиків при постійному та змінному струмі частотою 400 Гц, та вивчати амплітудно- частотні характеристики датчиків в діапазоні частот 20 Гц-30 кГц з фіксацією результатів за допомогою двоканального осцилографа.

Практична цінність результатів роботи полягає в використанні розробленого стенда в лабораторному практикумі при вивченні курсу «Інформаційно-вимірвальні пристрої».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден - Москва: Техносфера. – 2005. - 592 с.

УДК 621.3:681.5

Залужний М. Ю.¹, Охотнік П.Л.²

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Ем-310 НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ НА БАЗІ РОБОТУ МП-9

Сучасні автоматизовані виробництва вимагають високого рівня функціональності від виконавчих та обслуговувальних органів, машин та пристосувань. Особливо це актуально щодо допоміжних виробничих операцій, таких як: транспортні, завантажувально-розвантажувальні, тарно-пакувальні, складські та ін. Ці операції, на відміну від основних технологічних операцій, є малоавтоматизованими та високозатратними. Для здійснення автоматизації таких операцій потрібні кваліфіковані спеціалісти, які здатні організовувати та обслуговувати автоматизовані лінії.

Для підготовки таких спеціалістів широко використовуються роботизовані навчальні стенди. Актуальність роботизованих навчальних стендів обумовлюється тим, що вони дозволяють отримати не тільки теоретичні, а й практичні знання і навички роботи з роботами. Навчальні роботи допомагають у вивченні кінематики та конструкції роботів, систем керування, вироблення умінь і навичок для технологів-програмістів, наладчиків і операторів. Одним з таких стендів є стенд на базі робота МП-9 (рисунок 1), простота конструкції якого та його висока експлуатаційна надійність визначили його широке використання у виробництві та учбових стендів.

Модернізація лабораторного станду полягає в створенні системи керування на базі сучасних мікроконтролерів. Які в свою чергу дозволяють студенту програмувати робота на різних мовах програмування, з'єднуватись з роботом використовуючи різні інтерфейси.

Було обрано мікроконтролер ESP32-WROOM-32. Цей мікроконтролер своїми технічними можливостями та габаритними розмірами найбільш чітко відповідає поставленій задачі.

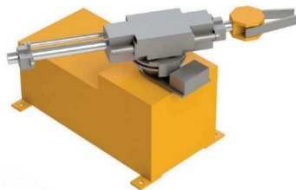


Рисунок 1 – Загальний вид робота МП-9

Вбудована підтримка Bluetooth, Bluetooth LE і Wi-Fi гарантує високу ефективність застосування модуля з великими можливостями на майбутнє: Wi-Fi дозволяє говорити про високу ефективність застосування в задачах, де відбувається підключення до мережі Інтернет через Wi-Fi – роутер; завдяки Bluetooth користувач може підключати модуль до смартфона або будь-якого іншого призначеного для користувача пристрою (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структурна схема станду

Модернізований станд передбачено використовувати при вивченні принципів роботи пневмоприводів, програмування мікроконтролерів та систем керування промисловими роботами. Також станд дозволяє отримати навички створення мобільних додатків та програм які використовують безпроводні технології.

СЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ЗАГАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ»

УДК 621.3.01:519.876.5

Тиховод С.М.¹, Козлов В.В.²

¹ д-р. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНИХ СТРУМОВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Нехай в електричному колі є тільки один нелінійний резистивний елемент, а інші елементи – лінійні. Тоді розглянемо лінійну частину кола як активний лінійний двополіусник, навантаженням якого є нелінійний резистивний елемент (рис. 1).

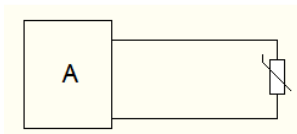


Рисунок 1 – Активний лінійний двополіусник з нелінійним елементом.

Згідно з теоремою про еквівалентний генератор активний лінійний двополіусник можна замінити еквівалентним генератором струму (рис. 2).

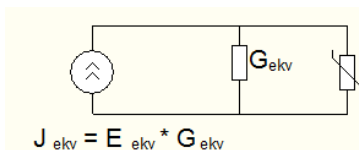


Рисунок 2 - Заміщення лінійного двополіусника еквівалентним генератором

Якщо на одному графіку помістити навантажувальну характеристику активного лінійного двополіусника і ВАХ нелінійного резистивного елемента (рис. 3), то точка перетину кривих (U_x , I_x), визначає режим роботи електричного кола, тобто струм I_x і напруга U_x на нелінійному опорі, які потрібно визначити.

Нехай нам відомо якесь наближене рішення U_0 , I_0 – нульове наближення. В точці (U_0 , I_0), апроксимуємо ВАХ нелінійного опору прямої, дотичної до цієї точки. Тоді точка (U_1 , I_1), яка є точкою перетину апроксимуючої прямої і навантажувальної прямої, буде розташована ближче до точки (U_x , I_x). Будемо

розглядати її як наступне наближення до істинного рішення. В точці (U_1, I_1) , знову будується дотична до ВАХ, і знову ВАХ апроксимується цієї дотичної і так далі, поки не наблизимося до точки (U_x, I_x) з заданою точністю.

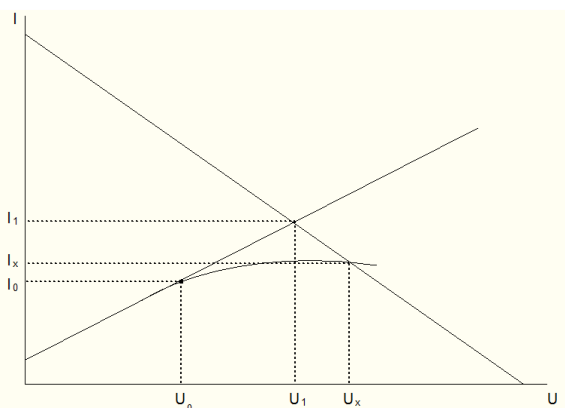


Рисунок 3 – Навантажувальна характеристика активного лінійного двополюсника і ВАХ нелінійного резистивного елемента.

Розглянемо наступну інтерпретацію дотичній до ВАХ. Уявімо, що дотична до ВАХ – це навантажувальна характеристика деякого активного двополюсника, який замінимо еквівалентним генератором струму. Тоді активний лінійний двополюсник, навантажений на нелінійне опір можна представити схемою заміщення, наведеної на рис. 4.

Таким чином, нелінійний резистивний елемент замінений еквівалентним струмового моделлю з елементами G_k і J_k . Визначимо параметри струмового моделі нелінійного резистивного елемента. З геометричних викладок (рис. 3) можна показати, що

$$G_k = \operatorname{tg}(\alpha); J_k = I_k - U_k \cdot G_k, \quad (1)$$

де α – кут нахилу дотичної до кривої в точці ВАХ U_k, I_k .

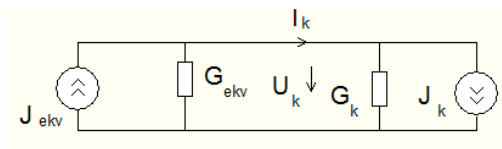


Рисунок 4 – Схема заміщення активного лінійного двополюсника, навантаженого на нелінійний резистивний елемент.

Таким чином, вирази (1) дозволять визначити параметри струмової моделі нелінійного опору, т. е. G_k і J_k . Провідність G_k дорівнює

$$G_k = tg(\alpha) = \left. \frac{dI}{dU} \right|_{I=I_k} . \quad (2)$$

На кожному кроці ітерації параметри J_k , G_k струмової моделі змінюються. Тому дана струмова модель називається дискретною струмовою моделлю.

Якщо ітераційний процес не сходиться, то пропонується наступний прийом, підвищує збіжність. Значення J_k , G_k на кроці ітерації k обчислюються з використанням значень на попередньому кроці:

$$G_k = \frac{G_k + (p-1) G_{k-1}}{p}; \quad J_k = \frac{J_k + (p-1) J_{k-1}}{p}, \quad (3)$$

де p – параметр, що приймає значення в межах 2-20.

Використовуючи формули (3) можна домогтися збіжності ітераційного процесу, навіть якщо спочатку процес був дивергентним.

Цикли ітерацій повторюються до тих пір, поки всі струми і напруги не досягнуть з заданою точністю своїх постійних значень.

УДК 621.3.01:519.876.5

Тиховод С. М.¹, Паталах Д.Г.²

¹ д-р. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² асп. НУ "Запорізька політехніка"

РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ З РОЗКЛАДАННЯМ ПОХІДНОЇ ФУНКЦІЙ ЗА ПОЛІНОМАМИ ЧЕБИШОВА

Моделювання перехідних процесів в електричних колах в даний час виконують шляхом складання і розв'язання рівнянь стану на підставі законів Кірхгофа або шляхом використання готових програм, в яких рівняння стану складаються автоматично за заданою схемою кола. Перехідні процеси можуть бути досить тривалими, що призводить до значного часу розрахунку при використанні сучасних обчислювальних засобів. Обмеження методу дає похибка обчислення похідної розв'язку.

Мета даної роботи – розробка швидкодіючого методу розрахунку перехідних електромагнітних процесів, що використовує апроксимацію похідної розв'язку за поліномами Чебишова.

Для спрощення викладу розглянемо одноконтурне коло змінного струму, що містить резистивний (R), індуктивний (L) елементи, включені послідовно.

При підключенні в момент $t=t_0$ джерела змінної ЕРС $e(t)$ в колі відбувається перехідний процес, який описується рівнянням з постійними коефіцієнтами:

$$L \frac{di}{dt} + Ri = e(t) . \quad (1)$$

У запропонованому методі задаймо рішення для похідної струму, як функцію від часу. Цю функцію від часу апроксимуємо рядом за поліномами Чебишова $N-1$ -го ступеня:

$$i'(x) \approx p(x) = c_0 T_0(x) + c_1 T_1(x) + c_2 T_2(x) + \dots + c_{N-1} T_{N-1}(x) \quad (2)$$

Для апроксимуючого полінома (2) поставимо умову, що в точках t_k ділення інтервалу зміни аргументу значення похідної за часом струму збігаються з відповідними значеннями полінома:

$$i'(t_k) = p(t_k) \text{ для } k = 0, 1, 2, \dots, N-1. \quad (3)$$

Якщо умову (3) записати для кожної точки t_k , то отримаємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь. Віднімемо з усіх рівнянь системи перше рівняння і отримаємо скорочену систему, яка в матричній формі має вигляд:

$$\mathbf{I}' = \mathbf{D} \mathbf{C} + \mathbf{I}'_0 , \quad (4)$$

$$\text{де: } \mathbf{D} = \mathbf{D}_x - \mathbf{D} ; \quad \mathbf{D}_x = \begin{bmatrix} \mathbf{T}(x_1) \\ \mathbf{T}(x_2) \\ \vdots \\ \mathbf{T}(x_{N-1}) \end{bmatrix}; \quad \mathbf{D}_0 = \begin{bmatrix} \mathbf{T}(x_0) \\ \mathbf{T}(x_0) \\ \vdots \\ \mathbf{T}(x_0) \end{bmatrix}; \quad \mathbf{I}'_x = \begin{bmatrix} i'(x_1) \\ i'(x_2) \\ \vdots \\ i'(x_{N-1}) \end{bmatrix}; \quad \mathbf{I}'_0 = \begin{bmatrix} i'(x_0) \\ i'(x_0) \\ \vdots \\ i'(x_0) \end{bmatrix}.$$

Розв'язок для функції струму має вигляд:

$$i(x) = \int p(x) dx + d_1 = \int (c_0 T_0(x) + c_1 T_1(x) + c_2 T_2(x) + \dots + c_{N-1} T_{N-1}(x)) dx + d_1 , \quad (5)$$

Інтеграли від поліномів Чебишова виражаються формулами:

$$\int T_1(x) dx = \frac{1}{4} T_2(x) + d \quad ; \quad \int T_k(x) dx = \frac{1}{2} \left[\frac{T_{k+1}(x)}{k+1} - \frac{T_{k-1}(x)}{k-1} \right] dx + d . \quad (6)$$

d – постійна інтегрування.

З урахуванням (6) вираз (5) представимо у вигляді:

$$i(x) = [T_1(x)]c_0 + \frac{1}{4}[T_2(x)]c_1 + \dots + \left[\frac{T_{k+1}(x)}{2(k+1)} - \frac{T_{k-1}(x)}{2(k-1)} \right]c_k + \dots + \left[\frac{T_N(x)}{2N} - \frac{T_{N-2}(x)}{2(N-2)} \right]c_{N-1} + d_1. \quad (7)$$

Введемо вектор-рядок всіх доданків (крім першого), що входять у вираз (7), як функцію від аргументу x :

$$S_x(x) = \left[\frac{1}{4}[T_2(x)], \dots, \frac{T_{k+1}(x)}{2(k+1)} - \frac{T_{k-1}(x)}{2(k-1)}, \dots, \frac{T_N(x)}{2N} - \frac{T_{N-2}(x)}{2(N-2)} \right]. \quad (8)$$

З врахуванням (7-8) отримуємо:

$$i(x) = (S_x(x) - S_x(x_0) - (x - x_0) \cdot T_{x_0}) \cdot C + (x - x_0) \cdot i_0' + i_0. \quad (9)$$

Для вузлових точок рівняння (9) має вигляд

$$I = (S - S_0 - \Delta \cdot T_{x_0}) \cdot C + \Delta \cdot i_0' + i_0 = V \cdot C + \Delta \cdot i_0' + i_0 \quad (10)$$

Диференціальне рівняння стану для кола R - L - e має вигляд (1). Для вузлових точок із значенням аргументу часу t_m (відповідно x_m) $m = 1, 2, \dots, N-1$ відповідає наступне рівняння в матричній формі:

$$L I' + R I = e, \quad (11)$$

де e - вектор значень ЕРС в вузлових точках; I - вектор значень струму в вузлових точках; I' - вектор значень похідної струму в вузлових точках.

Підставимо вирази (4), (10) в (11) та перетворимо:

$$(L \cdot D + R \cdot V) \cdot C = e - R \cdot \Delta \cdot I_0' - R \cdot i_0 - L \cdot I_0'. \quad (12)$$

Отримали вираз другого закону Кірхгофа для зображень C .

Тоді при відомих початкових значеннях струму i_0 і похідною струму можна визначити значення струму у всіх довільних точках x на відрізку $[-1, 1]$ або відповідних точках t часового сегмента.

Інтерпретування рівняння (12). Нехай у вихідній вітці R - L - e протікає реальний струм $i(t)$. Вихідною вітці, відповідає вітка заміщення (рис. 2), в якій протікає деяке зображення C , реального струму $i(t)$. Зображення C - це вектор, що містить коефіцієнти розкладання струму $i(t)$ в ряд по ортогональних поліномах Чебишова.

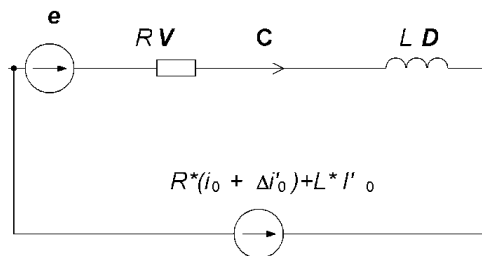


Рис. 2. Схема заміщення для зображень одноконтурного R - L - e кола

При цьому в вітці заміщення резистивний елемент R має опір R_V і послідовно з ним назустріч струму включається джерело постійної ЕРС величиною $R \cdot (\Delta \cdot I_0' + I_0)$ (див. рис. 2). Індуктивний елемент L має опір L_D , і послідовно з ним назустріч току включається джерело постійної ЕРС величиною $L I_0'$.

Згідно з розробленою теорією складена комп'ютерна програма, розрахунок по якій з точністю до часток відсотка збігається з розрахунком, отриманим аналітично.

Висновки

1. Запропоновано методику побудови схем заміщення електричного кола, яка дозволяє безпосередньо обчислювати коефіцієнти поліноміальної апроксимації шуканих струмів в перехідних режимах.
2. Вектори поліноміальних коефіцієнтів задовольняють законам струмів і напруг Кірхгофа для схеми заміщення і є рішеннями системи алгебраїчних рівнянь.
3. Запропонована методика відрізняється тим, що в ній відсутня операція обчислення похідної рішення, що дозволяє значно підвищити точність розрахунків.

УДК 621.3.012

Козлов В.В.¹, Набокова О.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² доц. НУ "Запорізька політехніка"

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ MATHCAD

За останні роки в електротехніці все більше використовуються напівпровідникові перетворювачі, що потребує аналізу електричних кіл які містять джерела несинусоїдних ЕРС. Такі розрахунку доцільно виконувати за

допомогою комп'ютерних програм. Найбільш популярним пакетом програм комп'ютерної математики, який використовується в електротехнічних розрахунках, є MathCAD. Пакет MathCAD створювався як потужний мікрокалькулятор, що дозволяє легко справлятися з рутинними завданнями. Головною перевагою пакета MathCAD є запис складних математичних виразів в тому вигляді, в якому вони зазвичай записуються та можливість створення вбудованими засобами високоякісних технічних звітів з таблицями, графіками, текстом.

У якості приклада розглянемо аналіз однофазного розгалуженого електричного кола, яке складається з резистивного, індуктивного та ємнісного елементів та джерела несинусоїдного напруги (рис. 1).

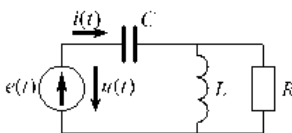


Рисунок 1 – Схема електричного кола несинусоїдного струму

Параметри електричного кола: $R = 100 \text{ Ом}$, $L = 40 \text{ мГн}$, $C = 20 \text{ мкФ}$, миттєве значення напруги джерела живлення:

$$u(t) = U_0 + U_{m_1} \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi_1) + U_{m_3} \cdot \sin(3\omega \cdot t + \psi_3) + U_{m_5} \cdot \sin(5\omega \cdot t + \psi_5)$$

Постійна складова напруги $U_0 = 20 \text{ В}$, амплітуди та початкові фази гармонійних складових $U_{m_1} = 30 \text{ В}$, $U_{m_3} = 15 \text{ В}$, $U_{m_5} = 5 \text{ В}$, $\psi_1 = 0^\circ$, $\psi_3 = 30^\circ$, $\psi_5 = 60^\circ$. Частота головної гармоніки $f = 50 \text{ Гц}$.

Потрібно визначити струм на вході електричного кола, його діюче значення та активну, реактивну та повну потужності і коефіцієнт потужності. Побудувати хвильові діаграми струму та напруги джерела.

Замінімо задане джерело джерелом постійної напруги U_0 та трьома джерелами синусоїдної напруги (рис. 2)

$$U_{m_1} \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi_1) + U_{m_3} \cdot \sin(3\omega \cdot t + \psi_3) + U_{m_5} \cdot \sin(5\omega \cdot t + \psi_5)$$

Для розрахунку скористаємося методом накладення. Визначимо комплекс повного опору електричного кола для k -ої гармоніки

$$\underline{Z}_k = -\frac{j}{k \cdot \omega \cdot C} + \frac{R \cdot j \cdot k \cdot \omega \cdot L}{R + j \cdot k \cdot \omega \cdot L} = Z_k \cdot e^{j \cdot \varphi_k}$$

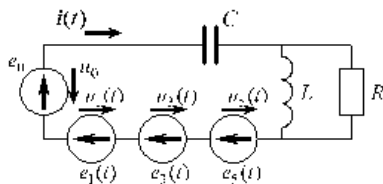


Рисунок 2 – Схема електричного кола з декількома джерелами

Комплексну амплітуду k -ої гармоніки струму визначаємо як відношення комплексної амплітуди k -ої гармоніки напруги джерела до комплексу повного опору для відповідної гармоніки. Слід відзначити, що у зв'язку з тим, що на вході електричного кола розташований ємнісний елемент, то постійна складова струму дорівнює нулю.

Нижче наведено запис розрахунку у середовищі Mathcad. Враховуючи, що амплітуди струму та напруги значно відрізняються, то на хвильовій діаграмі значення струму збільшено у 50 разів (рис. 3).

$$R := 100 \quad L := 40 \cdot 10^{-3} \quad C := 20 \cdot 10^{-6} \quad f := 50$$

$$U0 := 20 \quad Um1 := 30 \quad Um3 := 15 \quad Um5 := 5$$

$$\psi1 := 0 \text{ deg} \quad \psi3 := 30 \text{ deg} \quad \psi5 := 60 \text{ deg}$$

$$u(t) := U0 + Um1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi1) + Um3 \cdot \sin(3 \cdot \omega \cdot t + \psi3) + Um5 \cdot \sin(5 \cdot \omega \cdot t + \psi5)$$

$$Z1 := \frac{-j}{\omega \cdot C} + \frac{R \cdot j \cdot \omega \cdot L}{R + j \cdot \omega \cdot L} \quad \phi1 := \arg(Z1) \quad Im1 := \frac{Um1}{|Z1|}$$

$$Z1 = 1.555 - 146.784i \quad \phi1 = -89.393 \text{ deg} \quad Im1 = 0.204$$

$$Z3 := \frac{-j}{3 \cdot \omega \cdot C} + \frac{R \cdot j \cdot 3 \cdot \omega \cdot L}{R + j \cdot 3 \cdot \omega \cdot L} \quad \phi3 := \arg(Z3) \quad Im3 := \frac{Um3}{|Z3|}$$

$$Z3 = 12.444 - 20.044i \quad \phi3 = -58.157 \text{ deg} \quad Im1 = 0.636$$

$$Z5 := \frac{-j}{5 \cdot \omega \cdot C} + \frac{R \cdot j \cdot \omega \cdot L}{R + j \cdot \omega \cdot L} \quad \phi5 := \arg(Z1) \quad Im5 := \frac{Um1}{|Z1|}$$

$$Z5 = 28.304 + 13.217i \quad \phi5 = 25.03 \text{ deg} \quad Im5 = 0.16$$

$$U := \sqrt{U_0 + \left(\frac{U_{m1}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{m3}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{m5}}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$I := \sqrt{I_0 + \left(\frac{I_{m1}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{I_{m3}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{I_{m5}}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$U = 31.225 \quad I = 0.486$$

$$P := \frac{U_{m1} \cdot I_{m1}}{2} \cdot \cos(\phi_1) + \frac{U_{m3} \cdot I_{m3}}{2} \cdot \cos(\phi_3) + \frac{U_{m5} \cdot I_{m5}}{2} \cdot \cos(\phi_5)$$

$$Q := \frac{U_{m1} \cdot I_{m1}}{2} \cdot \sin(\phi_1) + \frac{U_{m3} \cdot I_{m3}}{2} \cdot \sin(\phi_3) + \frac{U_{m5} \cdot I_{m5}}{2} \cdot \sin(\phi_5)$$

$$S := U \cdot I \quad \chi := \frac{P}{S}$$

$$P = 2.91 \quad Q = -6.947 \quad S = 15.163 \quad \chi = 0.192$$

$$i(t) := I_0 + I_{m1} \cdot \cos(\omega \cdot t + \psi_1 - \phi_1) + I_{m3} \cdot \cos(3 \cdot \omega \cdot t + \psi_3 - \phi_3) + I_{m5} \cdot \cos(5 \cdot \omega \cdot t + \psi_5 - \phi_5)$$

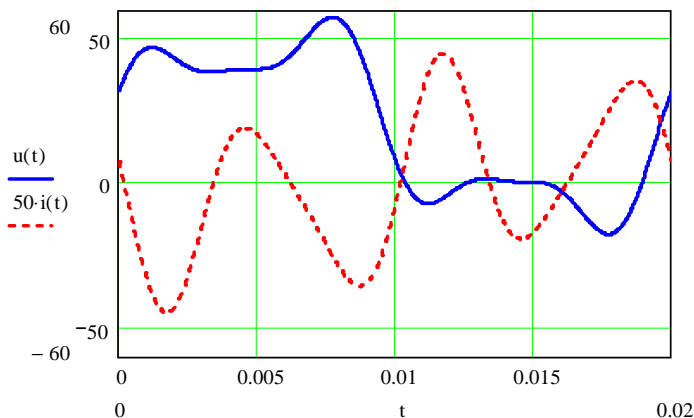


Рисунок 3 – Хвильові діаграми напруги $i(t)$ та напруги $u(t)$

Отримані результати можуть бути використанні у навчального процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Паранчук Я.С., Мороз В.І. Обчислювання та програмування в MathCAD.

2. Козлов В.В., Набокова В.В. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими у лінійних електричних колах. Навчальний посібник - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 428 с.

УДК 621.3.012

Козлов В.В.¹, Набокова О.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² доц. НУ "Запорізька політехніка"

АНАЛІЗ ПЕРІОДИЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТА MATHCAD

В наш час у зв'язку з поширення пандемії все більше уваги приділяють дистанційному навчанню. Це потребує переосмислення питань проведення лабораторних та практичних занять з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки". Деякі з них можна розв'язати шляхом використання для аналізу електричних та магнітних кіл пакетів програм комп'ютерної математики, серед яких одним з найбільш популярних є MathCAD. Пакет MathCAD створювався як потужний мікрокалькулятор, що дозволяє легко справлятися з рутинними завданнями. Сюди можна віднести рішення алгебраїчних і диференціальних рівнянь з постійними і змінними параметрами, аналіз функцій, пошук їх екстремумів, чисельне і аналітичне диференціювання та інтегрування, використання таблиць і графіків при аналізі знайдених рішень. Головним достоїнством пакета Mathcad і його колосальною перевагою перед іншими системами є: легкість і наочність програмування задач; запис складних математичних виразів в тому вигляді, в якому вони зазвичай записуються на аркуші паперу; простота у використанні; можливість створення вбудованими засобами високоякісних технічних звітів з таблицями, графіками, текстом.

У якості приклада використання пакета MathCAD розглянемо для аналізу джерел несинусоїдної напруги.

Аналіз розпочнемо з розгляду джерела напруги пилкоподібної форми період якої $T = 2$ с, а значення напруги змінюється на періоді за лінійним законом $u = 10 \cdot t$. Обмежимося розкладом несинусоїдної функції у ряд Фур'є до 10-ої гармоніки. Результати розрахунку наведено на рис. 1. Окрім графіку функції на рисунку представлені чисельні значення амплітуд косинусоїдних та синусоїдних складових.

$$T := 2 \quad \omega := \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

$$u(t, T) := \begin{cases} 10 \cdot t & \text{if } 0 \leq t \leq 0.99 \cdot T \\ 0 & \text{if } 0.99 \cdot T < t \leq T \end{cases}$$

$$A(k, u, T) := \frac{2}{T} \cdot \int_0^T u(t, T) \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t) dt$$

$$B(k, u, T) := \frac{2}{T} \cdot \int_0^T u(t, T) \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) dt$$

$$Ng := 10 \quad k := 0..Ng-1 \quad a_k := A(k, u, T)$$

$$i := 1..Ng-1 \quad b_i := B(i, u, T)$$

$$Nt := 100 \quad m := 0..Nt$$

$$ug(t) := \frac{a_0}{2} + \sum_i (a_i \cdot \cos(i \cdot \omega \cdot t) + (b_i \cdot \sin(i \cdot \omega \cdot t)) \quad t_m := \frac{T \cdot m}{Nt}$$

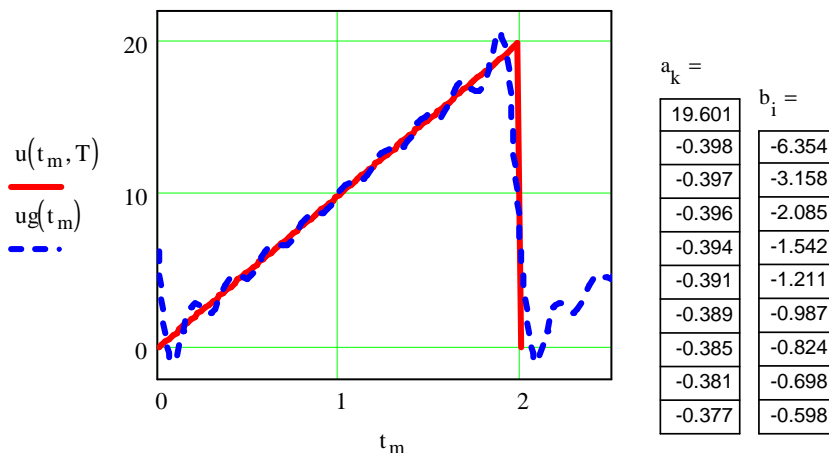


Рисунок 1 - Результати аналізу джерела напруги пилкоподібної форми

Розглянута програма аналізу несунусоїдних джерел напруги може бути використана для розкладення у ряд Фур'є будь яких періодичних функцій що задані аналітично. Для цього достатньо у перших двох рядках програми замінити параметри періоду функції та її аналітичний запис.

Для прикладу розглянемо аналіз вихідної напруги для однонапівперіодних і двонапівперіодних випрямлячів. Вважатиме, що випрямлячі з'єднані з джерелом напруги частотою 50 Гц та діючою напругою 220 В. Відповідно період напруги $T = 0.002$ с та амплітудне значення напруги $U_m = \sqrt{2} \cdot 220 = 311$ В.

Для однонапівперіодних випрямлячів напруга задається функцією

$$u(t,T) := \begin{cases} 311 \cdot \sin(\omega \cdot t) & \text{if } 0 \leq t \leq 0.5 \cdot T \\ 0 & \text{if } 0.5 \cdot T < t \leq T \end{cases}.$$

Результати аналізу напруги однонапівперіодного випрямляча наведено на рис. 2.

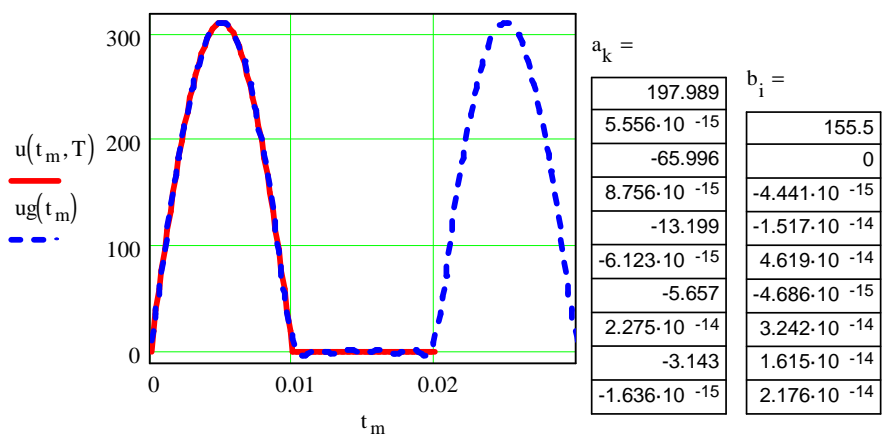


Рисунок 2 - Результати аналізу напруги однонапівперіодного випрямляча

Для двонапівперіодних випрямлячів напруга задається функцією

$$u(t,T) := \begin{cases} 311 \cdot \sin(\omega \cdot t) & \text{if } 0 \leq t \leq 0.5 \cdot T \\ -311 \cdot \sin(\omega \cdot t) & \text{if } 0.5 \cdot T < t \leq T \end{cases}.$$

Результати аналізу напруги двонапівперіодного випрямляча наведено на рис. 3.

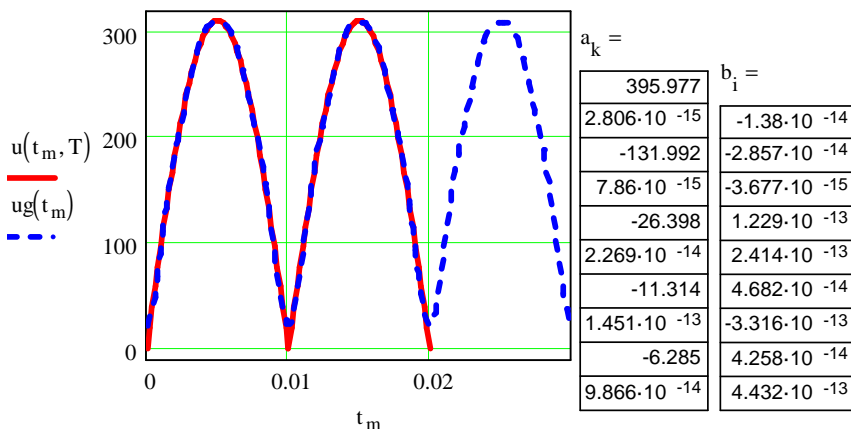


Рисунок 3 - Результати аналізу напруги двонапівперіодного випрямляча

Отримані результати можуть бути використанні у навчального процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Паранчук Я.С., Мороз В.І. Обчислювання та програмування в MathCAD.
2. Козлов В.В., Набокова В.В. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими у лінійних електричних колах. Навчальний посібник. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 428 с.

УДК 378.147.004

Афанасьєва І.О.¹

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСУ ZOOM В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

В умовах карантину вчителі та викладачі вузів опинилися перед необхідністю оперативно організувати дистанційне навчання. Яку платформу обрати? Одним з інструментів найбільш пристосованих для навчання та зручних у використанні, є платформа Zoom. Zoom – це сервіс для організації онлайн-занять та веб-семінарів. Цей сервіс однаково добре працює як на ПК, так і на смартфонах чи планшетах. Потрібно завантажити програму на комп'ютер чи додаток для смартфона. Деякі із можливостей Zoom: проведення онлайн-занять з

відео високої якості та можливістю участі до 100 користувачів; демонструвати свій екран іншим учасникам (показувати презентацію, сайти, відео); коментувати будь-які файли в режимі реального часу; використовувати дошку для малювання, тобто повністю замінити звичну дошку в аудиторії на онлайн аналог; планування занять; можливість запрошувати учасників; безкоштовне проведення сесії до 40 хвилин.

Щоб створити конференцію в Zoom, потрібно встановити офіційний додаток. Для створення конференції в Zoom з комп'ютера, встановіть і запустіть додаток Zoom. Далі вам потрібно зареєструватися в сервісі. Для цього натисніть "Увійти в". Виберіть пункт в правому нижньому кутку "Зареєструватися безкоштовно". Відкриється сайт сервісу Zoom. Щоб зареєструватися, досить ввести свою пошту (зверніть увагу, що вона обов'язково повинна бути робочою, оскільки на неї буде вислано посилання для активації) і ввести код перевірки, після чого натиснути "Реєстрація". На пошту, яку ви вказали при реєстрації, прийде лист.

У ньому потрібно активувати обліковий запис. Після цього відкриється сторінка на сайті, де ви бажаєте завершити реєстрацію в сервісі Zoom. Поверніться до додатка Zoom і використовуйте створені логін і пароль для входу в систему. Відкриється меню користувача, в якому можна вибрати бажані дії. Щоб здійснити конференцію, досить натиснути "Нова конференція". Після цього запуститься нова конференція. При пуску додаток запросить базові налаштування конференції, вкажіть необхідні параметри. Щоб запросити в конференцію користувачів, натисніть "Запросити" на нижній панелі програми. Після цього можна запросити користувачів, які у вас вже додані в Zoom, або вислати запрошення. Оптимальний варіант - натиснути в нижній частині вікна на пункт "Копіювати запрошення", після чого в ваш буфер обміну буде поміщено посилання на конференцію, ідентифікатор конференції та пароль від конференції. Надішліть цю інформацію з буфера обміну будь-яким способом людині, яку ви хочете запросити в конференцію, і вона зможе зайти в трансляцію.

Щоб запустити конференцію в Zoom з телефону, потрібно відкрити офіційний мобільний додаток сервісу на пристрої, після чого авторизуватися в ньому або зареєструватися. Авторизувавшись, натисніть на пункт "Нова конференція", щоб почати трансляцію. Далі натисніть "Почати конференцію". Після цього конференція буде запущена. Щоб запросити учасників в свою конференцію, можна використовувати пункт меню "Учасники" і вибрати цікавий спосіб відправки інформації про конференцію, або відправити ідентифікатор конференції та пароль, які відображаються в верхній частині екрану при трансляції. Також можна відправляти паролі та ідентифікатори персональної конференції за допомогою СМС або електронної пошти.

Zoom - це дуже зручний і простий в управлінні сервіс. Організувати відео-конференцію в Zoom можна буквально в кілька кліків - і подію запланувати, і майбутнім учасникам розіслати дані доступу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малинівський С.М. Загальна електротехніка: Підручник.-Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. - 640 с.
2. Майкл Аллен. Как сделать электронное обучение понятным, качественным и доступным.: Учебник.– Издательство «Альпина Паблишер», 2019.-200с.

УДК 621.396.674.3

Романіченко Г.М.¹

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

ВЕКТОРИ НАПРУЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПОБЛИЗУ ДИПОЛЯ ГЕРЦА

Для математичної моделі фізичних процесів електромагнітного випромінювання в діапазонах довгих хвиль природним джерелами (грозові розряди, розряди у високовольних ЛЕП або в процесі експлуатації електротранспорту, і т. д.) застосовують теорію випромінювання диполя Герца. Класична теорія електромагнітного поля при розрахунку диполя Герца завдовжки l , збуджуваного ефективним струмом I_e , який змінюється за гармонійним законом $e^{i\omega t}$, визначає вектори електромагнітного поля залежно від довжини хвилі λ , відстані r від диполя до точки спостереження і кутової сферичної координати θ .

Модулі комплексних амплітуд векторів напруженості електричного і магнітного полів диполя Герца, нормованих до довжини хвилі відповідними коефіцієнтами

$$H_0 = \frac{I_e l}{\lambda^2}; \quad E_0 = \frac{I_e l \cdot Z_0}{\lambda^2}, \quad (1)$$

представимо у вигляді:

$$H_\varphi = \pi \cdot \frac{\sqrt{\frac{4\pi^2 r^2}{\lambda^2} + 1}}{4\pi^2 \cdot \frac{r^2}{\lambda^2}} \cdot \sin \theta; \quad (2)$$

$$E_{\Theta} = \pi \cdot \frac{\sqrt{\frac{16\pi^4 r^4}{\lambda^4} - \frac{4\pi^2 r^2}{\lambda^2} + 1}}{8\pi^3 \cdot \frac{r^3}{\lambda^3}} \cdot \sin \Theta ; \quad (3)$$

$$E_r = 2\pi \cdot \frac{\sqrt{\frac{4\pi^2 r^2}{\lambda^2} + 1}}{4\pi^3 \cdot \frac{r^3}{\lambda^3}} \cdot \cos \Theta . \quad (4)$$

Якщо взяти до уваги хвильове число: $k = 2\pi/\lambda$, тоді ці модулі отримують більш наглядну форму:

$$H_{\varphi} = \pi \cdot \frac{\sqrt{k^2 r^2 + 1}}{k^2 r^2} \cdot \sin \Theta ; \quad (5)$$

$$E_{\Theta} = \pi \cdot \frac{\sqrt{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}}{k^3 r^3} \cdot \sin \Theta ; \quad (6)$$

$$E_r = 2\pi \cdot \frac{\sqrt{k^2 r^2 + 1}}{k^3 r^3} \cdot \cos \Theta . \quad (7)$$

Комп'ютерні розрахунки залежності зміни нормованих компонентів від відстані від точки спостереження до центру диполя Герца представлено на рис. 1.

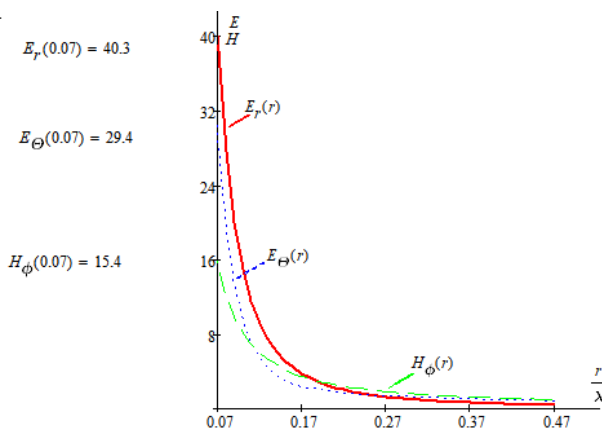


Рисунок 1 – Залежність відносних амплітуд компонент ЕМП від відношення відстані до точки спостереження, нормованої до довжини хвилі випромінювання

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпов Ю. О., Ведміцький Ю. Г., Кухарчук В. В. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле/ за ред. проф. Ю. О. Карпова –Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 338 с. ISBN 978-966-289-006-8

2. Горобець М.М., Романіченко Г.М. Градієнти векторів пружності електричного і магнітного поля випромінювання диполя Герца на кінцевій відстані / Вісник Харківського університету №427, 1999, с.205–208.

УДК 621.3

Тиховод С.М.¹, Братченко І.О.², Новік Д.А.³, Лбабуз М⁴, Левченко С.О.⁵

¹ д-р. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

^{2, 3, 4, 5} студ. гр. Е-310м НУ "Запорізька політехніка"

ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ОСНОВІ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Одна з можливостей, яка може бути успішно реалізована внаслідок застосування методу планування експерименту, полягає в тому, що він дозволяє встановити безпосередній функціональний зв'язок між тими параметрами електромеханічного об'єкта дослідження, які пов'язані між собою неявно. При цьому складний математичний опис розглянутого процесу або явища (оригіналу) замінюється відносно простий поліноміальною моделлю.

Розглянемо можливість методу планування експерименту на конкретному прикладі. Нехай вивчення робочих властивостей спеціального несиметричного асинхронного двигуна, що має на роторі зовнішні і короткозамкнені внутрішні обмотки, ведеться на основі аналізу його схеми заміщення, складеної для однієї еквівалентної фази (рис. 1).

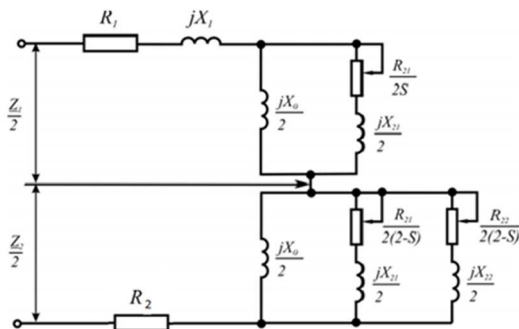


Рисунок 1 - Схема заміщення асинхронного двигуна

Для схеми заміщення (рис. 1) прийняті наступні позначення Z_1, Z_2 - комплексні опори струмів прямої і зворотної послідовності; R_1, X_1 - активний і індуктивний опір розсіювання фази обмотки статора; R_{12}, X_{12} - індуктивний опір взаємної індукції; R_{21}, X_{21} - активний і індуктивний опір розсіювання обмотки ротора; R_{22}, X_{22} - активний і індуктивний опір розсіювання внутрішньої (загальною для трьох фаз) обмотки ротора; S - ковзання.

Аналітичний вираз для визначення механічної характеристики двигуна:

$$M = M_1 - M_2 = \frac{Z_1 \cos \varphi_1 - Z_2 \cos \varphi_2}{Z_2 + 2Z_1 Z_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + Z_2} \quad (1)$$

де M_1, M_2 - обертаюча і гальмова складові результуючого електромагнітного моменту M ; $Z_1, Z_2, \varphi_1, \varphi_2$ - модулі і аргументи опорів Z_1 і Z_2 .

Аналітичний вираз для визначення механічної характеристики двигуна не дає функціонального зв'язку максимального крутного моменту і критичного ковзання з параметрами схеми заміщення

Ставиться завдання синтезу параметрів двигуна, що забезпечують отримання максимально можливого значення моменту в зоні малих ковзань при достатньому пусковому моменті. Ця екстремальна задача може бути вирішена із застосуванням математичного апарату методу планування експерименту.

В умовах пандемії експерименти проводити неможна на реальній установці, а проведемо їх в віртуальній лабораторії на основі системи Electronics Workbench (EWB).

Як параметри оптимізації у встановлюємо результуючий момент M , а незалежних змінних x_1, x_2 (факторів) - параметри схеми заміщення і ковзання S , критичне значення якого забезпечує необхідну жорсткість механічної характеристики $M = f(S)$. Два фактори будемо вважати змінними величинами, а решту чинників будемо вважати константами.

Оскільки в якості об'єкта дослідження виступає математична модель (схема заміщення), то основні вимоги, що пред'являються в теорії планування експерименту до об'єктів дослідження, параметрам оптимізації, а також до факторів і їх сукупності, виконуються.

Невідому функцію, яка обчислює значення крутного моменту

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k, \dots, x_n) \quad (2)$$

будемо апроксимувати алгебраїчним поліномом першого ступеня. Для мінімізації числа дослідів N доцільно використовувати поліном першого ступеня

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad (3)$$

Він повинен містити інформацію про зміну параметра оптимізації при варіюванні рівнів факторів і про напрямлення градієнта, тобто напрямку, в якому параметр оптимізації збільшується швидше, ніж в будь-якому іншому напрямку.

При виборі кордонів зміни факторів, виходимо з реальних умов здійсненості досліджуваного двигуна і аналізу апріорної інформації, отриманої в результаті попередніх розрахункових досліджень.

Схема в EWB представлена на рис. 2.

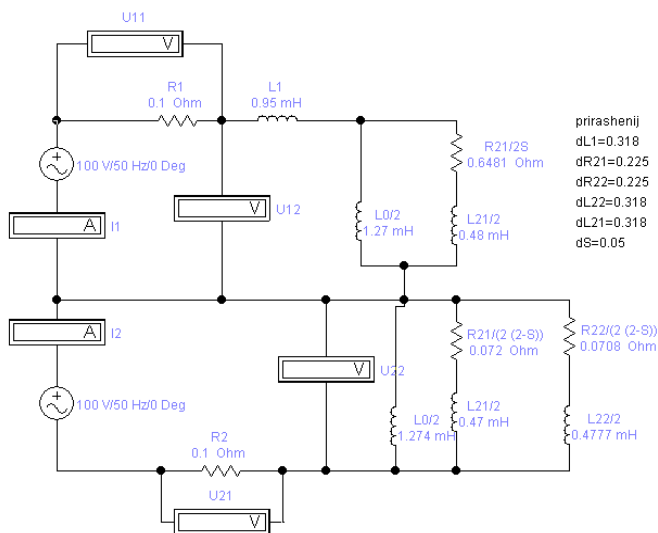


Рис. 2.- Модель асинхронного двигуна в EWB

Параметр оптимізації (y), при цьому, обчислювався за висловом електромагнітного моменту $M(1)$, в яке підставлялися відповідні значення параметрів схеми заміщення (рис. 2), взяті на верхньому (+) або нижньому (-) рівнях відповідно до матриці планування.

Коефіцієнти лінійної моделі обчислюються за виразами:

$$b_1 = \frac{(-1) \cdot y_1 + (+1) \cdot y_2 + (-1) \cdot y_3 + (+1) \cdot y_4}{4}; \quad (4)$$

$$b_2 = \frac{(-1) \cdot y_1 + (-1) \cdot y_2 + (+1) \cdot y_3 + (+1) \cdot y_4}{4}.$$

Значення коефіцієнтів характеризують міру впливу на параметр оптимізації.

Найбільше значення функцій мети, тобто екстремум, може бути знайдений так званим методом крутого сходження.

У нашому випадку «круте сходження» по градієнту, тобто в напрямку максимуму, дозволить визначити значення факторів, що забезпечують цей максимум, при фіксованих на основному рівні значеннях всіх інших параметрів схеми заміщення.

Для спрощення розрахунків розроблена програма M1_3 в системі Matlab. Програма має основний скрипт і підпрограму Moment1 обчислення моменту.

Графік зміни моменту за кроками «крутого сходження» по градієнту, тобто в напрямку максимуму моменту приведений на рис. 3.

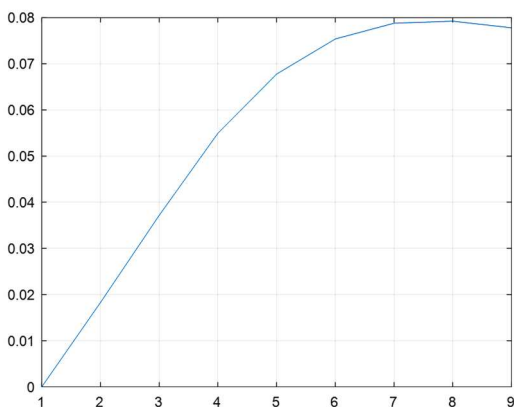


Рис. 3- Графік зміни значення моменту в напрямку його максимуму

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер – М.: Металлургия, 1969. – 320 с.
2. Ивоботенко Б.А., Ильинский Н.Ф., Копылов И.П. Планирование эксперимента в электромеханике. – М.: Энергия, 1971. – 185 с.
3. Тиховод С.М. «Використання методів теорії експерименту для оптимізації електротехнічних комплексів та систем»: Посібник / С.М. Тиховод, А.В. Пирожок, І.М. Коцур, С.І. Арсеньєва. - Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2020. – 125 с.
4. Карлашук В.І. Електронна лабораторія на IBM PC. Програма Electronics Workbench і її застосування. М.:Солон-Р, 2003. 726 с.
5. Алієв І.І. Віртуальна електротехніка. Комп'ютерні технології в електротехніці й електроніці. М.: Радіософт, 2003. 112 с.

УДК 621.3

Тиховод С.М.¹, Ткаченко Д.І.²

¹ д-р. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-310м НУ "Запорізька політехніка"

ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПІДЧАС ЙОГО РОБОТИ І ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЙОГО РЕСУРСУ

Мета проекту: Розробити заходи діагностування потужного електродвигуна підчас його роботи і передбачення його ресурсу.

В процесі експлуатації в силу різних причин: старіння ізоляції, порушення режимів роботи, як наслідок можливі аварійні виходи з ладу що призводить до збитків. На даний момент регулярно виходять з ладу 21% електродвигунів. Для зменшення можливих відмов електричного двигуна попередньо спостерігається превентивне обслуговування. Існує діагностика, яку складно реалізувати на працюючому обладнанні, тому електродвигун виводиться з роботи протягом місяця. Перевага постійної діагностики за опором ізоляції в тому, що можна більш точно визначити динаміку, на скільки значенні ізоляції стабільно, або на скільки ці значення зменшуються.

Завдяки швидкому розвитку обчислювальної техніки набуває великого значення застосування систем контролю, оснащення машин і механізмів автоматизованою діагностичною системою на базі мікроконтролерів. Це дозволяє сформувати структуру комплексу обладнання для діагностики технічного стану електричних машин.

Комплекс містить силову установку, датчики, інтерфейси, обчислювальний блок і програмне забезпечення. Застосування цієї структури виправдано в умовах безперервного виробничого циклу, де позаплановий вихід із ладу електрообладнання пов'язаний з технологічними перервами і серйозним економічним збитком. Дуже перспективними є мобільні пристрої.

Ідея поставити пристрій БКС-6 для контролю опору виникла через те, що даний параметр вимірювався вручну раз в 30 діб, який застосовувався в шахтах для попереднього контролю ізоляції одиночного приєднання. Він вирішував проблему автоматично вимірював опір і має зв'язок за протоколом ModBus, що зручно для створення SCADA і стеження за статистикою. Після вивчення схем, ми прийшли до висновку, що пристрій підходить і його можливо встановити в умовах ПАТ «Запоріжсталь».

Але коли нечасто вимикаються двигуни застосування його особливого сенсу немає, так як один двигун виводиться в резерв, а другий вмикається і наступне вмикання відбудеться не скоро, ось тому потрібно було знайти інші рішення з урахуванням для існуючого технологічного процесу, коли двигун працює не вмикаючись тривалий час але необхідно все рівно проводити

контроль опору ізоляції в процесі експлуатації. Вивчивши це питання, з'явилися ідея використовувати метод вимірювання часткових розрядів. Було знайдено пристрій, який може «контролювати» стан ізоляції двигуна в процесі експлуатації. Коли двигун або генератор працює в нормальних експлуатаційних умовах, оператор підключає пристрій до з'єднувальної коробки давачів і до портативного комп'ютера, на якому встановлено програмне забезпечення. Амплітуда, фазовий стан і кількість імпульсів часткових розрядів, виявлених кожним датчиком, реєструються, і їх можна відразу переглянути або зберегти для подальшого аналізу. На покази не впливають зовнішні перешкоди (або шуми), наприклад, коронні розряди енергетичної системи, електричної дуги на вихідній шині або інших поширених причин шуму. Зазвичай випробування проводять з періодичністю півроку; вони займають 30 хвилин для кожної машини.

Також була запропонована ідея створення алгоритму побудови моделі прогнозування стану двигунів за принципом світлофора. Запропоновані методи побудови правильного програмного забезпечення та обробки цих даних. Робочий персонал швидко вводить дані в модель і отримує готовий результат, після отримання результату коли електродвигун буде перебувати в жовтій або червоній зоні, що допомагає при плануванні ремонтних робіт.

УДК 621.3.012

Козлов В.В.¹, Гузей Я.О.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-119 НУ "Запорізька політехніка"

СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Розвиток технологій не стоїть на місці, споживання електроенергії стало більше, і буде рости щораз. А через нестабільність економіки в країні, ціни, на споживану енергію, зростають. Наприклад, на сьогоднішній день у Україні вартість електроенергії, що споживається населенням, складає 1.68 грн.

Одним з можливих рішень даної проблеми є альтернативні джерела енергії. А саме сонячна енергія.

Розрізняють 2 найбільш популярні методи перетворення сонячної енергії: фотовольтаїка й геліотермальна енергетика.

Фотовольтаїка - метод генерації електроенергії шляхом перетворення енергії сонячного випромінювання на постійний електричний струм з використанням напівпровідникових матеріалів, які проявляють фотоелектричний ефект. Фотоелектрична система використовує панелі сонячних батарей, які складаються із множини сонячних елементів для отримання корисної сонячної електроенергії. Чим більше концентрація світла, тим більше виробіток

електрики. Даний вид виробітку електрики застосовується в автономній системі енергопостачання з використанням сонячних батарей.

Автономна система складається з сонячної батареї, контролера, акумулятора та інвертора, який перетворює постійну напругу у змінну напругу. Головним недоліком інвертора є обмежений час автономної роботи, що обумовлюється ємністю акумуляторних батарей і споживаною потужністю. Контролер - це прилад, що не дозволяє акумуляторам перезарядитися або розрядитися завчасно. Блоки акумуляування служать для нагромадження вироблюваної електрики. Основна проблема всіх акумуляторів, це малий обсяг ємності й не пристосованість до більших навантажень. Одна з головних причин їхньої неконкурентоздатності, це ціна. Рентабельність й окупність повністю залежить від сонячних днів у році на місці установки. Цю систему застосовують для безперебійного живлення автономних систем таких як освітлення, охоронна сигналізація й інші. Або в ролі головного джерела енергії (якщо споживач знаходиться дуже далеко від підстанції) чи разом із існуючими лініями електропередачі [1].

Геліотермальна енергетика - це система трансформації, що призначена для перетворення сонячної радіації в тепло води або іншого рідкого теплоносія, яке в подальшому використовують для промислового одержання електроенергії із застосуванням парових електрогенераторів або для опалювання.

Геліотермальні колектори класифікуються незалежним агентством Energy Information Administration (EIA) на високотемпературні, середньотемпературні та низькотемпературні колектори.

Низькотемпературні колектори являють собою плоскі пластини, які зазвичай застосовуються для нагрівання басейнів. Високотемпературні колектори концентрують сонячне випромінювання за допомогою дзеркал та лінз, і застосовуються зазвичай у виробничих цілях та для виробництва електроенергії.

Середньотемпературні колектори використовують у якості теплоносія повітря, воду або антифриз. В них відбувається нагрівання речовини на 45...50°C вище температури навколишнього середовища. Їх використовують для кондиціонування повітря, термообробки продуктів сільського господарства й опріснення морської води. Такі сонячно обігрівальні системи дуже популярні в Японії й США [2]. У таких країнах як Кіпр й Ізраїль таких систем набагато більше з розрахунку населення. До такого прогресу намагаються прийти Індія й Китай. В Африці через економічне становище їх використовують в основному для запуску насосних установок [3].

У високотемпературних колекторах концентрують сонячне випромінювання за допомогою дзеркал та лінз у одній точці. Вони застосовуються зазвичай у виробничих цілях та для виробництва електроенергії [2].

Фактори які сприяють переходу на сонячну енергію.

1. Необмежений запас палива.
2. Безшумний, нешкідливе виробіток електроенергії.
3. Автономні системи енергопостачання безпечні й високонадійні.
5. Нескладне обслуговування встаткування.

6. Використання електрики віддалено в сільських районах.
7. Модулі можуть бути частиною дизайну будинку.
8. Стрімке зменшення часу енергетичної окупності модулів.
9. Збільшує надійність енергопостачання країни.

На основі поведеного дослідження можна зробити наступні висновки. Щоб сонячна енергія була конкурентної здатної потрібні наробітки для збільшення ємності акумуляторів і збільшення потужності й більше досліджень у плані концентрації сонячних променів на сонячні панелі, щоб збільшити їхню ефективність і зменшити строк окупності. Стрімкий розвиток сонячної енергетики, з використання інноваційних світових технологій, є головним конкурентом й в 2050 р. буде переважним на ринку енергетично екологічних технологій, що забезпечить до кінця століття всі потреби населення електричною енергією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Солнечная энергетика. [Електронний ресурс] режим доступу <https://alteco.in.ua/technology/solar-energy>.
2. Концентрационные (гелиотермальные) технологии солнечной энергетики - CSP/STE. [Електронний ресурс] режим доступу <http://renewnews.ru/info/technologies/csp/>
3. Перспективы развития возобновляемой энергетики, Стребков Д.С., журнал: Труды международной научно-технической конференции энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве, 2012 г.

УДК 621.3.012

Набокова О.В.¹, Підлісний О.С.²

¹ доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-419а НУ "Запорізька політехніка"

SOLAR ENERGY IN UKRAINE AND WHY IS THE CONSTRUCTION OF SOLAR POWER PLANTS PROMISING?

Solar energy is a direction of alternative energy based on the direct use of solar radiation to obtain energy in any form. Solar energy uses renewable energy and is "environmentally friendly (green)".

Nowadays, there are two main ways to convert solar energy. 1) The photovoltaic system is a type of electricity generation by means of the sun's rays on the panel. The conversion of solar energy into electrical energy is based on the Photovoltaic Effect. Principle of operation, when light penetrates the surface of the substance, the electrodes begin to move between the anode and cathode inside the panel. The panels are composed of several layers of semiconductor materials. The greater the

concentration of light, the greater the generation of electricity. 2) Solar thermal energy is a system that transforms solar energy into electrical or thermal energy in three ways.

The first is the use of solar collectors for heating. Heat conductor is water or antifreeze. Such solar collectors are very popular in Japan and the USA.

The second is the use of silicon-based solar cells. Despite the fact that this method is more expensive than others, its popularity is growing.

The third method is based on the use of solar radiation for transformation into electrical energy. Mirrors are used to direct the sun's rays to one point.

Solar energy in Ukraine.

The climate and geographical location of Ukraine are favorable for the development of solar energy and the construction of solar power plants. Even the northern regions of the country have significant potential for the development of this industry, which is not inferior to most European regions. Ukraine has all the favorable conditions for the rapid growth of solar energy. Today the level of development of solar energy in Ukraine is equal to the level of solar energy in Europe in 2010. But now Ukraine has the most attractive conditions for investment in solar economy in Europe. Ukraine has created favorable conditions: the availability of resources and land plots, a preferential tariff, government support and a targeted energy strategy, the goal of which is to achieve 25% of clean energy production by 2035. According to the forecasts of the specialists of the list, solar energy will increase its capacity in Ukraine, as there is a great interest of foreign investors. Why is the construction of solar power plants promising? Solar energy and energy saving is a global trend. 2017 was a landmark year for solar photovoltaic energy - the most solar capacity in the world was commissioned in comparison with other types of power generation technologies. The five largest national markets - China, USA, India, Japan and Turkey - account for almost 84% of newly installed capacity. Global solar energy prices are forecast to decline by an average of 27% between 2019 and 2022. Utility-scale solar installations will cost less than coal-fired power plants in all developed countries. According to experts' forecasts, by 2070 the energy of the Sun will become the main source of electricity on Earth, and by the beginning of the next century, in terms of its volume, solar energy is 3.5 times larger than the oil industry and 6 times the nuclear industry. And besides, solar energy has an unlimited supply of fuel. Modern technologies make it possible to obtain solar panels that, with minimal operating costs and maintenance, will provide efficient electricity generation for at least 30 years.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Солнечная энергетика в Украине. [Электронный ресурс] режим доступа <https://avenston.com/ru/articles/solar/>.

2. Солнечные электростанции. [Электронный ресурс] режим доступа <https://rentechno.ua/solar.html>.

3. Анализ рынка солнечных батарей и солнечной энергетики в Украине. [Электронный ресурс] режим доступа <https://inventure.com.ua/analytics/investments/analiz-ryнка-solnechnyh-batarej-i-solnechnoj-energetiki-v-ukraine>.

УДК 621.3.012

Набокова О.В.¹, Невтиря К.С.²

¹ доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-419а НУ "Запорізька політехніка"

ELECTROMAGNETIC FIELD - THE HISTORY OF THE DISCOVERY AND PHYSICAL PROPERTIES

Electric and magnetic phenomena have been known to mankind since ancient times, because they saw lightning, and knew about magnets that attract certain metals. But until the 19th century, electricity and magnetism were considered separately from each other, and were accepted as unrelated phenomena.

Danish scientist Oersted established the connection between electrical and magnetic phenomena only in 1819. Later Ampere suggested that there are microscopic closed currents inside the permanent magnet, which create the magnetic field of the magnet interacting with the magnetic field of the current-carrying conductor.

In 1831, Faraday experimentally discovered the phenomenon of electromagnetic induction, that is, he was able to establish the fact of the appearance of an electromotive force in a conductor at the moment when a changing magnetic field acts on this conductor.

After 30 years, Maxwell created the theory of the electromagnetic field, according to which the electromagnetic field includes interconnected electric and magnetic fields. He also created the mathematical basis for electromagnetism, and described it in his famous equations. Maxwell's equations describe a huge range of phenomena, and directly the electromagnetic field. They are the basis of electrical and radio engineering and play a crucial role in the development of modern physics.

In 1887, Hertz confirmed Maxwell's theory of electromagnetic waves: his receiver detected the electromagnetic waves sent by the transmitter.

The electric field is created by electric charges, its lines of force begin on positive charges (conditionally flow from them), and end on negative charges (conditionally flow into them). Thus, electric charges are sources of an electric field. Another source of the electric field is the changing magnetic field. The force acting on an electric charge from the electric field is the part of the force acting on a given charge from the electromagnetic field.

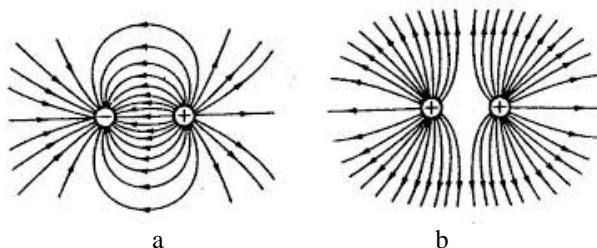


Figure 1 - The lines of field strength created by opposite charges (a) and like charges (b)

The magnetic field is created by moving electric charges (currents), or by time-varying electric fields, and acts only on moving electric charges.

Electromagnetic fields are usually subdivided into: weak, medium, strong and super-strong.

Weak and medium electromagnetic fields are widely used in scientific and applied purposes: in solid-state physics to study the energy spectra of electrons in metals, semiconductors and superconductors; to study ferro - and antiferromagnetism, to obtain ultra-low temperatures, in electron microscopes for focusing electron beams, etc.

To obtain strong electromagnetic fields, superconducting solenoids, water-cooled solenoids, pulse solenoids are used. The forces acting on conductors with current in strong fields can be very large (for example, in such fields mechanical stresses reach the ultimate strength of copper). The effect of the pressure of the electromagnetic field is taken into account when designing electromagnets and solenoids, it is used for stamping metal products.

Super-strong electromagnetic fields are obtained by the method of directed explosion. A copper pipe, inside which a strong pulsed magnetic field has been previously created, is radially compressed by the pressure of the explosion products. With a decrease in the radius R of the pipe, the magnitude of the magnetic field in it increases $\sim 1/R^2$. The disadvantages of this method include the short duration of the existence of an electromagnetic field (several microseconds), a small volume of an ultra-strong electromagnetic field and the destruction of the installation during an explosion.

The main source of electromagnetic waves is the antenna and high-frequency electro-motive force.

Sources of the electromagnetic field: FM radio broadcasting; VHF; personal computers; television stations; special-purpose radar stations; industrial installations; microwave ovens; radio relay stations; physical therapy.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nabokova O.V. Theoretical electrical engineering (навчальний посібник). - Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. - 476 с.
2. Говорков В.А. Электрические и магнитные поля. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: «Энергия», 1988. - 488 с.
3. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В. и др. Основы теории цепей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 528 с.

УДК 621.3.012

Набокова О.В.¹, Бондаренко А.О.²

¹ доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-419а НУ "Запорізька політехніка"

GROUNDING AND ITS ROLE IN ELECTRICAL ENGINEERING

Grounding is mainly divided into functional and protective. Functional grounding is the deliberate connection of any point in the equipment network to a grounding device designed to ensure the operability of electrical equipment and not for electrical safety purposes. For example, it is used in audio amplifiers to suppress various extraneous noise or in computers, or rather power supplies. Without grounding in the circuits of these things, they will not work correctly. As an example, there can be taken the same computer. Often, the computer's microphone and headphones start to hum and make extraneous noise due to electromagnetic interference from the entire set of devices in the system. If this is present, it is possible that the grounding is broken.

Protective grounding - grounding installed for electrical safety purposes. The principle of operation of this grounding is as follows: the ground loop functions due to the ability of the soil to absorb an electric charge. If the equipment case is energized as a result of insulation breakdown, then the charge will go into the ground. When the user touches the case, the current will still move along the path of least resistance, that is, through the ground, and not through the human body. Without grounding, in such a situation the user would have received an electrical shock.

Grounding removes the threat of damaging devices by eddy currents.

With regard to the installation of grounding, everything is simple. Selects any location on the mesh point and connects to a metal object. The metal object itself is usually connected to the ground. In the first type of grounding, if we take the example of the same sound amplifiers, then there grounding goes to the metal part of the case.

In the classification of grounding systems, there are natural and artificial types of grounding. Natural-objects that are constantly in the ground. They cannot be used as electrical equipment grounding due to the lack of resistance value adjustment.

Functional and protective grounding types that we considered above refer to artificial grounding systems they are as follows: TN-S; TN-C; TNC-S; TT; IT. Types of grounding - decoding of the name: T - grounding; N - connection of the conductor to the neutral; I - insulation; C - combination of the options of the functional and neutral protective conductor; S - separate use of wires.

TN — a system in which the neutral of the power supply is deadfly grounded, and the open conducting parts of the electrical installation are connected to the deadfly grounded neutral of the source by means of zero protective conductors;

TN-C - TN system in which the zero protective and zero working conductors are combined in one conductor throughout its entire length;

TN-S - TN system in which the zero protective and zero working conductors are separated along its entire length;

TN-C-S - TN system in which the functions of the zero protective and zero working conductors are combined in one conductor in some part of it, starting from the power source;

IT – a system in which the neutral of the power supply is isolated from the ground or grounded through devices or devices that have a large resistance, and the open conductive parts of the electrical installation are grounded;

TT - a system in which the neutral of the power source is deadfly grounded, and the open conducting parts of the electrical installation are grounded using a grounding device that is electrically independent of the deadfly grounded neutral of the source.

From all of the above, it is worth concluding that grounding is a great way to increase human safety when working with electrical systems and a good idea to use it in various devices.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IEC 61140:2016. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment. Edition 4.0. – Geneva: IEC, 2016-01.

2. Кораблев В. П. Электробезопасность в вопросах и ответах. - М., Московский рабочий, 1988. - 301 с.

3. ГОСТ 30331.1–2013 (IEC 60364-1:2005). Электроустановки низковольтные. Ч. 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОГЕНЕРАТОРІВ В УКРАЇНІ

Вітряна турбіна або, інакше її називають **a wind energy converter** - це пристрій, який перетворює кінетичну енергію вітру в електричну енергію. Вітряки поділяються на три категорії: промислові, комерційні та побутові (для приватного використання).

Головна його відмінність від традиційних (теплових, ядерних) - повна відсутність як сировини, так і відходів. Єдиною важливою вимогою до вітроелектростанції є високий середньорічний рівень вітру. Потужність сучасних вітрогенераторів досягає 8 МВт.

Розглянемо вітрогенератори, які встановлені на **Приморській вітроелектростанції Ботісво**:

Встановлена потужність електростанції становить 200 МВт. Будівництво проводилось у два етапи: у 2012 році було запущено 30 агрегатів Vestas V-112, у 2014 році - ще 35. У 2018 році електростанція генерувала 665,6 млн. кВт-год.

Також важливо пам'ятати про проблеми, що виникають під час розвитку вітрових електростанцій. Прихильники "зеленої" енергетики давно сперечаються з противниками поновлюваних джерел енергії про те, чи наносять шкоду екології вітрогенератори. Критики енергетики, побудованої на використанні сили вітру, стверджують, що турбіни не є настільки безпечним і екологічним джерелом енергії, як може здатися на перший погляд. Одним з головних аргументів проти використання вітрогенераторів є шум. Вітрові електростанції видають два типи шуму: механічний та аеродинамічний. Шум від сучасних вітрогенераторів на відстані 20 м від місця установки становить 34 - 45 дБ. Для порівняння: фоновий шум вночі в селі становить 20 - 40 дБ, шум від пасажирського автомобіля зі швидкістю 64 км / год становить 55 дБ. Також одним з аргументів проти використання вітрогенераторів є шкода, нанесена тваринам і птахам. Проте статистика показує, що з 10000 особин, менше 1 одиниці гине через вітрогенератори, для порівняння від ліній електропередач гине 800 осіб. Через величезні розміри конструкції існує проблема з дорогим транспортуванням деталей та їх установкою, оскільки для монтажу необхідний кран мінімальним розміром 50 м. Оскільки станція перебуває в степовому регіоні проблема інфразвуку та вібрацій зникла, оскільки поблизу немає великих будівель, які можуть бути пошкоджені, але навіть ця проблема вирішується вибором хорошого аеродинамічного профілю, добре збалансованого

вітрогенератора, своєчасний огляд. Частота вібрацій - 6-7 Гц - збігається із природним ритмом мозку людини, тому можливі деякі психотропні ефекти. Але в свою чергу, вітрогенератор потужністю 1 МВт зменшує щорічні викиди 1800 тонн вуглекислого газу, 9 тонн оксиду сірки, 4 тонни оксиду азоту. Можливо, перехід на енергію вітру вплине на швидкість зменшення озонowego шару та вплине на швидкість глобального потепління. Через клімат України вітроелектростанції не потребують морозостійких матеріалів та мастил.

Аналізуючи вищеперелічене, можна впевнено сказати, що з екологічної точки зору вітрогенератори не є шкідливими. Практичним підтвердженням цього є те, що ці технології набувають швидкого розвитку в Європейському Союзі, США, Китаї. Сучасна енергія вітру на сьогодні виробляє понад 200 мільярдів кВт-год на рік, що еквівалентно 1,3% світового виробництва електроенергії. У деяких країнах цей показник сягає 40%. Україна ідеально підходить для вітрових електростанцій завдяки степам і клімату. Вітрові електростанції допоможуть зменшити екологічну шкоду і навіть покращити екологію країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвієнко М. П. Основи електроніки : Київ, 2017. – 226 с.
2. Е. М. Фатеев, Ветро двигатели и ветроустановки. - ОГИЗ, Москва, 1988 – 301 с.
3. Лабейш В.Г, Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Уч. Пособие. - СПб. СЗТУ, 2003. – 79 с.
4. Унікальні безредукторні вітрогенератори розробляє український конструктор. [Електронний ресурс] режим доступу <https://ecotechnica.com.ua/energy/veter/2051-unikalnye-bezreduktornye-vetrogeneratory-razrabatyvaet-ukrainskij-konstruktor.html>.
5. Розвінчано основні міфи про шкоду вітрогенераторів. Шухард А. [Електронний ресурс] режим доступу <https://www.obozrevatel.com/ukr/green/wind-power/rozvinchano-osnovni-mifi-pro-shkodu-vitrogeneratoriv.htm>.

УДК 621.3.012

Набокова О.В.¹, Проскура В.А.²

¹ доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-419 НУ "Запорізька політехніка"

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РІЗНИХ ТИПІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАМП

Мета даного дослідження - виявити із запропонованих, в міському магазині освітлювальних приладів, найбільш ефективних, зручних, екологічно безпечних у використанні, які до того ж і довговічних.

Був виконав огляд друкованих джерел і експериментальні дослідження на підставі чого зроблено порівняльний аналіз.

Як устаткування для дослідження були обрані чотири види освітлювальних приладів, в роботі представлена їх коротка характеристика (тип ламп, принцип роботи, переваги і недоліки) освітлювального обладнання:

1. Лампа розжарювання.
2. Лампа галогенна.
3. LED (англ. Light-emitting diode) - світлодіод або світловипромінювальний діод.
4. Люмінесцентна лампа.

Матеріали і обладнання.

Подовжувач з перемикачем на 5 слотів для вилки; кусачки для електричного кола; мультиметр; патрон карболітовий E14 підвісний NLH-BL-E14 250B 2A; патрон карболітовий E27 люстровий з кільцем M10 NLH-BL-R-E27 250B 4A; патрон керамічний NLH-CL-GU 5.3 250B 2A GU5.3; кабель на основі якого виконувалось електричне коло для експерименту: NF-USE-1291-H05VV-F 3G 0.75 мм² LONGWELL-P.

Світловий потік вимірювався за допомогою вбудованого датчика в телефоні марки: samsung galaxy а6. З метою захисту використовувались гумові рукавички.

Об'єкти дослідження.

1. PLED JCDR 3W 5000K 260Lm GUS 3 230B 50 Гц.
2. ШАР прозорий P45.
3. LHE 51 2 GUS5.3 D BUBLE RED.
4. Spiral-mini 9Вт 220В E14 4200K.
5. Spiral-mini 12Вт 220В E27 6500K.
6. NLL-P-G4-5-230-4K.

Вимірювання проводилися послідовно, тобто в електричне коло була по черзі вмикалась одна лампочка.

Оскільки в наявність був один мультиметр в момент вимірювання напруги, в місці призначеним для вимірювання сили струму, замикання електричного кола відбувалося за допомогою кусачок для електричного кола.

В ході експерименту було виявлено такі показники, представлені в таблиці 1. Наведена таблиця показує, що найбільш ефективним освітлювальним приладом є PLED JCDR 3W 5000K 260Lm GUS 3 230B 50Гц, його ефективність обумовлена хорошою спрямованістю світлового потоку, прийнятною ціною і низькою потужністю лампи.

ШАР прозорий P45 щодо лідера в 4,827 рази менше енергоефективний, оскільки дана лампа є лампою розжарювання, тому занадто багато потужності йде на розігрів лампи. Виходячи з таблиці дана лампа є найдешевшою з усіх наведених у порівняння ламп.

Таблиця 1 - Результати експериментальних досліджень

Назва лампи	Струм (мА)	Напруга (В)	Потужність (Вт)	Світловий потік на відстані 15 см	Термін служби (год.)	Потужність на упаковці	Ціна (грн.)	Енергоефективність	Вартість електроенергії (грн.)
PLED JCDR 3W 5000K 260Lm GUS 3 230В 50Гц	26	226	5.876	3800	30000	3	100	56.190	274
ШАР прозорий P45	174	225	39.15	1600	1000	40	40	11.641	64
LHE 51 2 GUS5.3 D BUBLE RED	17.8	231	4.112	400	50000	2	100	6.417	305
Spiral-mini 9Вт 220В E14 4200K	39	228	8.892	1500	8000	9	80	22.497	107
Spiral-mini 12Вт 220В E27 6500K	50	225	11.25	2100	12000	12	100	25.075	202
LED 5Вт. 220В.G4-4000K	28	228	6.384	2300	30000	5	320	12.289	282

Лампа LHE 51 2 GUS5.3 D BUBLE RED щодо лідера в 8,756 рази менше енергоефективний, тому що має вкрай низьке значення світлового потоку на відстані в 15 см. Виходячи з таблиці 1, вона має саму високий термін служби з усіх наведених у порівняння ламп.

Spiral-mini 9Вт 220В E14 4200K щодо лідера в 2,498 рази менше енергоефективна, тому що дана лампа має показник терміну служби в 3,75 рази менше ніж PLED JCDR 3W 5000K 260Lm GUS 3 230В 50 Гц.

Spiral-mini 12Вт 220В E27 6500K щодо лідера в 2,24 рази менше енергоефективна, тому що дана лампа має показник потужності в 1,915 рази більше ніж PLED JCDR 3W 5000K 260Lm GUS 3 230В 50 Гц

LED 5Вт. 220В.G4-4000K щодо лідера в 4,609 рази менше енергоефективний, тому що дана лампа має високу вартість, у 3,36 рази дорожче PLED JCDR 3W 5000K 260Lm GUS 3 230В 50Гц.

На завершення вищесказаного хотілося б підвести підсумок, дане дослідження показує наскільки лампи нового покоління більш енергоефективні в порівнянні з лампами розжарювання. Звичайна енергозберігаюча лампа прослужить від 5000 до 50000 годин, тому енергоефективність ламп розжарювання вкрай невелика, так як енергозберігаюча може замінити 50 ламп розжарювання, послідовно замінюються після закінчення їхнього терміну служби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьєва Е.И., Скобелев В.М. «Источники света и пускорегулирующая аппаратура»: Учеб. для техникумов. -2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1986.-272 с.

УДК 623.3.01

Афанасьєва І.О.¹, Лепетенко В.О.²

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. М-219 НУ "Запорізька політехніка"

ВИКОРИСТАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В МЕДИЦИНІ

Фізичні чинники зовнішнього середовища, що брали участь в створенні життя на Землі і сприяючи еволюційному розвитку тваринного світу і людини, стали невід'ємними компонентами його екологічної системи. Вони забезпечують нормальний перебіг життєвих процесів і необхідні для підтримки високого рівня функціонування людського організму. Розвиток науки і техніки з'явився основою для розвитку фізіотерапії - галузі медицини, що вивчає фізіологічну і лікувальну дію природних і створюваних людиною фізичних чинників. Наприклад електричний струм.

В даний час постійний електричний струм широко застосовується в медичній практиці.

Гальванізація - використання безперервного постійного електричного струму низької напруги (30-80 В) і невеликої сили (до 50 мА) для лікувальної мети. У тканинах під дією постійного електричного струму відбувається ряд змін, що приводять до створення нових умов для протікання різних біохімічних і фізичних процесів. Дія постійного струму на тканині залежить від електропровідності, пов'язаної з наявністю в тканинах електролітів. . Різні тканини володіють неоднаковим опором, що впливає на їх електропровідність. Шкіра унаслідок наявності рогового шару має великий опір, і струм проходить переважно через потові і частково сальні залози. У зв'язку з цим електропровідність шкіри залежить від кількості потових і сальних залоз і їх функціонального стану. При контактній електротерапії напруга, що подається до

електродів, приводить до роздратування шкірних нервових рецепторів через зміну концентрації іонів на їх мембранах, що виявляється відчуттям колення, паління. Опір шкіри може мінятися протягом доби. Подолавши опір шкіри і підшкірної жирової клітковини, струм розповсюджується в глибину переважно по кровоносних і лімфатичних судинах, міжклітинній рідині, оболонках нервових стовбурів, які володіють низьким опором. Оскільки організм людини перебуває майже на 60% з води, то його можна вважати електролітом, що має іонізовані молекули різних хімічних з'єднань. При проходженні постійного електричного струму іони, молекули води і заряджені білкові частинки переміщаються в міжелектродному просторі.

Гальванізація до недавнього часу широко застосовувалася для видалення родимок і волосся.

Зараз розроблений метод знеболення при свердленні зубів. Слабкий електричний струм пропускається через свердло бормашини в зуб, а до вуха прикріплюється металевий кліпс. Через нього замикається електричне коло, що проходить йод кістки черепа. При цьому знижується відчуття болю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Применение постоянного тока в стоматологии. [Електронний ресурс] режим доступу <https://present5.com/primenenie-postoyannogo-elektricheskogo-toka-v-stomatologicheskoy-praktike-galvanizaciya/>

УДК 504.75.05

Афанасьєва І.О.¹, Мельнік О.В.²

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. М-219 НУ "Запорізька політехніка"

ЕЛЕКТРОМОБІЛІ, ЯК ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Автотранспорт - це одна з найбільш значущих причин забруднення. Саме на його частку в мегаполісах доводиться забруднення повітряного простору до 90%. І так як кількість автомобільного транспорту в особистому користуванні громадянами збільшується, розрахунок і число міст, над якими виникає зміг. Більшість найбільших міст Землі просто «задиhaються» від смогу автомобілів, оснащених двигунами внутрішнього згоряння.

При русі автомобіля з середньою швидкістю 80-90 км/год в вуглекислоту перетворюється кисню стільки ж кількості, як і від 300-350 чоловік. Однак не це головна причина забруднення атмосфери. Справа в тому, що за один рік на один автомобіль припадає 800 кг окису вуглецю у вигляді вихлопу, близько 40

кг окису азоту і більше 250 кг всіляких вуглеводнів, які осідають у навколишньому середовищі.

Заходи, спрямовані на зниження рівня забруднення атмосфери викидами від автомобільного транспорту умовно поділяють на організаційні та технічні.

На даний момент, найбільш значимою заходом у боротьбі за чистоту атмосфери є створення автотранспорту, який був би екологічно безпечний. При цьому найбільш перспективним вважається електромобіль, як практично єдине рішення проблеми забруднення атмосфери, а також скорочення нафтової залежності, і поліпшення транспортної стійкості. Вважається, що він повнофункціональний, доступний, економічний і має практично нульові рівні викидів.

Переваги електромобілів:

- тягові електродвигуни (ТЕД) мають ККД до 90-95%, в порівнянні з 22-42% у ДВС;
- електромобіль не потребує дорогої, громіздкої і не завжди надійної коробки перемикачів швидкостей;
- електромобіль витрачає моторні масла;
- електромобіль може використовувати рекуперативного гальмування для підзарядки свого електричного акумулятора;
- для підзарядки акумулятора електромобіль може використовувати і свої амортизатори для вироблення електроенергії;
- зменшення лобового опору автомобіля через відсутність радіатора і інших систем охолодження у деяких моделей. Однак потужні електромобілі все-таки мають рідинну систему охолодження і, відповідно, радіатор;
- простота техобслуговування, великий міжсервісний пробіг, відносна дешевизна планових ТО і ТР.

За даними досліджень Європейської федерації транспорту та навколишнього середовища (T & E) на квітень 2020 року, рівень викидів вуглекислого газу при експлуатації електромобілів, разом з рівнем викидів шкідливих речовин при виробництві акумуляторних батарей, у випадку з електромобілями на 22% менше, ніж для дизельних авто і на 28% менше, ніж для машин використовують бензин.

Дослідивши більш глибоко це питання, можна зробити висновок, що різко відмовитися від застосування автомобілів з ДВС, зробивши вибір на користь електромобілів, людство не готове.

Все ж перші кроки до повсюдного застосування електромобілів в повсякденну діяльність вже пройдені, і з кожним роком на дорогах буде з'являтися все більше і більше автомобілів на електричній тязі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тесла Никола Мої винаходи: Біографія та мемуари. – Видавництво «Старого Лева», 2017. – 132 с.
2. Маліновский С.М. Загальна електротехніка: Підручник. – Львів: Видавництво «Бескіт Біт», 2003. - 640 с.

УДК 621.313.3

Афанасьєва І.О.¹, Дуднік В.І.²

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. М-319 НУ "Запорізька політехніка"

ГЕНЕРАТОРИ ЗМІННОГО СТРУМУ

Електричний струм виробляється в генераторах - пристроях, що перетворюють енергію того чи іншого виду в електричну енергію. До генераторам ставляться гальванічні елементи, електростатичні машини, термобатареї, сонячні батареї і т.п.

Переважну роль в наш час відіграють електромеханічні індукційні генератори змінного струму. У цих генераторах механічна енергія перетворюється в електричну. Їх дія заснована на явищі електромагнітної індукції. Такі генератори мають порівняно простий пристрій і дозволяють отримувати великі струми при досить високій напрузі.

В даний час є багато типів індукційних генераторів. Але всі вони складаються з одних і тих же основних частин.

Це, по-перше, електромагніт чи постійний магніт, який створює магнітне поле, і, по-друге, обмотка, в якій індукується змінна ЕРС (у розглянутій моделі це обертається рамка). Так як ЕРС, що наводяться в послідовно з'єднаних витках, складаються, то амплітуда ЕРС індукції в рамці пропорційна числу витків в ній. Вона пропорційна також амплітуді змінного магнітного потоку $\Phi = BS$ через кожен виток. Для отримання великого магнітного потоку в генераторах застосовують спеціальну магнітну систему, що складається з двох сердечників, зроблених з електротехнічної сталі.

Обмотки, що створюють магнітне поле, розміщені в пазах одного з сердечників, а обмотки, в яких індукується ЕРС, - в пазах іншого. Один з сердечників (зазвичай внутрішній) разом зі своєю обмоткою обертається навколо горизонтальної або вертикальної осі. Тому він називається ротором. Нерухомий сердечник з його обмоткою називають статором. Зазор між сердечниками статора і ротора роблять якомога меншим. Цим забезпечується найбільше значення потоку магнітної індукції.

У великих промислових генераторах обертається електромагніт, який є ротором, в той час як обмотки, в яких наводиться ЕРС, покладені в пазах статора і залишаються нерухомими. Справа в тому, що підводити струм до ротора або відводити його з обмотки ротора в зовнішній ланцюг доводиться за допомогою ковзних контактів. Для цього ротор забезпечується контактними кільцями, приєднаними до кінців його обмотки. Нерухомі пластини - щітки - притиснуті до кілець і здійснюють зв'язок обмотки ротора з зовнішнього ланцюгом.

Сила струму в обмотках електромагніту, що створює магнітне поле, значно менше сили струму, що віддається генератором в зовнішній ланцюг. Тому що генерується струм зручніше знімати з нерухомих обмоток, а через ковзаючі контакти підводити порівняно слабкий струм до обертового електромагніту. Цей струм виробляється окремим генератором постійного струму (збудником), розташованим на тому ж валу. У малопотужних генераторах магнітне поле створюється обертовим постійним магнітом. В такому випадку кільця і щітки взагалі не потрібні.

Поява ЕРС в нерухомих обмотках статора пояснюється виникненням у них вихрового електричного поля, породженого зміною магнітного потоку при обертанні ротора.

Сучасний генератор електричного струму - це значна споруда з мідних проводів, ізоляційних матеріалів і сталевих конструкцій. При розмірах в кілька метрів найважливіші деталі генераторів виготовляються з точністю до міліметра. Ніде в природі немає такого поєднання рухомих частин, які могли б породжувати електричну енергію настільки ж безперервно і економічно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малинівський С.М. Загальна електротехніка: Підручник. - Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. - 640 с.

УДК 629.735.05; 621.3(045)

Афанасьєва І.О.¹, Кравець І.А.²

¹ стар. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. М-619 НУ "Запорізька політехніка"

АВІАЦІЙНЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Електроенергія є одним з основних видів енергії, використовуваної на борту літальних апаратів. Споживачами електричної енергії є практично всі види авіаційного обладнання. Розвиток системи електрообладнання відбувалося одночасно з розвитком самої авіації.

У міру появи нових типів літальних апаратів, зміни технічних вимог змінювався якісний і кількісний склад систем електрообладнання, удосконалювалися його характеристики.

Практичне застосування електричної енергії знайшла в системах запалювання паливно-повітряної суміші в авіаційних двигунах.

Джерела електричної енергії на борту літальних апаратів з'явилися практично одночасно зі створенням самих літальних апаратів. Так, на літаках «Ілля Муромець» розробки І.І. Сікорського використовувався джерело електроенергії потужністю 500 Вт.

У період першої світової війни електроенергія використовувалася на літаках в пристроях радіозв'язку, освітлення, як внутрішнього, так і зовнішнього. Як джерело електроенергії використовувався генератор змінного струму потужністю 200 Вт з приводом від вітряного двигуна або вала авіаційного двигуна.

В середині 20-х років для харчування радіопристроїв застосовувався генератор постійного струму напругою до 12 В. В 1933-1934 рр. напруга було підвищено до 24 В з одночасним збільшенням потужності генератора до 1 кВт. Привід від вітряного двигуна був замінений приводом від авіаційного двигуна. Для забезпечення заданих вимог по надійності генератор постійного струму працював паралельно з акумуляторною батареєю.

Важливим етапом у розвитку електрообладнання літака стало створення в 1939 р в СРСР пікіруючого бомбардувальника конструктора В.М. Петлякова. На цьому літаку були вперше застосовані різні види електроприводів, які обслуговують різні органи управління літаком, в тому числі посадочні щитки, стабілізатор, управління радіаторами, триммерами, шасі та ін. В якості приводів використовувалися дистанційно керовані системи. Аналогічні розробки за кордоном почали проводитися тільки через 3 роки.

Впровадження на літаках нового виду обладнання вимагало застосування потужних джерел електричної енергії.

До кінця 40-х і початку 50-х років основним джерелом енергії були колекторні генератори постійного струму, встановлені через редуктор на авіаційних двигунах. Як правило, кількість генераторів відповідало кількості авіаційних двигунів. Генератори включалися на паралельну роботу між собою і з акумуляторною батареєю.

В кінці 40-х - початку 50-х років була проведена розробка стартер-генераторів. Використаний принцип оборотності електричних машин, а також ту обставину, що електрична машина встановлювалася безпосередньо на авіаційному двигуні. При цьому в режимі запуску електрична машина працювала як стартер. Після запуску електрична машина переводилася в режим генератора. Таким чином був здійснений автономний запуск двигунів літака, що значно поліпшило умови його експлуатації.

Значне зростання споживачів електроенергії зумовив і збільшення встановленої потужності джерел енергії. На деяких типах літальних апаратів використовувалося вісім генераторів потужністю 12 кВт кожен.

Згодом колекторні генератори були замінені на безколекторні. У розвитку обладнання літальних апаратів намітилася стійка тенденція до використання електричної енергії змінного струму. У зв'язку з цим в енергетичну систему треба було включити перетворювачі постійного струму в змінний.

Подальше зростання споживання електроенергії почав стримуватися значним збільшенням маси як самих джерел електроенергії, так і систем її розподілу.

Ефективним способом зменшення маси електрообладнання, як відомо, є перехід на більш високий рівень напруги. Разом з тим підвищення рівня напруги стримується наявністю колектора, погіршенням умов комутації, особливо на великих висотах польоту.

Таким чином, нарізла необхідність перекладу електроенергетичної системи літака з постійного струму на змінний як основний вид електроенергії. Цьому переходу передувало застосування генераторів змінного струму, в основному однофазних, для живлення потужних радіолокаційних установок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лапенко О.І., Родченко О.В., Скребнєва С.М. Інженерні основи аеробудування: Підручник. - Видавництво «Київ», 2017 - 316 с.
2. Харченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка: Підручник. Видавництво «Київ», 2013. - 272 с.

УДК 504.75.05

Афанасьєва І.О.¹, Хижняк В.В.²

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. ІФ-719 НУ "Запорізька політехніка"

АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

Виходом із ситуації перманентної нафтогазової кризи (а в ній ми не раз опинялися за період незалежності України) є використання альтернативних видів енергії.

Альтернативні джерела енергії – це природні явища, які шляхом перетворення в спеціальних установках перетворюються в теплову або електричну енергію. До них відносять:

- сонячне електромагнітне випромінювання;
- кінетичну енергію руху повітряних мас (вітер);

- кінетичну енергію водного потоку (річки);
- енергію морських припливів і відливів;
- теплову енергію гарячих джерел.

До альтернативної енергетики відносять також отримання тепла в процесі спалювання відновлюваного палива – біогазу, біостанолу, паливних пелет та ін.

Розглянемо плюси і мінуси альтернативних видів енергії.

Сонячна енергетика

Сонячні електростанції та сонячні колектори використовують енергію світлового потоку, яка природним шляхом потрапляє на фотоелементи й перетворюється в електричну енергію, або теплову енергію для нагрівання рідини (води). Головний плюс – екологічність і повна відсутність шкідливих викидів в атмосферу. Основний недолік – нерівномірність одержуваної потужності протягом доби або інших тимчасових періодів. Вночі, в похмуру або дощову погоду вироблення електроенергії припиняється. У ясні погожі дні кількість виробленої електроенергії перевищує потреби енергоспоживачів, тому виникає необхідність в акумуляторах. Їх ціна значно підвищує собівартість виробленого кВт/год.

Вітрова енергетика.

Альтернативна енергія вітру використовується людством здавна, прикладом чого є вітряки. Їх сучасний прообраз – вітрова енергетична установка – використовує перетворення кінетичної енергії рухомих повітряних мас в електричну енергію. Кілька десятків вітрогенераторів, об'єднані в одну мережу, утворюють вітрову електростанцію.

Це один з найбільш дешевих видів альтернативної енергетики. Його великим недоліком є наявність шуму, виробленого вітровою установкою. Побічним негативним ефектом можна також вважати загибель перелітних птахів, які потрапляють в лопаті генератора.

Гідроенергетика.

Рухомий водяний потік як альтернативне джерело енергії використовується в декількох видах генераторів. Одні з них встановлюються на річках і працюють за рахунок природної течії (міні – ГЕС), інші “налаштовані” на роботу з океанічними або морськими приливами, треті – знімають “пінку на гребені хвилі”, тобто працюють на енергії морських хвиль. Останній тип поки знаходиться в процесі випробувань, а перші два давно пройшли етап тестування і працюють.

Плюсом гідроенергетики є екологічна чистота, недоліком – висока вартість обладнання і обмеженість можливих місць установки.

Біопаливо як альтернативне джерело енергії.

Під біопаливом розуміють будь-який вид палива, що отримується з рослинної сировини, відходів тваринництва, органічних відходів промисловості

та життєдіяльності людини. Звичайні дрова теж є біопаливом, відновлюваним джерелом теплової енергії. Щоправда, на відновлення його запасів буде потрібно кілька десятиків років.

У промисловому виробництві біопаливо як альтернативного виду енергії використовують як спеціально вирощувані культури, так і відходи сільськогосподарського виробництва.

До числа відомих на сьогодні видів біопалива відносять:

- паливні пелети і брикети;
- біоетанол, біобензин і біодизель;
- біогаз.

Для виробництва твердих видів біопалива використовують відходи деревообробної промисловості, а також спеціально вирощується сировина – енергетична деревина. Плюсом в даному випадку є відносна дешевизна одержуваного продукту, мінусом – досить тривалий термін відновлення / вирощування вихідної сировини.

Виробництво рідких видів біопалива засноване на переробці сільськогосподарських культур і тваринних жирів. У різних країнах використовують різні види рослинності: цукрову тростину, рапс, сою, кукурудзу тощо.

Альтернативна енергія біогазу

В Україні активно розвивається альтернативна енергетика на базі переробки відходів сільськогосподарства. Біогаз виходить в результаті зброджування рослинної сировини. Він нічим не відрізняється за складом від природного метану, і застосовується для теплових і енергетичних установок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Канюк Г.І., Без'язичний В.Ф., Близенко О.М., Шматков Д.І. Основи енерго- і ресурсозбереження: (навчальний посібник). – Харків: друкарня «Мадрид», 2016. - 230 с.

2. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., ЛЕВЧЕНКО Б.О. Проблеми енергетики на межі ХХІ століття: (навчальний посібник). - Харків: НТУ «ХПІ», 2006. - 200 с.

УДК 629.735.05:621.3(045)

Афанасьєва І.О.¹, Сальник А.В.²

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. М-719 НУ "Запорізька політехніка"

АВІОНІКА

Авіоніка (від авіація англ. Aviation і електроніка англ. Electronics) — сукупна назва усіх електронних систем, розроблених для використання на

літальних апаратах, штучних супутниках та пілотованих засобах космонавтики. На базовому рівні це системи комунікації, навігації, відображення даних і управління різними пристроями — від складних (наприклад, радара) до найпростіших.

Авіоніка виконує на борту літальних апаратів наступні функції:

- навігація;
- спостереження навколишньої обстановки;
- зв'язок;
- взаємодія із службами управління повітряним простором;
- автоматичне управління;
- відображення інформації екіпажу;
- перетворення інтерфейсів;
- підтримка експлуатації літальних апаратів;

Ідеї, які лягли в основу авіоніки – автопілоту, радіозв'язку, радіонавігаційних, радіолокаційних, інерціальних та інших систем – пропонувалися ще на початку розвитку авіації. Деякі з них не можна було реалізувати. В 1930-ті роки писали, що прилади – це на всяк випадок, а справжній пілот повинен відчувати політ.

Але Перша світова війна почала змінювати ставлення до авіоніки. Прилади допомагали літати поза видимістю землі, коли була ніч. Також розвинулися навігаційна система та радіозв'язок, що допомагало розвідувати обстановку та швидко повідомляти в умовах Першої світової війни.

З тих пір розвиток та кількість приладів безперервно зростала. Літальний апарат ускладнювався, що давало можливість розширювати коло розв'язуваних задач. Сьогодні саме авіоніка визначає можливості та конкурентоздатність літальних апаратів.

Один із недоліків – це її велика вартість. Доля авіоніки в вартості літальних апаратів досягає 30-40%. Вона обумовлена через надзвичайно високу наукоємність та трудомісткість її створення.

Авіоніка – це бортова електроніка. Вона дуже швидко розвивається та змінюється. Те, що вчора було комплексом, що складалась із декількох громадських систем, сьогодні стає єдиною компактною системою. Те, що було механічним пристроєм та приносило деякі незручності, замінено електричними пристроями, яким не потрібно майже ніяких зусиль. Основна тенденція, яку можна спостерігати в сучасній авіоніці – це інтеграція. Функції зберігаються, вони постійні, а ось структурні ділення швидко змінюються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка: Підручник.-Видавництво «Київ», 2017. - 272 с.

2. Маліновський С.М. Загальна електротехніка : Підручник. - Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003.-640с.

УДК 621.3.01

Романіченко Г.М.¹, Григоренко М.С.²

¹ старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. ІФ-419 НУ "Запорізька політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ *ELECTRONICS WORKBENCH* (EWB).

В *Electronics Workbench* можна досліджувати перехідні процеси при впливі на схеми вхідних сигналів різної форми. Широкий набір приладів дозволяє робити вимірювання різних величин, задавати та змінювати вхідні параметри, будувати графіки. Усі прилади зображуються у вигляді, максимально наближеному до реального, тому працювати з ними просто й зручно. Результати моделювання можна вивести на принтер або імпортувати в текстовий або графічний редактор для подальшої обробки.

В наданій роботі досліджується перехідний процес в котушці індуктивності засобами *EWB*. Для цього котушку із «Поля компонентів» підключаємо до *Генератора тактових імпульсів* (ГТІ) із Бібліотеки «Джерел живлення», який виробляє послідовність прямокутних імпульсів.

Перехідний процес виникає завдяки чергуванням включення й відключення вхідної напруги, що становить миттєву зміну параметрів кола.

Осцилограф в програмі *EWB*, являє собою аналог двопроменевого запам'ятовувального осцилографа й має дві модифікації: *просту* й *розширену*. Для стабілізації зображення імпульсів у верхньому меню Analysis Options (або просто: *Ctrl+Y*) і в закладці Instruments розділу «Oscilloscope» поставимо мітки в віконцях «Pause after each screen» і «Generate time steps automatically» і натиснемо *OK*.

Встановлюємо вихідні параметри кожного елемента схеми шляхом подвійного кліка маніпулятором на обраних елементах (закладка Label; Properties, інші – залишаємо за замовчуванням). В подальшому всі параметри треба корегувати для отримання найкращих результатів.

Клішею активації на панелі інтерфейсу вмикаємо схему в роботу.

На екрані осцилографа з'являються дві осцилограми. При цьому Вхід *A* осцилографа вимірює напругу на шунті (фактично – це струм в схемі, в *mA*). Можливо потрібно буде зменшити масштаб каналу *A* (до ... *mV/Div*), щоб на екрані осцилографа з'явилася придатна до вимірів картинка. Вхід *B* – вимірює напругу власне на індуктивності *L*.

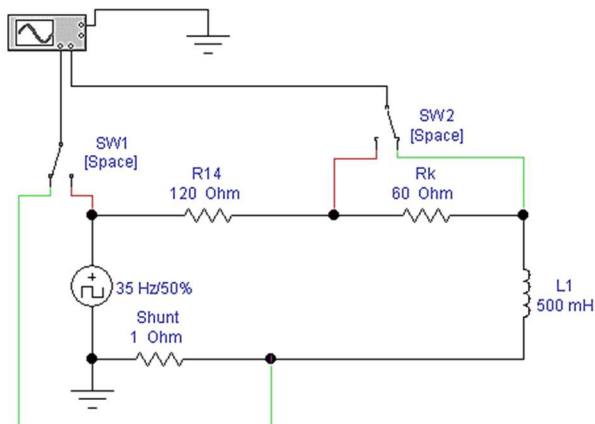


Рисунок 1 – Приклад схеми, призначеної для дослідження перехідного процесу в електричному колі з резистором та котушкою індуктивності

Результати вимірів у 9-10 точках напруги і струму на індуктивності (курсори 1 або 2 на екрані осцилографа) занести до таблиці, або у відповідний комп'ютерний файл чи імпортувати в текстовий або графічний редактор для подальшої обробки. Вимкнути схему з роботи активатором О/І.

Натиснути правою кнопкою миші на один з ключів SW у робочій схемі і клавішею «Пробіл» (Space) переключити ключі в інше положення. Включити схему в роботу активатором О/І.

На екрані осцилографа оновлюються дві осцилограми, оскільки його входи підключаються до інших точок схеми. Вхід *A* вимірює напругу на затискачах джерела живлення ГТІ ($u(t)$), а Вхід *B* – на котушці індуктивності $u_k(t)$. З цих графіків визначити амплітуди входної напруги U_m і напруги на котушці U_{km} . Результати вимірів у 9-10 точках напруги занести до таблиці, або у відповідний комп'ютерний файл для подальших розрахунків важливих параметрів перехідного процесу.

Такий підхід до формування складної дослідної схеми із осцилографом в програмі EWB дозволяє швидко і якісно аналізувати її роботу на всіх її ділянках і в будь-який проміжок часу при перехідних процесах в електричних колах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карлашук В.І. Електронна лабораторія на IBM PC. Програма Electronics Workbench і її застосування. М.: Солон-Р, 2003. 726 с.
2. Маліновський С.М. Загальна електротехніка: Підручник. – Львів: Видавництво 2Бескид Біт", 2003. 640 с.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ЖИВЛЕННЯ І ПРОБЛЕМИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

В сучасному світі бездротові технології значно покращили та спростили життя людини. Не кожен зараз може представити життя без бездротових зарядок телефонів та Wi-Fi в кожному будинку. В недалекому майбутньому з'явиться бездротове живлення телекомунікаційних систем, побутової техніки, систем безпеки. У зв'язку зі стрімким поширенням бездротових технологій необхідно приділити увагу проблемі експлуатації цих систем в телекомунікаційних системах і пристроях.

Вже у найближчому десятилітті з розвитком технологій сфера застосування бездротових зарядних пристроїв не буде обмежуватися зарядкою акумуляторів високотехнологічних гаджетів. Область їх застосування значно поширяться. Крім споживчого ринку електроніки, бездротові зарядні пристрої можуть успішно використовуватися в сегменті медичних приладів, мережах бездротових датчиків, світлотехнічному обладнанні тощо.

Зараз існує кілька засобів бездротової передачі енергії. Qi - стандарт, розроблений Консорціумом бездротової електромагнітної енергії (Wireless Power Consortium, WPC) для індукційної передачі енергії на відстань до 4 см. Апаратура Qi включає в себе пластину передавача і сумісний приймач в підключеному пристрої. Підключений пристрій розміщують на пластині передавача. Зарядка відбувається за допомогою індукційної передачі енергії. Виробниками, які використовують цей стандарт в деяких своїх пристроях, є: *Asus, HTC, Huawei, LG Electronics, Motorola Mobility, Nokia, Samsung, Sony, Yota Devices*.

Індуктивний спосіб електроживлення використовує електромагнітне поле для передачі енергії між двома об'єктами. Це, як правило, забезпечує зарядна станція. Енергія передається через індуктивний зв'язок з електричним пристроєм, який може потім використовувати цю енергію для підзарядки батарей або запуску пристрою. Індукційні зарядні пристрої використовують індукційну котушку для створення змінного електромагнітного поля поблизу зарядного пристрою, а друга індукційна котушка в портативному пристрої живиться від електромагнітного поля і перетворює його в електричний струм для зарядки акумулятора. Дві індукційні котушки формують електричний трансформатор. Великі відстані між передавальною і приймальною котушкою

можуть досягатися, коли індуктивна система підзарядки використовує резонансний трансформатор.

Power Matters Alliance (PMA) - організація, заснована, щоб створити систему для бездротових технологій електроживлення, в тому числі для підзарядки пристроїв, які оснащені акумуляторами. Хоча PMA використовує аналогічний стандарту Qi фізичний принцип підзарядки - електромагнітну індукцію, відмінності все ж є. Полягають вони в частоті роботи, яка для PMA становить 277-357 кГц. На даний момент PMA досить сильно програє Qi в популярності.

The Alliance for Wireless Power [3] (A4WP) - організація, заснована для створення глобальної екосистеми бездротової підзарядки за технологією Rezence™. Принцип цієї технології базується на ефекті магнітного резонансу. Саме це дозволяє істотно розширити область підзарядки від однієї базової станції, а також заряджати відразу кілька пристроїв. Передана потужність може досягати 50 Вт, що може бути цілком достатньо для ноутбука.

Сьогодні існує три основні технології бездротового електроживлення: Qi, Rezence і PMA. Найбільш поширеною є Qi (використовує індукційний спосіб передачі енергії), найбільш перспективною - Rezence (використовує технологію магнітного резонансу і працює на більшій частоті і з більшою потужністю).

Використання пристроїв бездротового електроживлення в телекомунікаційних системах є перспективним, однак питання збільшення потужності і безпеки експлуатації вимагають подальшого дослідження, а самі системи - вдосконалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети / В. Столлингс – СПб.: Издат. дом “Вильямс”, 2009. –195 с.
2. Alliance for Wireless Power. Technical Specification. /2015. [Електронний ресурс] режим доступу <http://www.rezence.com/technology/technical-specification>

СЕКЦІЯ «ФІЗИКА»

УДК 669.1'24:537.636

Золотаревський І.В.¹, Ольшанецький В.Ю.²

¹ канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ПРО ЗАРОДЖЕННЯ α -МАРТЕНСИТУ В СТАЛЯХ І СТОПАХ НА ОСНОВІ Fe-Ni В СИЛЬНОМУ ІМПУЛЬСНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ ТА БЕЗ НЬОГО

Відомо, що мартенситне $\gamma \rightarrow \alpha$ -перетворення (МП) в сталях і стопах заліза може протікати двома принципово різними кінетичними варіантами. Здавалось би, одне і те ж перетворення, але в близьких складах або навіть і в одному складі, воно може проходити по-різному: в ізотермічних умовах (ізотермічна кінетика) або тільки при зниженні температури (атермічна кінетика). Опираючись на експерименти з впливу сильних імпульсних і постійних магнітних полів, а також високих всебічних тисків на стопи з подвійною кінетикою перетворення, було припущено, що ці процеси відносно незалежні і їх інтервали перетворень можуть взаємно перетинатися. Але причини такої поведінки мартенситної реакції до цих пір не встановлені.

На цей час накопичено великий експериментальний матеріал як у відношенні до досліджень самого МП в сталях і стопах заліза, так і досліджень магнітного стану γ -фази у зв'язку з інварною проблемою. Показано, що поряд з вимушеною магнітострикцією при парaproцесі велике значення при мартенситному перетворенні в сталях і стопах на основі Fe-Ni має спонтанна магнітострикція [1-2]. Ці магнітострикції в інварних і близьких до них складів мають аномально велику величину і призводять до значних змін пружної енергії фаз і навіть можуть призвести до зміни механізму $\gamma \rightarrow \alpha$ -перетворення з типово структурного на магнітний.

Мета роботи. Виходячи з магнітного стану аустеніту, враховуючи його неоднорідну магнітну і концентраційну структуру, опираючись на дислокаційну модель мартенситного перетворення, пояснити кінетичні особливості мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha$ -переходу в сталях і стопах на основі Fe-Ni.

В роботі аналізуються бінарні стопи Fe-Ni з інварними властивостями і сталі та стопи на їх основі: Fe-Ni-C, Fe-Ni-Cr-C, Fe-Ni-Mn.

Розглядаються питання:

1. Основні інварні властивості ГЦК-фази стопів Fe-Ni (інварні аномалії): коефіцієнт термічного розширення, спонтанна і вимушена магнітострикції, коефіцієнт всебічного стиснення, залежність точки Кюрі і намагніченості від всебічного тиску, залежність обмінного інтегралу від міжатомної відстані.

2. Неоднорідна магнітна структура інварних стопів Fe-Ni і хромонікелевих сталей.

3. Про зв'язок між інварними аномаліями та неоднорідностями магнітної і концентраційної структур. Звертається увага на дослід з опромінення стопів Fe-Ni швидкими електронами і можливість втрати неоднорідного стану в результаті виникнення достатньої кількості вакансій при невисоких температурах. Важливо, що при цьому втрачаються основні інварні властивості і разом з ними повністю втрачається можливість $\gamma \rightarrow \alpha$ -переходу при температурах до $T \rightarrow 0$ К.

4. «Ефект локального середовища» щодо концентраційних (магнітних) неоднорідностей. Якщо вибраний атом заліза в першій координаційній сфері має 9 або більше атомів Fe (найближчих сусідів), то цей атом втрачає свій магнітний момент. У даному випадку важлива головна сутність «ефекту». Вона полягає у порівняно сильній взаємодії одного з одним атомів даного конкретного елементу, що необхідно враховувати при аналізі впливу магнітного поля на стабільність магнітних неоднорідностей при МП.

5. Три типи характерних залежностей напруженості критичного магнітного поля, при якій з'являються перші порції мартенситу, від температури зміщення мартенситної точки. Показано, що вони можуть бути пояснені неоднорідним магнітним і концентраційним станом γ -фази.

6. Розподіл зміщення мартенситної точки в сильному магнітному полі від вмісту атомів заліза в γ -фазі; те ж саме від сукупного складу антиферомагнітних атомів і від відношення антиферомагнітних атомів до конкуруючих атомів нікелю.

7. Вимушена магнітострикція і зменшення гістерезису МП у сильному магнітному полі. Врахування неоднорідного стану.

8. Дві кінетики МП в стопах Fe-Ni, Fe-Ni-Mn, Fe-Ni-Mo. Інварне зміцнення аустеніту. Зміцнення аустеніту і мартенситу вуглецем. Моделі зародження мартенситу в стопах заліза. Дислокаційна модель і її застосування до пояснення кінетичних особливостей МП в сталях і стопах на основі Fe-Ni.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Золотаревский, И.В. Мартенситное превращение в системах на основе составов Fe-Ni в сильных магнитных полях / И.В. Золотаревский // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2020. – № 2. – С. 22–29.

2. Zolotarevsky, I.V. Martensitic Transformation in Fe-Ni Alloys with Addition of Chromium, Manganese, and Carbon in High Magnetic Fields / I.V. Zolotarevsky, M.O. Schetinina, O.I. Zolotarevsky // Physics of Metals and Metallography. – 2021. – V. 122, № 2. – P. 127–133.

ОСНОВИ DATA MINING ТА ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Несподіваний вимушений перехід на дистанційну форму навчання, що відбувся у березні 2019/2020 навчального року, змусив викладачів вишів у черговий раз переглянути свої погляди на те, що саме у процесі навчання є найважливішим для студентів певної спеціальності. В особливо складних умовах опинилися викладачі курсів, що передбачають виконання студентами експериментальних досліджень у лабораторіях університету.

Мета даної публікації — презентувати лабораторну роботу “Закон Дюлонга - Пті”, яка була розроблена спільно з доцентом Є.П. Соколовим і може бути проведена зі студентами, в першу чергу, комп’ютерних спеціальностей у дистанційному режимі.

Фізичний практикум традиційно є однією з важливих складових університетського курсу фізики. Але, якщо подивитися у Стандарт спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”, то, на перший погляд, перелічені там компетентності випускника цієї спеціальності дуже далекі від будь-якого курсу фізики. Тим не менш, там зазначені і “здатність до виявлення статистичних закономірностей, застосування методів статистичної обробки даних”, і “здатність до інтелектуального аналізу даних, їхньої обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв’язування прикладних задач”. У формуванні цих компетентностей може допомогти як фізичний практикум в цілому, так і зазначена вище лабораторна робота зокрема. Розглянемо її докладніше.

У теоретичній частині студенти знайомляться (або самостійно, або за допомогою викладача) із базовими ідеями та поняттями процесу інтелектуального видобутку знань з баз даних: кластерами, трендами, залежностями. У практичній частині їм пропонується шляхом аналізу бази даних знайти закон Дюлонга-Пті для молярної теплоємності речовин.

Робота складається з трьох етапів. На етапі попереднього аналізу студенти обирають один з двох трендів для подальшого дослідження. Студентам надається база даних, в якій для дванадцяти елементів наводяться значення: питомої теплоємності $C_{\text{птг}}$, густини ρ і молярної маси μ . За допомогою програми Excel вони мають побудувати два тренди: тренд *густина* — *питома теплоємність* і тренд *молярна маса* — *питома теплоємність*, і вже після цього — прийняти рішення про те, який із трендів має сенс досліджувати з метою виділення залежності (див. рис. 1).

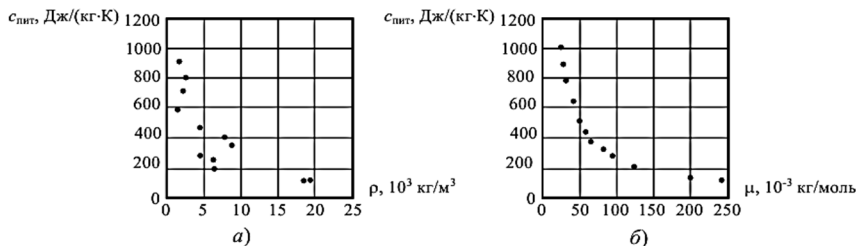
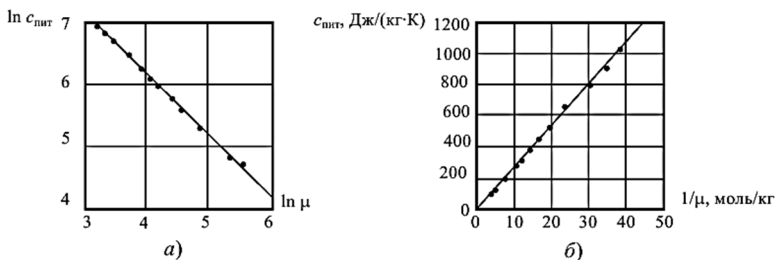


Рисунок 1 – Вибір тренда для дослідження.

На другому етапі (основне дослідження) вони проводять повну обробку обраної залежності, тобто виконують випрямлення (див. рис. 2) і обчислюють довірчий інтервал для кутового коефіцієнта отриманої у степеневих координатах лінійної залежності.



а – у логарифмічних координатах; б – у степеневих координатах.

Рисунок 2 – Випрямлення у різних координатах.

Далі студентам необхідно дати підказку: попросити їх з'ясувати, значення якої з величин: R , $2R$, $3R$, ... (тут $R=8,31$ Дж/(К·моль) – універсальна газова стала) потрапляє у побудований інтервал (наприклад, $24,8 \pm 0,3$ Дж/(К·моль)). Після цього вони зможуть замінити кутовий коефіцієнт цієї величиною і сформулювати закон Дюлонга-Пті.

На заключному етапі студенти отримують завдання з'ясувати, чи підкорюються знайденому закону літій та алмаз. Треба зазначити, що літій дуже ефективно підтверджує знайдений закон – він ідеально лягає на експериментальну пряму, причому в дуже далекій точці, а от алмаз повністю спростовує закон Дюлонга-Пті.

Робота студентів закінчується написанням висновку, а викладач може використати цю ситуацію, щоб розповісти про теорію Дебая теплоємності твердих тіл.

CARBON NANOMATERIAL AS A METHOD OF HYDROGEN STORAGE

The use of hydrogen as an environmentally friendly source of energy largely depends on solving the problem of its storage and transportation. Today the most promising is the use of nanomaterials for hydrogen storage. The hydrogen sorption capabilities of nanomaterials are many times higher than the known methods of hydrogen storage. For this, carbon nanotubes can be used.

Gas storage using carbon nanotubes has attracted a lot of attention after the experiment described in the work of Dillon [1], reporting on the filling of single-walled carbon nanotubes with a diameter of about 1.2 nm with hydrogen.

The value of the specific surface area of carbon nanotubes is about $110 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$. Experiments show that the specific amount of absorbed hydrogen is tens of times higher than the value that corresponds to the surface adsorption of hydrogen, taking into account the measured value of the specific surface of the nanotube. This fact confirms that the bulk filling of carbon nanotubes with molecular hydrogen is predominant [2].

Let us estimate the possibility of bulk filling of a single-walled carbon nanotube (SWCNT) with molecular hydrogen. The mass density of such a structure in g/mm^3 is determined by the ratio [2]:

$$\rho = \frac{4\sigma_c}{D}, \quad (1)$$

where D – nanotube diameter, 10^{-8} sm ; $\sigma_c = 0.77 \cdot 10^{-7} \text{ g}/\text{sm}^2$ – maximum surface density of carbon.

The maximum degree of filling SWCNTs with molecular hydrogen is determined by the ratio [2]:

$$\eta_H = \frac{\rho_H}{\rho_H + \rho_C} = \frac{0,07}{0,07 + 30,4/D}, \quad (2)$$

where $\rho_H = 0.07 \text{ g}/\text{mm}^3$ – density of hydrogen.

It can be seen from this expression that the degree of filling of SWCNTs increases with an increase in their diameter. The calculation shows that for the degree of filling $\eta_H = 6.5 \text{ wt.}\%$, which is necessary for using SWCNTs for storing hydrogen, the nanotube diameter should be more than 3 nm. For multilayer nanotubes in the form of a bundle, the sorption capacity $\eta_H = 6.5 \text{ wt.}\%$ is achieved at a nanotube diameter of 2.1 nm.

Hydrogen penetration into the nanotube cavity can also be activated by the edge modification of the open end using various functional groups, for example, O, OH, and NH₂ [3]. One of the ways to create surface-modified nanotubes is to saturate the outer surface of nanotubes with atomic hydrogen. The mechanism of adsorption of hydrogen atoms on the outer surface of semiconducting single-walled carbon nanotubes is described in detail in [4]. The process of attachment of atomic hydrogen to the surface of single-layer carbon tubulene (n, n) and ($n, 0$) types is considered. During adsorption the electron density is transferred from the H atom to the surface with the formation of the H⁺ proton. This proton can migrate over the SWCNT surface.

In our opinion, the use of atomic hydrogen during saturation of nanotubes can increase the degree of penetration of atoms into the nanotube cavity and increase their sorption capacity. This is due to the greater penetrating power of atomic hydrogen. As a result of recombination, atomic hydrogen can be in a molecular state in the cavity of a nanotube, which is a favourable condition for its release during operation.

REFERENCES

1. Storage of hydrogen in single-walled carbon nanotubes / A.C. Dillon, K.M. Jones, T.A. Bekkedahl [et al.] // *Nature*. – 1997. – Vol. 386. – P. 377.
2. Елецкий, А.В. Сорбционные свойства углеродных наноструктур / А.В. Елецкий // *УФН*. – 2004. – Т. 70. – С. 1191–1231.
3. Запороцкова, И.В. Исследование влияния краевой функционализации на процессы капиллярного заполнения углеродных нанотрубок водородом / И.В. Запороцкова, Е.В. Прокофьева // *Физика волновых процессов и радиотехнические системы*. – 2009. – Т. 12, № 4. – С. 107–111.
4. Запороцкова, И. В. Механизмы заполнения однослойных углеродных нанотрубок атомарным водородом / И.В. Запороцкова, Н.Г. Лебедев // *Химическая физика*. – 2006. – Т. 25, № 5. – С. 91 – 96.

УДК 666.655

Золотаревський О.І.¹, Лушин С.П.²

¹ст. лаборант НУ «Запорізька політехніка»

²канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОВІДНОСТІ П'ЄЗОКЕРАМІКИ ЦТС У ДІАПАЗОНІ НИЗЬКИХ ЧАСТОТ

Дослідження електричної провідності полікристалічних діелектриків залежно від різних факторів представляє великий інтерес для вивчення

механізму електронних процесів і практичного використання таких матеріалів. Зважаючи на широке використання п'єзокерамічних матеріалів системи ЦТС у різних умовах експлуатації, метою даної роботи є дослідження частотної залежності електричної провідності п'єзокераміки ЦТС у діапазоні низьких частот.

Нами досліджувалася частотна залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки на основі твердих розчинів оксидів цирконату-титанату свинцю – п'єзокераміки марки ЦТС-22 у діапазоні частот $0 < \nu < 100$ кГц. На поверхню п'єзокераміки ЦТС-22 за промисловою технологією були нанесені срібні електроди шляхом вжигання пасти, що містить срібло. Зразок п'єзокераміки ЦТС-22 являв собою диск діаметром 12 мм і товщиною 1 мм. Для вимірювань електричної провідності використовувалася схема, що дозволяє визначати опір зразка з нанесеними на його протилежні грані електродами.

На рис. 1 приведена залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС-22 від частоти змінної напруги.

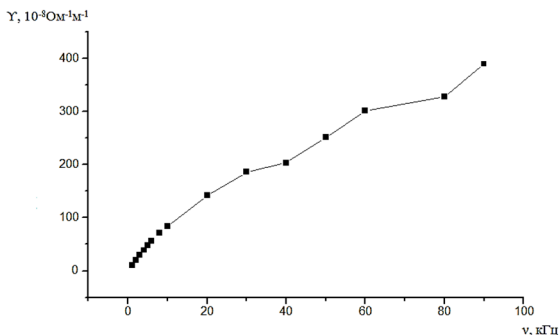


Рисунок 1 – Залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС-22 від частоти змінної напруги.

Аналіз отриманої залежності питомої електричної провідності від частоти змінної напруги (рис. 1) показав, що питома електрична провідність п'єзокераміки ЦТС-22 збільшувалася у всьому діапазоні досліджених частот $0 < \nu < 100$ кГц.

Явище дисперсії електричної провідності діелектриків описується за допомогою універсального ступенєвого закону А. Іончера [1]:

$$\gamma \sim \nu^n, \quad (1)$$

де показник ступенєвої функції $0,7 < n < 1$.

Застосування цього закону підтверджується тим, що залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС-22 від частоти змінної напруги в білогарифмічних координатах має лінійний характер в інтервалі частот $0 < \nu < 10$ кГц. Значення показника ступеневої функції на цій ділянці становить $n=0,9$. При великих частотах лінійний характер цієї залежності порушується.

Еквівалентна електрична схема багатофазної полікристалічної структури п'єзокераміки ЦТС може бути представлена комбінацією великої кількості активних опорів і ємностей, через малі значення індуктивностей. Зі збільшенням частоти змінного електричного поля електричний опір такої схеми має зменшуватися і, відповідно, електрична провідність збільшуватися.

Ступеневий характер залежності питомої електричної провідності діелектриків від частоти змінної напруги може бути обумовлений багатьма механізмами руху заряджених частинок у змінному електричному полі. У діелектриках електрична провідність пов'язана з рухом різних носіїв заряду: електронів, іонів і поляронів при своєму «стрибковому» русі під дією електричного поля, поворотом диполів, а також рухом інших заряджених частинок і комплексів.

Збільшення електричної провідності п'єзокераміки ЦТС пояснюється запізненням повільних механізмів поляризації. При низьких частотах переважають процеси поляризації. При збільшенні частоти різні заряджені частинки не встигають реагувати на зміну електричного поля і, відповідно, не досягають позицій локалізації. У той же час вони безперервно рухаються, слідуючи за зміною електричного поля, і через велику різницю потенційних бар'єрів і довжини вільного пробігу заряджених частинок сприяють безперервному збільшенню електричної провідності [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поплавко, Ю.М. Физика диэлектриков / Ю.М. Поплавко. – К.: Вища школа, 1980. – 400 с.

УДК 537.63:546.212

Фанкєєва Г.Р.¹, Лоскутов С.В.²

¹ студ. гр. КНТ-520 НУ «Запорізька політехніка»

² д-р фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

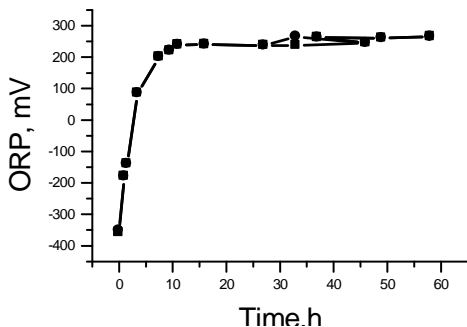
ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

Вода є дуже складною і в багатьох відношеннях маловивченою системою. Це пояснюється її динамічною структурою, утвореною ланцюгами слабких водневих зв'язків.

Одним зі способів поліпшення якості води є дія на неї постійним магнітним полем. У роботах [1,2] показано, що під впливом магнітного поля відбувається ослаблення або розрив водневих зв'язків між молекулами води, внаслідок чого зростає їх рухливість. Водночас зміну фізико-хімічних властивостей води під впливом магнітного поля пов'язують з наявністю в ній домішок, особливо феромагнітних [3].

Якщо до води прикласти постійне магнітне поле, то в цьому випадку молекули води, що представляють собою заряджені диполі, вишикуються вздовж силових ліній магнітного поля. При тепловому русі дипольної молекули води буде виникати момент сил, який намагається розгорнути молекулу. Магнітне поле буде гальмувати рух молекули води перпендикулярно лініям магнітного поля. Таким чином, у молекули води залишається тільки одна ступінь свободи – це коливання уздовж осі силових ліній прикладеного магнітного поля. Причому, певне положення диполів молекул води в магнітному полі уздовж силових ліній поля буде зберігатися, тим самим роблячи воду більш структурованою та впорядкованою.

Треба відзначити, що вода з більш високим вмістом структурованої фракції не завжди є більш якісною і біологічно цінною. Показник структурованості води характеризує біологічну активність води незалежно від ступеня мінералізації, і чим він вищий, тим більш якісною є питна вода.



□ – без магнітного поля, ○ – у магнітному полі.

Рисунок 1 – Характерна залежність зміни окислювально-відновного потенціалу катіонної води (жива вода) від часу.

Структурована-поляризована вода має унікальні властивості:

- в об'ємі води повністю стерта інформація, надбана водою за період її існування до структуризації;

- вода має правоґвинтову (праву) спінову поляризацію молекул, фрактальну (аналогічну) енергії простору. Через таку воду організм отримує енергію

і відновлює енергообмін між організмом і простором, енергія якого відновлює організм на енергетичному, клітинному та органному рівнях;

- вода має граничну дрібнодисперсну структуру;
- пригнічує життєдіяльність патогенної мікрофлори.

Досліджувались такі параметри води: кислотно-лужна рівновага (pH); електропровідність; сумарна концентрація розчинних домішок (TDS); значення окислювально-відновного потенціалу води (ОВП).

Для експерименту використовувались зразки аноліту, католіту, дистильованої, водопровідної води та води після зворотного процесу осмосу.

На першому етапі роботи досліджувався вплив магнітного поля на окислювально-відновний потенціал «живої води».

Результати експериментів показали відсутність впливу постійного магнітного поля $B=3$ Тл на ORP води після обробки в електричному полі. З графіка видно, що після 10 годин «жива вода» повертається до вихідних показників ORP водопровідної води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баран, Б.А. Вплив магнітного поля на фармакодинаміку деяких сполук / Б.А. Баран // Науковий вісник Ужгородського ун-ту. – 1999. – Вип.4. – С. 154–156.
2. Баран, Б.А. Влияние магнитного поля на кинетику химических реакций / Б.А. Баран // Укр. хим. журнал. – 1998. – Т. 64, № 4. – С. 26–29.
3. Миненко, В.И. Электромагнитная обработка воды в теплоэнергетике / В.И. Миненко. – Х.: Изд-во при Харьков. гос. ун-те, 1981. – 96 с.

УДК 621.793.7: 533.924

Єршов А.В.¹, Зеленіна О.А.², Морозов А.В.³

¹ д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. лаборант НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. ІФ-310 НУ «Запорізька політехніка»

ВИПРОБУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАЗМОВОГО ПОКРИТТЯ

Актуальність дослідження пов'язана з відносно низькою міцністю плазмового покриття. Міцність зчеплення сталевих покриттів складає лише 30...40 МПа, що на порядок нижче міцності компактного матеріалу основи. Важливою характеристикою є також когезійна міцність та модуль пружності покриття, які ще недостатньо досліджені. Однією з можливих причин розтріскування покриття є зростання залишкових напружень до рівня когезійної

міцності. Оскільки в покритті виникають розтягуючі залишкові термонапруження, то значний інтерес для оцінки працездатності має не тільки міцність зчеплення з підкладкою, але й когезійна міцність між частинками покриття та модуль пружності, а також характер їх зміни за товщиною покриття.

Метод використання випробувань на вигин зразка дозволяє знайти відміну механічних властивостей за товщиною покриття і розробити рекомендації щодо запобігання руйнування покриттів. Мікрошліф покриття показує наявність таких внутрішніх дефектів, як пористість та існування оксидних шарів, як на границі з підкладкою, так і між шарами покриття. Наявність зазначених дефектів призводить до істотного зниження когезійної міцності у порівнянні з міцністю компактного матеріалу.

Розглянуто визначення модуля пружності і межі міцності за товщиною покриття при консольному згині зразка відшарованого плазмового покриття товщиною 1,46 мм. Виконано вимірювання переміщення вільного кінця стержня в залежності від прикладеної поперечної сили. Залежність переміщення від дії поперечної сили P визначається формулою Максвелла–Мора:

$$y = \frac{PL^3}{3EI}, \quad (1)$$

де P – поперечна сила, прикладена на кінці стержня довжиною l , E – модуль пружності, $I = bh^3/12$ – момент інерції поперечного перерізу при ширині b і товщині h зразка.

Використання формули дозволяє визначити величину модуля пружності зразка залежно від переміщення вільного кінця консолі:

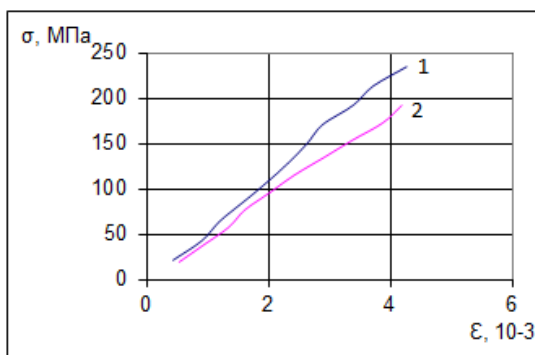
$$E = \frac{Pl^3}{3yl}. \quad (2)$$

Для визначення максимальних нормальних напружень на поверхні зразка при консольному вигині використана формула:

$$\sigma = \frac{Pl}{W}, \quad (3)$$

де $W = bh^2/6$ – момент опору перерізу зразка, b і h – ширина і товщина зразка. Величина відносної максимальної деформації визначається законом Гука.

Відомо, що для пористих матеріалів міцність при стисненні в кілька разів підвищує міцність на розтягування. До такого матеріалу відносяться і плазмові покриття. Тому руйнування покриття визначається міцністю розтягнутих шарів. Порівняння результатів випробувань при розтягуванні внутрішніх та зовнішніх поверхонь показано на рис.1.



1 – внутрішня; 2 – зовнішня

Рисунок 1 – Діаграма напружень згинання відшарованого покриття при розтягуванні внутрішньої та зовнішньої поверхонь

Таким чином, методом деформації стержня під дією сил P визначено модуль пружності зразка хромопелетного самофлюсуючого покриття ПРНХ15СР2, $E=0,52 \cdot 10^{11}$ Па, відносну деформацію та нормальне напруження на поверхні зразка. Межа міцності покриття згідно рис.1 визначається за параметрами руйнування зразка і складає при розтягуванні внутрішньої, прилеглої до основи, поверхні 190 МПа і для зовнішньої поверхні – 230 МПа.

УДК 629.735.33.016+621.45.015

Єршов А.В.¹, Зеленіна О.А.², Марченко А.І.³

¹ д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. лаборант НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. М-316 НУ «Запорізька політехніка»

АЕРОДИНАМІЧНА ЯКІСТЬ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Аеродинамічна якість є головною характеристикою, що визначає здатність літака літати та приземлятися у безмоторному польоті. Вона визначається як відношення підйімальної сили до аеродинамічного опору. Підвищення аеродинамічної якості призводить до збільшення дальності польоту літака. Основним напрямком підвищення аеродинамічної якості для режиму крейсерського польоту є зменшення коефіцієнта лобового опору, який залежить не тільки від форми та якості обробки поверхні крила, але й від питомого тиску, швидкості польоту, видовження крила та місця турбулізації

пограничного шару. У таблиці наведено значення аеродинамічної якості – k деяких літальних апаратів.

Таблиця 1 – значення аеродинамічної якості деяких літальних апаратів

Країна	Перший політ	ЛА	k	Тип
США	1981	Спейс Шаттл	4,5	Багаторазовий космічний ЛА
СРСР	1988	«Буран»	5,6	Багаторазовий космічний ЛА
СРСР	1970	Су-24	9,5	Бомбардувальник зі змінною стріловидністю крила
СРСР	1977	МіГ-29	10,4	Винищувач
США	1983	Боїнг 767–233 (Планер Гімлі)	~14	Пасажирський літак
СРСР	1975	Як-42	15	Регіональний пасажирський літак
Україна	2003	Aeros Combat L	16,7	Безмачтовий дельтаплан
США	2005	Вірджин Атлантик Глобал Флаєр	37	Літак для рекордних польотів
Німеччина	2005	Schleicher ASG 29-18m	52	Серійний планер

Дані таблиці свідчать, що для багаторазових космічних ЛА – Спейс Шаттл, «Буран» – аеродинамічна якість 4-6 є достатньою для здійснення посадки. Для надзвукових літаків – бомбардувальника Су-24, винищувача МіГ-29 – аеродинамічна якість підвищується до 9,5-10,4. Підвищення аеродинамічної якості з 14 до 16 характерно для дозвукових літаків Боїнг 767–233, Як-42. Найвищий показник аеродинамічної якості – 37 – при подовженні крила 35, швидкості 550 км/год досягнуто для літака Вірджин Атлантик Глобал Флаєр, на якому Стівен Фоссетт здійснив безпосадковий обліт земної кулі за 67 год без дозаправок. Ще вищу аеродинамічну якість – 52 – має планер Schleicher ASG 29-18m, який має подовження крила 30 і малу хорду 0,6 м, швидкість 180...270 км/год та ламінарний режим обтікання зі зменшеним опором тертя на більшій частині крилового профілю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Практическая аэродинамика самолёта МИГ-29. – М.: ВВИА им. Жуковского, 1987 – 316 с.
2. Бехтир, В.П. Практическая аэродинамика самолёта Як-42 / В.П. Бехтир. – М.: Транспорт, 1989. – 190 с.

УДК 629.735.33.016+621.45.015

Єршов А.В.¹, Зеленіна О.А.², Марченко А.І.³

¹ д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. лаборант НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. М-316 НУ «Запорізька політехніка»

ЕЛЕМЕНТИ МЕХАНІЗАЦІЇ КРИЛА ЛІТАКА

Для досягнення великих швидкостей польоту на сучасних літаках значно зменшені і площа крила, і його подовження. Але це негативно позначається на аеродинамічній якості літака і особливо на злітно-посадкових характеристиках. Для утримання літака в повітрі на найменшій швидкості (при посадці, наприклад) потрібно, щоб коефіцієнт підйомної сили C_y був найбільшим. Однак збільшення кута атаки більше критичного призводить до зриву потоку на верхній поверхні крила і до різкого зменшення C_y , що неприпустимо.

Для зменшення посадкової швидкості застосовують на крилах спеціальні пристрої, які називаються механізацією крила. Застосовуючи механізоване крило, значно збільшують величину $C_{y_{\max}}$, що дає можливість зменшити посадкову швидкість і довжину пробігу літака після посадки, зменшити швидкість літака в момент відриву і скоротити довжину розбігу при зльоті.

Механізація крила полягає в тому, що за допомогою спеціальних пристосувань збільшується кривизна профілю (в деяких випадках і площа крила), внаслідок чого змінюється картина обтікання. В результаті відбувається збільшення максимального значення коефіцієнта підйомної сили.

Існують наступні види механізації крила: щитки, закрилки, передкрилки. Щиток являє собою поверхню, що відхиляється, яка в прибраному положенні примикає до нижньої, задньої поверхні крила. Щиток є одним з найпростіших і найбільш поширених засобів підвищення коефіцієнта підйомної сили C_y . Збільшення C_y при відхиленні щитка пояснюється зміною форми профілю крила, яке можна умовно звести до збільшення ефективного кута атаки і угнутості (кривизни) профілю.

При відхиленні щитка утворюється вихрова зона підсмоктування між крилом і щитком. Знижений тиск в цій зоні поширюється частково на верхню поверхню профілю у задній крайці і викликає відсмоктування приграничного

шару з поверхні, що лежить вище за течією. За рахунок відсмоктуючої дії щитка запобігається зрив потоку на великих кутах атаки, швидкість потоку над крилом зростає, а тиск зменшується.

Розглянемо залежності C_y від кута атаки для крила з різним положенням щитка: прибране, злітне $\delta_{щ}=15^\circ$, посадочне $\delta_{щ}=40^\circ$. При відхиленні щитка в посадочне положення ($\delta_{щ}=40^\circ$) приріст C_y становить 50...60%, а критичний кут атаки при цьому зменшується на 1...3°. Для збільшення ефективності щитка конструктивно його виконують таким чином, що при відхиленні він одночасно зміщується назад, до задньої крайки крила.

Закрилло є відхиляючою частиною задньої крайки крила або поверхнею, висунутою (з одночасним відхиленням вниз) назад з-під крила. За конструкцією закрилки діляться на прості (нешцілінні), однощілінні і багатощілінні. Нещілінний закрилок збільшує коефіцієнт підйомної сили C_y за рахунок збільшення кривизни профілю. При наявності між носком закрилка і крилом спеціально спрофільованої щілини ефективність закрилка збільшується, так як повітря, що проходить з великою швидкістю через звужувану щілину, перешкоджає набуханню і зриву приграничного шару.

Для подальшого збільшення ефективності закрилків іноді застосовують двощілінні закрилки, які дають приріст коефіцієнта підйомної сили C_y профілю до 80%. Збільшення $C_{y_{\max}}$ крила при випуску закрилків або щитків залежить від ряду факторів: їх відносних розмірів, кута відхилення, кута стріловидності крила. Відхилення закрилків, так само як і щитків, супроводжується не тільки підвищенням C_y , але в ще більшому ступені приростом C_x , тому аеродинамічна якість при випущеній механізації зменшується.

Передкрилок являє собою невелике крильця, що знаходиться попереду крила. Передкрилки бувають фіксовані і автоматичні. Фіксовані передкрилки на спеціальних стійках постійно закріплені на деякому віддаленні від носка профілю крила. Автоматичні передкрилки при польоті на малих кутах атаки щільно притиснуті до крила повітряним потоком. При польоті на великих кутах атаки відбувається зміна картини розподілу тиску за профілем, в результаті чого передкрилок як би відсмоктується. Відбувається автоматичне висунення передкрилка. При висунутому передкрилку між крилом і передкрилком утворюється щілина. Повітряний потік, виходячи з щілини, з великою швидкістю спрямовується уздовж верхньої поверхні крила. Внаслідок цього швидкість пограничного шару на верхній частині крила збільшується і відрив його відсувається на великі кути атаки. Критичний кут атаки профілю при цьому збільшується на $10^\circ \dots 15^\circ$, а $C_{y_{\max}}$ збільшується в середньому на 50%.

В цілому, механізація крила з урахуванням дії передкрилків, щитків зі зсувом назад, або двощілінних закрилків сприяє підвищенню коефіцієнта підйомної сили $C_{y_{\max}}$ майже вдвічі. При однаковій площі крила це дає

зменшення злітно-посадкової швидкості літака, довжині розбігу при зльоті та пробігу при посадці на 40%.

UDC 621.314.017

Hrianyta S.V.¹, Lushchin S.P.²

¹student of group E-410A National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD, associate professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DETERMINATION OF ELECTRICITY LOSSES IN TRANSFORMERS AND METHODS OF REDUCING THEM

The transformer is designed to convert and transmit electricity without changing its power. During the operation of the transformer, energy losses occur, which are associated with the conversion of part of the electrical energy into heat, which is heated by device and dissipated in the surrounding space. The loss of electrical energy in the transformer consists of the main components: electrical losses in the electrical windings of the transformer, magnetic losses in the magnetic circuit and additional losses.

Load losses of electric energy for a single element of the network with active resistance R according to the Joule-Lenz law are determined by the ratio [1]:

$$\Delta W = 3R \int_0^T I^2(t) dt. \quad (1)$$

The analytical function describing the law of change of current in time is often not known, therefore in practice various ways of numerical integration of this relation which define the basic methodical approaches to calculation of loading losses of the electric power in elements of electric networks are applied. One of such methods is the loss time method. According to this method, energy loss in transformers can be determined by the formula [1]:

$$\Delta W = 3RI_{av}^2 k_f^2 T = \frac{W_P^2 + W_Q^2}{U_{av}^2 T} R k_f^2, \quad (2)$$

where I_{av} is the average current value, U_{av} is the average voltage value, k_f is the graph form factor, T is the calculated time period, W_P is the active energy, W_Q is the reactive energy.

A similar approach is used according to the method of calculating electricity consumption according to the normative document of the Ministry of Energy and

Coal of Ukraine "Methodological recommendations for determining the technological consumption of electricity in transformers and power lines" [2].

In these guidelines, the technological costs of electricity include energy losses due to electromagnetic processes in the conductive parts of the electrical network and the cores of the devices during its transmission, as well as climatic losses and energy losses in the insulation of network elements.

At high voltage and low current, the transmission of electricity occurs with less loss. For the most profitable transportation of electricity in the grid, power transformers are repeatedly used: first to increase the voltage of generators at power plants before transporting electricity, and then to reduce the voltage of the transmission line to a level acceptable to consumers.

In real transformers, energy is transferred from the primary circuit to the secondary with losses. The cause of electrical losses is the active resistance of windings. When current flows through the transformer, it heats up and gives off heat to the environment. As the frequency increases, the resistance of the windings increases due to the skin effect. The causes of magnetic losses are the reversal of the core due to hysteresis and the existence of Foucault eddy currents. The alternating magnetic field in the core generates an alternating vortex electric field, which causes additional eddy currents, which also lead to heating. Part of energy is also lost due to the mechanical oscillations that occur due to magnetostriction of the ferromagnetic material of the core, as well as the interaction of the primary and secondary windings in alternating magnetic field. Additional losses occur in other steel elements of the transformer, as well as a result of current asymmetry. Losses in transformers depend on the load. Without load, the losses are due to the resistance of the windings, while at full load there is usually hysteresis and eddy currents.

Therefore, in order to reduce the loss of electrical energy, the resistance of the conductive wires should be as small as possible. Therefore, wires made of well-conducting material, there are used - mainly aluminum or copper with a fairly large cross section. To reduce Foucault currents, the core is made of thin steel plates, the surface of which is oxidized. High resistance ferromagnetic materials are used at high frequencies.

REFERENCES

1. Фурсанов, М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М.И. Фурсанов. – М.: Белэнергосбережение, 2005. – 208 с.
2. Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання. – Режим доступу: <https://www.energy.mk.ua/index.php/77-akcia-razdel/akcia-kategoria/634-metodi-ka9.html>

PERSPECTIVES FOR WIND FARMS IN THE ZAPORIZHZHIA REGION

In Ukraine, wind energy was used as early as the 19th century. Moreover, over time, its use has evolved and developed. In addition, on the territory of Ukraine, the construction of wind farms began to be planned by many foreign firms. And it seemed like the ideas were not bad, and everything went as planned, but there was a problem that could not be calculated. Wind energy is not stable in itself, because sometimes where there used to be a strong wind flow, now there is a barely felt breeze. By the way, it was precisely because of the inconstancy of the wind that the plan of the "Comprehensive Program for the Construction of Wind Power Plants in Ukraine", which was adopted in 1997, was not fulfilled. The solution to this problem is quite simple, you just need to arrange the windmills not in a row, but more scattered. On the surface, this may seem like just a chaotic arrangement, but here an interesting factor plays the main role - the wind roses. Wind roses - this is a graph on which we can observe the same monsoons and trade winds characteristic of a given area, that is, it is an opportunity to understand where the wind turbine will be effectively installed. The main thing is not to overdo it with the number of wind turbines, because if there are enough of them, each next wind turbine will reduce the productivity of the station.

There are several wind farms in the Zaporizhzhia region. One of them is the Botievo wind farm. The installed capacity of the power plant is 200 MW. Figure 1 represents a diagram of the productivity of this farm over the years of operation.

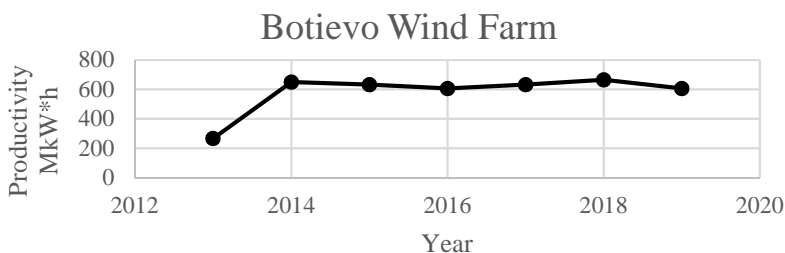


Figure 1 – A diagram of the productivity of the Botievo wind farm over the years of operation

We can see at first a large increase in the productivity of the station, this is due to the increase in the number of wind turbines “Vestas V-112” from 30 to 65, and then we see a fluctuation in the graph, which now shows us how wind instability affects energy production. In 2019, the wind power plant generated 607.2 million kWh.

The Primorskaya wind power farm with a total installed capacity of 200 MW has been put into operation. The Primorskaya wind farm uses 3-MW class wind turbines manufactured by General Electric. Projected supply of "green" electricity is 680 million kWh per year.

In 2018, the Omniflow Vertical Wind Turbine was invented. It uses not only wind energy, but also the energy of the sun as it has solar panels installed. Omniflow is a very interesting development, as it does not depend on the direction of the wind. The most suitable are the territories of the Azov region and the Odessa region, since there are seas there that will give us a constant wind (breeze), as well as the climatic zone will give us the opportunity to use solar panels more efficiently. This development will be a good alternative for wind turbines and will make wind farms more productive.

UDC 620.97

Makarenko A.S.¹, Lushchin S.P.²

¹ student of group E-410A, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD, associate professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF OPERATION OF SOLAR POWER PLANTS

Recently, attention has increased to the search and development of unconventional energy sources, which differ from fossil resources in their enormous reserves, so they are practically inexhaustible or renewed periodically.

One of the best types of renewable energy sources is solar energy. The sun, by human standards, is an inexhaustible source of energy. There are devices that convert solar energy into electrical one. These are solar elements.

Solar panels consist of photovoltaic cells packed in a common frame. Each of them is made of a semiconductor material such as silicon. The semiconductor heats up by absorbing the energy from the sun's rays. The influx of energy is releases negatively charged particles, electrons, inside the semiconductor. The extra energy turns out to be enough to rip electrons off the corresponding atoms. As a result, holes are formed in their place, and the freed electrons begin to wander around the crystal lattice. Under the influence of an electric field, the separation of positively and

negatively charged particles occurs. Thus, a constant voltage appears. Electrons and holes begin to move in a certain direction, an electric current is formed.

To calculate the energy generated by solar panels use the following formula:

$$E = \frac{I \times K_0 \times P_m \times K_l}{U_\tau}, \quad (1)$$

where I – the intensity of solar radiation hits the Earth's surface in the horizontal plane by time t ; K_0 – the correction factor for converting the total flow of solar energy from the horizontal plane to the inclined surface of solar panels; P_m – the rated power of the solar panel or solar module circuit; K_l – the coefficient taking into account the losses of the solar battery during the conversion and transmission of electricity; U_τ – the intensity of solar radiation at which photovoltaic panels are tested.

The efficiency of solar power plants depends primarily on the material. This diagram (Fig. 1) shows the approximate efficiency of solar power plants for the most common materials. Most of the panels used in Ukrainian home power plants are polycrystalline. Their efficiency ranges from 13% to 17%. For comparison, in monocrystalline this figure is 18-22%. The huge losses are caused by the fact that most of the light is reflected from the silicon wafers or goes to heating the structure itself. The material of the modules also affects the level of conversion of light energy. So, for cheaper cadmium plates the efficiency is 11%, for photocells consisting of mixtures of gallium, copper, indium and selenium salts (CIGS) - 15%, and for analogs made of organic polymers – from 5%.

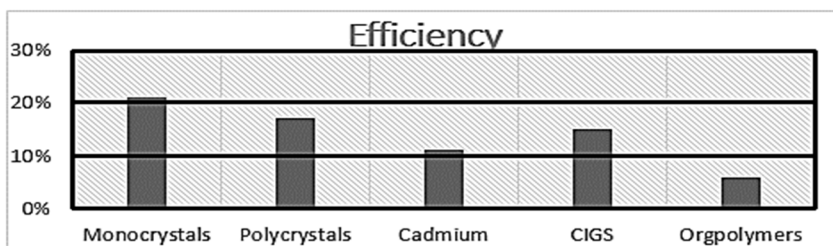


Figure 1 – Efficiency of solar power plants for the most common materials

The slope also affects the efficiency. The fact is that in winter the Sun is low above the horizon and the panel needs to be slightly raised, and in summer, on the contrary, lowered. In this case, it is better that the panels are turned towards the Sun.

The peculiarity of the operation of inverters is such that if some of the panels are in the shade, this will negatively affect the production of all modules, even those that are under the Sun. They will work, as it were, but only half of their real potential.

What to do if the roof is not suitable for solar panels. The solution to this issue will be installation on a support. Unlike roofing, there is nothing to limit the space around the panel, which makes it possible to rotate it.

The effectiveness of the panels depends on the light intensity. The better the illumination, the more power will be generated. Accordingly, weather and climatic conditions are no less significant factor affecting productivity.

Geographic location also affects performance. So, for example, in the northern latitudes in the summer there is a long day, and in the winter there is a short night, which means that in the summer the SES works longer and has more output. In the southern hemisphere, everything is exactly the opposite.

Most of the household solar power plants are installed on the roofs of houses. Over time, the glass surface becomes covered with dust and fallen leaves. And if the wind blows the foliage from time to time, the dust usually remains there until the first rain. To maintain effective performance, a specific maintenance procedure is required for the surface of the panels.

The development of solar energy is promising in view of the inexhaustible source of energy and safety for the environment.

UDC 62-1/-9

Shalev G.I.¹, Lushchin S.P.²

¹student of group E-410A, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD, associate professor National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DEVELOPMENT OF ACCUMULATOR BATTERIES FOR SMARTPHONES

First mobile phones were powered by Li-ion batteries. For their time, they were a brilliant power storage devices. Their voltage was from 2.5 V to 4.2 V. Specific energy consumption equals 120-270 kW/h. The only bad thing about these batteries was their high fire risk and low lifetime. Nowadays Li-ion batteries are rare in smartphones. They were replaced by Li-poly batteries. Their voltage is the same as in the Li-ion batteries and energy consumption hasn't changed either. But their lifetime has increased dramatically (Li-ion batteries started to lose their capacity after 1000 recharges, but Li-poly lost capacity only after 5000 recharges). Also the amount of self-discharge has changed from 10% per month for Li-ion up to 3.5% for Li-poly. This made Li-poly batteries cheaper to use and increased lifetime for smartphone (Fig. 1).

Also there were other batteries such as Ni-Cd and Ni-MH. But they were replaced very fast because of low voltage, low capacity and high amount of self-

discharge. In batteries lithium is used because of its chemical properties. It is light, compact and has high energy capacity.

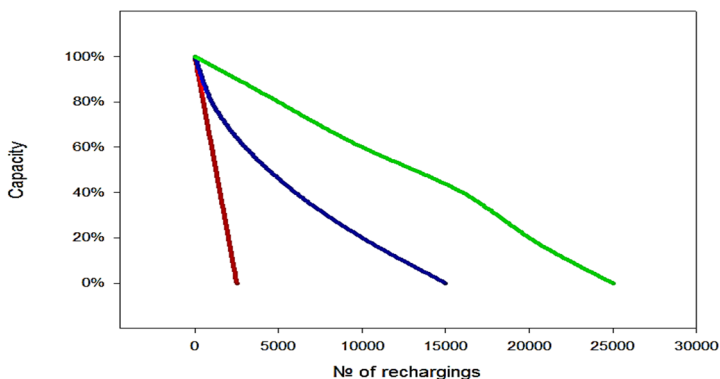


Figure 1 – The graph of capacity loss, depending on the number of recharges

УДК 53.088

Гнедой В.А.¹, Курбацький В.П.²

¹студ. гр. РТ 810 НУ «Запорізька політехніка»

²канд. фіз.-мат. наук, доцент НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ ПОХИБОК ВИМІРЮВАНЬ З МЕТОЮ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Аналіз похибок вимірювань може бути корисним для виявлення недоліків у методиці лабораторного практикуму. З цим наміром було досліджено лабораторну роботу «Визначення густини тіл». Метою роботи є розрахунок густини матеріалу зразка за відомою масою і результатами вимірювання його розмірів та надбання навичок обчислення похибок прямих і опосередкованих вимірювань.

Для 3 випадково обраних зразків з масами 440 г, 216 г та 274 г обчислена густина виявилась однаковою і рівною $8,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Було з'ясовано, що випадкова складова похибки вимірювань відсутня. Отже, не може бути повною мірою досягнута мета оволодіння навичками обчислення похибок.

Для довірчої ймовірності 0.99 півширина довірчого інтервалу розмірів зразка склала 0,0655 мм (вимірювання виконувались штангенциркулем з основною похибкою 0,05 мм). Відносна похибка вимірювання розмірів виявилась

не більшою, ніж 0,0022. В розрахунках було використано значення $\pi=3,142$, так що похибкою округлення цієї величини можна знехтувати.

Довідкове значення густини звичайної вуглецевої, штампової або валкової сталі дорівнює $(7,7 \dots 7,9) \cdot 10^3$ кг/м³ з похибкою менше 1% [1]. Таким чином, з ймовірністю 99% розходження між обчисленим і довідковим значеннями густини треба віднести на рахунок похибки вимірювання маси зразків. Така ситуація є неприйнятною. Не можна, щоб похибка заданої величини, використаної в розрахунках, визначала б точність кінцевого результату.

Є ймовірною також присутність систематичної похибки вимірювання маси (систематичне завищення на кілька грамів).

В результаті проведеного аналізу можуть бути надані наступні рекомендації щодо вдосконалення методики лабораторної роботи:

1) перевірити засіб вимірювання маси на наявність систематичної похибки за допомогою еталонної маси; 2) забезпечити точність вимірювання маси 0.1 г; 3) збільшити точність вимірювання розмірів зразка, використавши мікрометр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Плотность стали различных типов и марок: температурная зависимость плотности. – Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/metally-i-splavy/plotnost-stali-temperaturnaya-zavisimost>

УДК 378.147.8

Татарчук Т.В.¹, Печерський М.В.²

¹ доц. каф. фізики НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. КНТ-130 НУ «Запорізька політехніка»

КОМПЮТЕРНА СИМУЛЯЦІЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ «ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

На сьогодні світ став перед проблемою організації навчання під час пандемії. У зв'язку з обмеженнями, які вводяться державами задля запобігання розповсюдження інфекції, стала проблема очного навчання студентів. Майже усі ВУЗи України перейшли на дистанційне навчання. В таких умовах проблемою є виконання практичної частини програми, а саме, виконання лабораторних робіт.

Також, в сучасних умовах практична спрямованість навчання виступає як засіб поглиблення теоретичних знань студентів вузу, що сприяє використанню продуктивних методів навчання. Дуже важко вмістити в навчальні програми весь той обсяг знань, умінь, навичок, які необхідні

висококваліфікованому фахівцеві в його в практичній діяльності, з огляду на те, що в сучасному світі дуже швидкими темпами відбувається розвиток технологій, оновлення інформації [1-3].

Згідно стандарту вищої освіти за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» для І рівня [4], одними з фахових компетентностей, якими повинні володіти майбутні інженери програмісти, є «Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування (К 14)», «Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами (К 16)», «Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення (К 20)». Для формування цих компетентностей засобами курсу фізики студентам даної спеціальності було запропоновано в якості самостійної роботи створення комп'ютерної симуляції до лабораторної роботи «Вивчення законів постійного струму».

Інтерфейс програми (рис. 1) дуже простий, учню необхідно ввести данні, які являють собою номер варіанту, діаметр провідника для завдання 1 та силу струму для завдання 2. Після введення усіх даних необхідно натиснути кнопку «Start» для розрахунку результату. У результаті виконання програми ми бачимо 2 стовбця з даними. Перший стовбець – завдання 1, другий – завдання 2. У кінці потоку виводу ми бачимо значення довжини, воно необхідно для розрахунків за формулами відповідно до завдань лабораторної роботи.

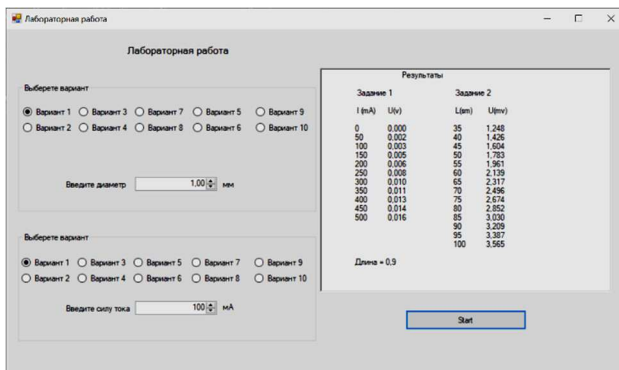


Рисунок 1 – Інтерфейс програми

Програмою передбачено декілька умов-запобіжників, якщо студент (користувач) вводить недійсні данні або якщо не задати значення для обрахунку результату – буде видаватися оповіщення про помилку. Якщо ввести значення,

що порушує логіку – користувач також побачить повідомлення про помилку (рис. 2)

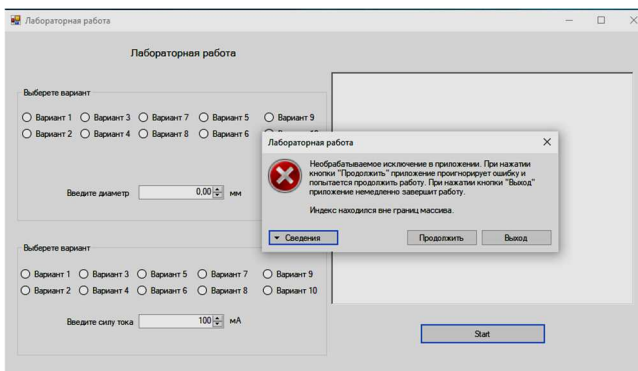


Рисунок 2 – Приклад однієї з помилок

Таким чином, дана програмна симуляція дозволяє виконати завдання лабораторного практикуму та обробити отримані дані графічним та аналітичним способом [5].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Fenwick, T.Exploring the impact of digital technologies on professional responsibilities and education / T. Fenwick, R. Edwards// European Educational Research Journal. – 2016. – Vol. 15(1). – P. 117–131. DOI: 10.1177/1474904115608387.

2. Сусь, Б.А. Самостійна навчальна діяльність студентів як важливий механізм формування компетентності майбутніх фахівців в умовах комп'ютеризації навчального процесу / Б.А. Сусь, Б.Б. Сусь // Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технічних спеціальностей: збірник матеріалів XI міжнародної наукової конференції. – 2016. – С. 231–233.

3. Derkach, T. Electronic resources in teaching basic chemical disciplines at universities / T. Derkach // Science and Education. – 2016. – № 12. – P. 99–109.

4. Стандарт вищої освіти України для спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», 2018. – 24 с. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/121-inzheneriya-programno-go-zabezpechennya-bakalavr.pdf>

5. Татарчук, Т.В. Використання середовища excel для аналітичної обробки результатів лабораторного експерименту: практичний аспект / Т.В. Татарчук. // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і 224

технологічної освіти. – Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В.Винниченка, 2020 – С. 93–100.

УДК 004.896

Гуляєва Л. В.¹, Скрипка О.С.²

¹ доц. каф. фізики НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. ІФ-210сп НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ НА ОПЕРАЦІЮ З ЧПК

Для покращення економіко-технічних показників серійного виробництва деталей досить часто використовуються верстати з числовим програмним забезпеченням (надалі ЧПУ). Це обґрунтовано такими економічними показниками, як машинний час, знос обладнання, кваліфікація та заробітна плата робочого. Машинний час зменшується за рахунок використання самої системи ЧПУ, яка не потребує постійного контролю з боку робітника, та цим самим зменшує кількість помилок робочого під час роботи, що підвищує строк використання вузлів верстату. Так як нам не потрібен робітник високої кваліфікації, 4-го або 5-го розряду, зменшуються витрати на фонд оплати праці. Зовнішній вигляд верстату MCV-2418 подано на рис. 1.



Рисунок 1 – Загальний вигляд вертикально-фрезерного верстату MCV-2418

Устрій ЧПУ – Sinumeric 802DsI з технологічними характеристиками: система ЧПУ «Sinumeric 802DsI» - контурна, забезпечує одержання заданих розмірів і конфігурації оброблюваної деталі, а також необхідні технологічні

команди: вибір частоти обертання шпинделя і подач супорту, вмикання прискорених переміщень супорту, зміну інструменту, ввід корекції на знос інструменту, ввімкнення ЗОР та інші; кількість керуючих координат – 3, з них одночасно керуючих – 3; дискретність $\Delta x=0,001$ мм, $\Delta y=0,001$ мм, $\Delta z=0,001$ мм. На рис. 2 подано зовнішній вигляд панелі управління верстату MCV-2418, а у табл. 1 – параметри для керуючої програми на операцію з ЧПК.



Рисунок 2 – Панель управління вертикально-фрезерного верстату MCV-2418

Керуюча програма:

:9001 (Номер кадру)

T (Команда для вибору інструменту) 1(номер інструменту в інструментальному блоці) D1 (При виборі інструменту обов'язково необхідно вибрати номер коректору (Параметр інструменту))

MSG («strilka-vazhil») (Вибір назви програми)

FGROUP (X, Y, Z) (Опис координат в яких буде працювати програма)

N10 (Номер кадру) G90 (Абсолютна система координат) G18 (Площина обробки) G0 (Швидке переміщення (холостий хід)) G54 (Задання бази деталі) X70Y0Z75 (Координати на які переміститься інструмент, відповідно по осям XYZ, так як ці координати стоять в одній сирітці з командою G54 ці координати будуть базою деталі)

N20S200 (Швидкість головного руху (різання), задається в об/хв) M3 (Вмикання шпинделя за годинниковою стрілкою) M8 (Вмикання подачі охолоджуючої рідини)

N30X-16Z61.8 (Холостий рух шпинделя по координатах)

N40Z16.8 (Перехід через площину безпеки)

N50G1 (Лінійне переміщення) Z11.8F220 (Задання швидкості подачі супорта, задається в мм/хв)

N60X16 (Перше зняття стружки)

N70Z16.8

N80G0Z61.8
 N90M5 (Зупинка шпинделя) M9 (Вимкнення подачі охолоджуючої рі-
 дини)
 :9002
 T2D2
 MSG («strilka-vazhil»)
 FGROUП (X, Y, Z)
 N10G90G18G0G54X70Y0Z75
 N20S200M3M8
 N30X26.5Z61.8
 N40Z22.8
 N50G1Z17.8F96
 N60X42.25
 N70Z22.8
 N80G0Z61.8
 N90M5M9
 N100M30 (Зупинка шпинделя, вимкнення всіх виконавчих органів
 та, в залежності від моделі верстату, вихід у «0»)

На рис. 3 представлено, як змінюється деталь під час обробки на вертикально-фрезерному верстаті MCV-2418 за допомогою розробленої програми.

Створення, завантаження, редагування та видалення програми може здійснюватися на безпосередньо панелі управління верстату, або на комп'ютері з встановленим програмним забезпеченням та пересилатися через локальний сервер до верстату. Також можна зберігати програму на твердотілих накопичувачах інформації (флешках, жорстких дисках, SD та SSD картках).

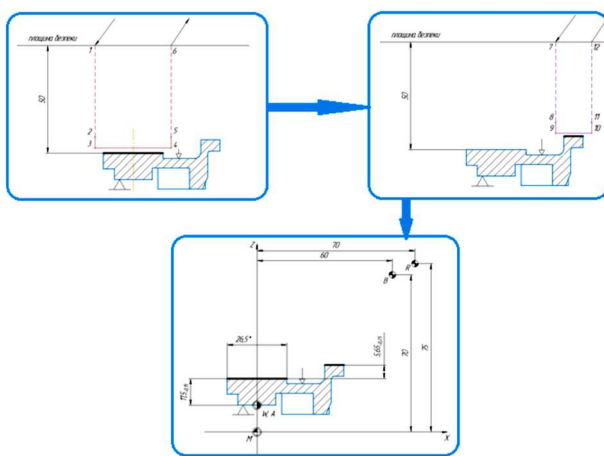


Рисунок 3 – Еволюція деталі при обробці на вертикально-фрезерному верстаті MCV-2418 за допомогою розробленої програми

Таблиця 1 – Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК

Ділянка або № точки	Подача, мм/об	Кількість обертів, хв ⁻¹	Зміна блока	Z	X	ΔZ	ΔX	Примітка: втручання оператора; пошук блока та умові шляху; охолоджуюча рідина; ввімкнено – вимкнено та інше.
1	Пр.		1	61,8	-16	75	70	Інструмент №1. Абсолютна система координат
2		200		16,8				Ввімкнення обертання шпинделю Ввімкнення охолоджуючої рідини
3	220			11,8				
4					16			
5				16,8				
6	Пр.			61,8				Вимкнення обертання шпинделю Вимкнення охолоджуючої рідини
7	Пр.		2	61,8	26,5	75	70	Інструмент №2 Абсолютна система координат
8		200		22,8				Ввімкнення обертання шпинделю Ввімкнення охолоджуючої рідини
9	96			17,8				
10					42,25			
11				22,8				
12	Пр.			61,8				Вимкнення обертання шпинделю Вимкнення охолоджуючої рідини Вимкнення верстату

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. CNC Vertical Machining Center. – Режим доступу: http://www.gibas.ro/details_s.php?page=1&cond=new&brand=challenger&categ0=mw&categ1=milling&categ2=vertical%20milling&id=202&language=en

2. Обрабатывающий центр - вертикальный MICRO CUT CHALLENGER MCV 2418, г.в. 2004. – Режим доступу: <https://industry-pilot.com/ru/vertikalnyj-obrabatyvajushhij-centr-microcut-challenger-mcv-2418/p23730>

УДК 62-462.3-408.7

Гуляєва Л. В.¹, Черепов З.О.²

¹ доц. каф. Фізики НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. ІФ-510сп НУ «Запорізька політехніка»

ВИГОТОВЛЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ПОРОЖНИН В ЛИВАРНИХ ФОРМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ СТАЛІ 20Л

Патрубок – невеликий відрізок труби, приєднаний до резервуару та іншим конструкціям, слугує для підключення до них трубопроводів та арматури в цілях відводу по ньому газу, пару або рідини. В залежності від прийнятого виду з'єднання вільний кінець патрубка постачають фланцем, різьбленням або раструбом. Патрубок називається перехідним, коли він має неоднакові по розміру та формі кінці. Патрубок – також з'єднає трубопроводи, які необхідні для транспортування робочих тіл під дією різниці тиску.



Рисунок 1 – Виливка (патрубок)

Структура сталі 20Л уявляє собою суміш перліту та фериту. Термічна обробка сталі 20Л отримати структуру рейкового (пакетованого) мартенситу. При таких структурних перетвореннях міцність зростає, а пластичність зменшується. Після термічного зміцнення прокат із сталі 20Л можна використовувати для виготовлення метизної продукції.

Сталь – це сплав заліза з вуглецем (з вмістом вуглецю у сплаві до 2,14%). Крім основи - заліза і вуглецю, містить постійні домішки: Si, Mn, S, P та гази.

Введення у сталь таких елементів, як Ti, Mo та Cr - підвищує механічні властивості та дозволяє працювати при високих температурах (табл. 1).

Таблиця 1 - Хімічний склад сталі 20Л за ГОСТ 977-85

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu	Fe
0,17...0,25	0,20...0,52	0,45...0,90	0,05	0,05	0,3	0,3	0,3	~99

Жароміцні сплави – ці сплави відрізняються властивістю протистояти пластичній деформації під впливом напруг при високій температурі. На жароміцність великий вплив виявляє природа твердого розчину основи сплаву, його температура плавлення і тип кристалічної решітки. Чим вище температура плавлення основи, тим вище жароміцність сплаву.

Таблиця 2 – Механічні властивості сталі 20Л за ГОСТ 977-85

Марка сталі	Категорія міцності	Межа текучості σ_T , МПа	Тимчасовий опір σ_B , МПа	Відносне подовження σ , %	Відносне звуження ψ , %	Ударна в'язкість КСУ, кДж/м ³
20Л	K20	216	412	22	35	491

Характеристика матеріалів вогнетривкого покриття

Ливарні форми виготовляють з формувальних сумішей, до складу яких входять гіпс, вогнетривкі та сполучні речовини або спеціальні вогнетривкі маси. Суміш повинна мати властивості: бути пластичною, міцною, газопроникною і вогнетривкою і розширюватися при затвердінні і нагріванні.

Форми в литті за витоплювальними моделями роблять багатошаровими. Перші шари форми, звані облицювальними, безпосередньо стикаються з розплавленим металом і тому повинні бути високовогнетривкі, міцним і газопроникними. Облицювальний шар оформляє геометричні розміри виливки, тому необхідно, щоб він точно копіював модель.

Якщо облицювальний шар не буде міцним, то струмінь розплавленого металу зможе його зруйнувати і закрити доступ металу до інших ділянок форми або спотворить контури відливаємих деталей. При малій вогнетривкості облицювального шару форми під впливом високої температури металу він може оплавитися, або, як кажуть, «пригорить до литва». Поверхня відливої виливки після очищення буде нерівною, а операція очищення утруднена, оскільки частинки облицювального шару форми сплавом з металом.

Призначення зовнішньої частини форми - зміцнення облицювального шару. Однак і зовнішня частина форми також повинна бути газопроникною, досить міцною та вогнетривкою. Всі облицювальні матеріали в литті за

випалювальними моделями складаються з порошку-наповнювача і рідини – скліюючого, зв'язуючого речовини.

В якості наповнювача для облицювального шару форми застосовують вогнетривкі матеріали, що представляють собою дрібнодисперсний порошок:

- 1) маршалит (дрібний помел природного кварциту або чистого кварцового піску) - вогнетривкість 1700 ° C;
- 2) корунд (окис алюмінію);
- 3) електрокорунд;
- 4) плавлений кварц.

Застосування кварцитів як наповнювача засноване не тільки на їх високій вогнетривкості, але в основному на властивості давати залишкові зміни в обсязі при нагріванні. При тривалому нагріванні кварцит переходить в інші модифікації, збільшуючись в обсязі на 15...19%. Змішуючи кварцити з гіпсом, можна отримати масу з необхідним коефіцієнтом розширення.

Всі ці матеріали не володіють пластичністю. Тому до складу облицювальних мас вводять зв'язуючі речовини - високомолекулярні крем'янисті сполуки (етилсилікат, рідке скло).

Етилсилікат - складна кремнійорганічна сполука, розроблена радянськими вченими. Змішане з наповнювачем, вона покриває модель тонкої еластичної плівкою, яка після висихання набуває необхідну механічну міцність і високу вогнетривкість при вельми чистій поверхні. Для отримання зв'язки на основі етилсилікату його піддають гідролізу.

Зв'язуючі повинні володіти наступними властивостями: змочувати модель, не розчиняючи і не вступаючи в хімічну взаємодію з її компонентами; володіти певною підвищеною в'язкістю; склеювати зерна основи в процесі сушки оболонки при кімнатній температурі; утворювати вогнетривку, цементуючу основу оболонки, забезпечуючи міцність та жорсткість її при нагріванні до температури заливаемого розплаву в період заливки і затвердіння виливки.

Виготовлення вогнетривкої оболонки:

Кількість шарів, що наносяться на блок - одинадцять, останній без обсіпки. Перші три шари вогнетривкого покриття наносять електрокорундом №20. В'язкість суспензії для першого шару (50...55) с. При нанесенні четвертого і наступних шарів обсіпку виконувати шамотом. Для цього необхідно опустити блок в бак з суспензією, а потім занурити в піскосип. Після кожного нанесеного шару встановлювати блоки в сушило для утворення вогнетривкої оболонки.

Вогнетривка суспензія придатна до роботи на протязі однієї доби для 1, 2 шарів, а для наступних на протязі 5 діб. Після приготування суспензії занести в маршрутну карту номер гідролізата або ГЗ, показання температури і відносної вологості на ділянці температури в'язкості суспензії.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Литьё по выплавляемым моделям. – Режим доступу: <http://www.modificator.ru/terms/casting1.html>.
2. Литьё по выплавляемым моделям. – Режим доступу: <http://iznedr.ru/books/item/f00/s00/z00000043/st019.shtml>

УДК 629.463

Татарчук Т. В. ¹, Фурманов В. М. ²

¹ доц. каф. фізики НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Т-319 НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗНОСУ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Як відомо у двовісних візках вантажних вагонів, гальмівні колодки зношуються в поперечних перетинах довжини нерівномірно, змінюючи свою форму і зменшуючи товщину. Результат такого явища не завжди бажаний з різних причин, тому неконтрольований прояв нерівномірного зносу колодок на рухомих складах необхідно уникати використовуючи різноманітні конструктивні та технологічні способи. Гальмівні колодки, які встановлюються на вантажні вагони при планових видах ремонту вже при пробігу 50...70 тис. км не забезпечують надійну роботу гальмівних систем вантажних поїздів через досягнення ненормативного граничного зносу за товщиною, тому їх потрібно замінювати на нові. В результаті цього суттєво зростають експлуатаційні витрати і знижується безпека руху на залізничному транспорті.

Загальна класифікація геометрії зносу робочих поверхонь гальмівних колодок:

1. Кількісний (моністичний) вид зносу робочих поверхонь гальмівних колодок – звичні для оглядачів-ремонтників: клиноподібний, рівномірний та односторонній знос. При таких формах зносу кривизна робочої поверхні колодок близька до величини, яка мало змінюється, зворотно пропорційно радіусу кола кочення колеса R.

2. Дуальний вид зносу робочих поверхонь гальмівних колодок – проявляється через провисання колодки під дією власної ваги, де робоча поверхня колодки за перерізом своєї довжини зношується особливим чином, утворюючи «провали-перегини» на поверхні свого прилягання до колеса.

Шкідливий знос колодок, який виникає у верхній частині за місцевого фрикційного стирання колодки, зростає з інтенсивністю, що випереджає середню норму зносу, причому не тільки в режимі гальмування вагона, але й при його русі в режимі тяги та вибігу. Відповідно, в цій кінцевій частині колодки

утворюється майданчик Q , де зусилля G розподіляється по поверхні кочення колеса з питомим тиском q_{cm} . У результаті виникає стирання верхнього кінця робочої частини поверхні колодки – кінцевий знос від динаміки, який потім набуває вигляду дуального зносу від провисання.

Таке негативне явище відбувається через недосконалу конструкцію триангеля та через низьку надійність пристрою рівномірного відведення гальмівних колодок від коліс. Тут, у випадках руху колеса по нерівностях рейкової колії, під дією динаміки незбалансованого центру ваги деталей колодкового гальма виникає сила N , вплив якої приводить до відхилення колодки від врівноваженого положення шляхом її повороту відносно шарніра d , з одночасно нестійким притисненням зусиллям G до колеса, що обертається. З часом, знос всієї робочої поверхні колодки відбувається так, що площа майданчика Q передбачувано змінюється. Проте, в режимах гальмування під дією гальмівної сили K колодка завжди займає своє стійке врівноважене положення.

Однак, верхня, вже стерта частина колодки, відходить від поверхні кочення колеса й не бере участі в гальмуванні. Нижня частина колодки притискується до колеса, але є вкороченою через що питомі гальмівні натиснення q_z перерозподіляються вздовж колодки нерівномірно. У верхній частині концентруються значно більші питомі тиски, які до низу поступово зменшуються. Пропорційно змінюються інтенсивність зносу колодки і температура тріботехнічної пари під час гальмувань. Отже, дуальний знос на робочій поверхні гальмівних колодок вантажних вагонів виникає в зв'язку з початковим утворенням шкідливого зносу у верхній частині колодки від динаміки руху візка по нерівностях колії в режимах тяги та вибігу й розвивається при гальмуванні колодковим гальмом. У цих умовах на поверхнях, які контактують одна з одною – колодка та колесо реалізується сила тертя F_{cm} , а в зоні контакту колеса з рейкою при всіх режимах гальмування діє сила опору кочення колеса.

УДК 53.082.781

Баранова О.А.¹, Сейдаметов С.В.²

¹ студ. гр. РТ-610сп НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МАГНІТНОЇ ПЛІВКИ

Для наочності магнітне поле найчастіше зображують у вигляді ліній індукції магнітного поля. У будь-якій точці простору вектор індукції магнітного поля спрямований по дотичній до цієї лінії. Лінії магнітної індукції можна

візуалізувати за допомогою дрібних феромагнітних об'єктів, які можуть вільно або майже вільно рухатися в зовнішньому магнітному полі.

Найбільш простим і розповсюдженим методом візуалізації магнітного поля є використання залізних ошурок [1]. На аркуш паперу насипаються дрібні металеві ошурки, знизу розташовується досліджуваний предмет, ошурки упорядковуються уздовж ліній індукції магнітного поля (рис. 1).



Рисунок 1 – Метод візуалізації магнітного поля за допомогою залізних ошурок

Одним з найстаріших методів в області візуалізації магнітного поля є метод Біттера [1, 2]. Він полягає в застосуванні замість ошурок колоїдного розчину, що містить мікроскопічні металеві частинки. Вони упорядковуються уздовж ліній індукції магнітного поля, формуючи картини Біттера, які можна вивчати за допомогою мікроскопа (рис. 2).

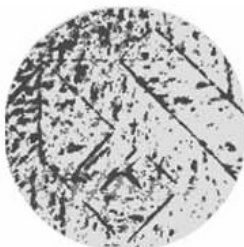
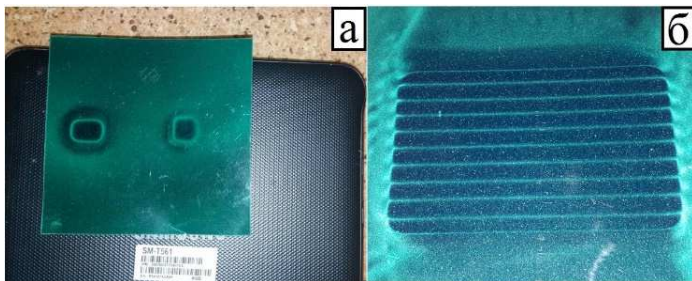


Рисунок 2 – Зображення доменів в монокристалі заліза, отримані Біттером в 1930 році [2]

Таким чином, в основі цих двох методик лежить магнітний індикатор, який представляє собою або дрібний порошок, або спеціальну суспензію.

Ще одним методом візуалізації магнітного поля, який придбав популярність останнім часом, є використання спеціальних плівок [1] (рис.3).



а – джерело постійного магнітного поля мобільного телефону; б – структури магніту на холодильник

Рисунок 3 – Використання магнітної плівки для візуалізації

Вони являють собою тонкі, напівпрозорі, гнучкі листи, покриті мікроко-мірками, які заповнені частинками нікелю в маслі. Саме з допомогою плівок вдається якісно виявити, чи має досліджуване тіло потрібні властивості і яке розташування створюваних ним ліній індукції магнітного поля. Методика дуже проста. Плівка змінює відтінок і стає:

- темніше, якщо лінії розташовані під прямим кутом до поверхні;
- світліше, якщо лінії розташовані уздовж поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Як здійснюється візуалізація магнітного поля? – Режим доступу: <https://mirmagnitov.ru/blog/obzory/kak-osushchestvlyaetsya-vizualizatsiya-magnitnogo-polya/>
2. Методи візуалізації магнітних полів носіїв інформації. – Режим доступу: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=980&lv1=01.02.01.02.>

УДК 621.333

Татарчук Т. В.¹, Шишкін В.А.²

¹ доц. каф. фізики НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-510сп НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОДВИГУНА ДЛЯ РОЛИКОВОГО СТЕНДУ Т-30

Зварювальна техніка й технологія займають одне із провідних місць у сучасному виробництві. Зварюються корпуси гігантських супертанкерів і сітківка людського ока, мініатюрні деталі напівпровідникових приладів і кістки людини при хірургічних операціях. Багато конструкцій сучасних машин і

споруджень, наприклад космічні ракети, підводні човни, нафтопроводи, виготовити без допомоги зварювання неможливо. Розвиток техніки пред'являє всі нові вимоги до способів виробництва й, зокрема, до технології зварювання. Сьогодні зварюють матеріали, які ще відносно недавно вважалися екзотичними. Це титанові, й берилієві сплави, молібден, вольфрам, композиційні високоміцні матеріали, кераміка, а також усілякі сполучення різнорідних матеріалів. Зварюються деталі електроніки товщиною в трохи мікрон і деталі важкого встаткування товщиною в кілька метрів. Постійно ускладнюються умови, у яких виконуються зварювальні роботи: зварювати доводиться під водою, при високих температурах, у глибокому вакуумі, при підвищеній радіації, у невагомості.

Все це висуває підвищені вимоги до кваліфікації фахівців в області зварювання, особливо робітників-зварників, тому що саме вони безпосередньо освоюють нові способи й прийоми зварювання, нові зварювальні машини. Сьогодні робочому зварникові недостатньо вміти виконувати трохи нехай навіть складних, операцій основного їм способу зварювання. Він повинен розуміти фізичну сутність основних процесів, що відбуваються при зварюванні, знати особливості зварювання різних конструкційних матеріалів, а також зміст і технологічні можливості інших, як традиційних, так і нових, перспективних способів зварювання.

Роликовий стенд Т-30. Стенд призначений для обертання циліндричних виробів зі зварювальною швидкістю при автоматичному зварюванні. А також для обертання виробів з маршової швидкістю і установки їх в зручне положення при зварюванні, збірці, обробці, контролі та інших операцій зварювального виробництва.

ГОСТ 21327-75 передбачає три типи роликів опор і шість типів секцій зварювальних роликів стендів, а також два виконання - приводні і не приводні опори і секції. Основними параметрами роликів опор і секцій є допустиме радіальне навантаження на ролик, діаметр ролика і діапазон діаметрів зварюваних виробів. Для протистояння корозії використовується ізоляція зварних стиків. Привід роликів стендів являє собою систему електродвигуна з редукторами, яка забезпечує обертання приводних роликів в роликівому стенді зі зварювальної або маршової швидкістю.

Стенд складається з рами, на якій змонтовані привід і роликівопори - приводні і роликівопори - НЕ приводні. Приводні роликівопори кріпляться до валу за допомогою муфт.

Залежно від виду робіт та застосування можна вибрати один із цих двигунів для подальшої експлуатації.

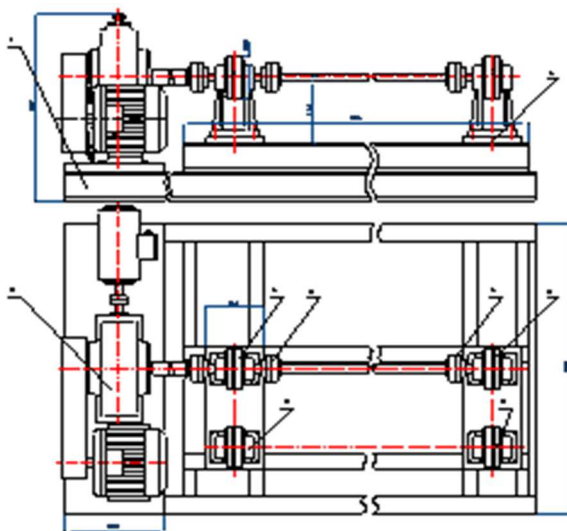


Рисунок 1 – Роликовий стенд Т-30

Таблиця 1 – Технічні характеристики роликових стендів Т-30 та Т-30Б

Т-30		Т-30Б	
Діаметр виробів, мм	300...4000	Потужність приводу: на робочій швидкості, кВт	0.7
Вантажопідйом- ність, кг	10000	на маршової швидкості, кВт	2.8
Допустиме наванта- ження на один ро- лик, кг	1300	Швидкість обертання приводу:	
Швидкість обер- тання приводу:		робоча, м / год	24...96
робоча, м / год	24...96	маршова, м / хв	13
маршова, м / хв	13		

Таблиця 2 – вибір електродвигунів для робочої та маршової швидкостей

АІР 90 LA8 #em118, 0.75 кВт, 380В		АІР 112 МА6 #em131, 3 кВт, 380В	
Частота обер- тання	750 об./хв	Частота обер- тання	1000 об./хв
Діаметр вала, мм	24	Діаметр вала, мм	32
захист	IP54	захист	IP54
Маса, кг	30	Маса, кг	46

Отже при підборі двигуна для роликового стенду т-30, було вибрано на основі навантажень приводів 2 типи двигунів - АІР 90 LA8 #em118 ціною 2400 (дві тисячі чотириста) грн. і АІР 112 МА6 #em131 ціною 3630 (три тисячі шістсот тридцять) грн., вибір яких цілком залежить від роботи, яка буде виконуватись за допомогою стенду, а також від економічної складової підприємства.

УДК 53.087.61

Шевченко Т.В.¹, Сейдаметов С.В.²

¹ студ. гр. РТ-610сп НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ФІГУР ЛІСАЖУ ПРИ ДОДАВАННІ ВЗАЄМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНИХ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ

Фігури Лісажу – замкнуті траєкторії, які прокреслюються точкою, що здійснює одночасно два гармонійних коливання у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Вперше вивчені французьким науковцем Ж. Лісажу. Вид фігур залежить від співвідношення між періодами (частотами), фазами і амплітудами обох коливань [1]. У найпростішому випадку (за рівності обох періодів) фігури являють собою еліпси, які при різниці фаз 0 або π вироджуються у відрізки прямих, а при різниці фаз $\pi/2$ і рівності амплітуд перетворюються в коло. Якщо періоди обох коливань не точно збігаються, то різниця фаз весь час змінюється, внаслідок чого еліпс весь час деформується. При істотно різних періодах фігури Лісажу не спостерігаються, оскільки еліпс деформується швидко, картина розмивається. Однак, якщо періоди відносяться як цілі числа, то через проміжок часу, рівний найменшому кратному обох періодів, точка, що рухається, знову повертається в те ж положення – виходять фігури Лісажу складнішої форми.

Для отримання фігур Лісажу використовувався цифровий осцилограф Hantek серії DSO5000, що запам'ятовує, та програмний генератор сигналів звукової частоти (2 канали, максимальна частота – 20480 Гц) [2]. Отримані фігури Лісажу для різних співвідношень між частотами та різних кутів зсуву фаз коливань, представлені на рис. 1.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Физическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – Т.2: Добротность – Магнитооптика. – 1990. – 703с.
2. Сейдаметов, С.В. Цифровий осцилограф у лабораторному фізичному практикумі. Методичні вказівки до лабораторних та науково-дослідних робіт

студентів інженерно-технічних спеціальностей денної та заочної форми / С.В. Сейдаметов, С.В. Лоскутов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 30 с.

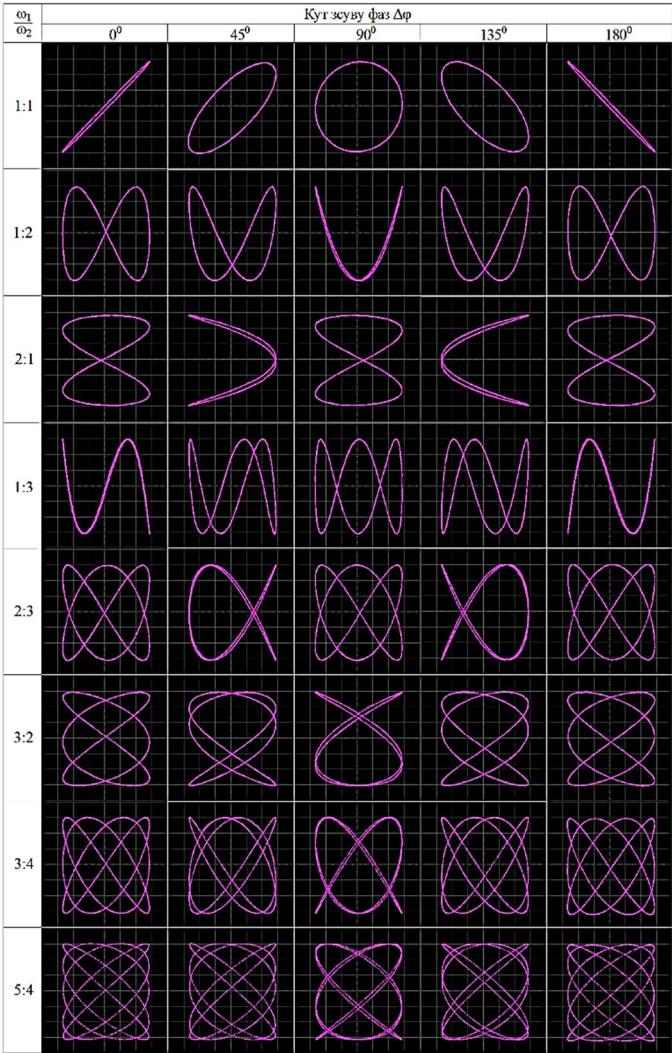


Рисунок 1 – Фігури Лісажу, записані за допомогою цифрового осцилографа, що запам'ятовує

УДК 37.0:316.3

Olga Adamenko¹

¹PhD (Philology) assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

AUTHENTIC TEXTS AS A MEANS OF TRAINING WRITING SKILLS

Existing language teaching approach emphasizes the urgency of acquiring authentic communicative competence to be successful in transmitting and obtaining information properly in a real-life discourse. Such ability is essential for ESP students to accomplish original tasks and be efficient in their professional environment.

Authentic materials help a teacher to engage students into true to life context and enhance their writing skills. Being produced by a real speaker, authentic texts are culturally colored, conveying a real message. They serve as real examples of writing patterns and formats. This allows students not only to enlarge new vocabulary and improve linguistic awareness of coherence (logical organization of all the discourse elements) and cohesion (the connection of sentences and paragraphs), but behave like a target language group in order to be recognized and validated by them (Kramsch 1998).

Authenticity features a link between learners' linguistic abilities and their professional goals. Using original texts to practice writing skills increases students' motivation and arouses their curiosity by transferring course knowledge to their daily lives. Besides it makes classroom activities more active, removes the monotony of artificial texts and stimulates students to achieve the level necessary for successful communication in English.

However while selecting authentic content a teacher should consider its real purpose. It means there is a strong correlation between the text and relevant tasks. They are supposed to be authentic and goal oriented. There is also a risk to implement culturally biased or grammatically and lexically burdened material. It can lead to frustration; reduce students' motivation and confidence. Besides too much time is needed to decode the information given. Some researchers argue that only upper-intermediate and advanced level students can cope with authentic texts as they are too complicated to comprehend. The methodologists are against the use of too conceptually dense authentic materials with beginners as it interferes successful understanding.

All in all natural discourse makes the learners solve true to life tasks through the language. Realistic models of written English function as clichés and facilitate further communication in professional sphere, allowing students to feel the realia they can face in the future and be prepared in advance.

WRITING SKILLS AT UNIVERSITY LEVEL

At university, students learn to write specific types of technical texts that are pertinent to the fields they are studying. This includes adopting a style of writing appropriate to the academic field and genre the student is writing in. Students must also learn to apply a rhetoric that is characterized by an exact, systematic logical argumentation and empirical rationale. Academic writing requires students to incorporate and synthesize diverse sources of knowledge into an authoritative viewpoint.

However, as times have changed, so have the needs of students and the society they live in. Universities are under pressure to respond to these new needs of students and society.

Most writing students do at university today has taken on the all-encompassing role of being a method of evaluation. Writing is often the factor which decides whether a student is successful at university or not. A student's ability to master seminar papers, reports and exams determines whether a student will be successful at university. Writing has become the key to survival in many fields of study.

Despite the need for evaluative material and the time pressures of mass education, the real objective in teaching and learning academic writing at universities extends long past the day of graduation. Today's technological advancements in our globalized world have underscored the importance of life-long learning for the individual and society at large. The learning for today must also focus on continued learning tomorrow.

In a broader sense, written communication is essential to the successful continuation and future development of important institutions – professional, governmental, industrial, commercial, and nonprofit – that increasingly depend on specialized written communication in a global environment.

Students will need a greater diversity of linguistic resources and rhetorical flexibility to successfully enter professions and institutions and to transform those institutions as the pace of change continues. Students need sufficient practice in the new genres and rhetorical strategies that belong not only to universities but to the world which the students will be entering after university. Research in genre theory verifies the need of students to gain practice in the targeted genres.

In addition to students' needs to practice writing in multiple genres and rhetorical modes while at university, they also need opportunities in which they can practice writing for the sake of practice. Academic writers need opportunities to practice academic writing when there is no grade or teacher evaluation at stake. When writers feel free to experiment and to express themselves, they are also more likely to enjoy

putting their ideas down on paper so that others can read them. It can also be assumed that when students are given the opportunity to practice expressing their ideas in a stake-free environment, they will be likely to acquire a more favorable attitude toward writing.

УДК 372.881.111.1

Войтенко С.В.¹

¹старш. викл., НУ «Запорізька політехніка»

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ, ОРІЄНТОВАНОЇ НА ФОРМУВАННЯ МОВЛЕНЕВОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ (ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ЧИТАННЯ ТА ПИСЬМА)

Говорячи про зв'язок читання з іншими видами мовленнєвої діяльності, хочеться звернути увагу на те, що перш за все читання пов'язано з письмом, тому що і читання, і письмо користуються однією графічною системою мови. При навчанні іноземних мов це необхідно враховувати і розвивати ці дві компетентності у взаємозв'язку. І саме включення креативного письма до навчання студентів творчому писемному мовленню є одним з пріоритетних напрямів у системі навчання іноземної мови у вищих навчальних закладах. Під креативним письмом розуміють особливі види творчих письмових робіт, які припускають оригінальність мислення автора, реалізації його нестандартних ідей, думок, відчуттів, основою яких є свобода самовираження. Відомо, що метою навчання письму, як однієї з чотирьох видів мовленнєвої діяльності, є формування письмової комунікативної компетенції, яка охоплює володіння письмовими знаками, уміння грамотно побудувати зміст і форму письмового мовлення, тобто креативне письмо сприятиме досягненню оптимальної єдності теоретичної і практичної мовної підготовки студентів.

Крім того, сучасні освітні технології відповідно до ідей Болонського процесу передбачають раціональне поєднання аудиторної, самостійної та індивідуальної роботи студента з перенесенням основної уваги на останні види навчальної діяльності. Саме у процесі навчання креативному письму взаємоаналіз і взаєморегування письмових робіт спочатку проводяться на аудиторних заняттях із поступовим переходом до самостійної роботи студента за межами ВНЗ. Така практика створює умови для посилення індивідуалізації, оскільки студент сам обирає стратегії добору й організації матеріалу для написання чернетки і редагування та корегування написаного. У процесі написання творчих робіт відбувається самоствердження студентів, вони навчаються працювати самостійно та співпрацювати з іншими. Важливим є те, що практика застосування креативного письма є доцільною на будь-якому етапі навчання

іноземної мові. Незалежно від запропонованого різновиду творчого письма, існує конкретний алгоритм написання творчої роботи, а саме: створення необхідної мотивації; акумулювання ідей; планування; складання чорнового матеріалу; коректування чорнового матеріалу; написання кінцевого матеріалу.

Перший досвід застосування креативного письма на заняттях з англійської мови показав, що студенти отримують велике задоволення від несподівано оригінальних для них самих доробків. Наприклад, на початковому етапі можна запропонувати завдання написати спільний твір або оповідання, при цьому кожен студент на листку подає його заголовок і перший рядок, передає по колу одногрупникам, які доповнюють думку своїми асоціаціями. Коли листок повертається до автора, він корегує і об'єднує всі ідеї в один текст. Наслідком такого читання та аналізу робіт своїх одногрупників є розширення мовного досвіду студентів і розвиток умінь об'єктивно аналізувати та оцінювати як свій, так і чужий текст, що є важливим для майбутнього спеціаліста. Цікавою для креативного письма може бути настанова об'єднати в одну коротку історію три речення або елементи речення, які надані викладачем. У подальшому доречно поєднати індивідуальні та колективні форми роботи студентів у випуску спільної роботи за принципом однієї теми. Пізніше студенти можуть створювати візуалізацію своїх робіт у форматі Power Point або відеопрезентацій, розміщуючи їх у соціальних мережах, розвиваючи та вдосконалюючи при цьому свою інформаційну компетентність. Це є дуже потужним стимулом і мотивацією вдосконалення англійської мови та подальшого практичного застосування опанованих технологій упродовж професійного життя.

Проблема застосування креативного письма у процесі вивчення іноземної мови достатньо складна й багатогранна. Подальшої розробки потребують питання добору творчих вправ, їх класифікації та якості застосування креативного письма, особливості організації роботи на всіх етапах навчання.

УДК 811.111

Valentyna Kuzmenko¹

¹senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DEVELOPING READING AND WRITING SKILLS FOR POSTGRADUATES

Students undertaking postgraduate research degrees are expected to write a major thesis and publish conference and journal articles.

If they have started studying at postgraduate level they probably already have good undergraduate-level skills, but these will be developed further and assessed

more stringently in postgraduate study. Therefore, they will need new skills for post-graduate study. They will be expected to:

1. read core materials in order to get a broader perspective on their specialism;
2. demonstrate academic judgment by gathering appropriate published evidence or data, which they then critically evaluate and use as the basis for logical argument and discussion;
3. gather their own data and consider its significance, by using methodologies such as questionnaires and statistical analysis;
4. present their findings in a professional manner as a written assignment, a dissertation, or an oral presentation to others.

They will also need to read large quantities of text quickly, accurately and critically. In this context, 'critical' means discerning the strengths and the limitations of the work they are studying, so they can engage with it at an appropriate level.

Through studies students acquire an understanding of the theories and concepts of their subject. In gaining an understanding, rather than simply 'learning' the theories, their thinking evolves and they are able to form well-reasoned judgments about the theory.

The textbooks are the first source of information. They tell the students the names of key theorists and they can also follow up on the references, the bibliography or further reading lists provided. By selecting those that are relevant and expanding their reading to them, they are led on to other relevant materials with their own lists of references.

Before starting a search for material to read, the students should identify the key themes they are looking for. Also think about what type of literature would be most useful to them. If the subject is new to students a generic text book might be a good starting place. If this is a subject area they know something about then they may wish to refine their knowledge on the academic or professional literature.

They can use the OU's online library to find source material (it has links to journals, articles, e-books and more), sign in to listen the audio content available to OU students.

When searching online they can use: a Google Scholar search; an OU library search; a web search; Wikipedia.

Once they've found some promising material, they are to assess whether or not it is relevant so they are not to waste time reading material of little value.

Some of the sources the students might use: text books; academic journals; professional journals; government literature; organisational literature.

Once the students have identified the sources that they think they want to read, they are to go through them briefly to make sure that they are indeed relevant to their studies. There is no point in reading a source comprehensively until they are sure the material fulfils their requirements.

Scanning is the technique used, for example, when trying to find a name in a phone book. It usually involves running your finger across and down the page to try and identify salient words. By scanning the papers you have accessed you should soon be able to see whether or not they are relevant to your studies. So, the students shouldn't discard those that aren't relevant at this stage. They may be useful later.

Skimming is the next stage of the process in deciding whether or not a particular piece is worth reading more thoroughly, as it requires the students to engage with the text a little more. There are two levels of skimming. At the basic level they should read the abstract, summary or overview to get an insight into the purpose and the findings of the document, then read the headings and the subheadings to see how the information is organized. By reading any conclusions they can make sure that the outputs from the piece can contribute to their understanding. They may still feel that they need a better understanding of what the authors are trying to do before they read the text in its entirety. Here it may help to read the first paragraph of each section, or even to read the first two lines of each paragraph. Doing this will make it easier to decide whether or not to read the entire text.

Once the students have selected something to read comprehensively it is important that they engage effectively with the text. Before starting, there is a need to be sure that they have thought about why they are reading it and what they want to find out.

Critical reading can be seen as a three-stage process: understanding, questioning, evaluating.

УДК 372.881.111.1

Yuliya Sobol¹

¹PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

TEACHING TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF READING AND WRITING SKILLS IN STUDENTS OF TECHNICAL SPECIALTIES

University students study foreign language through the framework of their native language, it results in interference that has obviously a negative impact on learning. Mixed ability groups and limited contact hours forces the ESP teacher to optimize mastering foreign language, use scaffolding in language instruction for strengthening core skills together with boosting communication competence.

The use of integrative teaching tools help foster reading and teaching and at the same time train and develop such competences as work and interaction in a team, critical thinking, ability to lead a civilized discussion and reasonably express opinion, think and act on their own. All these competences can be formed in real verbal

activity while discussing topical controversial issues, open-ended questions that awakes genuine interest of learners.

A lead-in activity like brainstorming while filling Frayer model for main concept force students clarify and discuss the topic. It gives a good start for generating interest and further classroom activity. The open-ended questions are also may plunge learners into the theme. What is important is a careful thorough selection of the issues that would give food for thought and stimulate students to expressing their vision of the problem. We discuss such topics with technical students “Perspectives and threats of Artificial Intelligence”, “Social media, their role in our life, advantages and disadvantages”, “The overpopulation and future of humankind”, etc. Students start with filling the Frayer model in groups (Fig. 1):

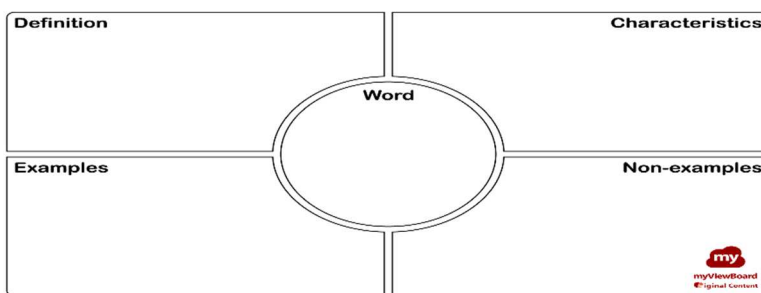


Figure 1 – The Frayer model

The teacher should give the students time to work on their own.

Only in case they encounter difficulties in formulating and describing the concept, teacher puts leading questions to help them. For the groups with low language level teacher proposes to consider several definitions of artificial intelligence, choose the best one and substantiate their choice, e.g.

“Artificial intelligence (AI) is the science of making machines do those things that would be considered intelligent if they were done by people” – Marvin Minsky, MIT professor;

“AI is intelligence demonstrated by machines, unlike the natural intelligence displayed by humans and animals, which involves consciousness and emotionality”– Wikipedia

or create their own and explain why they defined AI this way.

The topic may be also introduced with the question such as Will robots control human beings in the future? While filling out the Frayer model seems to be more productive in terms of a more complete description of the concept, as well as the participation and contribution of all students in filling out the template.

After such pre-reading activity the teacher may propose students to read articles so as to find answers to the questions posed. Limiting the time to read (not more than 15 minutes) and search for the necessary information will create a setup for scanning and skimming reading. And a follow-up discussion in the form of a Socratic seminar contributes to the development of several competencies. A Socratic Seminar is a student-led discussion. One student is nominated as the lead speaker, half of the group as speakers, and the rest as observers, whose role is to follow the discussion and evaluate the speakers using predefined criteria for scoring. It is teacher who chooses students for the role of lead speakers. He also offers support with teaching materials in questions. Socratic seminar works best when students are in a circle and teacher is outside. It is important especially at the beginning of the course to prepare thought provoking questions that will keep discussion going. Teacher writes the questions on the board, e.g.:

How is artificial intelligence helping us today?

How intelligent are you?

What movies have you seen about artificial intelligence?

What will artificial intelligence be like in 100 years from now?

What are the dangers of artificial intelligence?

Will artificial intelligence ever be more intelligent than humans?

Students learn how to discuss with each other in a thoughtful and respectful way. It is teachers task to find about 10-15 different articles of appropriate length and level of complexity, so that students can prepare for a discussion, speak with evidence. Everybody is contributing to this shared dialogue, each should be able to see the opposing side points instead of arguing them, and each should feel in a safe space. A lead speaker is responsible for the discussion moderation and time-management. Each speaker is given a floor and must adhere to the regulations that are binding on all. At the end of the seminar students write feedbacks, commenting on how well he/she have argued and defended their position, how politely they have disagreed with opponent's opinion, whether they have asked proper questions for meaningful conversation, and what they would like to improve. As a home assignment the students are proposed to write an essay (not exceeding a page and a half) answering the question, e.g. "What are the dangers of artificial intelligence, how can we protect ourselves?" or using a prompt, e.g. "Companies have to race to AI or they will be made incompatible. Essentially, if your competitor is racing to build AI, they will crush you" – Ilon Musk; "Those who rule data skills rule the entire world..." – Masayoshi Son.

Socratic seminar is followed by a "silent discussion". It is a learning technique which fosters students thinking, collaborating, and reflecting about open-ended ambiguous questions – but through writing rather than speaking. At the next lesson students read each other's essays silently and write a critical review with two or three sentences, giving their opinion whether the analysis was insightful and evidential

and how essay can be improved. It is necessary to explain to students that they respond to the essays, give evidence or explanation of their viewpoint. The review is written on the same sheet or file as the essay. When the students see the responses from their group mates they reflect how they would change their essay or on the contrary why leave it unchanged and substantiate their disagreement with comments. The closing stage of this discussion is voting for the best three essays except their own essays.

Conclusion: Summing up we may assert that integrated learning of main language skills enable students to learn faster, overcome the language barrier even for timid students, foster communicative, metacognitive skills. Socratic seminar and silent discussion are good teaching techniques for developing higher order skills. At the same time it is necessary to mention that preparation, organization and conducting such classes require much more time, efforts and skillfulness on teacher's side. Despite the obvious advantages and perspectives of such a communicative learning model as integrated skills learning, it should be taken into account that tests has not coincided with the shifts and developments in teaching, so this communication learning type is not optimal in preparation for the tests, where each skill is traditionally assessed discretely, especially in multiple choice tests. Nevertheless, for the EASP integrated language teaching and learning as well as other integrated instruction techniques proved to be productive and need to be further developed and refine

УДК 372.881.111.1:372.46

Olena Syvachuk¹

¹senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE IMPACT OF STRONG READING AND WRITING SKILLS ON STUDENT'S LITERACY

Nowadays many students approach reading and writing with trepidation: for quite a few it is a place of endless frustration over their spelling, grammar, and punctuation issues when it should be a place to communicate ideas.

Even though spelling, grammar, and punctuation are important, they should not take the forefront of a writing class – good spelling, grammar, and punctuation will not help you if you have nothing to say: thus, the former are mere tools for good writing but quite useless otherwise.

Students approach academic reading with similar attitudes: it is far removed from their own lives and it is incomprehensible, full of language and references they don't understand and can't relate to. Similarly, reading "The Great Gatsby" and "Breakfast at Tiffany's" at age fifteen, compared to reading them at the age of twenty alters our perspective on life itself. In discussing these key literacy experiences,

students can then begin to see the real impact reading and writing have had on their lives and therefore the importance of continuing to expand their literacy experiences. These are the tools they will benefit from having in their future, and, consequently, are a good investment of time for the future of the class and the students' future educations.

Many students at the initial stage of reading and writing do not understand the importance of academic reading and writing, seeing it as of little value outside of school. As a result, it becomes the job of the instructor to convince them of their importance and of what strong reading and writing skills will do for students. For example, some direct connections are made in the research between an academic vocabulary base – derived from strong reading and writing skills – and academic success, career advancement, economic security, and ultimately quality of life. When students hear these statistics, many – not necessarily all – begin to pay attention.

Another reason why many students dread academic reading and writing is that they associate it with endless struggle with comma placement and fill-in-the-blank exercises. By drawing back and demonstrating through discussion, brainstorm activities, peer review, and other group exercises that academic reading and writing are first and foremost the communication of ideas – ranging from the funny and trivial to the serious and profound – students begin to become more enthusiastic about getting these skills. The discussion of spelling and punctuation can take place in later drafts.

Another important element of a successful reading and writing class is that students feel free to share ideas without fear of being ridiculed or censured. A class with this kind of safe feeling is called a learning community, where everyone, including the teacher, feels safe to both teach and learn. Students who feel free to communicate with each other, remain respectful, and help each other is the sign of a true learning community. Through peer assessment they can learn to communicate their ideas and teach each other tolerance and patience.

Another method to get students excited and motivated to write is to showcase their work. Writing, again, is ultimately an act of communication with another. It may be compared to diary-keeping: Some attempt since their childhood to keep a diary and each time quit, either forgetting about it or eventually seeing it as futile. Why bother if no one is reading it? We can only talk to ourselves for so long. This is how many students feel about writing: why bother if it is only for a grade and an instructor who is only reading because it is their job? As the students' probable viewpoint may be. But if students are given a sense of audience, then the purpose becomes clearer. This sense of audience can be created in numerous ways. For example, any student would feel a real sense of pride and validation when the instructor reads bits of their writing aloud to the class as examples (not including the name, of course). Working in peer groups, and sharing one's essays and ideas, also creates a sense of

audience. When writing something today, for example, we envision what our own writing group's response would be, and this eliminates some false or unclear places in the writing.

So, beyond telling students, "You need this course to graduate," the teacher should learn to motivate reluctant academic readers and writers.

УДК 621.791.9-023.5

Denys Molochkov¹, Yuliya Sobol²

¹ PhD student, WTE Dpt., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DETERMINATION OF THE OVERALL DIMENSIONS OF THE DEPOSITED PART DURING WIRE AND ARC ADDITIVE MANUFACTURING USING WIRE SENSING TECHNOLOGY

At all times, an important tool for increasing the production efficiency has been the production cost reduction of manufacturing a particular product. One of the relevant methods for achieving this goal is additive manufacturing (AM) technologies. Among different AM technologies there is one called Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM). It is based on Gas Metal Arc Welding (GMAW) methods and uses standard welding equipment such as welding robots and suitable robotic welding machines. Objects that are manufactured according to this technology are not limited in size compared to some other AM technologies. One of the features of WAAM is its relatively high heat input. The large amount of heat that is introduced into the part through the electric arc does not have enough time to dissipate completely. As a result, effect of heat accumulation appears. This effect leads to the increased interpass temperature, which affects, first of all, the shape and dimensions of the deposited object. The above problem becomes critical with increasing height of the part and complex geometric structures such as overhanging or horizontal components.

To improve the traceability of the object deposition process, it is proposed to use a standard welding seam finding system in order to control the overall dimensions of the part. Currently the following systems are widely used: Through-Wire Touch Sense, Through-Arc Seam Tracking, Laser Sensing, 2D Camera, Laser Seam Tracking, 3D Camera [1, 2]. These searching technologies are listed in ascending order of cost and complexity. Among them, the Through-Wire Touch Sense system is one of the simplest.

The searching process consists in the physical contact of the welding wire with the surface of the conductive part about to weld. The system uses a low voltage circuit to detect the joint during low-speed search [3]. For accurate joint detection, the

use of automatic wire cutters is recommended in order to ensure consistent wire stick out during every search. Touch sensing can be either built-in into the welding power source or developed and integrated as a separate package into the robot controller.

Searching process performed by wire sensing is slower than laser technologies. This is due the fact that it takes some time for the robot to physically move to the location of the detection, and then slowly approach the point to achieve the best accuracy (searching speed is up to 50cm per minute).

Since the search is carried out with a certain length of wire stick out, this allows to determine the coordinate of the touch point. Based on the data of several search points, it can be concluded in which direction the deposited part is displaced and, therefore, in which direction it is necessary to adjust the deposition trajectory.

The following algorithm for applying the touch sensing searching system is proposed:

1. before the searching procedure, the welding wire has to be cut off with a predetermined stick out (for example, 15 mm) using the torch cleaning station (the robot has to be calibrated to use the torch with this wire stick out);

2. the searching program with a specific angle of the torch to the surface of the part (for example, 45 deg) is starting at predetermined deposition stage (for example, every 10 mm of height);

3. the welding wire is touching the part in programmed points;

4. searched point coordinates are compared with CAD model coordinates;

5. if the difference in coordinates is greater than the specified one, the program has to stop with a message about the need to correct the trajectory.

The introduction of such a searching system into the deposition program could increase control over the manufacturing process, receive feedback on the part and improve quality control.

At the same time, this does not require the cost for additional equipment, as is the case with laser searching systems. Learning this system should not take long, as it is based on the functions built into the controller.

REFERENCES

1. Rout A. (2019). Advances in weld seam tracking techniques for robotic welding: A review. [Tekst] / A.Rout, B. Deepak & B. Biswal // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 56, 12-37. 10.1016/j.rcim. - 2018.08.003.

2. Xu Y. (2017). Welding Seam Tracking in Robotic Gas Metal Arc Welding. [Tekst] / Y. Xu, G. Fang, S.Du, W. Zhao, Z.Ye, S.Chen. // *Journal of Materials Processing Technology*, 248. 10.1016/j.jmatprotec.-2017.04.025.

3. Gao F. (2015). [Tekst] / F.Gao, Q.Chen & L.Guo // *Study on arc welding robot weld seam touch sensing location method for structural parts of hull: 4th International Conference on Control, Automation and Information*. (pp. 42-46). 10.1109/ICCAIS.2015.7338704.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPLIED FOR IDENTIFICATION AND DIAGNOSTICS OF TECHNICAL OBJECTS

Neural networks are a branch of artificial intelligence that uses phenomena similar to those occurring in the neurons of living beings to process signals [4].

The main functions of artificial neural networks are:

1. an approximation function relevant for solving problems of modeling, identification and signal processing;
2. a function of classification and pattern recognition, relevant, for example, when solving problems of diagnosing the state of an object;
3. a forecasting function relevant when assessing the future behavior of the system according to the neurons of living beings for signal processing.
4. a function of classification and pattern recognition, relevant, for example, when solving problems of diagnosing the state of the object;
5. a forecasting function, relevant when assessing the future behavior of the system in accordance with available sequence of its previous states;
6. a function of identification and evaluation, relevant when solving problems of control of dynamic processes;
7. a function of associative control.

Analyzing foreign studies, we can conclude that the level of solving a large number of problems of analysis and synthesis of the automatic control system is lower than the level of needs and opportunities for the development of scientific and technical achievements. In particular, the problem of determining and localizing faults in an automatic control system designed on the basis of microcontrollers and microprocessors is urgent[1].

Also the study of foreign sources devoted to artificial neural networks and neurocomputers allows us to highlight the following promising areas of modern development of neural network and neurocomputer technologies:

1. neuro packages;
2. neural network expert systems;
3. signal and image processing;
4. management of dynamic systems and financial activities;
5. optical neurocomputers;
6. virtual reality systems.

Solving technical problems, such as, for example, identification of control objects, synthesis of regulators, diagnostics of faults, the use of artificial neural networks is still quite limited. This is partly due to the presence of a developed mathematical apparatus that describes the processes and phenomena occurring in objects, and partly to the presence of a large number of methods for solving these problems [2]. Despite this, in recent years, there has been a positive trend in terms of the use of artificial neural networks for solving problems of identification and diagnosing faults in technical objects.

The development and implementation of new non-trivial algorithms for operational diagnostics of technical objects and automatic control systems based on artificial neural networks will improve the reliability of devices and, at the same time, simplify their design by eliminating the so-called "hot backup", as well as reduce operating costs, maintenance costs and equipment repair. At the same time, when developing diagnostic algorithms and designing an automatic control system based on artificial neural networks, a number of problems have not yet been resolved, the main ones of which are the following:

1. lack of formal methods for choosing the type of artificial neural networks adequate to the class of problems being solved;
2. insufficient validity of the choice of optimization methods in the training procedure for artificial neural networks, which leads to large forecast errors and training time;
3. high combinatorial complexity of the problems associated with the automatic formation of the topology of artificial neural networks, which in many cases does not allow the creation of intelligent information technologies based on artificial neural networks with minimal complexity.

Currently, the most promising is the use of artificial neural networks for solving problems of diagnostics and forecasting, primarily in industries where there are no ways to formally describe the objects or phenomena under study [3].

To solve problems of identification and diagnostics of technical objects using artificial neural networks, it is necessary to develop formal methods for choosing an initial description of an object, such as artificial neural networks, a reasonable choice of a learning algorithm for artificial neural networks and optimization methods in the training procedure. In terms of artificial neural networks, the problem of identifying a technical object belongs to the class of approximation problems, and the problem of diagnosing faults belongs to the group of problems of classification and pattern recognition.

In recent years, there has been a tendency to move from software to software and hardware implementation of neural network algorithms.

On the part of modern software and hardware there are no restrictions on the complexity of the algorithms used, however, to realize the significant potential

capabilities that control systems based on artificial neural networks, it is necessary to develop conceptually new approaches to the construction of such systems [3].

REFERENCES

1. Osovskiy, S. Neyronnye Artificial Neural Networks for Information Processing [Текст] / S.Osovskiy // Neyronnye; Moscow, Finansy i statistika, - 2002. - 344 p.
2. Dayhoff, J. Deleo J. Artificial Neur Networks: Opening the Black Box. Cancer [Текст] / J. Dayhoff, J. Deleo // 91: 1615–1635, - 2001.
3. Legkonogikh, D.S. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademiinauk [Текст] / Legkonogikh, D.S. // Izvestiya, - 2012, vol. 14, issue 4(2), pp. 639–643.
4. Basheer I, Hajmeer M. Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. [Текст] / I. Basheer, M. Hajmeer; J. // Microbiol Meth. 43: 3–31, - 2000.

УДК 372.881.111.1

Суворова Т.М.¹

¹старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

НАВЧАННЯ ПИСЬМУ ЧЕРЕЗ ЧИТАННЯ В КУРСІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ АКАДЕМІЧНИХ ЦІЛЕЙ

Студенти і вчені по всьому світу повинні добре орієнтуватися в особливостях англо-американського академічного дискурсу, щоб краще розуміти свою дисципліну, будувати наукову кар'єру або ж просто успішно вчитися. У зв'язку з цим сьогодні говорять не стільки про викладання англійської мови для професійних цілей (English for Specific Purposes), скільки про необхідність формування академічної комунікативної компетенції в рамках курсів з англійської для академічних цілей (English for Academic Purposes, далі - EAP).

Основне завдання курсів по EAP полягає в тому, щоб розвинути у студентів здатність навчатися і проводити власні дослідження на англійській мові.. Досягнення цієї мети нерозривно пов'язане з розвитком у студентів загальної академічної грамотності. Є різні підходи до визначення терміна академічної грамотності, а також яким чином курс EAP сприяє її формуванню. В статті робиться спроба обґрунтувати необхідність навчання академічному письму на основі читання, оскільки саме цей підхід видається найбільш ефективним при навчанні студентів. Така пильна увага до письма як одного з ключових академічних навичок викликана перш за все тим, що в зарубіжних університетах

контроль знань і умінь студентів здійснюється у формі письмових робіт, переважно академічного есе.

Виділяють 3 стадії розвитку академічного письма, що дозволяють закласти основу успішної академічної або професійної кар'єри:

1. Розвиток ключових компетенцій з метою деконструкції і реконструкції дискурсу тієї дисципліни, на входження в яку претендують автори.

2. Розвиток «авторського голосу» і «авторської ідентичності» в тому дискурсивному співтоваристві, частиною якого вони мають намір стати.

Розвиток критичної компетенції, що дозволяє вводити інновації, кидати виклик, оскаржувати і заново формувати дискурс тієї або іншої академічної спільноти.

Взаємозв'язок письма і читання як комплементарних видів мовленнєвої діяльності став предметом детального вивчення в багатьох західних досліджень. Було виявлено механізми їх взаємодії і доведено ефективність їх взаємопов'язаного навчання. Було доведено, що в основі письма і читання лежить єдиний графічний комунікаційний код. Крім того, дані види мовної діяльності схожі і на психофізіологічному рівні.

Академічна грамотність студента передбачає володіння стратегіями пошукового, переглядового, вивчаючого, а також критичного читання. Серед умінь читання, необхідних для успішного навчання, часто згадуються вміння антиципації, визначення позиції автора, розмежування ключової і другорядної інформації, вилучення імпліцитно вираженої інформації, а також знання жанрових особливостей академічних текстів, законів їх побудови, розуміння причинно-наслідкових зв'язків смислових елементів тексту, законів забезпечення його смислової і риторичної когезії.

По мірі набуття вмінь академічного читання, студенти підходять до процесу репродукції, а саме, створення вторинних текстів на основі прочитаного, що є основою написання власних академічних текстів.

Принцип взаємопов'язаного навчання читання та письму враховується в багатьох сучасних навчальних посібниках з ЕАР, що випускаються провідними видавництвами. Як правило, це інтегровані курси, спрямовані на розвиток всіх мовних навичок. Продемонструємо, як працює принцип навчання письму на основі читання на прикладі підручника з ЕАР «Oxford EAP». Новий матеріал спочатку вводиться в текстах, які призначені для читання, і тільки освоївши його, студенти переходять до виробництва власних текстів. Так, наприклад, при навчанні написання головного речення пункту (topic sentence) завданням написати topic sentence передую велика робота з текстами, в ході якої студенти навчаються визначати основну думку тексту і супутні ідеї на рівні спочатку окремого параграфа, а потім цілого тексту, аналізувати структуру параграфа, визначати головну пропозицію в кожному параграфі. Таким чином,

написання будь-якого тексту, будь то одне речення або ціле есе, передуює робота над розвитком навичок читання.

В такій ситуації викладачам ЕАР при розробці та читанні курсів необхідно враховувати ті потенційні труднощі, з якими можуть зіткнутися студенти під час навчання і планувати заняття так, щоб достатньо часу приділялося розвитку базових академічних навичок читання і письма.

УДК681.527.2

Serhii Shulzhenko¹, Olena Nazarova², Volodymyr Osadchyy³, Yuliya Sobol⁴

¹ Ph.D student, EDaAII Dpt., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Technical), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

³ PhD (Technical), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

⁴PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

COMPUTER MODELING OF A TWO-SPEED ELEVATOR

In the modern world, computer simulation plays an important role in the development of new devices and their control systems. Thanks to modeling, a person minimizes the conduct of dangerous experiments that can damage both the health of others and nature. Having set in advance the correct parameters for units and parts, it is possible to calculate with a sufficiently high accuracy the result of the operation of a real device or system. Also, modern graphics allow you to see not only the design of the future device, but also the operation of virtual equipment, provided that all physical parameters are observed [1]. English occupies an important position in the lives of young scientists. This language is considered international and most of the software for testing various activities is written in it. As an example, the Matlab / Simulink simulation environment was used to conduct experiments and build the electromechanical characteristics of a two-speed electric elevator drive.

In the previous researches it has been proven that the loading degree of a cabin has an effect on the starting characteristics of the electric motor and, as a consequence, on most parameters of the control system. In the computer simulation environment Matlab / Simulink on the elevator model (Figure - 1), different values of the loading degree of the cabin were set for the experiments [2].

In the course of the study, the necessary coefficients were calculated for the transition to a reduced speed and brake application time. The use of the method for identifying of loading degree makes it possible to increase the positioning accuracy of the elevator almost threefold. This increases the energy efficiency of the system and improves dynamic performance [3]. Thus, the method for identifying of loading degree can be used not only for outdated equipment, but also in the development of new elevator control systems.

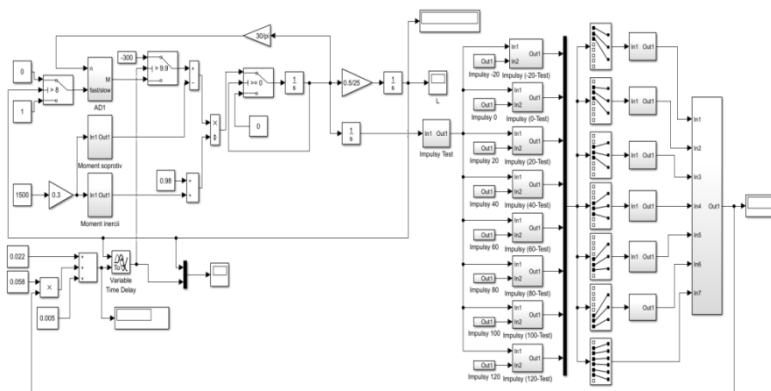


Figure 1 – Simulation model of the elevator

REFERENCES

1. Barney, G. (2016). Elevator Traffic Handbook: Theory and Practice. 2nd Edition [Текст] / G. Barney, L. Al-Sharif // Routledge, Abingdon-on-Thames, United Kingdom.
2. Nazarova, O. (2019) Accuracy improving of the two-speed elevator positioning by the identification of loading degree [Текст] / O.Nazarova, V.Osadchyy, S. Shulzhenko. // International Conference «Modern Electrical and Energy Systems» (MEES-2019), September 23-25, 2019, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine, pp. 50 - 53 DOI: 10.1109/MEES.2019.8896414
3. Osadchyy, V. (2018) “Identification of the loading rate of a two-speed elevator [Identyfikatsiya stupenya zavantazhennya dvoshvydkisnoho lifta] [Текст] / V. Osadchyy, O. Nazarova, S. Shulzhenko // Electrical and computer systems, vol. 27(103), pp. 103-111.

УДК 673

Oleksandr Lukianenko¹, Yuliya Sobol²

¹PhD student, PhM Dpt., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), associate prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

MAGNESIUM AS A PROSPECTIVE MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF STENTS

Nowadays medicine has reached great heights in the field of implantology of human internal organs. Now it is impossible to imagine a successful fusion of hard

tissue after fractures without a variety of implants, such as wires, pins and plates. In addition, stenting can be considered a relatively new trend in implantology.

Stenting is a process of medical surgical intervention, with the aim of installing a special frame (stent) into the vessels or other hollow organs. This operation is performed with the aim of expanding the passing paths, narrowed due to pathological processes.

Although the technology of this surgical procedure is quite new, medical scientists have reached great heights in its improvement. However, the materials which are used for production of the stents are still being an important problem.

It is of crucial importance that such materials must not have a toxic effect on human organism. In addition, corrosion products of the material should not be accumulated in the tissues around the implant. These are the main requirements for the nature of the impact that are put forward for stent materials.

Also, do not forget about the mechanical properties of these materials. Since stenting is designed to expand the constrictions in the vessels and hollow organs, the materials must be strong enough to function properly. But even having satisfied all these requirements, the material must have sufficient plasticity so as not to disrupt the functionality of the vessels.

Based on all of the above demands, today the following materials are used for stents:

1. stainless steels - the main advantages of these materials are: low price, a varied combination of properties (which allows to choose a material for different tasks), relative ease of production. The disadvantages include the lowest degree of bioinertness among all the materials used. Because of this, it becomes necessary to use special coatings, which in turn increase the cost of these implants;

2. alloys based on tantalum - the main advantage of these materials is their radiopacity (that is, these materials are clearly visible when examined on an X-ray tomograph). Another advantage is that a protective oxide film is formed on their surface. However, the cost of these alloys and the complexity of their production limit their widespread use;

3. nitinol - an alloy consists of 55% nickel and 45% titanium. This alloy has good biocompatibility and sufficient corrosion resistance. Nitinol also belongs to shape memory alloys, which greatly simplifies the process of stent installation. Despite all the advantages of this alloy, it is not widely used for similar reasons as tantalum alloys. The production process of nitinol is much more complex than that of tantalum-based alloys.

All of the above-mentioned materials have found their application in the field of stenting, but they also have a significant drawback. It's known that vascular cells begin to grow rapidly after stent placement surgical procedure. These cells quickly grow through the holes in the stent and the vessel wall engulfs the stent within three weeks after surgery. Due to the rapid growth of cells, the vessel wall is strengthened

and the presence of a stent in the body is no longer required. Moreover, the stent remaining in the body can be harmful to the patient. New bio-soluble materials can provide a solution to this problem. Magnesium-based alloys are promising materials for these purposes.

Pure magnesium is a harmless material for the human body. Moreover, magnesium can have a positive effect on the patient's health. This means that the elimination of the products of its biodegradation will take place without complications, since most of it will be absorbed by the body. Low corrosion resistance of magnesium is often perceived as a disadvantage, however, for a biodegradable alloy it is rather an advantage. Also, the advantages of magnesium include its specific gravity (1.74 g / cm^3), which will provide a low mass of the stent.

Despite all these advantages, pure magnesium does not have sufficient mechanical properties for its practical use as a material for stents. However, this problem has a solution - the use of magnesium-based alloys doped with non-toxic, bio-inert components. Heat treatment, which can significantly improve the mechanical properties of magnesium alloys, should also be considered.

УДК 678.7

Uliana Pidkovynska¹, Yuliya Sobol²

¹PhD student, CMCT Dpt., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

IMPACT OF VARIOUS INOCULANTS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER

Recent development of technology puts forward new and most strict requirements for the physical and mechanical properties of polymer composites (PCM). As long as polymers are widely used in special purpose products, it causes the urgency of a problem. The main task is to create new polymeric nanocomposites with high physical-mechanical and tribotechnical properties. One of the promising methods of structural inoculation is the introduction of diverse fillers, (disperse, fibers, ultradisperse and nanoscale) into the polymer matrix [1].

Fibers or particles embedded in the matrix of another material are the best example of modern-day composite materials, which are mostly structural. In matrix-based structural composites, the matrix serves two paramount purposes, namely, binding to reinforcement phases at a certain location and deforming to distribute stresses among the constituent reinforcement materials under applied force. Solids that accommodate stress to incorporate other constituents provide strong bonds for the reinforcing phase and they are potential matrix materials [2].

The introduction of fillers into polymers leads to the appearance of a wide range of interactions (from weak physical to chemical) arising at the polymer-filler interface. The character of these interactions largely depends on the surface chemistry of fillers. The balance of different types of interactions occurring at interface significantly affects mechanical, physical and chemical, including thermal properties of polymers and filled system as a whole. Obviously, the surface chemistry of dispersed fillers is one of the most significant factors influencing the nature of interaction at the polymer-filler interface and, consequently, the properties of the polymer. The surface chemistry of the filler and its composition are particularly important in terms of their influence on the thermal properties of the polymer and the filled polymer system [3].

The structure of filled composites is formed by combining polymer and filler. Also it depends on the phenomena occurring in the contact between the substance that binds and filler. Formation of a polymeric composite material as a complex system is a kinetic process accompanied by transition from one state to another caused by multiple changes (transformations) of spatial and temporal structures. As a result of interphase interaction between the filler and the polymer there is formation of an inoculated polymer layer on the surface of the filler. Properties of this layer significantly differ from the properties of the polymer inside the volume and determine the properties of the polymer composite as a whole [4].

The influence of the amount of filler on the mechanical properties of polymers has been widely studied. In general, the modulus of elasticity will gradually increase with increasing filling, while elongation at tensile strength should decrease. In most situations, the tensile strength increases, but this characteristic depends on many factors, such as the efficiency of interaction between pigment and binder [5].

In general cases, solid inorganic and organic fillers are used, which are divided into three groups: powder (dispersed), fibrous and sheet. Additionally, sometimes there are volumetric fillers, which include volumetric fabrics and framing systems: natural wood or systems obtained by foaming or sintering of ceramic, metal or polymeric powders [6].

Dispersed fillers are the most common. The dispersed filler content varies in the range from few percent to 70-80%. At higher filler concentrations, its particles begin to contact with each other, which leads to a step change in the composite's properties. They should be well combined with the polymer or dispersed in it, well wetted by the solution or polymer melt, not prone to agglomeration, have a homogeneous particle size and low moisture content.

The most widely used disperse fillers are mineral, organic and metallic.

Mineral (chalk, kaolin, feldspar) fillers are used primarily to reduce shrinkage, residual tension and tendency to break, and to increase strength characteristics. They also impart rigidity and fire resistance.

One of the most common organic fillers is wood flour, which is made of soft wood (mainly pine and Canadian fir) or hardwood (ash? or maple) where the presence of wood resin is undesirable. Wood flour is combined with mineral fillers. It is characterized by low abrasion, increases elasticity module at bending and significantly increases plasticity.

Organic disperse fillers are also carbon materials, including soot, carbon black and graphite, which are frequently used. Soot and carbon black act as light stabilizers and give the material electrically conductive properties by facilitating the flow of static electrical discharge. Graphite reduces the friction coefficient and has good thermal and electrical conductivity.

Metallic powders have little effect on durability but allow to change thermal and electric conductivity, heat capacity, magnetic characteristics, electric properties in a wide range, and also protect materials from electronic and penetrating radiation, change their density, flammability and etc. Copper, aluminum, iron, bronze, tin, silver, lead, zinc are most commonly used as disperse fillers [7].

Conclusions: The study of changing components ratio of polymer matrix is a promising and urgent research task for polymer composite materials which are widely used in aircraft construction. Adding inoculant to polymer matrix will allow to obtain new materials with high mechanical properties.

REFERENCES

1. Кропотин О.В., Влияние углеродных модификаторов на структуру и износостойкость полимерных нанокомпозитов на основе политетрафторэтилена [Текст] / Ю.К. Машков, В.А. Егорова, О.А. Кургузова // - Омск: Журнал технической физики, - 2014, том 84, вып. 5

2. Composite materials Web-based Course [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nptel.ac.in/content/storage2/courses/105108124/pdf/Lecture_Notes/LNm1.pdf

3. Справочник Химики 21. Химия и химическая технология. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem21.info/page/116051116093162117070178148173246036017117166000/>

4. Приходько А. П., Вплив типу модифікатора і його кількості на структуроутворення полімерної композиції [Текст] / А. П. Приходько, Е. С. Харченко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - Дніпропетровськ: ПДАБА, - 2009. - № 8. - С. 4 - 8. - Рис. 1. - Бібліогр.: (5 назв.).

5. Справочник Химики 21. Химия и химическая технология. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem21.info/page/246000088025131042204180056231242117181004018235/>

6. Бондалетова Л.И., Полимерные композиционные материалы (часть 1) [Текст]: учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов // – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

7. Колосова А.С Наполнители для модификации современных материалов [Электронный ресурс] / А.С. Колосова, М.К. Сокольская, И.А. Виткалова, Торлова А.С., Е.С. Пикалов // ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00). – Режим доступа: <https://www.fundamental-research.ru/pdf/2017/10-3/41858.pdf>

УДК 621-313-1

Artem Makarenko¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ANALYSIS OF THE ENERGY LOSSES IN ALTERNATING CURRENT GENERATOR ANDWAYS OF ITS PRODUCTIVITY IMPROVEMENT

Electric current is generated in generators, devices that convert any type of energy into electrical one. Generators include galvanic cells, electrostatic machines, thermopiles, solar panels, etc. The scope of each of the listed types of electricity generators are determined by their characteristics. Thus, electrostatic machines create a high potential difference, and are unable to create any significant current in the circuit. Galvanic cells can provide high current, but their life time is short. Electro-mechanical induction generators of alternating current play a predominant role in our time. In these generators, mechanical energy is converted into electrical. Their action is based on the phenomenon of electromagnetic induction. Such generators have a relatively simple design and allow high currents to be obtained at a sufficiently high voltage.

Due to electromagnetic induction, when the magnetic field changes an electric current arises in a conductor, mechanical energy is being converted into electrical energy. Let's consider the principle of operation of an electrical generator using the example of rectangular contour, rotating with the constant angular velocity in the uniform magnetic field (Fig. 1).

External forces cause the chain to rotate. When rotating, the magnetic field changes relative to a rectangular loop, and as a result an electric current appears in it. Due to the fact that the circuit changes phase and returns to its original position, the direction of the current changes.

During operation, energy losses occur in the generator, which are converted into heat and heating elements. Although the efficiency of modern generators is very high, the absolute losses are quite high too, and it leads to a significant increase in

the temperature of active steel, copper and insulation. An increase in the temperature of structural elements, in turn, results in their gradual destruction and a decrease in the service life of the generator. To prevent this, various cooling systems are used.

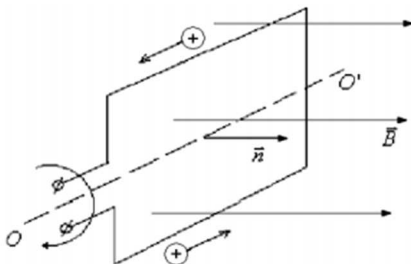


Figure 1. Principle of AC generator operation

There are the following types of cooling systems: surface (indirect) and direct cooling. Indirect cooling, in turn, can be air or hydrogen.

Hydrogen cooling systems are more often installed on large generators, since they provide better heat removal. Compared to air cooling, hydrogen has a higher thermal conductivity and ten times lower density. As long as hydrogen is flammable and explosive, the ventilation system is isolated and increased pressure is maintained.

УДК 620-97

Sofiia Hrianysta¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410-a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), associate prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ELECTRICITY GENERATED FROM THE AIR

In 2020, scientists Jun Yao and Derek Lovely from the Massachusetts university developed an Air-gen instrument that generates electricity by collecting moisture from the atmosphere. Device works thanks to Geobacter microorganisms (proteobacteria, which produce electrically conductive protein nanowires. By placing nanowires between the electrodes, you can get an electric charge) (Fig. 1).

The device produces a constant voltage of about 0.5 V for twenty hours and then "self-recharges." With the help of Air-gen scientists were able to light several light bulbs. The energy produced can charge smartphones, smartwatches and small household devices. In the future, the invention will allow you to create electronics that do not require connection to the mains and battery replacement.



Figure 1 – Electrically conductive protein produced under the influence of nanowires

There are suggestions that the technology can be added to the paint for the walls inside houses and apartments to help generate electricity and heat the room.

Researchers hope to create an industrial production of Air-gen in the future. The device will replace other sources of renewable energy (wind, water or solar energy), as they can be used even indoors without harming the environment.

The device produces energy that is inexpensive and environmentally friendly. Warm air generated by global warming contains a large amount of moisture, so this device fits into the picture of the future.

УДК 620-97

Mike Sokur¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE PROBLEM OF ELECTRIC VEHICLES CHARGERS RECYCLING AND THREATS TO ENVIRONMENT

Today, batteries do not carry a huge noticeable harm to our habitat, but this is until we take this issue seriously. We can see lithium-ion batteries everywhere from small-scale products of everyday life to large-scale vehicles; we can observe lithium-ion batteries in our phones, remotes, wall clocks and batteries of modern electric cars. This problem will become more evident in the future, as most non-recycled batteries will contaminate and spoil our food and water supplies. Then there is a need to recycle batteries right now.

There are not many lithium-ion battery-recycling plants in the world, just about 5%. Earlier, a large battery processing plant operated on the territory of Ukraine, its work was not so productive, but at least somehow it processed everything. Unfortunately, by 2018 the Argentum plant was closed. It worked according a simple scheme, the battery was amenable to heating and precious metals such as Nickel, Cobalt and Copper were fused from it, and the rest was considered slag and was

thrown into a landfill. This method was dangerous, as there was a high emission of carbon dioxide into the air and the formation of toxic fluorine compounds.

Fortunately, our world is constantly evolving and today there is a much more productive method of battery recycling. For example, we can take Duesentfeld (Fig.1).

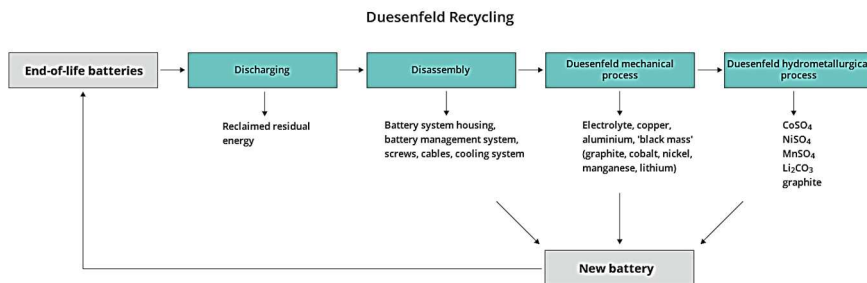


Figure 1 – The Duesentfeld scheme of battery recycling

The company has recently proven that its recycling method is more efficient as it allows 96% of the battery to be reused. Unlike primitive heating, its method is cooling and crumbling.

Duesentfeld battery recycling mechanics includes the following steps:

1. Batteries are discharged and sorted;
2. They are cooled with nitrogen;
3. They are ground under pressure;
4. The contained electrolyte is then recovered and stored as a liquid;
5. The rest is all precious metals that are easily reused.

The main advantage of this method is not so much the amount of substances that can be reused, but the fact that this method is environmentally friendly. This processing does not emit huge amounts of CO₂ and does not generate toxic waste, as in the heating method.

УДК 620.97

Artem Travnikov¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

WAYS TO REDUCE GLOBAL ELECTRICITY CONSUMPTION

The development of civilization on Earth in the XX-XXI centuries is characterized by a sharp increase in energy consumption. Basically, we get electricity from

earth's resources, but they are not eternal. Therefore, now it is necessary to reduce electricity consumption at least a little. Consider this problem from a global perspective.

Let's start with our homes. It is not uncommon for electricity to be lost without proper use. For example, the light is not turned off for one hour, as if not so much, but we are talking about the global scale, that is, this drop of energy can be easily multiplied by a billion. The situation can be improved by automating light control and some other devices.

A significant amount of electricity is lost at night, during street lighting, and in places where lighting is mandatory. Let's start with the streets. To begin with, the usual incandescent lamp need to be replaced with LED lamp, because they lose more energy and give more light. It will also be appropriate to leave 50% of the lights for permanent operation, and with the help of motion sensors to turn on the others while driving. This can be done by turning on the lights through one.

Also, one of the types of savings is to increase efficiency and compensate for electricity. Many appliances, especially obsolete ones use more energy than newer ones, performing the same amount of work. So we can conclude that replacing old appliances with new ones will also save some energy. Solar panels can be used to compensate for energy. It is perfect for this. In houses they can be placed on the roof or on the walls of apartments.

In total, all these actions and their combination can save quite a lot of energy, which requires many different resources to produce it.

УДК 620-97

Gnat Shalev¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DESIGN AND OPERATION CHARACTERISTICS OF ELECTRICAL VEHICLES ENGINES

The electric vehicle engine consists of a stator, rotor, cooling air duct, heat exchanger and axial fan. Under the influence of the magnetic field that occurs in the stator, the rotor is set in motion, where the induction current passes. After that, electrical energy, falling on the winding of the motor itself, is modified into rotation energy.

There is a significant difference between electric motors used in production and those that are installed directly in electric cars. In the latter case, they are much more powerful. For new developments, scientists are sharing the concept of electric cars and other electrical devices more and more.

The differences between a car with an internal combustion engine and an electric car are quite significant: the scheme of electric car is much simpler, the number of moving parts is reduced. For this reason, electric vehicles are often referred to as safe vehicles.

The engine of an electric vehicle is fundamentally different from an internal combustion engine (Fig.1). There are no combustion chambers, no crankshaft and no pistons. The electric motor consists of a stationary stator, through which current is passed, and a rotor. The rotor is a set of electrically conductive rods.

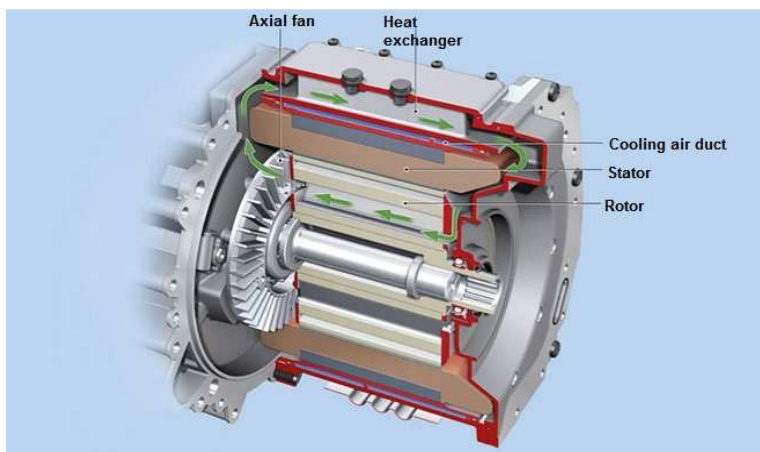


Figure 1. The electric motor

Any electric car consists of the following components:

1. engine (electric); 2. power battery (its capacity can vary significantly, it directly depends on the engine power); 3. inverter; 4. electronics system for car control; 5. transmission of a simplified form; 6. converter.

УДК 620-97

Olexiy Gubarev¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

CONDUCTOR INSULATION AND CHARGE LOSSES

The fact that the insulating layer of a cable, which has been in use for a long time, is aging over time is obvious. As a result, some of the wiring is exposed, In the course of time it may become very dangerous. When bared alive wires come into

contact, a short circuit and arcing occurs. These consequences are a result of a number of factors that affect the insulation of the conductor from the outside.

Studies by the Russian company Alliance Cable have shown that the wear of the insulation is significantly increased due to the temperature difference. For reliable data, the rule of “eight degrees or the Montziger rule” is used, which states: an increase in temperature for every eight degrees Celsius is above the maximum permissible and reduces the life of the insulation by half. Types of insulation aging depend on their classifications: A - solid dielectric, B - organic dielectrics, C - some types of inert gases, etc.

At the moment, the life time of the electrical network insulation does not correlate to the quality, since GOST checks of insulation are not always carried out.

The development of neutral methods for insulating various conductors is so far only advancing on documents and experimental work.

УДК 53-3937

Vlad Hlyadelkin¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

AIRCRAFT FUEL MADE FROM CARBON DIOXIDE

The method for producing jet fuel using carbon dioxide as the main component has been proposed by a group of researchers from the UK and Saudi Arabia. Scientists discussed the issue in the journal “Nature Communications”.

Engineers searching ways to lower carbon dioxide emissions are increasingly focusing on the most promising industries. One of them is aviation, which accounts for about 12% of the CO₂ generated by transport.

Since reducing aviation CO₂ emissions by electrifying aircraft is challenging due to the complexity of equipping aircraft with heavy batteries, the research team has developed technologies to maximize the environmental friendliness of jet fuel and standard liquid fuel for jet aircraft engines.

The researchers used a process known as high-temperature self-propagating fusion to convert carbon dioxide into a liquid jet fuel. It consists in heating up to 350 °C in a special reactor made of hydrogen, carbon dioxide and citric acid in the presence of an iron catalyst containing potassium and manganese.

The interaction of these substances leads to separation of the carbon atoms from oxygen in CO₂ molecules and, by binding with hydrogen, they are converted into hydrocarbon molecules that make up aviation kerosene. This produces water, ethylene, propylene and other substances. Testing showed that over 20 hours, the process converted 38% of the carbon dioxide in a pressurized chamber into jet fuel

and other products. The jet fuel made up 48% of the produced products—the others were water, propylene and ethylene. The researchers also note that using this fuel in aircraft would be carbon-neutral because burning it would release the same amount of carbon dioxide that was used to make it.

Scientists argue that the process they developed is cheaper than other methods of producing aircraft fuel, such as the use of water and hydrogen, mainly due to the lower energy consumption. Systems that use the new technology can be installed in factories that produce plenty carbon dioxide, such as thermal power plants.

УДК 005.966

Nastya Nefyodova¹, Yuliya Sobol²

¹student of group FEU-510, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

CAREER SECRETS THAT NO ONE WILL SHARE

A career is a conscious way in which there are no random responses to the vacancy and no quickly decisions. A conscious career is the planning of each step in your professional development, knowledge of the needs of the labor market and the existing options for self-education to meet these needs. A conscious career is work: regular and continuous.

A career is also worth planning to be the best - an expert in the field and an important link within the company.

In order to move up in organizations, you have to be known for your leadership skills, and this would apply to both women and men. It means that you have to be recognized for using your strength to achieve and sustain extraordinary outcomes while leveraging the strength of others. In other words, it means you must use your skills and talents and abilities to help the organization achieve its strategic financial goals and do that by working effectively with others inside and outside organization.

When looking for and identifying employees with high potential who are able to reach the top of organizations, the skills and competencies are rated twice as high as those in the other two elements of leadership. These skills and competencies can be summarized as business, strategic, and financial acumen. In other words, this skill set has to do with understanding where the organization is going, what its strategy is, what financial targets it sets, and understanding your role in moving the organization forward.

Five years ago, coach Susan Colantuono was asked to moderate a panel of executives, and the topic for the evening was "What do you look for in high-potential employees?" They said, "We look for people who are smart and hardworking and committed and trustworthy and resilient." So which element of leadership does that

relate to? Personal greatness. They said, "We look for employees who are great with our customers, who empower their teams, who negotiate effectively, who are able to manage conflict well, and are overall great communicators." Which element of leadership does that equate to? Engaging the greatness in others. And then they pretty much stopped. So he asked, "Well, what about people who understand your business, where it's going, and their role in taking it there? And what about people who are able to scan the external environment, identify risks and opportunities, make strategy or make strategic recommendations? And what about people who are able to look at the financials of your business, understand the story that the financials tell, and either take appropriate action or make appropriate recommendations?"

And to which the answer was: "That's a given."

When organizations direct people toward resources that focus on the conventional advice that we've been hearing for all our life, there's a remarkable absence of advice that relates to business, strategic and financial acumen. Much of the advice is emphasizing personal actions that we need to take, like become more self-assertive, become more confident, develop your personal brand and advice about working with other people, things like learn to self-promote, get a mentor, enhance your network, and virtually nothing is said about the importance of business, strategic and financial acumen. This doesn't mean that this advice is unimportant. What it means is that this is advice that's absolutely essential for breaking through from career start to middle management, but it's not the advice that gets persons to break through from the middle.

The state is also not indifferent to the fate of its citizens, since the degree of their satisfaction with the growth and advancement in work affects the decrease or increase in social tension in society, and the professional potential of each - on the dynamism and quality of reforms in general, especially the development of management personnel.

In 2015, the School of Mayors project was launched. For three months, 13 teams from different cities of Ukraine - Sumy, Poltava, Boyarka, Energodar, Chernivtsi, Cherkassy, Nikolaev, Borodyanka, Krivoy Rog, Chernigov, Belaya Tserkov and Zhitomir - have been intensively trained at the Kiev-Mohyla Academy.

"The implementation of the School of Mayors project is very important for the MIM-Kiev business school, and not only because this project is socially significant. Now, when the country is undergoing a global reform of power, municipal governance requires increased attention, since it is a possible point of further growth. And we are ready to share all our experience and knowledge in order to raise a new generation of municipal managers. As a result of this training, we expect that the graduates of the School of Mayors will come to the management of cities according to European standards, using modern innovative approaches. MIM-Kiev has a successful experience in training government officials, and we are confident that the School of Mayors will become a new effective project and will be the embodiment of the

motto of the MIM-Kiev alumni community “We are building Ukraine,” says Irina Tikhomirova, President of MIM-Kiev, on the launch of the program.

Career occupies a main place in the structure of the needs of a modern person, thereby influencing his satisfaction with work and life in general. A successful career provides a person with material well-being, satisfaction of his highest psychological needs, such as the need for self-realization, respect and self-respect, success and power, the need to develop and expand the space of fate.

УДК 005.73

Sofia Lagoda¹, Yuliya Sobol²

¹student of group FEU-510, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE ESSENCE, GOALS AND OBJECTIVES OF ORGANIZATION'S RELATIONSHIP MANAGEMENT

Management is a kind of activity of leading people. an area of knowledge aimed at forming and ensuring the achievement of the organization's goals through the rational use of available resources.

The purpose of management, as a science of management, is to study the laws and patterns of the life of organizations and relations between employees in the management process.

Management is the process of influencing the subject of management (that is, the one who controls) on the object of control (that is, what is being controlled) to achieve a given goal, processes that ensure the maintenance of the system in a given state and transfer it to a new state of the organization through development and implementation targeted impacts. The development of control actions includes the collection, transmission and processing of the necessary information, decision-making.

Control action is the impact on the control object aimed at achieving the control goal.

Management should promote the development of the market, commodity-money relations in the wholesale trade in the means of production, convertibility of money, and stabilization of market prices.

Management is an element and function of organized systems of various nature (biological, social, technical, etc.), ensuring the preservation of their structure, maintenance of the mode of activity, implementation of the program and goals of activity.

Two main tasks of management can be distinguished: maintaining order (organization) in the community and establishing general rules of behavior; production

of necessary and distribution of available resources (tools, clothing, food), arrangement of dwellings.

These tasks grew with the increasing complexity of the economic activity of people, which subsequently led to the industrial revolution, the emergence and growth of the number of factories, the emergence of problems of increasing the efficiency of labor, production and management. Since that time, the efforts of specialists have improved the methods and methods of production, organization and management, and it is to that period that the emergence of the science of management is attributed.

The subject of research by specialists and scientists was the relationship that arose between the subjects and objects of management of production processes.

The object of management can be industries (industry, agriculture, transport), territorial communities of people (region, district, city), individual stages of reproduction (production, sales, supply), aspects of economic activity (product quality, interaction with the consumer, marketing), types of resources (financial, human, etc.), as well as characteristics of production (efficiency, attitude to work, quality of life, level of employment).

Management subjects are managers of various levels holding a permanent position and empowered to make decisions in certain areas of activity (director, manager, board of directors, city mayor, city council, head of department, quality group, city trade and industrial.)

Management functions determine the stable composition of specific types of management activities, characterized by the homogeneity of goals, actions or objects of their application.

It is impossible to imagine management without the targeted activities of the governing entities.

The goal of management is the desired state of the object of management - the organization - related to the future. In general, the goal is a mental anticipation, and therefore an ideal description of the result of an activity.

The main goal for which the organization was created and operates is called a mission.

The goals of the next levels serve as a means to achieve the goals of the previous levels, and so on, up to the formulation of objectives at the lowest level. At the same time, individual goals determine goals of a higher level and vice versa.

Tasks are the same goals, but if the goals can only potentially be achieved, or may turn out to be unattainable due to certain conditions and unfavorable factors, then the tasks must be solved.

The goals are classified by level (national economic, sectoral, territorial, enterprises, etc.), duration (prospective, current), coverage of the problem and scale of action (strategic, tactical).

Having familiarized with the main tasks, goals of managing the organization's relationship, we can conclude: Management is an art on which the future development of a company, business, enterprise depends. The quality of work is the organization and thorough preparation (from the general concept to the smallest detail) that comes with the experience of the organization. Learning the science of managing the relationship of an organization, you can achieve the set goals and objectives and come to a perfectly coordinated mechanism.

УДК 331.31:005

Anna Maslova¹, Yuliya Sobol²

¹student of group FEU-520, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

TIME MANAGEMENT TECHNIQUES

Until we can manage time, we can manage nothing else.

Peter Drucker

Time management is the act or process of learning to consciously control the time spent on activities, resulting in increased efficiency and productivity. Management can help you acquire the skills, tools, and techniques used to accomplish specific tasks, projects, and goals.

Time management is such a rational distribution of hours in a day that you can do everything, sleep a full 7-8 hours, and be effective, and stay healthy. This is a skill that is worth pumping constantly.

Understanding what time management is and what its principles are, allows you not only to achieve goals with minimal effort and on time, but also to keep in balance the various spheres of life, without sacrificing your rest, communication with relatives, or care for your own health.

We can manage ourselves, how we plan our day, and how we spend our work time. The judicious, productive and economical use of this resource is an important part of the employee assessment.

Time efficiency can be achieved in two ways. You attain meaningful results by saving time. This means you know how to get things done in the shortest time possible.

Effective time planning will help you reduce the number and volume of tasks you do.

The Pareto Principle states that a small proportion of reasons, effort and investment are responsible for a large proportion of results. This principle was formulated by the Italian economist Vilfredo Pareto in 1897 and has since been confirmed

by quantitative research in a wide variety of areas of life: 20% of the effort gives 80% of the results

This is probably the most well-known concept of time management today, which allows you to prioritize. This technique, the creation of which is attributed to the American General Dwight D. Eisenhower, allows you to sort cases both by their urgency and by their importance. Everyone understands that only a limited number of tasks can be completed at a time. Sometimes, without prejudice to work, only one.

Mind maps are a method that allows you to:

1. effectively structure and process information;
2. think using your creativity and intellectual potential.

Time management is a combination of knowledge, skills and abilities, thanks to which a person knows how to set priorities, accurately plans his time.

УДК316.46

Kristina Svirska ¹, Yuliya Sobol ²

¹student of group FEU-510, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

EMOTIONAL COMPONENT OF LEADERSHIP, ITS ADVANTAGES AND WEAKNESSES

What would our life be like if the organizations to which we devote most of our lives were initially dominated by leaders who could evoke a lively response in us and inspire us to feat!?

The emotional challenge for a leader is of the utmost importance because it is not only the main but also the most important aspect of leadership. Leadership always has an emotional basis. The leader must channel collective emotions in the right direction, create an atmosphere of friendliness and skillfully deal with negative moods. This challenge is equally important for a leader of all levels - from the boardroom to the sales floor.

An emotional leader is a leader who constantly interacts with employees. It's a great job to work with people, observe, talk to them, educate them, give feedback. Management is, first of all, interaction with people. In management, the ability to manage emotions is important.

By instilling enthusiasm in people, productivity can increase. Another important aspect of Emotional Leadership is that its impact goes beyond guaranteeing a job well done. If a manager is rude and disrespectful to employees, annoys them and constantly points out their mistakes, employees lose confidence and motivation. On the contrary, when a leader is attentive to people, notices and supports their potential and abilities, people are drawn to him, appreciating such an emotional

support. Whether an organization thrives or withers depends largely on how effectively it performs its core emotional mission.

A leader who lacks the ability to understand the experiences of others will be involuntarily excluded from the emotional context of the collective, and therefore his words and behavior can cause a negative reaction.

Resonance and dissonance. Dissonance harms the mental and physical health of a person. The most common types of such leaders are despots who intimidate and humiliate their subordinates; hypocrites whose words are constantly at odds with their deeds and who only care about their career; insensitive leaders who try to evoke a positive emotional response from subordinates, not noticing that they are at the mercy of negative emotions.

There are six leadership styles: four positive ones that cause resonance and two negative ones that generate dissonance.

The positive leadership styles include:

1. "Dreamer". He encourages people to work towards a common goal. He is most effective when a clear statement of a new task is required.
2. "Mentor". Such leaders combine goals of organization with employees' goals, their positive attitude contributes to their productivity.
3. "Comrade". Such a leader brings people together, and his skills are especially in demand situations of disagreements and stress
4. "Democrat". The most important thing for him is cooperation and openness. He makes decisions by consensus and acts by persuasion.

Negative Leadership Styles are:

1. "Pedant". Leading that results in excessive psychological pressure, makes people anxious, causes loss of good specialists in the future.
2. "Dictator". The authoritarian leader does not tolerate objections. He can be useful in a situation of crisis or major reorganization. But being a relic of the past they jeopardize the viability of the entire organization.

Emotional Leadership - Emotional Intelligence Management. As everyone already knows, intelligence is the ability to think abstractly, analyze and reason, find interrelationships, learn, absorb information quickly and, most importantly, solve problems.

Five Components of Emotional Intelligence are: self-awareness, a knowledge of your emotions, behavior, strengths and weaknesses, understanding how they will affect people around you; self regulation, ability to control yourself and your emotions; self motivation, skills to create interest to work without any external coercive factors; empathy, understanding and supporting others; social skills, emotional intelligence for building and managing relationships.

It is important for a business owner to remember that running a company is primarily managing people. And interaction with people ALWAYS includes and is based on an emotional component.

Communicating with employees leader should take care of the person's emotional background that is left after this communication. Therefore, the highest art in managing other people and, in particular, in managing oneself is managing emotions.

УДК 005

Alina Shostak¹, Yuliya Sobol²

¹student of group FEU-520, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ANALYSIS OF THE RISKS IN MANAGEMENT

Risk is the danger of losses in entrepreneurial activity if certain events occur. The main features of risk are: inconsistency, alternativeness and uncertainty.

Risk leads to a clash of objectively existing risky actions with their subjective assessment. As along with initiatives, innovative ideas, introduction of new promising activities that accelerate technological progress and influence public opinion and the spiritual atmosphere of society, there is conservatism, dogmatism, subjectivism, etc.

Alternativeness in risk implies the need to choose from two or more possible options for decisions, directions, actions. If there is choice, then there is no risk situation, and, therefore, no risk.

Uncertainty refers to the incompleteness or inaccuracy of information about the conditions of the project or decision. The existence of risk is directly related to the presence of uncertainty, which is heterogeneous in form and content.

In the economic world practice the following types of risks are encountered:

1. production. It is associated with the direct production of trade products and arises in the case of a sharp increase or decrease in the size of production, unforeseen costs, attracting new investments, development of innovations, etc.

2. commercial. It arises in the process of selling goods and services, a sharp change in demand, the growth of commodity costs, the development of new types of trade, etc.

3. financial. This risk is constantly present, because any enterprise carries out its financial relations with banks and other credit institutions, and its finances are embodied in securities.

When economic entities enter global industry markets, these types of risks can be modified and significantly increased, primarily under the influence of foreign environment. As a result, the following types of risks appear in world trade:

1. economic-legal risks. They are associated with national differences in laws and other regulations that regulate foreign economic activity;

2. political risks. They are associated with changes in the political situation in a country, for instance, a new government coming to power and its imposition of export or import restrictions, embargoes on goods, etc;

3. international risks proper. These risks are connected with the actions of international economic and financial organizations, which introduce new terms of trade, international standards, regimes of prohibitive or incentive measures in international trade.

Finally, in the foreign trade of each country, especially in export-import transactions, their conclusion and execution, the following risks arise:

1. the risk of non-fulfillment of the terms of the international contract (terms of delivery, discrepancies in quantity, quality, etc.);

2. risk of default on mutual settlement obligations or the so-called credit risk;

3. currency risk, arising from constant fluctuations in exchange rates;

4. the sales risk is connected with fluctuations in demand for export and import goods in the country or in a particular segment of the foreign market;

5. price risk arises from constantly changing world prices;

6. the commercial risk is manifested in the unfairness or insolvency of the population of the importing country and the loss of profit;

7. production and technical risk is associated with the inability to use licenses, patents, know-how bought on the world market in production or the inability to properly adjust the purchased equipment.

Risks can also be classified according to their consequences.

1. risk is a risk of a decision, as a result of non-execution of which the enterprise faces a loss of profit; within this zone the entrepreneurial activity preserves its economic expediency, i.e. losses take place, but they do not exceed the amount of the expected profit;

2. critical risk it is a risk at which the enterprise is threatened with loss of revenue; in other words, the zone of critical risk is characterized by the danger of losses, which certainly exceed the expected profit and in the extreme case may lead to the loss of all funds invested by the enterprise in the project;

3. catastrophic risk is a risk when an enterprise becomes insolvent; losses may reach the value equal to the enterprise's property status. This group also includes any risk associated with direct danger to human life or the emergence of environmental disasters.

Risk management is the process of developing and implementing solutions that minimize a wide range of impacts of accidental or malicious events, ultimately causing significant material damage to the firm.

CRISIS MANAGEMENT FEATURES IN MODERN CONDITIONS

In the conditions of market economy formation in Ukraine, a special focus is on the issues of practical application of personnel management technologies that would allow to increase the socioeconomic efficiency of the enterprises.

Crisis management includes the management of marketing, finance, production, personnel and information. In today's context, staff, their interests, needs and installations are central. Obviously, it is people who live up and generate the enterprise system.

Crises are common to all companies, both national and international. But if the Western business has accumulated a wealth of experience in overcoming problems, developed a number of effective technologies for removing the enterprise from the crisis, the subjects of the domestic economy have no such experience.

World experience shows that the application and further development of contemporary principles of anti-crisis personnel management in the practice of enterprises should serve as a powerful lever for their development, as well as prevent the emergence of crisis symptoms. Consequently, it is urgent to implement optimal strategies for implementing such management practices that are consistent with sustainable worldwide practice.

Crisis management is the process by which an organization deals with a disruptive and unexpected event that threatens to harm the organization or its stakeholders. So, three elements are common to a crisis: a threat to the organization, the element of surprise, and a short decision time.

Crisis management is a situation-based management system that includes clear roles and responsibilities and process related organizational requirements company-wide. The response will include action in the following areas: Crisis prevention, crisis assessment, crisis handling and crisis termination. The goal of crisis management is to be well-prepared for crisis, ensure a rapid and adequate response to the crisis, maintaining clear lines of reporting and communication in the event of crisis and agreeing rules for crisis termination.

Crisis management is the subject to impact that is all manifestations of an immoderate cumulative aggravation of contradictions that cause the danger of an extreme manifestation of this aggravation, the onset of the crisis.

The essence of crisis management is expressed in the following provisions: crisis can be foreseen, expected and caused; crisis can be accelerated, anticipated, pushed back; it is possible and necessary to prepare for crisis; crisis can be mitigated;

management in a crisis requires special approaches, special knowledge, experience and art; crisis processes can be controlled; managing processes to overcome the crisis can accelerate these processes and minimize their consequences.

The main traits are: flexibility and adaptability; propensity to strengthen informal governance; diversification of management; decrease in centralism and strengthening of integration processes.

Crisis management has features in terms of its processes and technologies. The main ones are: mobility and dynamism; implementation of targeted programs; increased sensitivity to the time factor in management processes; increased attention to management decision evaluations; usage of the anti-crisis criterion for the decisions quality.

In the crisis management mechanism in modern conditions, the main priorities should be given to: motivation, socio-psychological stability of the activity, integration of professionalism values, initiative in solving problems, corporatism.

Management development should be accompanied by an increase in its effectiveness. Accordingly, improving management efficiency is determined by the growth of its potential. The effectiveness of crisis management is characterized by the degree of goals achievement, mitigation, localization or positive use of the crisis in comparison with the resources spent on this.

It is difficult to evaluate such effectiveness in accurate estimates, but you can see it in the analysis and mainly assessment of management, its success or miscalculations.

Therefore, crisis management is designed to ensure a strong position in the market and stable financial stability of the enterprise in the presence of economic, political and social imbalances in the country. A trait of crisis management is an accelerated and effective response to significant changes in the external environment based on a redeveloped procedure for alternative decision-making options, providing for various transformations in this area depending on the specific situation.

УДК 658.589

Ruslana Zubchenko¹, Yuliya Sobol²

¹student of group FEU-520, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

REENGINEERING: CHARACTERISTICS AND SIGNIFICANCE

Reengineering is the radical rethinking and redesign of business processes to achieve dramatic, discontinuous improvements in key modern business metrics such as cost, quality, service, and pace.

The main stages of reengineering are:

1. visualization is the development of the image of the future company;
2. reverse engineering is the creation of a model for an existing company;
3. direct engineering - new business development;
4. implementation - implementation of redesigned processes.

In reengineering, two significantly different types of activities are usually distinguished:

1. crisis reengineering (redesign and reengineering of business processes), where it is about solving extremely complex problems of the organization, when things have gone really badly and a set of measures is needed that would eliminate the "foci of the disease";

2. development reengineering (improvement of business processes), which is applicable when the organization is doing well on the whole, but the dynamics of development has worsened, and they began to fall behind competitors.

Reengineering properties are:

1. rejection of outdated rules and approaches and starting the business process from scratch, which allows you to overcome the negative impact of the prevailing economic dogmas;

2. disregard of existing systems, structures and procedures of the company and radical change in the way of doing business - if it is impossible to remake your business environment, then you can remake your business;

3. leading to significant changes in performance indicators (an order of magnitude different from the previous ones).

There are three types of companies for which reengineering is necessary and advisable:

Companies that are on the verge of collapse due to the fact that the prices of goods are noticeably higher and / or their quality (service) is noticeably lower than those of competitors. If these companies do not take decisive steps, they will inevitably go broke.

Companies that do not currently have difficulties, should foresee the inevitability of intractable problems associated, for example, with the emergence of new competitors, changing customer requirements, changing the economic environment, etc.

There are leading companies with aggressive marketing policies, that are dissatisfied with their current state of affairs and want to do better through reengineering.

Thus, the tasks of reengineering are similar to the tasks of innovation: mastering innovations to ensure the competitiveness of products and, ultimately, the survival of the enterprise.

The need for reengineering is associated with the high dynamism of the modern business world. The manufacturer is forced to constantly adapt new technologies and regularly change consumer needs.

The inertia of the pyramidal organization is a brake on the path to the survival of companies.

The solution to the problem today is to change the basic principles of the organization of the company and move them to a focus not on functions, but on processes.

Reengineering is a method of improving the performance of a firm that leads to radical change, along with methods such as strategic planning, change management, excellence and development architecture.

Reengineering means a radical restructuring at the level of both the structure and its procedures.

УДК 159.92

Sofia Kosheleva¹, Yuliya Sobol²

¹student of group FEU- 510, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

PERSONAL CHARACTERISTICS OF A MANAGER AND THEIR INFLUENCE ON THE MANAGEMENT STYLE

Knowledge about the patterns of management, psychological characteristics of human behavior in organizations is an integral part of a specialist in management activities.

Management psychology investigates psychological qualities of the individual. The type of temperament determines a person's behavior at work, in the family, among friends. By the characteristics of temperaments, one can understand about some of the personality traits, namely: self-esteem, the level of communication, behavior in difficult situations, exposure to influence, and the like.

These characteristics also lead to the classification of managers, that is, the management style. Among them, five basic types may be distinguished: democrat, organizer, manipulator, dictator and pessimist.

The dictator focuses on productivity and production, not paying any attention to the people who work with him in the same team. In short, the production sphere prioritizes for him over the social one. Leadership, desire to participate in decision making, take responsibility are not motivated and lead to a long-term conflict.

A Democrat is the complete opposite of a Dictator. For such a leader, productivity comes in last. He pays all attention to people and the environment in the team. However, he quickly loses confidence and credibility as a leader.

The manipulator balances uncertainly between performance and moral aspects, can make concessions and compromises, but always focuses on his own interests. In short, he does not stand firmly on his feet.

The pessimist is a "faceless" manager. His motto is: "Do not interfere with the natural course of events." He is completely ineffective, possessing minimal level of interest in people and production.

The organizer is the most productive type. He takes into account the needs of production and the interests of subordinates. The most important characteristics of this type are the desire for innovation, focus on the continuous development of the organization. An organizer is a collective manager, devoted to the team, setting and carrying out tasks together with the employees.

Summing up I want to say that extremes can never lead to success. You need to make every effort to balance and control business performance, as well as not forget about the team, since people are very important, they need motivation to create something new. And a manager, like any leader, must provide people with this motivation, support, create a positive atmosphere in the team.

Then the team will have unconditional success.

УДК 62-1

Katerina Kolomoets¹, Yuliya Sobol²

¹ student of group RT-310, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² PhD (Philology), assistant prof., National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF TESLA OVER CONVENTIONAL VEHICLES

Tesla, Inc. is an American electric vehicle and clean energy company based in Palo Alto, California. Tesla's current products include electric cars, battery energy storage from home to grid scale, solar panels and solar roof tiles, as well as other related products and services.

Founded in July 2003 as Tesla Motors, the company's name is a tribute to inventor and electrical engineer Nikola Tesla. Elon Musk, who contributed most of the funding in the early days, has served as CEO since 2008. According to Musk, the purpose of Tesla is to help expedite the move to sustainable transport and energy, obtained through electric vehicles and solar power. Tesla began production of their first car model, the Roadster, in 2009.

Tesla reported 2020 vehicle deliveries of 499,550, which was better than analysts' estimates but falling short of the company's goal of 500,000. Tesla is ranked as the world's best-selling plug-in and battery electric passenger car manufacturer, with a market share of 16% of the plug-in segment and 23% of the battery electric segment 2020 sales. In 2020, Tesla accounted for nearly 80% of all battery electric car registrations in the U.S. At the end of 2020, Tesla's global sales since 2012 totaled over 1.4 million units.

But what makes Tesla so popular? What are the advantages of electric vehicles over other cars and what can be the disadvantages?

The electric car appeared before the internal combustion engine. Back in 1828, the Hungarian inventor Anjos Jedlik made an electrically powered cart that looked more like a skateboard than a car. However, the invention of Jedlik served as a powerful impetus in the development of this direction of engineering. The first electric car in the form of a cart with an electric motor was created in 1841.

However, the Tesla company brought wide development to electric vehicles in the 21st century, in 2009 releasing the Tesla Roadster sports electric car, which was not inferior in driving performance (acceleration dynamics and maximum speed) to ordinary cars.

One of the most important advantages of electric vehicles is their environmental friendliness. It does not need gasoline, which then emits pollution into the atmosphere, because it runs on electric energy. This means that the level of gas emissions into the atmosphere is much lower than that of diesel cars.

The vehicles are easier to maintain, do not need to change engine oil and spark plugs.

Electric cars are available at a cost, they are cheaper to maintain and service.

Fashion is also an indisputable advantage. More and more celebrities prefer them, many people want to buy this car and it has become a trend.

But what about the disadvantages? There are still not enough stations for recharging such cars. Over time, this problem will be solved, but so far it has difficulties in everyday use.

Electric cars take a long time to charge, about 8-10 hours. It takes effort in planning your day and travel.

At the moment, the range of electric cars is much smaller than that of diesel or gasoline cars.

Electric cars are mostly compact cars and are not suitable for transporting a group of people.

They also have a smaller power reserve. Motors can overheat or overcool, which will shorten their service life.

Today, the cost of such vehicles is more expensive than the cost of diesel or gasoline vehicles.

And although electric cars are more environmentally friendly in everyday life, they emit more pollution during their production than in the production of diesel cars.

In conclusion, at the moment, electric cars cannot completely replace diesel cars, as they have many disadvantages and problems. But the trend shows that soon they will be on the same line with other cars or even better than them. Tesla is already developing more and more interesting models that can change our lives and make it easier, safer and more environmentally friendly.

ZERO DAY VIRUSES TOXICITY AND WAYS TO COMBAT THEM

Definition

0-day is a term for unresolved vulnerabilities, as well as malware against which no defense mechanisms have yet been developed.

The term itself means that the developers had 0 days to fix the defect: a vulnerability or attack becomes publicly known until the software manufacturer releases bug fixes (that is, the vulnerability can potentially be exploited on running copies of the application without the ability to protect against it).

Vulnerability detection

At the moment, many virus writers are focusing their efforts on finding unknown vulnerabilities in software. This is due to the high efficiency of vulnerability exploitation, which, in turn, is associated with two facts - the high prevalence of vulnerable software (it is such software that is usually attacked) and a certain time interval between the discovery of the vulnerability by the software company and the release of the corresponding update for bug fixes. To detect vulnerabilities, virus writers use various techniques, for example:

1. Disassembly of program code and subsequent search for errors directly in the software code;
2. Reverse engineering and subsequent search for errors in software algorithms;
3. Fuzz testing is a kind of stress test for software, the essence of which is the processing by software of a large amount of information containing deliberately incorrect parameters;
4. Creation of malicious code.

After a vulnerability is discovered in the software, the process of developing malicious code begins that uses the discovered vulnerability to infect individual computers or computer networks.

As of 2017, the most famous malware exploiting the 0day vulnerability in software is the WannaCry network ransomware worm, which was discovered in May 2017. WannaCry used the EternalBlue exploit in the SMB (Server Message Block) vulnerability on Windows operating systems. Upon a successful attempt to infiltrate a computer, WannaCry installs the DoublePulsar backdoor for further manipulation and action. Also, the equally well-known Stuxnet worm exploited a previously unknown vulnerability of Windows operating systems related to the shortcut

processing algorithm. It should be noted that, in addition to the 0day vulnerability, Stuxnet exploited three more previously known vulnerabilities.

In addition to creating malicious programs that exploit 0 day vulnerabilities in software, virus writers are actively working on creating malicious programs that are not detected by antivirus scanners and monitors. These malicious programs also fall under the definition of the term 0day.

The lack of detection by antivirus programs is achieved due to the use of technologies such as obfuscation, encryption of program code, etc. by virus writers.

Protection

Due to the use of special technologies, 0day threats cannot be detected by classic anti-virus technologies. It is for this reason that products that rely on classic antivirus technologies perform poorly in dynamic antivirus tests.

According to antivirus companies, proactive antivirus technologies must be used to provide effective protection against 0day malware and vulnerabilities. Due to the specifics of proactive protection technologies, they are able to provide protection against both known threats and 0day threats equally effectively. However, it should be noted that the effectiveness of proactive protection is not absolute, and a significant proportion of 0day threats can harm victims of cybercriminals. At the moment, there is no independent confirmation of these statements.

УДК 314.8

Vladislav Gnedoy¹, Yuliya Sobol²

¹ student of group RT-810, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

GLOBAL OVERPOPULATION AND SCARCITY OF RESOURCES

It seems that our population grows evenly. Every person who didn't think about problem of overpopulation will say that for example in 1000 there was about 3-4 billion people, but can you believe that our population stepped over 1 billion only in 1820.

Our population increased by 6,5 billion only in last 200 years and the graph is really daunting, because to the beginning of our era the graph line was almost flat and parallel.

The next steps were 2 billion in 1927, 3 in 1960, 4 in 1974, 5 in 1987, 6 in 1999 and finally 7 billion in 2011. As we see the Earth population is growing exponentially and a lot of scientists and doctors worry about this problem.

There are some proposed solutions:

1. Nothing to do. Many people believe that the planet will cleanse itself if it's necessary. It can be earthquakes, tsunami, hurricanes and other natural disasters.

2. Create a virus. Someone believe that if we create a deadly virus, we will thin out the population. For example, there is a book “Inferno” by Dan Brown and there mad scientist created a virus due to which every third person became barren. He believed that the most optimal number of population is about 4 million.

3. A war. Of course, it’s the worst choice, but in this case there will be fewer of us. Also there is a case in which we can all die.

4. Space exploration. Personally I believe that in space there are some planets where we can live and we must find it.

I’d prefer the first variant, because people often dramatize everything. This fear accompanies us all history. How many people do you think lived on the planet when these words were written: "Our population is so huge that the Earth can hardly support us"? They seem to have been said quite recently. But these are the words of the Carthaginian writer and theologian Tertullian, who lived at the end of the 2nd - the beginning of the 3rd century AD. They were uttered when the world's population barely reached 300 million.

But these fears are not taken from scratch. Stocks of minerals, metals and fossil fuels are limited and not renewable. Population growth and growing demand for industrial and consumer goods lead to a shortage of natural resources. Nevertheless, I think it's not scary. All of these recourses can be replaced. We can stop to use metal goods and make a choice in favor of another fuel.

But the big deal is a pollution of the environment. Other natural resource s, such as water, air and soil, may deteriorate due to industrial use. With increasing and often uneconomical exploitation, these high quality resources are also becoming increasingly scarce.

So, in my opinion, we must take care about our environment more and think about future, because the main problem isn’t over population, the main problem is our irresponsibility.

УДК 004.838.2

Danil Grishay¹, Yuliya Sobol²

¹student of group RT-810, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PROSPECTS FOR ITS DEVELOPEMENT AND POSSIBLE TREATS

Artificial intelligence (AI) is intelligence demonstrated by machines, while natural intelligence is displayed by humans and animals and characterized by consciousness and emotionality. The traditional problems of AI research include

reasoning, knowledge representation, planning, learning, natural language processing, perception and the ability to move and manipulate objects.

General intelligence is among the field's long-term goals. Approaches include statistical methods, computational intelligence, and traditional symbolic AI. Many tools are used in AI, including versions of search and mathematical optimization, artificial neural networks, and methods based on statistics, probability and economics. The AI field draws upon computer science, information engineering, mathematics, psychology, linguistics, philosophy, and many other fields.

Early researchers developed algorithms that imitated step-by-step reasoning that humans use when they solve puzzles or make logical deductions. AI research had developed methods for dealing with uncertain or incomplete information, employing concepts from probability and economics. Moderate successes related to affective computing include textual sentiment analysis and, more recently, multimodal affect analysis.

In the long run, social skills and an understanding of human emotion and game theory would be valuable to a social agent. The ability to predict the actions of others by understanding their motives and emotional states would allow an agent to make better discussions. Some computer systems mimic human emotion and expression to appear more sensitive to the emotional dynamics of human interaction, or to otherwise facilitate human-computer interaction. Also, some virtual assistants are programmed to speak conversationally or even to banter humorously.

AI is widely used in robotics. A modern mobile robot, when given a small, static and visible environment, can easily determine its location and map its environment. Motion planning is the process of breaking down a movement task into "primitives" such as individual joint movements. Such movement often involves compliant motion, a process where movement requires maintaining physical contact with an object.

Artificial neural networks are an example of soft computing – they are solution to problems which cannot be solved with a complete logical certainty, and where an approximate solution is often sufficient. Other soft computing approaches to AI include fuzzy system, evolutionary computation and many statistical tools.

If an AI system replicates all key aspects of human intelligence, will that system also be sentient—will it have a mind that has conscious experiences? This question is closely related to the philosophical problem as to the nature of human consciousness, generally referred to as the hard problem of consciousness. David Chalmers identified two problems in understanding the mind, which he named the "hard" and "easy" problems of consciousness. The easy problem is understanding how the brain processes signals, makes plans and controls behavior. The hard problem is explaining how this feels or why it should feel like anything at all. Human information processing is easy to explain, however human subjective experience is difficult to define.

Are there limits to how intelligent machines—or human-machine hybrids—can be? A superintelligence, hyperintelligence, or superhuman intelligence is a hypothetical agent that would possess intelligence far surpassing that of the brightest and most gifted human mind. Superintelligence may also refer to the form or degree of intelligence possessed by such an agent.

Physicist Stephen Hawking, Microsoft founder Bill Gates, history professor Yuval Noah Harari, and SpaceX founder Elon Musk have expressed concerns about the possibility that AI could evolve to the point that humans could not control it, with Hawking theorizing that this could "spell the end of the human race".

УДК 314.8

Michael Shapovalov¹, Yuliya Sobol²

¹ student of group RT-810, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

INTERNET VULNERABILITIES OF LARGE ORGANIZATIONS

Nearly all organizations depend on the Internet for their vital information and communications needs, as well as for their day-to-day business operations. Thus, Internet connections are very important.

According to statistics, 7 out of 10 industrial companies are potentially vulnerable to hacker attacks. The Positive Technologies analytical group, which studied the main directions of attacks on key corporate systems of industrial organizations, confirmed that the main danger lies in weakly protected administrative channels.

The research found that cybercriminals are able to overcome the barrier through remote access to the network of an industrial organization - the number of such potentially vulnerable enterprises in the course of the research was 73%.

The reason why such vulnerabilities are present in enterprises is a banal unwillingness to change something that seems to have been working properly for a long time (fear of harming the organization's technological process). Such companies spend their main efforts on preventing the use of internal technological systems, separating local technological networks from corporate ones, which can be accessed from an open Internet network.

Administrative methods of control remain one of the main methods of gaining access to a corporate LAN - it is not uncommon for IT specialists of industrial enterprises to provide themselves with remote control for the sake of convenience, sometimes neglecting security measures.

According to the study, the most vulnerable spots of enterprise networks are passwords that can be easily found in a dictionary, as well as outdated software. By the way, these shortcomings were found in each of the companies considered.

Thanks to such errors, the attack direction can be developed to gain the highest rights of the corporate domain, as a result of which an attacker can even take control of the entire internal infrastructure.

When hackers break into a corporate network, they often use bugs in applications and corporate sites as a hacking method. Phishing is also very common (emails with hidden malicious code that hackers send to corporate addresses).

To attack the networks of large industrial enterprises, hackers often consider the ICS(Industrial control system) of equipment as a weak point, because such software uses highly specialized software and its own protocols, which are poorly protected from this type of attack.

To prevent hacker attacks on corporate networks of enterprises, necessary:

1. Reconsider the vision of the security organization, and at the highest level. Often, problems arise precisely because of the refusal of the company's management to finance funds for information security. It is necessary to develop audit regulations, conduct penetration checks, implement protective measures (systems for detecting and countering attacks; methods of processing and interconnecting events; antivirus systems; security monitoring tools, software downloads, etc.).

2. Dividing the network into segments so that hackers cannot attack critical areas, and in the event of an attempt to penetrate inside, it would be possible to identify an attack and effectively resist it at an early stage of hacking.

3. Close attention should be paid to the separation of access rights and information exchange between the office and technological sections of the corporate network. In addition, it is essential to update the software versions used at the enterprise (for example, you need to promptly update operating systems, application software, security programs, firmware of equipment).

It is very important for industrial companies to change the approach to network control and protection from outside hacker attacks. This requires identifying the current list of possible threats, understanding potential risks, identifying the most effective methods of protection and informing staff about the rules and regulations in the field of information security, delivering information about new types of threats.

УДК 681.51

Andrey Budyonnyi¹, Yuliya Sobol²

¹ student of group RT-810, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

² PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DIGITAL INFORMATION SECURITY

We live in a time when most of our lives, personal and professional, resides online. We do our banking, music purchases, bill paying, social planning, and even

parts of our job, in the digital world. This increased reliance on the internet and digital networks brings risks along with the convenience it provides.

Online criminals, hackers, even just bored mischief-makers lurk in the shadows, waiting to rob you, commit fraud, steal your identity, or simply embarrass you. Therefore, digital information security is of paramount concern.

Digital security is the collective term that describes the sources employed to protect your online identity, data, and other assets. These tools include web services, antivirus software, smartphone SIM cards, biometrics, and secured personal devices. In other words, digital security is the process used to protect your online identity.

Cybercriminals are opportunists attracted by the sheer volume, value, and variety of data available for exploitation. And all they need is just one good haul to make their efforts worth it. If they can fool only one consumer—through a phishing attack, for example—hackers could reap the rewards of a stolen identity or a compromised credit card with a substantial balance to burn through.

Like we said at the start, our increased reliance on the internet means we have a lot more to lose if something goes sideways. The stakes are high; we need impeccable, reliable digital data security.

Not every bit (or byte) of your information is useful to cybercriminals. A total stranger finding out that you prefer the original Star Wars trilogy to the sequels is scarcely an earth-shattering revelation that could compromise your identity or financial security. So, what kinds of data are at risk?

Personal Identification Data. This data includes your name, phone number, address, email account name, IP address, and, most damaging, your Social Security number. It also includes information that potentially pinpoints your location. Personal data is often used for identity theft and social engineering. Also, a hacker who has your Social Security number (or equivalent) can open credit card accounts in your name, thereby eventually destroying your credit score.

Personal Payment Data. If it has to do with financial transactions, it's considered personal payment data. This information includes credit and debit card numbers (including expiration dates), online banking numbers (account and routing), and PIN codes. Criminals who gain access to your online banking information can even transfer funds out of the accounts or make purchases.

Personal Health Data, also known as personal health information (PHI), encompasses information on your health, including medical history, prescription drugs, health insurance subscriptions, and doctor and hospital visits. This information is precious to high-rolling cybercriminals since they can use your health information to file false insurance claims or order and resell prescription drugs.

As we can see, hacks can occur in many information pathways on the Internet. Business organizations, mainly small and medium-size, face critical challenges in protecting data. Limited financial and technological resources make it difficult for them to upgrade security systems and to stay updated with technology. However,

better awareness towards cyber security and proper planning can prove to be very beneficial for such business organizations in protecting their information and trade secrets from being disclosed. Many small business organizations are now taking initiatives to protect their information from being accessed illegally.

Cyber security is equally important for local, state, and central government as these organizations maintain a huge amount of confidential data and records concerning the country and its citizens. Yet several government organizations face difficulty in protecting data because of inadequate secured infrastructure, limited funding and lack of security awareness. Stealing of confidential data or sensitive information, digital by terrorists from government organizations, as well as digital spying can lead to serious threats to the country. For this reason, cyber security is of paramount importance for government organizations also and is a vital asset to the nation.

The increasing use of the internet and social media has made cyber security even more important that it was before. Growing cyber threats such as data theft, phishing scams and other cyber vulnerabilities demand that users should remain vigilant about protecting data. It is essential to understand the varied type of risks and vulnerabilities that exists in the Internet world. For every user it is important to think before connecting to someone using online medium. Users should also think prior to sharing any information with other users through the internet.

УДК 004.043

Yehor Oliinyk¹, Yuliya Sobol²

¹student of group RT-810, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DATA CENTERS FOR PROTECTING AND STORING BIG DATA

Nowadays, people consume a lot of information from advertisements, social media, and internet resources. Billions of data bytes are hanging around us. But have you ever asked a question: “Where is all this information stored?”

There are many giant buildings in the world, which store and protect data from searching resources, medical organizations, science experiments, etc. Their name is Data Centers. We would never have the Internet in its present form if it were not for these repositories. Data center is a building or group of buildings used to house computer systems and associated components, such as telecommunications and storage systems. They process, store and distribute information, as a rule, for the corporation. It is focused on solving business problems by providing informational services.

Data centers consist of informational infrastructure (servers), telecommunication infrastructure, and engineering infrastructure. An appropriate temperature and

humidity level are maintained in such centers. Data Center security is a complex of software protecting tools, aimed at raising the level of safety for the stored information.

Protecting of information consists of two components: physical protection (systems of temperature controlling and firefighting) and cyber safety, which requires a completely different approach. Nowadays, the most common cyber threat is a DDoS attack. According to research evidences the number of DDoS attacks increased by 84 percent in 2019. In Data Center's case, hackers permeate in one of the collocation-servers and attack customers of the DC by inner network.

The reason traditional security is useless is that it can detect intrusion attempts but cannot eliminate them. Required property for protecting Data Center's system is integration with known means of virtualization, container and cloud environment, supporting of multilevel analysis of incoming, outgoing and intranet traffic to identify threats, that can pass existing protective barriers, also system control of detecting inadmissible changes in the server parameters settings, providing antivirus checking with minimal demands to computing resources, fixation system conditions to prevent installing different unknown apps.

Big Data is a designation of structured and unstructured arrays of huge amounts of information, which have great variety and enormous volume and are effectively processed by programming software tools. There are many options for protecting Big Data, such as biometrical parameters, biometrical cryptosystems, and double and triple verification if it comes to government information. However, biometrical methods cannot guarantee full protection, so modern Big Data Systems are working with combination of several identification parameters.

Security systems have come a very long way for the last thirty years, from small simple structure with physical safety and organizational measures to complicated systems which use artificial intelligence elements. However, modern technologies cannot save and protect data without specialists and daily work to identify priority threats.

УДК 621.317.7.087.6

Serhii Yatsura ¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410ma, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

EXPEDIENCY OF REPLACING INDUCTIVE CURRENT MEASURING TRANSFORMERS WITH OPTOELECTRONIC ONES

Introduction. At this point of the development of high-voltage technology, most commonly used methods of measurement based on the electromagnetic

principles cannot satisfy new requirements because these methods have reached the limit of their capabilities. They have arisen due to technological revolution of the last several decades. Therefore, modern development of electrical complexes and systems require the introduction of the latest designs of instruments and equipment. Therefore, scientists had to work hard to find a new approach to creating new measurement systems that would meet the new requirements. As a result, scientists have found a previously known so-called optical-electronic (OE) measurement methods, which make it possible to realize the requirements of consumers. They are based on the use of optical communication between the primary and secondary transducers of the measuring system. Such methods use a completely different, more promising approach, based on the use of the magneto-optical Faraday's effect. Most often, this effect realized in fiber optic current transformers (FOCT) is used in combination with modern digital signal processing and data transmission technologies.

Currently, the development of the FOCT is produced by leading companies around the world. Such transformers are considered to be the next generation of transformers, because they eliminate defects of the analog transformers and meet all the necessary requirements.

Faraday's effect. Nowadays FOCT use the magneto-optical Faraday's effect, which is a fundamentally different promising approach.

Khairullin, Giniyatullin and Pashali, speaking of the magneto-optical effect, write that "In 1845, Faraday discovered a phenomenon that became one of the main steps in the development of optical current converters — the phenomenon of rotation of the plane of polarization of linearly polarized light in a constant magnetic field", as in Figure 1.

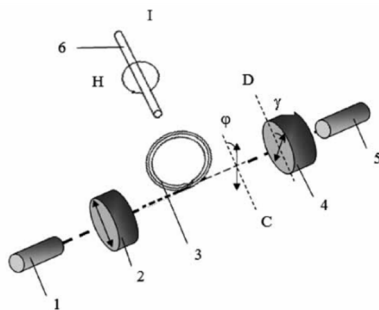


Figure 1 - Schematic diagram of the Faraday's effect: 1 - laser diode; 2 - polarizer; 3 - Faraday's element (twisted optical fiber); 4 - analyzer; 5 – photodiode; 6 - electric current conductor.

Expediency of replacing inductive current measuring transformers with optoelectronic ones. In comparison with conventional transformers, FOCTs have several benefits. They are compact and lightweight, also they are easy to install.

Another advantage is flexibility of transformer. This is possible thanks to its insulation. Insulation is an essential element of electrical apparatuses and has a significant impact on both its design and operational reliability. Also they are fire and explosion proof. At the same time the sensor element is naturally decoupled from the voltage line. And there is minimal electrical interference on the signal line.

Conclusion. Based on these benefits it is safe to say that FOCT is the transformer which will be used all around the world because they eliminate defects of the analog transformers and meet all the necessary requirements.

УДК 621.314

Dmytro Honcharenko¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410ma, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

VOLTAGE MEASURING TRANSFORMER AND ITS INSULATORS RELIABILITY EVALUATION

Reliability evaluation of insulating structures of measuring transformers is one of the most important components during commissioning in various substations.

The design of measuring transformers has a supporting insulating structure (tire) that places conductive and grounded parts inside.

For example, in multi-stage transformers, such as HKT– 362, which consist of two stages, the lower insulator is pressed by the weight of the upper insulator with magnetic conductors and coils inside, so the requirements for the lower reference insulator are greater.

In this case, with increasing stages of the transformer, along the insulating tires a sharp uneven distribution of voltage and field strength from the electrode with a high potential to ground is observed.

The authors [1, 2] published a series of articles defining methods for evaluating the distribution of electrical load on the supporting insulating tire on the basis of capacitive substitution schemes, on the example of a current transformer of ТОГ – 362series.

Based on the considered methods, it is possible to evaluate the specified distribution of voltage and field strength along the insulating tire, taking into account all the design features of the device.

The structure of the polymer tire insulation of gas-filled measuring transformers is very complex, and the uneven distribution of field strength significantly affects the service life of the insulation.

Under such conditions, the criteria for assessing reliability may be such characteristics as the probability of failure, the intensity of failures and the density of failure.

All of the above reliability characteristics are related by simple mathematical relations, which are defined for the chosen theoretical law of distribution of a random variable, such as operating time to failure or overlap voltage.

Therefore, it is almost impossible to determine it precisely, but it is possible to make a rough estimate.

The method developed by the authors [1, 2] allows to determine the operational reliability of measuring transformers by determining the parameters of theoretical distributions, which are based on data from experimental studies and statistical information and monitoring data of insulation structures that can be obtained during actual operation.

Accurate data using this method of predicting the parameters of the theoretical laws of distribution can be obtained by conducting additional series of calculations and experimental tests of specific insulating structures, and the more tests will be conducted, the greater the accuracy of the initial results will be achieved.

REFERENCES

1. Жорняк Л.Б. Ефективність засобів примусового вирівнювання напруженості електричного поля уздовж ізоляції газонаповнених трансформаторів струму. [Текст] / Л.Б. Жорняк, О.І. Афанасьєв, В.М. Снігирєв. и др.// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». - 2018. - №32 (1308) 2018 – С. 22 - 26.

2. Жорняк Л.Б. Особливості обрання теоретичного закону розподілу при оцінці надійності зовнішньої ізоляції газонаповнених трансформаторів. [Текст] / Л.Б. Жорняк, О.І. Афанасьєв, В.О. Поляков и др.// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». - 2020. - №1 (2020) – С. 10-14.

УДК 621.314

Anastasiia Fylymonenko¹, Yuliya Sobol²

¹student of group E-410ma, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

FIBER OPTIC 110 KV CURRENT TRANSFORMERS

Nowadays all the industries are modernized, and high voltage technology is no exception. Very often we can observe a situation when an old equipment does not satisfy new requirements, causes glitches and deterioration in nearby related equipment deterior. Thus, there is an urgency in quick replacement of old facilities. All

analogue measurements methods are from the past century, today there are a lot of new ones, that come to the fore and replace everything old.

The implementation of new technologies into high voltage electrical complexes are gradually taking place. As a result, new measurement methods performed with digital fiber optic transformers have emerged. With the help of fiber-optic transformers, it is possible to discover modern and perspective measurement methods based on the Faraday's effect. This effect consists in the rotation plane of light polarization under the influence of the external magnetic field. Measuring the angle of rotation plane of light polarization, it can determine magnetic induction or current.

Besides sensors, special attention in the FOCT is given to the insulation. The issue of insulation is still relevant, since only due to the choice of high-quality material, the correct shape of the ribs, the FOCT acquires such features as flexibility, insensitivity to external influences and ease of installation.

The Canadian company NXT Phase is one of the first creators of this type of device. Since 2002, the devices of this company have been tested on existing high-voltage power lines in different countries. In Russia, the best practical results on the creation of domestic devices of this type have been obtained at the company Profotek CJSC. The design of such type of transformer is based on the current locations of the sensors on the support insulator, and it consists of a measuring element, a sensitive optical fiber in a quartz tube and current-carrying bus. A linearly polarized light signal is supplied from the electro-optical unit, which enters the electron-optical unit through the optical fiber.

The principle of operation of the FOCT of the Canadian manufacturer NXT Phase is the same as that of the Russian one. It is worth noting that NXT Phase offers a new design of the FOCT with a breakable optical loop NXCT-F3. Such optical current transformers can be used in information-measuring systems of technical and commercial metering and quality control of electrical energy.

The transformer has a measuring sensor made in the form of multitrans fiber optic loop covering a high voltage input, a generator bus, or a current conductor. Design features allow to install the transformer in those places where the installation of traditional transformers is extremely difficult or simply impossible. The measuring loop of the sensor is a polarization-preserving optical fiber connected to a standard NXCT, electronics kit with a standard set of output interfaces. This is an ideal solution that allows, in a short time and with a minimum amount of preparatory work, to organize the deployment of a measuring or verification complex.

The insulation is an essential element in the design of electrical appliances and has a significant impact on both its design and operational reliability, especially in ultra-high voltage devices. It is known that the trouble proof operation of networks, the service life of high-voltage equipment, the safety of maintenance directly depends on the quality of the insulators, and especially on their material, reliability,

type and number of ribs. If to analyze the current state of the high-voltage equipment parks, one can be sure that they are in poor condition.

In modern apparatus engineering, the use of polymer insulation is increasing. And this is due to the high level of electrical and mechanical strength (achieved by reinforcing them with fiberglass). Polymer insulators in outdoor FOCT are made of epoxy compounds based on cycloaliphatic resins, silicone rubber, polyester resins with mineral filler and fluoroplastic additive. Outside, they are coated with a protective coating to protect against ultraviolet radiation and chemical attack, as well as waterproof varnishes for reducing hygroscopicity. The use of polymer insulators on power lines can significantly reduce the mass of insulators, and accordingly the mass of the entire transformer. They allow to replace whole garlands of porcelain insulators, since they are much lighter.

The advantages of polymer insulators is a higher electrical resistance during pollution, compared to similar porcelain insulators with an equal leakage path, this advantage is even more evident due to the use of the hydrophobicity of the material. The other important advantages of polymer insulators are:

- 1.flexibility, that allows to install optical transformers in vertical, horizontal and tilted positions, that does not affect the accuracy of measurements;
- 2.compactness that allows them to be installed in conditions that are unacceptable for analog transformers;
- 3.insensitivity to external electromagnetic fields that does not require analysis of the relative position of the tires;
- 4.light weight that allows installation without the use of cranes.

УДК 004.7

Olesia Meike¹, Olga Adamenko²

¹student of group CST-130, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

COMPUTERS IN MEDICINE

Today computers are everywhere: from patient bedsides, medical carts, nurse stations, laboratories to operating rooms. Let's dwell on their most common medical applications.

1. Medical imaging is widely used in hospitals to create images of a human body for study and diagnosis. It includes magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound, CT scans and X-Rays. Even X-Ray imaging now uses computers for image adjustment and transfer.

2. Computers are used to assist in planning, teaching and performing many surgical procedures. RAS devices enable a surgeon to use computer and software

technology to control and move surgical instruments through one or more tiny incisions in the patient's body (minimally invasive) for a variety of surgical procedures.

3. Computer networks and the Internet have increased the means of communication between medical professionals with email, instant messaging, video chats and webinars.

4. Hospitals began to use the Electronic Medical Record. Electronic Health Records is a digital version of a patient's paper chart that is instantly available to authorized health providers. EHRs are built to share information with other health care providers and organizations – such as laboratories, specialists, medical imaging facilities, pharmacies, emergency facilities, and school and workplace clinics – so they contain information from all clinicians involved in a patient's care.

5. A computer network is a far more secure way to store and organize patient records. Filing patient records in cabinets or on shelving is quickly being phased out, with computer systems offering a more efficient solution. Traditional filing systems are problematic. In an emergency, medical staff need fast access to patient records. If it's a life or death situation, rummaging through a cabinet to find a patient file wastes precious time.

6. Supercomputers are able to handle massive amounts of research data and analyze millions of possible outcomes (for example the mapping of the human genome). This helps doctors plan treatment much faster.

7. Modern computer-based patient monitoring machines allow heart rate, respiratory activity, blood pressure and other critical vital signs to be collected automatically in digital form. Computer monitoring machines cut down on the time spent on routine tests in doctors' offices.

8. Computers in the healthcare field have vastly increased the amount of knowledge that medical staff can access. Doctors can consult medical databases to learn more about a specific disease or treatment plan. Computers can run simulations to try and find causes and cures for diseases and work with other machines to increase the chance of success.

9. Knowing what medications are in stock is crucial for patient treatment. Therefore, keeping inventory lists up to date is very important. If a doctor prescribes something that is not in stock without knowing, they could slow down recovery. Instead, using a computer to track inventory would alert the staff immediately when something is wrong so they can change their treatment plan if needed.

10. Not all patients can access a hospital due to their health condition, which means sometimes doctors and nurses have to go offsite to treat people. Laptop computers are portable so can accompany doctors and nurses on home visits, allowing them to access the hospital network even when not on site.

Of course, these are not all the advantages of computers in medicine, but we discussed the main details.

FEATURES OF PROGRAMMING LANGUAGES AND THEIR MAIN APPLICATION

Today, one of the leading professions is programming. It is used in almost all spheres of human activity. In order to program something you need to know the sequence of commands. These commands are combined into a programming language. More than 2,500 different languages have already been created. They can be used for a single industry or to combine several.

JavaScript is the most widely used programming language. It allows you to make a Web page interactive, that is, responsive to user actions. A sequence of instructions (called a program or script) is executed by an interpreter built into a regular Web browser. In other words, the program code is embedded in the HTML document and executed on the client side. You do not need to reload the Web page to run the program, all programs run in response to any event.

JavaScript is used to write web page scripts to make them interactive; to create one-page and progressive web applications (React, AngularJS, Vue.js); for server-side programming (Node.js (Express.js)); in stationary applications (Electron, NW.js); mobile applications (React Native, Cordova); inside PDF documents, etc.

C # is a modern object-oriented programming language. It allows developers to create many types of secure and reliable programs that require the NET ecosystem. C # belongs to the well-known family of C languages, and will seem familiar to anyone who has worked with C, C ++, Java or JavaScript.

It took the best from the programming language C (its high performance), C ++ (object-oriented structure), Java (high security and garbage collection). In C #, you can create a dynamic page, an XML service, a database access component, a Windows desktop application, and a client application or component. The C # programming language is not only suitable for writing network and web applications. It offers tools for developing any type of component for Windows platforms.

The C # programming language was originally designed to work with NET, has simple syntax, more standard libraries, and a smart development environment (IDE). It can be used to develop websites (ASP.NET), client and web applications, cross-platform mobile applications and games in Unity 3D and CryEngine.

C ++ - compiled strictly typed general purpose programming language. It supports different programming paradigms: procedural, generalized, functional; most attention is paid to the support of object-oriented programming. The purpose of creating C ++ was to complement the C language with convenient capabilities for large-

scale software development, while maintaining the flexibility, speed and portability of C. However, the creators of C ++ sought to maintain compatibility with C: the syntax of the former is based on the latter will also work as C ++. Initially, the new language was called "C with classes", but then the name was changed to C ++ - this was to emphasize both its origin from C and its superiority over the latter.

C ++ is widely used for software development, being one of the most popular programming languages. Its scope includes the creation of operating systems, various applications, device drivers, applications for embedded systems, high-performance servers, and games. There are many implementations of C ++, both free and commercial and for different platforms. For example, on the x86 platform it is GCC, Visual C ++, Intel C ++ Compiler, Embarcadero (Borland) C ++ Builder and others. C ++ has had a huge impact on other programming languages, especially Java and C +.

УДК 004.7

Polina Putintseva¹, Olga Adamenko²

¹student of group CST-220, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

CLOCK OPERATION OF THE BASIC COMPUTER PROCESSOR BY THE EXAMPLE OF ADD INSTRUCTION

Memory

Table1 1 – Cells and content

№ cells	Content of cell (data and commands)
20	53
21	106
22	0
23	CLA
24	ADD 20
25	ADD 21
26	MOV 22
27	HLT

The program is recorded into computer memory starting from cell 23 (Table1.), and numerical data from cell 20. Cell number 22 is allocated to record the amount. To execute the program, set number 23 to the command counter and start the computer. The program will then begin by reading the contents of cell 23. The CLA command will set the battery to zero. When this command is executed, the contents

of the command counter will be increased in 1 and the next command will be read from cell 24. This command ADD 20 adds the contents to cell 20 with the contents of the battery, i.e. $53 + 0$. At the end of the command execution, the battery contains number 53, and the command counter - 25 (it is again increased in 1).

The following command is read from cell 25, the contents of cell 21 and battery, i.e. 106 and 53 are summed. At the end of the command, the battery contains the sum $106 + 53 = 159$, and the command counter - 26. The following command - MOV 22 forwards the contents of the battery to the cell with address 22.

Now this cell and battery contain number 159, and the command counter - 27. The HLT command is selected from cell 27, the command counter is incremented in 1 (it contains number 28), but the HLT command stops fetching commands, that is, the end of the program execution is fixed (the contents of cell 28 are not selected in the instruction register and are not interpreted as an instruction).

Let's take a closer look at the execution of one of the commands in this program, such as ADD 21.

A) Before its execution, the previous instruction (ADD 20) is stored in the instruction register, its operand address (20) is stored in the address register, the value of this operand (53) is stored in the data register and accumulator, and the address of the instruction under consideration (25) is stored in the instruction counter.

First, the command address is forwarded from the command counter to the address register. Here, it should be noted that in the base computer, all transfers between registers are performed through the ALU (if necessary, the forwarded value is inverted, a unit is added to it, etc.).

B) From the memory to the data register, the contents of the memory cell, whose address is located in the address register, are selected. The ALU then increments the contents of the command counter by one.

C) With ALU, the increased command number is transmitted to the command counter

D) Finally, the contents of the data register through the ALU are sent to the instruction register, and the control device begins to analyze the contents, that is, ADD 21 command

The above actions apply to the command Takeoff.

E) After decrypting the operation code of the command ADD 21, the control device through the ALU forwards its address part (address 21) to the address register.

The transfer is made from the data register, where a copy of the command is still saved.

F) The contents of the memory located in the address register are then read from the memory to the data register. This action is similar to the action in Figure b, but the control device will now treat the contents of the data register not as a command, but as a term.

G) This step adds up to the contents of the battery and the data register.

H) At last, the sum received in ALU is sent to the accumulator and by that "Execution of the command" comes to the end.

УДК 004.7

Nazar Pokhyla¹, Olga Adamenko²

¹student of group CST-220, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

3D MODELLING

3D modelling is a combination of mathematics, geometry and design. With special programs, you can create files that are instructions for 3D printers. The work of these programs can be compared to what a sculptor, architect or builder does - they demonstrate how an object will be created.

If the drawing is a two-dimensional image of the building, then the model is its three-dimensional layout, which provides a mathematical description of the surfaces of the object. In special programs, 3D designers create files that describe the state of points in space - such models involve many geometric shapes. Ultimately, polygons and curves make up a three-dimensional object.

There are two main types of 3D models: CAD models for automatic design systems and polygonal grids that define the shape and surface of an object. The CAD model can be represented as a set of actions to create an object - in this case, individual actions can be changed without overwriting the file completely.

A polygonal grid (or mesh) is an image of the surface of an object that really resembles a grid wrapped around it.

3D-modeling and 3D design differ mainly in the end result. In the case of 3D graphics, the result is a two-dimensional image, a rendering of a three-dimensional object, or an animation, such as a photograph of an object. On the other hand, in 3D modeling, the result is a technical file that can be used as an instruction to create a real object. Simply put, 3D modeling is used to describe the process of creating an object, while 3D rendering is used to obtain an image of the finished object.

3D modeling provides a whole host of new possibilities, allowing you to quickly and inexpensively prototype 3D objects. The result of working with 3D modeling can be: 3D models printed on a 3D printer, 2D images created using 3D rendering, 3D simulation of an object or building.

3D models are used in a variety of industries, from games, films and animation to industrial manufacturing, medicine, architecture and even geology.

УДК 004.4.

Nastya Nikulina¹, Yuliya Bykova²

¹student of group CST-130, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

SOFTWARE CLASSIFICATION

Software is a collection of programs designed to solve problems on your computer. Software and hardware work in an interconnected manner. Any hardware device is controlled by software. Software can be divided into three classes: system, application and tool.

Modern software is universal. In addition, there are utilities and applets. Utilities - small useful programs with limited features. Any software product must be tested to identify defects and errors made during the software development phase.

The main components of system-wide software are operating systems, which solve the problem of interconnected operation of individual components. There are three operating systems: a batch processing operating system, an operating system with a real-time distribution of tasks, an operating system used to control various processes.

Programming systems are designed to facilitate and partially automate the process of developing and debugging programs. The main components of these systems are translators and installers.

Maintenance programs are test programs and special management programs.

Application software is designed to solve applied problems of human professional activity (application in practice). The range of such programs is extremely wide: from industrial and scientific to educational and entertainment. Here you can select general-purpose programs and spreadsheets.

Tool software is designed to develop all types of information software. This software includes subwoofer: editors, spreadsheets, database management systems, programming language translators and integrated production systems.

УДК 004.4.

Andrii Indyk¹, Yuliya Bykova²

¹student of group CST-210, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DEVELOPMENT HISTORY OF C++ PROGRAMMING LANGUAGE

Everything started with creation a language that incorporated features of other advanced languages of the time, such as Simula, by Bjarne Stroustrup in the 1980s.

The new language was called “C with classes”. Development time was shortened thanks to Simula classes, and computation time was shortened thanks to the speed of the C language.

One of the main features was the translation of the “C with classes” code into standard C. This made it possible to create projects in two programming languages. Also, programmers did not have to learn a new language.

In 1983, the language was renamed C++ because it was no longer a simple extension with classes.

The first commercial release of C++ took place in 1985.

The first addition to the standard C++ library was Input/ Output streams, providing a means to replace the traditional C functions.

Every few years new standards came out in the language. The last version of the standard was released in 2017 and was called C++17.

At the moment no one has the rights to the C++ language, it is a free language.

C++ is the most versatile language of its time which has taken the best from other languages.

As a universal language, C++ had to match many parameters; it had to incorporate the best of other languages.

C++ is widely used for software development, being one of the most popular programming languages.

C++ has had a huge influence on other programming languages, most notably Java and C#. But the direct descendant of C++ is D, conceived as a reworking of C++ to eliminate its most obvious problems.

This language is criticised for the same things it is praised for, C compatibility.

Many of the stated C language systems did not work perfectly, (for example an impossible hierarchy of complexes; primitive metaprogramming and so on).

To sum up, C++ has really turned the world upside down. It gave rise to many other popular programming languages. It has become a part of the history and is used by a huge number of people and companies.

УДК 004.388.4

Anton Bogachuk¹, Yuliya Bykova²

¹student of group CST-220, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE HISTORY OF VIDEO GAMES

For years, people have been looking for different ways to relax from everyday life and everyone has their own way of entertainment. But not long ago, a completely new way appeared - video games.

The first games were Tennis for Two and SpaceWar, developed by William Higginbotham and Steve Russell, respectively.

In 1971, there was a real breakthrough in the history of video games - the first arcade video game was created - Computer Space.

Later, gaming systems began to appear - Atari (1972), Intellivision (1979), Nintendo (1985), Sega Genesis (1989), which were the first to use 16-bit technology, Neo-Geo (1990) and Super Nes (1991).

1995 - the first 32-bit gaming system, the PlayStation, was released. Nintendo released the Nintendo 64 in 1996, which already had 64-bit graphics. Sony responded and in 2000 released the PlayStation 2 with its 128-bit technology.

Microsoft burst into the race. They released Xbox. Nintendo produced a system without cartridges called Nintendo GameCube. 2005 - Microsoft released the Xbox 360.

Sony responded to the Xbox 360 call and in 2007 released the PlayStation 3, which stormed into the war of gaming systems.

Gaming consoles have had a huge economic impact on the United States, but not without problems. In 1984, there was the Great Crash of video games - a 12-year video game empire collapsed in 6 months.

The failure of ET: The Extra Terrestrial, a low-budget version of Ms. Pac Man with terrible graphics and inability of any company to present something special - all these were the main causes of the economic crisis in the history of video games. But with the advent of Nintendo, the whole industry has been rethought.

Video games not only help the economy, but also provide jobs for many talented people. \$ 90,000 is the average annual salary of a game developer.

To crown it all, gaming is much more than just moving a joystick. This is the emotional and psychological interaction of a player with his character. It's an opportunity to become someone else - whether a city hero, a courier, a pilot and so on.

УДК 004.4

Maksym Pecherskyi¹, Yuliya Bykova²

¹student of group CST-130, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

OBJECT ORIENTED PROGRAMMING

Object-oriented programming aims to implement real-world entities like inheritance, hiding, polymorphism in programming. Together these entities form a powerful tool for the development of a variety of software.

Object-oriented programming is versatile. A developer can create and describe a class that is understandable and corresponds to the logic of a real world.

Classes and objects increase the readability of a developer's code, which in turn helps him maintain finished projects and introduce innovative ideas without unnecessarily cluttering his code.

The developer can create not only separate objects, but also logical connections between different objects, thus forming whole systems. Some languages and frameworks are built on the basis of classes and objects (for example, C # or Qt).

Thus, technical writing has just got easier. Information has become more accessible.

УДК 004.432.2

Ilya Azmanov¹, Yuliya Bykova²

¹student of group CST-120, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

HISTORY OF THE C++ LANGUAGE

The first programming languages were characterized by a subject orientation, which means that each language was designed to solve a certain class of problems (economic, business, mathematical, etc.).

The C programming language was developed in early 1973 at Bell Labs by Ken Thompson and Dennis Ritchie, and it allowed you to write programs that worked directly with the hardware.

Based on the success of UNIX, C became widely used and is now one of the most commonly used programming languages (available on most platforms).

It is the main language for low-level development and it is relatively simple when compared to other programming languages (the C language standard is 230 pages long (compared to 670 for Java and 1340 for C++)).

The C++ language has been developing since the early 1980s, it was created by Björn Strastrup of Bell Labs and was originally an extension of the C language to support working with classes and objects, allowing programs to be developed at a higher level of abstraction.

As a result, practical modeling tasks were made available to solve both in terms of development time (thanks to the use of Simula-like classes) and in terms of computation time (thanks to the speed of C).

The first C compiler with classes was called Cfront, which was derived from a C compiler called CPre. It is interesting that Cfront was written mostly in C with classes, which made it a self-maintaining compiler (a compiler that can compile itself).

In early 1983, many new functions were added to the language (virtual functions, overloading of functions and operators, references, constants), and thus the

resulting language was no longer just an updated version of the classical C language and was renamed from "C with classes" to "C++".

In 1985, Stroustrup's article "The C++ Programming Language" was published, and in the same year C++ was implemented as a commercial product and since C++ was not yet officially standardized, this made the book a very important reference book.

C++ is still the third most popular programming language according to the TI-OBE Index's latest study of 2019, after Java & C, by knocking out Python.

C++ continues to evolve to meet modern requirements. (One of the groups that develops the C++ language and sends suggestions to the C++ standardization committee on how to improve is Boost, which is dedicated, among other things, to improving the language's capabilities by adding metaprogramming features to it).

The C++ fully supports the principles of object-oriented programming, including the three pillars on which it stands: encapsulation, inheritance and polymorphism.

"The C++ language owes a lot to the C language, and the C language remains a subset of the C++ language (but C++ eliminated some serious flaws in the C type system)," said Bjorn Strastrup in his interview.

The programming language C++ is now considered the dominant language which is used to develop commercial products, 90% of games are written in C++ using DirectX.

УДК 617,57-77

Denis Podkovyrov¹, Yuliya Bykova²

¹student of group M-310, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

URBANIZATION PROBLEMS

Order avoids confusion.

Order can be easily found in physics, mathematics or any other science where the basics are clearly defined, but it becomes much more difficult to identify any order in a science where basics are blurry.

History suggests that there were more scientists who discovered the laws of nature rather than the laws of social behavior.

This is probably due to the fact that people tend to discover more obvious things, rather than theoretical ones.

If we look back at the way of living at the beginning of science we can confidently say that it was more a rural way of living than an urban one.

It means that people did not interact with one another as much as we do in modern life and therefore the science of nature was more obvious and had more practical use.

The modern economy has changed the way we live, interact with each other and behave under certain circumstances.

It has even changed the way the science is practiced.

In past only wealthy people could afford practicing the science, they made discoveries without any expectations.

Nowadays the science has become a profession and we see more and more people are engaged in science only for money.

Modern technology and the economy have changed our way of living.

We are less concerned with quality of food we eat and only think of a price we pay.

Recent statistics show that by 2030, 60 % of the total population will live in cities compared to 14% in 1950.

These changes are forcing us to find a science that will deal with human behavior and/or interactions in the society, a science that will help us understand what makes us prefer one place to another.

This might help us solve many issues in our life that have a reputation of undecidable ones.

УДК 331.53

Marina Doroshenko¹, Svitlana Voitenko²

¹student of group CST–818, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

INTELLIGENT RECONSTRUCTION SYSTEM VIDEO SEQUENCES

The level of the modern computer technology development makes it possible to solve problems of great computational complexity, which include the processing of video sequences. Reconstruction of video sequences is relevant direction in connection with the increasing need of potential customers such as specialists in working with video archives, specialists in the field of cinema production and restoration, specialists in preparing TV programs for air, as well as specialists in the analysis of visual data obtained by various methods, and namely: aerial photography, satellite photography, laser ranging and others sensor systems. It should be noted that the market for commercial recovery systems and work with video sequences is quite wide and diverse. The Lowry Process system (USA), plugins for popular video sequence processing systems "Virtual Dub", "Sony Vegas", systems manufactured by Adobe (USA) are widely known. However, these systems require operator

intervention and control during all stages of the video sequence reconstruction process. In the developed complex, operator intervention is necessary only in the case of deleting a scene object that is not determined by the built-in expert system. The video sequence reconstruction software package can restore the scene background under artificially superimposed iso-151 images of computer graphics (logos of television channels, subtitles, etc.), distortion of the image due to damage to the storage medium (film scratches, etc.) and other small objects (image of person, wood, stone, etc. on some background).

Overlaid computer graphics images found in video series can be divided into the following types: - TV logos - small images, usually placed in one or more corners of the frame or at the edges of the frame; - titles - text areas with information about the filmmakers, can be placed anywhere in the frame; - subtitles - text areas near the upper or lower boundaries of the frame with periodically changing static text; - creeping line - text area near the top or bottom of the frame with moving text, the text moves according to generally accepted rules of reading and writing.

The whole variety of CG overlays can be to classify according to various criteria. Here are the most common signs: - by size: small (up to 5% of the screen), medium (up to 20% of the screen), large (up to 35% of the screen); - by location: angular, stretched along the horizontal border of the frame, stretched along the vertical border of the frame, in accordance with the "Substation Alpha "or otherwise;- by dynamics: static (the image is always constant), moderately changing (the image is not resized), fully dynamic (the image changes dimensions, within these dimensions another video sequence can be superimposed); - by duration: constant throughout the entire video sequence, periodically absent; - by chromaticity: monochrome, black and white, gradient, with a limited number of colors, full color; - by transparency: transparent and opaque; - by the presence of contour lines: framed, not framed; - by the presence of its own background: with the presence of its own background, without its own background.

The result of the software package is a reconstructed video sequence. However, the main disadvantage is that, in general, results can be assessed subjectively or through expert judgment. When working on the software package, a number of problems were solved: - a model was developed for reconstructing the artificially superimposed graphics by replacing the pixels of the artificially superimposed graphics with background pixels from the vicinity of the reconstruction area on the current and adjacent frames, taking into account the space-time displacement; - the method of overlaying texture fragments with position fluctuations has been improved by parameters, based on the coincidence of the boundaries of texture fragments; - an algorithm for image compensation in a limited spatial area was developed, based on replacing image pixels with background pixels or textons, found in the vicinity of the restoration region on the current frame and adjacent frames, taking into account the space-time offset.

HISTORY OF MATHEMATICAL ECONOMICS

Mathematical economics is the application of mathematical methods to represent theories and analyze problems in economics. Mathematics allows economists to form meaningful, testable propositions about wide-ranging and complex subjects which could less easily be expressed informally. Further, the language of mathematics allows economists to make specific, positive claims about controversial or contentious subjects that would be impossible without mathematics. Much of economic theory is currently presented in terms of mathematical economic models, a set of stylized and simplified mathematical relationships asserted to clarify assumptions and implications.

The use of mathematics in the service of social and economic analysis dates back to the 17th century. Then, mainly in German universities, a style of instruction emerged which dealt specifically with detailed presentation of data as it related to public administration. Gottfried Achenwall lectured in this fashion, coining the term statistics. At the same time, a small group of professors in England established a method of "reasoning by figures upon things relating to government" and referred to this practice as Political Arithmetick. Sir William Petty wrote at length on issues that would later concern economists, such as taxation, velocity of money and national income, but while his analysis was numerical, he rejected abstract mathematical methodology. Petty's use of detailed numerical data (along with John Graunt) would influence statisticians and economists for some time, even though Petty's works were largely ignored by English scholars.

The mathematization of economics began in the 19th century. Most of the economic analysis of that time was what would later be called classical economics. Subjects were discussed and dispensed with through algebraic means, but calculus was not used. More importantly, until the appearance of Johann Heinrich von Thünen's work "The Isolated State" in 1826, economists did not develop explicit and abstract models for behavior in order to apply the tools of mathematics. Thünen's model of farmland use represents the first example of marginal analysis. Thünen's work was largely theoretical, but he also gave empirical data in order to support his generalizations. In comparison to his contemporaries, Thünen built economic models and tools, rather than applying previous tools to new problems.

Meanwhile, a new cohort of scholars trained in the mathematical methods of the physical sciences gravitated to economics, advocating and applying those methods to their subject, and described today as moving from geometry to mechanics.

These included W.S. Jevons who presented paper on a "general mathematical theory of political economy" in 1862, providing an outline for use of the theory of marginal utility in political economy. In 1871, he published 'The Principles of Political Economy', declaring that the subject as science "must be mathematical simply because it deals with quantities". W.S. Jevons expected that only collection of statistics for price and quantities would permit the subject as presented to become an exact science. Others preceded and followed in expanding mathematical representations of economic problems.

For example, Augustin Cournot, a professor of mathematics, developed a mathematical treatment in 1838 for duopoly—a market condition defined by competition between two sellers. This treatment of competition, first published in "Re-searches into the Mathematical Principles of Wealth", is referred to as Cournot duopoly. It is assumed that both sellers had equal access to the market and could produce their goods without cost. Further, it assumed that both goods were homogeneous. Each seller would vary one output based on the output of the other and the market price would be determined by the total quantity supplied. The profit for each firm would be determined by multiplying their output and the per unit Market price. Differentiating the profit function with respect to quantity supplied for each firm left a system of linear equations, the simultaneous solution of which gave the equilibrium quantity, price and profits. Cournot's contributions to the mathematization of economics would be neglected for decades, but eventually influenced many of the marginalists. Cournot's models of duopoly and Oligopoly also represent one of the first formulations of non-cooperative games. Today the solution can be given as a Nash equilibrium but Cournot's work preceded modern game theory by over 100 years.

УДК 331.53

Evgeniy Mechriykov¹, Svitlana Voitenko²

¹student of group CST–819, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

MODERN MATHEMATICAL ECONOMICS

From the later-1930s, an array of new mathematical tools in a way similar to new mathematical methods earlier applied to physics. The process was later described as moving from mechanics to axiomatics. These methods are: differential calculus, game theory, agent-based computational economics and others. Formal economic modeling began in the 19th century with the use of differential calculus to represent and explain economic behavior, such as utility maximization, an early economic application of mathematical optimization. Some scientists (Vilfredo Pareto, Paul Samuelson) applied mathematical concepts from physics to economic problems

and lead to fundamental premise of mathematical economics. Pareto's statement was the first formal assertion of what would be known as the first fundamental theorem of welfare economics. These models lacked the inequalities of the next generation of mathematical economics. Samuelson approached the problems of applying individual utility maximization over aggregate groups with comparative statics.

This and other methods provided the foundation for mathematical economics in the 20th century. Also it is worth mentioning such models and theories as linear and input - output economics models, mathematical optimization, linear optimization, nonlinear programming, functional analysis and differential decline and rise theory that had a great influence on the development of mathematical economics.

In 1936, economist Wassillie Leontief built his model of input-output analysis from the 'material balance' tables constructed by Soviet economists. With his model, Leontief described how changes in demand in one economic sector would influence production in another. He estimated the coefficients of his simple models, to address economically interesting questions. In production economics, "Leontief technologies" produce outputs using constant proportions of inputs, regardless of the price of inputs, reducing the value of Leontief models for understanding economies but allowing their parameters to be estimated relatively easily. In contrast, the von Neumann model of an expanding economy allows for choice of techniques, but the coefficients must be estimated for each technology.

John von Neumann, working with Oskar Morgenstern on the theory of games, broke new mathematical ground in 1944 by extending functional analytic methods related to convex sets and topological fixed-point theory to economic analysis. Their work thereby avoided the traditional differential calculus, for which the maximum-operator did not apply to non-differentiable functions. Continuing von Neumann's work in cooperative game theory, game theorists Lloyd S. Shapley, Martin Shubik, Hervé Moulin, Nimrod Megiddo, Bezalel Peleg influenced economic research in politics and economics.

Agent-based computational economics (ACE) studies economic processes, including whole economies, as dynamic systems of interacting agents over time. In corresponding agent-based models, agents are not real people but "computational objects modeled as interacting according to rules" ... "whose micro-level interactions create emergent patterns" in space and time. The rules are formulated to predict behavior and social interactions based on incentives and information. ACE models apply numerical methods of analysis to computer-based simulations of complex dynamic problems. It has a similarity to, and overlap with, game theory as an agent-based method for modeling social interactions.

Some economists state that mathematical economics deserves support just like other forms of mathematics. Mathematical economics and other mathematical sciences have a history in which theoretical advances have regularly contributed to the reform of the more applied branches of economics. Following the program of John

von Neumann, game theory now provides the foundations for describing much of applied economics. In the last decade, with the rise of the internet, mathematical economists and optimization experts and computer scientists have worked on problems of pricing for on-line services.

УДК 331.53

Stanislav Vedmedev¹, Svitlana Voitenko²

¹student of group CST–810m, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

GRAPH ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL SYSTEM

The goal of the report is the construction of a conceptual model of coordination of multidimensional biological data as a basis for the development of methods for integrated assessment of the state of biological systems of different levels of structural and functional organization and their software implementation.

To achieve the purpose of the study, the following tasks were set: 1. Based on the analysis of the set of biological data as a system object to develop a conceptual model of an integrated biometric data system. 2. Develop a model of levels of coordination of biometric data that meet the requirements of a given model description of the biological system. 3. To propose a criterion and substantiate the method of integrated assessment of the state of biological systems on the basis of statistical modeling of data sets. 4. To develop and test a set of problem-oriented computer programs for integrated assessment of the state of biological systems on the examples of assessment of the state of biological systems of different levels of structural and functional organization.

The methods of mathematical modeling, mathematical statistics, computer methods of computational experiment and system analysis are used in the work. The reliability of the obtained results and conclusions is based on the correct use of conventional mathematical methods, the results of modeling and verification of the proposed models, as well as the agreement of the results of mathematical modeling with conventional estimates of the parameters of the studied biological systems. Checking and modeling of the system is carried out on the studied effects of factors that affect the ecosystem in the cultivation of crops

To achieve the goal of research, we normalize the input data presented in the form of a matrix containing a set of values of morphological features by dividing by the norm calculated by the formula:

$$N_i = P_{i,MAX} - P_{i,MIN}$$

for each sign. For small amounts of data, statistical modeling techniques can be used to obtain samples that provide robust estimates of the biological system state. The next step is to cluster the data obtained. To do this, we use the Euclidean distance which gives an idea of the closeness of the options. Calculations are performed using the developed program CLUSTERS BIO.xls which gives a cluster - a normalized matrix, and also calculates the normalized Euclidean distances for all combinations of pairs of variants. Based on the level of proximity (similarity) of options in the group we build clusters. To build them, we use the standard program STATISTICA 10. And also build a dendrogram of the dependence of the option in the study of the biological system which is used to obtain information about the main thing that affects the processes in the biological system. Those factors that have an accession of less than 0.5 have little effect on the problem being studied. For the analysis of the received data we use the Graph of the maximum coefficients of correlation of signs. This initial form of graph analysis is used to obtain information about the structure of relationships in biological systems. The graph is based on the hypothesis that the direct relationships between the components of the biological system have the largest modulus of correlation, and the correlation coefficients of indirect relationships are less modulo and are calculated by multiplying the correlation coefficients of the corresponding direct relationships.

The problem of biological system research conducted on the impact of the use of organic and mineral fertilizers on soil condition showed that the use of fertilizers gives a significant increase in crop yields. However, despite the positive results of the application of fertilizers in nature, we get a significant burden on the environment and changes in the ecological landscape.

УДК 331.53

Oleksiy Suprun¹, Svitlana Voitenko²

¹student of group CST-810m, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

MEASUREMENT SYSTEMS ANALYSIS IN PROCESS INDUSTRIES

To evaluate the adequacy of a measurement system with regard to measurement variability, the standard tool such as the gage R&R study is used. While it is well established and widely used in the discrete manufacturing industry, it is less useful in process industries where the nature of measurements is different, necessitating a different approach to the assessment of measurement systems in these industries. A measurement system, as defined in a gage R&R, consists of a number of operators using a number of gages to measure parts in accordance with some defined procedure. A gage R&R partitions the total measurement variation into the following

categories: 1. Gage-to-gage, 2. Operator-to-operator, 3. Replicate-to-replicate, 4. Part-to-part.

The first three categories of variation comprise noise (i.e., undesirable measurement variation), while the fourth category of variation is the quantity that needs to be determined accurately. In general, the desire is that the part-to-part variation is large relative to the sum of the other three categories of variation so a Six Sigma practitioner can be confident of discerning the true part-to-part variation without being swamped by the measurement noise.

The gage R&R thus enables the analyst to assess the ability of the measurement system to discern a within-specification part from an out-of-specification one and to take the appropriate corrective action when necessary. It is the appropriate tool to use when the measurement system is employed in inspecting discrete parts off a production line for conformance to specifications.

In process industries, however, the premise on which the gage R&R is based is not applicable to the many gages that are employed to perform on-line measurements. A typical example from the mining industry would be the belt scale— a gage mounted under a conveyor belt to measure the mass flow (tons per hour) of material being processed. The scale is an automated device producing a continuous measurement that is sampled by a computer. There is typically only one scale at each measurement point in the system and no operator involvement is required to produce a measurement. As a result, gage-to-gage and operator-to-operator variations are non-issues, making it unnecessary to partition the total variation into its various components as with a conventional gage R&R. In the case of an on-line measurement, analysts are interested in two questions:

1. With the measured value of a physical quantity by the gage, what is an estimate of the true value?
2. What is an estimate of the uncertainty or confidence interval around the estimated true value?

In order to answer these two questions, the total measurement error of the gage needs to be partitioned into its systematic and random components. Mathematically, the systematic-error component is characterized by a deterministic function while the random-error component is characterized by its variance. The former enables the analyst to estimate the true value from the measured value while the latter allows the establishment of a confidence interval around this estimated true value.

A process MSA is essentially a special case of a single-factor experiment in which a model equation for the relative output of the process, $(X_M - X_T)$, in relation to its input (X_T) is trying to be established. All the usual precautions of normal experimentation, such as randomization, apply here as well. The MSA is as much an art as a science and requires no small degree of skill and judgment as well as a combination of mathematical, technical and practical knowledge to execute well.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES OF USING TREES IN THE COURSE OF SOLVING KNAPSACK PROBLEM USING DISTRIBUTED CALCULATIONS

The knapsack problem is of interest to researchers, since its solution is associated with a large number of applied problems in economics, logistics and other areas. In recent years, there has been an increasing interest in the use of backpacks as cryptographic primitives in the development of new models of encryption systems. The resistance of such encryption systems to analysis is determined by the complexity of finding an exact solution to the knapsack problem, as a result of which the improvement of accurate algorithms becomes relevant. To improve the efficiency of these algorithms, it is advisable to use distributed and parallel computing.

The general formulation of the knapsack problem varies depending on the specific application area. The knapsack problem is formulated as follows. You are given an ordered set of objects, each of which is associated with a non-negative, integer weight value. The task is to find all possible sets of these items, the weight of which is exactly equal to the given value. Each of these sets is hereinafter referred to as “packing the backpack”, the total weight of the items in this set is the weight of the packing. As already noted, there are a large number of algorithms for solving the knapsack problem, but only a few of them are designed to find the exact solution. This is due to the fact that, in a significant number of practical problems, the quantities appearing in the knapsack problem have physical meaning. For example, when planning the loading of a transport ship, items in a backpack can be characterized by a real value of weight or volume. A solution approximated in terms of total weight / volume may be quite acceptable. This makes it relevant to study algorithms that are able to find quickly a solution that is close to the optimum. Such algorithms, in general, have exponential complexity, which means that even for a small number of objects, finding an exact solution to the knapsack problem will require a significant investment of time. This makes it advisable to use parallel and distributed computing.

There are several known approaches to finding the exact solution to the knapsack problem. The basic approach involves enumerating all possible layouts and checking the resulting weight values for each of them. The transition from this algorithm to a more efficient one is possible by reducing (cutting off) a certain number of packings, which obviously cannot contain solutions.

Two more algorithms for the exact solution of the knapsack problem are based on this principle: the algorithm for traversing the tree of packing options and the algorithm for merging Horowitz-Sani lists. The list merge algorithm is based on the idea of dividing the original set of items into two subsets. For each of the subsets, the weights of all possible packings are calculated, after which the lists of weights are sorted, and the elements from these lists are summed up in pairs. Since both lists of calculated weights are sorted, some of the pairs (the sum of which exceeds the specified weight value) can be excluded from consideration. The price for this is the high complexity of memory: it is necessary to store all intermediate values of the weights in memory. This makes the algorithm unusable for cryptographic analysis purposes. The algorithm for traversing a tree of packing options is based on representing the set of packing in the form of vertices of a connected graph. By traversing the graph using well-known algorithms, one can check all possible packing by analogy with the exhaustive search algorithm. The gain from using this algorithm lies in the possibility of cutting off tree branches that obviously do not contain solutions.

The introduction of the linearization algorithm into the distributed implementation of the search tree traversal algorithm will solve the problem of load sharing between processors. This solution will not be ideal, since the efficiency of the algorithm will decrease as the number of computational nodes used increases. Moreover, pruning subtrees during analysis can lead to an unpredictable reduction in computational load; as a consequence, it is required to provide dynamic load balancing, which will further complicate the algorithm and reduce its efficiency.

УДК 004.5

Laura Fidarova¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-130, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

'EARABLE' COMPUTING: A NEW RESEARCH AREA IN THE MAKING

CSL's Systems and Networking Research Group (SyNRG) is defining a new sub-area of mobile technology that they call "earable computing." The team believes that earphones will be the next significant milestone in wearable devices, and that new hardware, software, and apps will all run on this platform.

"The leap from today's earphones to 'earables' would mimic the transformation that we had seen from basic phones to smartphones," said Romit Roy Choudhury, professor in electrical and computer engineering (ECE). "Today's smartphones are hardly a calling device anymore, much like how tomorrow's earables will hardly be a smartphone accessory."

Instead, the group believes tomorrow's earphones will continuously sense human behavior, run acoustic augmented reality, have Alexa and Siri whisper just-in-time information, track user motion and health, and offer seamless security, among many other capabilities.

The research questions that underlie earable computing draw from a wide range of fields, including sensing, signal processing, embedded systems, communications, and machine learning. The SyNRG team is on the forefront of developing new algorithms while also experimenting with them on real earphone platforms with live users.

Computer science PhD student Zhijian Yang and other members of the SyNRG group, including his fellow students Yu-Lin Wei and Liz Li, are leading the way. They have published a series of papers in this area, starting with one on the topic of hollow noise cancellation that was published at ACM SIGCOMM 2018. Recently, the group had three papers published at the 26th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MobiCom) on three different aspects of earables research: facial motion sensing, acoustic augmented reality, and voice localization for earphones.

"If you want to find a store in a mall," says Zhijian, "the earphone could estimate the relative location of the store and play a 3D voice that simply says 'follow me.' In your ears, the sound would appear to come from the direction in which you should walk, as if it's a voice escort."

The second paper, EarSense: Earphones as a Teeth Activity Sensor, looks at how earphones could sense facial and in-mouth activities such as teeth movements and taps, enabling a hands-free modality of communication to smartphones. Moreover, various medical conditions manifest in teeth chatter, and the proposed technology would make it possible to identify them by wearing earphones during the day. In the future, the team is planning to look into analyzing facial muscle movements and emotions with earphone sensors.

The third publication, Voice Localization Using Nearby Wall Reflections, investigates the use of algorithms to detect the direction of a sound. This means that if Alice and Bob are having a conversation, Bob's earphones would be able to tune into the direction Alice's voice is coming from.

"We've been working on mobile sensing and computing for 10 years," said Wei. "We have a lot of experience to define this emerging landscape of earable computing."

Haitham Hassanieh, assistant professor in ECE, is also involved in this research. The team has been funded by both NSF and NIH, as well as companies like Nokia and Google.

УДК 004.896

Kateryna Panichuk¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-130, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DEVELOPMENT OF THE LOIHI NEUROMORPHIC COMPUTING CHIP

Loihi is a neuromorphic research test chip designed by Intel Labs, which mimics the architecture of the human brain, including neurons and synapses. The aim of this report is to tell about its development from the moment of its creation to the present day.

The first study was conducted in collaboration with neurophysiologists at Cornell University who study the biological olfactory system in animals and measure the electrical activity as they smell odors. The team took a dataset consisting of the activity of 72 chemical sensors in response to 10 gaseous substances circulating within a wind tunnel. The chip rapidly learned neural representations of every smell and identified them even in the presence of strong background interferents. Potentially, the technology can be used in the design of robots that will search for weapons, explosives, drugs. Furthermore, the chip can be useful in medicine for the recognition of diseases that emit specific smells. It can be embedded in robots used for environmental monitoring and dangerous materials detection, or quality control chores in factories.

Further results were obtained by various companies participating in the Intel Neuromorphic Research Community, which includes more than 100 members who help to study the use of technology in business. Accenture compared the use of Loihi to a standard GPU for voice recognition and found that this chip could achieve the same accuracy, but 200 milliseconds faster and 1000 times more energy efficient. Mercedes-Benz is interested in this result and considering the possibility of including this technology into its vehicles.

It was also noticed that by processing data from a neuromorphic camera, Loihi can learn new gestures in just a few exposures. This could be applied to a diversity of use cases, such as interacting with smart products in the home or touchless displays in public spaces.

Researchers from the retail industry evaluated Loihi for image-based product search applications. They found the chip could generate image feature vectors over three times more energy-efficiently than CPU and GPU solutions while maintaining the same level of accuracy.

Intel and its partners have discovered that Loihi can solve optimization and search problems over 1,000 times more effective and 100 times quicker. It can be used to enable drones to plan and make complex navigation decisions in real-time.

Rutgers and TU Delft researchers published new demonstrations of robotic navigation and control applications running on Loihi. TU Delft's drone performed optic flow landings with an evolved 35-neuron spiking network running at frequencies over 250 kilohertz.

In conclusion, the technology behind the Loihi chip, compared to the components already in use, shows the same accuracy of results with less time and energy investments. But the price of this device is too high to be utilized for the same tasks that conventional equipment can handle. The use of Loihi can be considered justified when performing complicated and complex tasks that require a lot of time and resources.

УДК 004.4

Mykhailo Yakushkin¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-110, National University «Zaporizhzhia Polytechnic» »

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

LOW-CODE DEVELOPMENT PLATFORMS

Low-code is a software development approach that enables the delivery of applications faster and with minimal hand-coding. Low-code platforms are a collection of tools that enable the visual development of applications through modeling and a graphical interface. Low-code enables developers to skip hand-coding, speeding up the process of getting an application to production.

Low code primarily benefits business professionals who want to build apps without the complexities of traditional software development. Its positive impact reaches all members of the organization. 93% of executives say custom applications bring strategic business advantages to their organization. With low code, C-level executives have access to custom apps produced internally. These tools improve customer experiences and optimize internal workflows — areas that directly impact the bottom line and are under the direct ownership of the C-suite.

Some other benefits of Low-Code are as follows.

Great UX by default. With low-code, you can design from scratch, customize pre-built templates, or import existing designs, while ensuring performance or functionality.

Easy integrations. Low-Code platforms simplify integration with existing systems and support the creation of APIs to fuel the next generation of apps.

Fast time to value. Improve developer productivity with low-code attributes, such as a development toolkit (based on developer experience), a visual user interface, reusable components, and more.

Cross-platform accessibility. Multi-device compatibility is a useful feature of low-code platforms. In addition to the ability to use the low-code platform on any device running major operational systems, its cross-platform compatibility allows users to build apps that can also run on all core platforms and devices.

Even though low-code development has a lot of benefits, there are concerns about security that have been increasingly growing, especially for apps that use consumer data. There can be concerns over the security of apps built so quickly and possible lack of due governance leading to compliance issues.

However, low-code apps do also fuel security innovations. With continuous app development in mind, it becomes easier to create secure data workflows.

Here are some examples of low-code development platforms that are available on the market: Visual LANSA, Zoho Creator, Appian, KiSSFLOW, OutSystems.

УДК 004.31

Kirill Shanin¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-110, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

GOOGLE TENSOR PROCESSING UNIT

Machine learning has produced business and research breakthroughs ranging from network security to medical diagnoses. Tensor Processing Unit (TPU) created in order to make it possible for anyone to achieve similar breakthroughs. Cloud TPU is the custom-designed machine learning ASIC that powers Google products like Translate, Photos, Search, Assistant, and Gmail.

Cloud TPU is designed to run cutting-edge machine learning models with AI services on Google Cloud. And its custom high-speed network offers over 100 petaflops (quantity used to measure the performance of computers 10¹⁵) of performance in a single pod — enough computational power to transform your business or create the next research breakthrough. Training machine learning models is like compiling code: you need to update often, and you want to do so as efficiently as possible. ML models need to be trained over and over as apps are built, deployed, and refined.

Cloud TPU's robust performance and low cost make it ideal for machine learning teams looking to iterate quickly and frequently on their solutions. The minimum cloud-based TPU configuration consists of four 2-core chips and 64GB of HBM2 memory (high bandwidth memory provides higher bandwidth with less power consumption and significantly smaller footprint than DDR4 or GDDR5). The price is \$6.50 per TPU per hour. Cloud TPU offering: Cloud TPU v2(180 teraflops, 64 GB High Bandwidth Memory (HBM) \$4.50 / TPU hour), Cloud TPU v2 Pod (11.5

petaflops, 4 TB HBM, \$8.00 / TPU hour), Cloud TPU v3 (420 teraflops, 128 GB HBM), Cloud TPU v3 Pod (100+ petaflops, 32 TB HBM).

The potential of using Cloud TPU pods to accelerate deep learning research while keeping operational costs and complexity low is a big draw. It takes now a little over 24 hours to train models on our local GPU cluster. It will take depending on the size of the TPU pod, anywhere from 7 hours to 15 minutes. By using Cloud TPUs you can save money for fault-tolerant machine learning workloads, such as long training runs with checkpointing or batch prediction on large datasets. Preemptible Cloud TPUs are 70% cheaper than on-demand instances, making everything from your first experiments to large-scale hyperparameter searches more affordable than ever.

УДК 004.49

Maksym Chornobuk¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-210, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

CHALLENGES AND RISKS OF THE SMART HOME

A smart home is a residence that uses connected devices to enable remote monitoring and management. These devices are connected with each other and can be accessed through one central point – a smartphone, tablet, laptop or a special hub. Door locks, televisions, thermostats, home monitors, cameras, lights, and even appliances such as the refrigerator can be controlled through one home automation system. The system is installed on a mobile or other networked device, and the user can create time schedules for certain changes to take effect.

Nowadays smart home technologies are developing with increasing speed as more and more people begin to use them. But, as any other technology, it should not come at the cost of safety and security. Here is the review of the most widespread security risks in this sphere.

Targeted Attacks are one of the most common security breaches. Smart-home devices contain a huge amount of personal information, from person's birth date to credit card details, that cybercriminals can steal via hacking if the IoT devices have software vulnerabilities. Hackers can use stolen data for misleading or blackmailing. To avoid becoming a cyber victim, do not share financial information, such as bank details, with smart devices, and always keep your devices' software updated.

Identity theft happens when hackers infiltrate the database of a smart-device company to pilfer the data of all its users. The data of thousands of users of certain smart devices can be stolen. Digital thieves can then apply for credit cards using or take out a mortgage using exposed users' information. Always care about the safety

of your online banking operations. Share minimal personal information with smart devices and regularly monitor your credit report for negative changes.

The lack of user's attention to authentication security often becomes a cause of security breach. Too often, IoT hubs that connect all the smart devices on the network are secured with just a weak password, instead of safe two factor authentication. This security lapse allows clever hackers to easily penetrate and gain access to the hub and tamper with it and other smart devices in smart home. Two factor authentication together with complex, unique passwords should always be used.

New technologies require new approaches to security maintenance. The smart home technologies will be developing and we will face new security challenges in future. Be always aware of digital security threats and follow all recommendations, so you can safely enjoy new technologies.

УДК 004.032.8

Mariia Chernyavska², Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-220, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE NEXT GENERATION CONSOLES

The next generation of video game consoles is now here. Sony and Microsoft released the PlayStation 5 and Xbox Series X and Series S both in November 2020 during Covid-19 lockdown. Despite this strange and scary pandemic crisis, the audience of console gamers is gaining momentum because people have more free time working at home.

Since the start of the 21st century, the battle between Microsoft and Sony has been a hotly contested one. Now we can see a new chapter in an ongoing face-off between them. PlayStation 5 and Xbox Series X and Series S are considered to be their highly anticipated next-generation systems. In reality, they continue the trend from the eighth generation with overall general improved computational performance, graphical output, and strong backward compatibility support to minimize the disruption of upgrading to the new platform.

Here is an overview of the next-gen consoles features.

The PS 5 is big, fast, and powerful console, with a 4K/HDR-capable GPU and an SSD that loads games at lightning speed. The greatest thing about PlayStation 5 is the revolutionary DualSense controller. The gamepad's top holds two sets of bumpers and triggers. This is where one of the DualSense's big upgrades is found: adaptive triggers. The L2 and R2 triggers do not just have a vibration response, but also variable resistance that alters the pull's length and feel. This new feature and vibration contribute to the controller precise, accurate haptic feedback. The

controller produces vibrations of varying strengths across the gamepad's surface, creating specific sensations for different situations.

The Xbox Series X stands at the top of the ladder in terms of power and features, with 4K, HDR graphics, impressive performance, and incredibly fast load times thanks to its Zen 2 CPU, RDNA 2 GPU, and SSD storage. Unlike PS5, the new Xbox Wireless Controller included with the Xbox Series X isn't much different from the one you get with the Xbox One systems. Microsoft sells more affordable Xbox Series S for \$299.99. It lacks an optical drive, but on top of that its SSD is half as large at 512GB, and its GPU has a quarter of the power at 4 TFLOPs.

Comparing these two next-generation consoles, it is really hard to choose. They have the same price, really similar power characteristics and both have backward compatibility. Earlier, choosing between a console meant weighing specs. This time, picking between the Xbox Series X or PlayStation 5 will be less about hardware and more about Microsoft's and Sony's philosophies about this generation of consoles.

УДК 004.491

Marharyta Stichuk¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-220, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

DEVELOPMENT TRENDS IN CYBERSECURITY

The year 2020 was without a doubt one of the most consequential and transformational in recent memory: a global pandemic, economic shocks impacting millions of people's lives, and social and political unrest.

As per the World Economic Forum's Global Risks Report 2021, cyber risks continue ranking among global risks. The COVID-19 pandemic has accelerated technological adoption, yet exposed cyber vulnerabilities and unpreparedness. Cybercrime's attack surface has increased because of the switch to home working.

Common types of cyber-attacks are as follows:

1. malware (malicious software, including spyware, ransomware, viruses, and worms);
2. phishing (fraudulent communications that appear to come from a reputable source, usually through email);
3. man-in-the-middle attack (MitM, occurs when attackers insert themselves into a two-party transaction);
4. denial-of-service attack (DDoS, floods systems, servers, or networks with traffic to exhaust resources; as a result, the system is unable to fulfill requests);

5. a Structured Query Language (SQL) injection (occurs when an attacker inserts malicious code into a server that uses SQL and forces the server to reveal information it normally would not);

6. a zero-day exploit (hits after a network vulnerability has announced but before a patch or solution has implemented; attackers target the disclosed vulnerability during this window of time);

DNS Tunneling (utilizes the DNS protocol to communicate non-DNS traffic over port 53). They can be used to masking outgoing traffic as DNS, concealing data that has typically shared through an internet connection. For malicious use, DNS requests are used to filter data from a hacked system to the attacker's infrastructure. It can also be used for command and control callbacks from the attacker's infrastructure to a hacked system.

So far this year, we have seen some big-name companies, with supposedly first-class security, become victims: World Health Organization, Twitter, Zoom, Magellan Health, Marriott International, MGM Resorts, SolarWinds.

IBM Security X-Force drew on billions of data points collected from their customers and public sources between January and December 2020 to analyze attack types, infection vectors, and global and industry comparisons. The following are some of the top findings presented in the X-Force Threat Intelligence Index:

1. 23% Ransomware share of attacks. \$123 million+ estimated profits from top ransomware.

2. 35% Scan-and-exploit share of top infection vectors. #2 Manufacturing rank in top attacked industries.

3. 49% ICS-related vulnerability growth rate, 2019-2020.

Top 3 attack types are:

1. Ransomware (23% of attacks)

2. Data theft (160% increase since 2019)

3. Server access (233% increase since 2019)

Top 3 initial attack vectors include

1. Scan-and-exploit (35% of attacks vs. 30% in 2019)

2. Phishing (33% of attacks vs. 31% in 2019)

3. Credential theft (18% of attacks vs. 29% in 2019)

Security Trends for 2021 are the following:

1. Rise of Automotive Hacking

2. Integrating AI with Cyber Security

3. Mobile is the New Target

4. Cloud is Also Potentially Vulnerable

5. Data Breaches: Prime target

6. IoT with 5G Network: The New Era of Technology and Risks

IS ARM CPU GOING TO REPLACE X86?

The ARM architecture is nothing new because mobile phones and embedded devices have used mostly it almost since the start of the smartphone era. However, since Apple has decided to twist its equipment and to replace the x86 architecture with ARM, nowadays it is on the lips of all hardware enthusiasts. Seeing that Apple is the one who always sets trends, people are wondering if ARM CPUs going to replace x86.

Someone could question this because it sounds as if mobile CPUs could replace PCs. Will ARM architecture be good enough to replace x86? Apple Silicon M1 processor answer this question itself, which runs faster than desktop Intel CPUs and nearly as fast as AMD's Ryzen 5000 series, the current performance crown. It is custom silicon, which makes Apple Macbooks the current fastest laptops in the world.

Firstly, it is highly interesting if the ARM can do the same task as x86. Actually, the answer is 'yes' as ARM could do the same assignments, but it has some very important nuances that involve the "in what way", and especially the "in how long" (in terms of performance) as the x86 architecture is massive and has more than a thousand instructions, some of which are very complex. This approach is called Complex Instruction Set Computing (CISC). While ARM's RISC (Reduced Instruction Set Computing) philosophy is much simpler, and intentionally so. The design goal here is to build simple designs that are easy to manage, with a focus on power efficiency, too. However, today this comparison is becoming pointless as both design approaches copy and use the best parts of each other.

As a result, an ordinary user, who uses a laptop for web surfing, photo and video editing and works with a huge amount of files, would not notice any difference. Nevertheless, there is one for those people who use old applications that were meant for x86 because they need to be recompiled to run on ARM as well. Thus, it should be born in mind that all the software must be adapted or ported, and this is something that not all companies can do, nor all companies can afford. It is something that currently has no viability, not even in the medium term; in the long term, it is something that could happen, but we cannot expect it soon. However, even that can usually run through x86 emulation, which Windows is starting to support.

For developers, there are a lot of differences in how applications get compiled, but these days, most compilers do a good job of supporting the major instruction

sets, and you will not have to make any changes to get it compiling for multiple platforms.

However, the point of changing x86 to ARM architecture is mainly all about speed. ARM and x86 are both instruction sets, which are a list of micro-code “programs” that the CPU supports. CPUs execute operations sequentially, like a machine given a list of tasks to do. Each instruction is known as an opcode, and architectures like x86 have a lot of opcodes. That is why x86 is known as a “Complex Instruction Set,” or CISC.

These architectures generally take the design approach of packing a lot of stuff into a single instruction. While RISC basically does away with complex multi-part instructions. Each instruction mostly can execute in a single clock cycle. As CPUs need to load all their instructions from RAM and execute them as fast as possible. It turns out it is far easier to do that when you have many simple instructions versus a lot of complex ones. The CPU runs faster when the instruction buffer can be filled up, and that is a lot easier to do when the instructions are smaller and easier to process. Which makes ARM much faster in daily use.

To sum up, is ARM CPU going to replace x86? Mostly yes, especially on laptops. But this is not to say that x86 will die off anytime soon, it will still have its consumers, for instance, mainframe which does not need high speed. But we should not neglect the benefits of RISC architectures, which is the way of the future.

УДК 004.8

Oleksandr Alekseev¹, Natalia Zhukova²

¹student of group CST-210, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTONOMOUS VEHICLES: BENEFITS AND CHALLENGES

Autonomous driving is one of the key application areas of artificial intelligence (AI). Autonomous vehicles are equipped with multiple sensors, such as cameras, radars and lidar, which help them better understand the surroundings and in path planning. These sensors generate a massive amount of data. To make sense of the data produced by these sensors, AVs need supercomputer-like, nearly instant processing capabilities. Companies developing AV systems rely heavily on AI, in the form of machine learning and deep learning, to process the vast amount of data efficiently and to train and validate their autonomous driving systems.

Autonomous vehicles can be classified in the main categories of artificial intelligence. The classification of these categories is still controversial - the definition of artificial intelligence is an ongoing discussion. In some cases, it is defined as the

ability to solve problems independently, in some as the ability to imitate human intelligence or human behavior and in others by the ability of ethical judgement equivalent to those of humans. Artificial intelligence can be classified into the following three sub-areas:

1. Weak Artificial Narrow Intelligence (ANI): Artificial intelligence that is on a par with human intelligence in specific areas or exceeds it. It is also referred to as weak AI.

2. Artificial General Intelligence (AGI): AGI is the term used to describe an artificial intelligence that is equal to human intelligence in all areas. It is also referred to as strong AI.

3. Artificial Super Intelligence (ASI): Artificial intelligence that exceeds human intelligence in all areas.

4. AI that is used in the self-driven cars belongs to the ANI.

The autonomous vehicle is projected to contain more lines of code than any other software platform that has been created to date. By 2020, the typical vehicle is expected to contain more than 300 million lines of code and will contain more than 1 TB (terabytes) of storage and will require memory bandwidth of more than 1 TB per second to support the compute performance necessary for autonomous driving platforms. A self-driving car's AI system requires a continuous, uninterrupted stream of data and instructions in order to make real-time decisions based on complex data sets.

Successful self-driving vehicles are present on the road today, however the success of many early vehicles is the result of repeatedly driving the same route consistently over many days, where they learn every detail of the route and generate high-resolution maps that are then used as a key part of the self-navigation system. With less reliance on the need to recognize the route, the attention of the autonomous computer can be paid to traffic, pedestrians and the other potential real-time hazards. This means that high-speed memory is the essential component of autopilot systems.

Despite all its benefits, this technology is still far from perfect or even complete. As an example of already existing autopilot systems there is Waymo company. They are using simulations to train their AI systems. Even with all gained experience, their autonomous vehicles are cannot be considered safer than a common car because Waymo's cars had been driven only 20 million miles and, according to statistics, there is 1 fatal accident for 100 million miles driven. Another example – Uber didn't even reach 20 million miles and already caused a lethal incident.

Thus, this technology still has a long way to go and careful consideration should be given to minimizing the risks that are still there when using AI in autonomous vehicles.

APPLICATION OF MACHINE LEARNING IN ROBOTICS

Artificial Intelligence (AI) is set to disrupt practically every industry imaginable, and industrial robotics is no different. The powerful combination of robotics and AI or machine learning is opening the door to entirely new automation possibilities. In particular, deep learning methods have brought about significant improvements in a broad range of robot applications, including drones, mobile robots, robotics manipulators, bipedal robots, and self-driving cars.

There are several areas of robotic processes that AI and machine learning are impacting to make current applications more efficient and profitable. The scope of AI in robotics includes: computer vision, imitation learning, self-supervised learning, assistive and medical technologies and multi-agent learning.

An influx of big data, i.e. visual information available on the web (including annotated/labeled photos and videos), has propelled advances in computer vision, which in turn has helped further machine-learning based structured prediction learning techniques, leading to robot vision applications like identification and sorting of objects. One offshoot example of this is anomaly detection with unsupervised learning, such as building systems capable of finding and assessing faults in silicon wafers using convolutional neural networks.

Imitation learning is closely related to observational learning, a behavior exhibited by infants and toddlers. It is also an umbrella category for reinforcement learning, or the challenge of getting an agent to act in the world so as to maximize its rewards.

Imitation learning has become an integral part of field robotics, in which characteristics of mobility outside a factory setting in domains like domains like construction, agriculture, search and rescue, military, and others, make it challenging to manually program robotic solutions. Examples include inverse optimal control methods, or “programming by demonstration”, which has been applied by Carnegie Mellon University and other organizations in the areas of humanoid robotics, legged locomotion, and off-road rough-terrain mobile navigators.

Self-supervised learning approaches enable robots to generate their own training examples in order to improve performance; this includes using a priori training and data captured close range to interpret “long-range ambiguous sensor data.” It has been incorporated into robots and optical devices that can detect and reject objects (dust and snow, for example); identify vegetables and obstacles in rough terrain. Autonomous learning, which is a variant of self-supervised learning involving

deep learning and unsupervised methods, has also been applied to robot and control tasks.

An assistive robot is a device that can sense, process sensory information, and perform actions that benefit people with disabilities and seniors (though smart assistive technologies also exist for the general population, such as driver assistance tools). Movement therapy robots provide a diagnostic or therapeutic benefit. Both of these are technologies that are largely (and unfortunately) still confined to the lab, as they're still cost-prohibitive for most hospitals in the U.S. and abroad.

Coordination and negotiation are key components of multi-agent learning, which involves machine learning-based robots that are able to adapt to a shifting landscape of other robots/agents and find “equilibrium strategies.” Examples of multi-agent learning approaches include no-regret learning tools, which involve weighted algorithms that “boost” learning outcomes in multi-agent planning, and learning in market-based, distributed control systems.

Robots combined to build a better and more inclusive learning model than could be done with a single robot depending on the concept of exploring a building, its room layouts, and autonomously edifice a knowledge base. This type of machine learning approach enables robots to compare datasets or catalogs, reinforce mutual observations and correct omissions. It will undoubtedly play a near-future role in several robotic applications, including airborne vehicles and multiple autonomous lands.

УДК 004.424

Danil Arkhypov¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-220, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

STRUCTURED PROGRAMMING

Structured programming (sometimes known as *modular programming*) is a programming paradigm that facilitates the creation of programs with readable code and reusable components. All modern programming languages support structured programming, but the mechanisms of support, like the syntax of the programming languages, varies.

Where modules or elements of code can be reused from a library, it may also be possible to build structured code using modules written in different languages, as long as they can obey a common module interface or application program interface (API) specification. However, when modules are reused, it's possible to compromise data security and governance, so it's important to define and enforce a privacy policy controlling the use of modules that bring with them implicit data access rights.

Structured programming encourages dividing an application program into a hierarchy of modules or autonomous elements, which may, in turn, contain other such elements. Within each element, code may be further structured using blocks of related logic designed to improve readability and maintainability. These may include “case”, which tests a variable against a set of values; “Repeat”, “while” and “for”, which construct loops that continue until a condition is met. In all structured programming languages, an unconditional transfer of control, or “goto” statement, is deprecated and sometimes unavailable.

The base composition of any type of structured programming includes three fundamental elements, sequencing, selection, and repetition.

Sequencing has to do with the logical sequence provided by the statements in the program. As they are executed, each step in the sequence must logically progress to the next without producing any undesirable effects.

Selection allows singling out any number of statements to execute in the program. These statements will contain certain keywords that can identify the sequence as a logically ordered executable. These terms are “if,” “then,” “endif,” or “switch.”

As a program proceeds, a select statement continues to be active until the program gets to the point where some other action needs to take place. The keywords include “repeat,” “for,” or “do...until.” The repetition factor dictates instructions to the program about how long to continue the operation before requesting further instructions.

Depending on the purpose and function of the program, the exact nature of structured programming will vary. For example, most forms of structured programming will have a single entry point but may have more than one exit point. In another form, called modular programming, the creation of modules within the overall structure of the program will interact with one another, depending on the type of code that is executed.

The advantages of structured programming are as follows:

1. It is user friendly and easy to understand.
2. Similar to English vocabulary of words and symbols.
3. It is easier to learn.
4. They require less time to write.
5. They are easier to maintain.

These are mainly problem oriented rather than machine based.

Programs written in a higher level language can be translated into many machine languages and therefore can run on any computer for which there exists an appropriate translator.

It is independent of the machine on which it is used i.e. programs developed in high level languages can be run on any computer.

The disadvantages of structured programming are the following:

1. A high level language has to be translated into the machine language by the translator and thus a price in computer time is paid.

2. The object code generated by a translator might be inefficient compared to an equivalent assembly language program.

Data types are proceeds in many functions in a structured program. When changes occur in those data types, the corresponding change must be made to every location that acts on those data types within the program. This is really a very time consuming task if the program is very large.

Let us consider the case of software development in which several programmers work as a team on an application. In a structured program, each programmer is assigned to build a specific set of functions and data types. Since different programmers handle separate functions that have mutually shared data types. Other programmers in the team must reflect the changes in data types done by the programmer in data type handled. Otherwise, it requires rewriting several functions.

Structured programming is a major paradigm that helps to develop a program using a set of modules or functions. Structured programming began the theoretical study of programming design. It forced programmers to approach programming from the conceptual point of view, making them design programs before they wrote code. It cleared up spaghetti code and forced the concept of correctness into the program.

УДК 004.8

Nikita Zuy¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-510, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

AI/ML APPLIED TO CYBERSECURITY

Cybersecurity is one of the multiple uses of Artificial Intelligence. A report by Norton showed that the global cost of typical data breach recovery is \$3.86 million. The report also indicates that companies need 196 days on average to recover from any data breach. For this reason, application of AI and machine learning (ML) to cybersecurity is essential.

Machine learning and Artificial Intelligence in cybersecurity is much more than a mere application of the algorithms. It can be used to analyze cyber threats better and respond to security incidents. There are a few other significant benefits of machine learning:

1. detecting malicious activities and putting end to cyber attacks;
2. analyzing mobile endpoints for cyber threats (Google is already using ML for this purpose);

3. improving human analysis – from malicious attack detection to endpoint protection;
4. automating mundane security tasks;
5. eliminating zero-day vulnerabilities.

Traditional security techniques use signatures or indicators of compromise to identify threats. These methods might work well for previously encountered threats, but they are not effective for threats that have not been discovered yet.

Signature-based techniques can detect about 90% of threats. Replacing traditional techniques with AI can increase the detection rates up to 95%. The best solution would be to combine both traditional methods and AI. This can result in 100% detection rate and minimize false positives.

While traditional vulnerability databases are critical to manage and contain known vulnerabilities, AI and ML techniques like User and Event Behavioral Analytics (UEBA) can analyze baseline behavior of user accounts, endpoint and servers, and identify anomalous behavior that might signal a zero-day unknown attack. This can help protect organizations even before vulnerabilities are officially reported and patched.

The purposes of a remote attack are to abuse and take touchy information from the framework or to harm by presenting a noxious computer program. Remote exploitation can happen in different ways.

Denial of service attack. Typically, a procedure to form the server inaccessible for clients by flooding the servers with untrue client demands. It makes a tremendous utilization spike which makes servers solidify and preoccupies them with a huge number of pending demands to continue.

DNS poisoning. DNS servers are frameworks that interpret human-memorable space names like facebook.com to compare numeric IP addresses. DNS frameworks are utilized to distinguish and approve assets on the web. Harming DNS servers fundamentally implies deceiving them to acknowledge misrepresented information beginnings as true and clients who are getting to those harmed DNS servers are diverted to locales that unwittingly download malevolent programs or infections into the framework.

Port scanning. Computer ports are utilized to send and get information. Port scanners can be utilized to distinguish vulnerabilities of information and pick up get to control computers by abusing those vulnerabilities.

Artificial Intelligence/Machine learning algorithms can be utilized to analyze framework behavior and recognize anomalous occasions that do not match the ordinary behavior. Algorithms can be prepared for different information sets so that they can track down a misuse payload in advance.

NEURAL NETWORKS AND DEEP LEARNING

A neural network is a series of algorithms that endeavors to recognize underlying relationships in a set of data through a process that mimics the way the human brain operates. In this sense, neural networks refer to systems of neurons, either organic or artificial in nature. Neural networks can adapt to changing input; so the network generates the best possible result without the necessity to redesign the output criteria. The concept of neural networks, which has its roots in artificial intelligence (AI), is swiftly gaining popularity in the development of trading systems.

Deep learning (also known as deep neural learning or deep neural network) is an AI function that imitates the workings of the human brain in processing data and creating patterns for use in decision making. Deep learning is a subset of machine learning in AI that has networks capable of learning unsupervised from unstructured or unlabeled data.

While traditional programs build analysis with data in a linear way, the hierarchical function of deep learning systems enables machines to process data with a nonlinear approach.

Deep learning is different from machine learning in the way each algorithm learns. Classical, or "non-deep", machine learning is dependent on human intervention to learn, requiring labeled datasets to understand the differences between data inputs. For example, if a person were to show you a series of images of different types of transport, he/she would label each picture with a transport type, such as "car," "motorcycle," or "bus." The machine learning model would train and learn based on the labelled data fed into it, which is also known as supervised learning.

"Deep" machine learning can leverage labeled datasets to inform its algorithm, but it doesn't necessarily require a labeled dataset; instead it can also leverage unsupervised learning to train itself. While supervised learning leverages labeled data, unsupervised learning uses unstructured, or unlabeled, data.

By observing patterns in the data, a machine learning model can cluster and classify inputs. Taking the same example from earlier, we could group pictures of cars, buses, and motorcycles into their respective categories based on the similarities identified in the images. With that said, a deep learning model would require more data points to improve its accuracy, whereas a machine learning model relies on less data given the underlying data structure. Deep learning is primarily leveraged for more complex use cases, like virtual assistants or fraud detection.

The “deep” in deep learning is referring to the depth of layers in a neural network. A neural network that consists of more than three layers – which would be inclusive of the inputs and the output – can be considered a deep learning algorithm.

Most deep neural networks are feed-forward, meaning they flow in one direction only from input to output. However, you can also train your model through backpropagation; that is, move in opposite direction from output to input. Backpropagation allows us to calculate and attribute the error associated with each neuron, allowing us to adjust and fit the algorithm appropriately.

Neural networks label data into classes by implicitly analyzing its parameters. For example, a neural network can analyse the parameters of a bank client such as age, solvency, credit history and decide whether to loan them money.

The algorithm has the ability to make predictions. For example, it can foresee the rise or fall of a stock based on the situation in the stock market.

Recognition is currently the widest application of neural networks. For example, a security system can use face recognition to only let authorized people into the building.

Deep learning and neural networks are useful technologies that expand human intelligence and skills. Neural networks are just one type of deep learning architecture. However, they have become widely known because neural networks can effectively solve a huge variety of tasks and cope with them better than other algorithms.

УДК 004.56

Denys Rybkin¹, Nataliia Zhukova²

¹student of group CST-520, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²PhD (Philology), assistant prof. National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE IMPORTANCE OF CYBER SECURITY IN EDUCATION SYSTEM

Cyber security is the protection of internet-connected systems such as hardware, software and data from cyberthreats. The practice is used by individuals and enterprises to protect against unauthorized access to data centers and other computerized systems from malicious attacks designed to access, alter, delete, destroy or extort them.

Implementing effective cyber security measures is particularly challenging today because there are more devices than people, and attackers are becoming more innovative. The speed of technological change results in new risks, requiring new solutions.

The education sector needs to secure its applications and systems and overcome any challenges that come in the way of cyber security. The sector is prone to Distributed Denial of Service (DDoS) attacks which are very common. In the past,

several instances of students or teachers performing a DDoS attack have surfaced with all kinds of motives right from demanding a day off to protesting against something. Other than that, there is data theft that can potentially affect all levels of education. Now at risk: financial data, personal data, enterprise data, educational data. This data can be wrongfully used to sell information or to extort money.

All the most popular social media platforms, such as Facebook, Instagram, Twitter, and LinkedIn are subject to various risks. The authenticity and accuracy of information in this virtual space can be disputed, so that children need to be equipped to protect themselves and take responsibility when facing cyber threats.

The Joint Information Systems Committee report identifies the following challenges:

1. lack of resources and budget (potentially pointing to the lack of finances to invest in cyber security, be it software or staff);
2. cultural issues (a 'Bring Your Own Device' culture is common in Educational institutions and can present difficulties in securing the wider network, particularly with IT staff already facing stretched resources);
3. absence of policy (setting out policies for using the network and making sure they're adhered to can be difficult in large institutions with a dynamic user population).

The challenges schools face in implementing cyber security education include lack of expertise, funding, and resources. Teachers need to enlarge and update their knowledge and expertise regarding cyberspace. Schools and government may lack resources and facilities to implement cyber security education. This is a major obstacle for teachers, as they lack access to learning materials and need to be sensitive to technological change.

In order to prevent cybercrimes in the educational context, it is necessary to provide basic training for all users (young people, teachers, parents). Special education courses must prepare pre-service teachers to design and teach cyber security topics and safe computing methods, the ethics of cyberspace, as well as the ways to keep themselves careful and secure online. Cyber Security awareness workshops are one of the best techniques that can promote cyber security education at schools.

What is more, the academic community and corporations need to team up. Knowing what corporations are looking for in an IT professional and what the company's needs are, the academic community will be able to come up with the curriculum that meets those needs and ensure that college graduates possess the knowledge, skills, and cyber security capabilities to handle the new challenges associated with the digital age.

BLOCKCHAIN AND HOW IT WILL CHANGE THE WORLD

There has been a lot of hype going around recently about bitcoin and other cryptocurrencies. It all started in 2008 when an anonymous developer or group of developers named Satoshi Nakamoto invented new electronic peer-to-peer cash system that had ability of conducting transactions without any government or banking system involvement which means that this system is decentralized. It has its own currency - digital token, Bitcoin.

Blockchain takes that model of ownership and decentralizes it. It gives the ownership, the power, and the voting rights to everyone, based on a distributed consensus model. No single authority can ever lock your funds, repossess what you own, or prevent you from transferring that property to somebody else. You are the only owner of your bitcoin wallet. With great power comes great responsibility: because of its decentralization no one is going to protect you if you lose access to your wallet or if your digital possessions get stolen by hackers.

Bitcoin is based on the system called “blockchain” which consists of blocks of data about transactions. Each block needs a special algorithm to be solved in order to be created. Users who solve these algorithms get bitcoin tokens in reward, this process is called “mining” and computers that are involved in mining are called “nodes”. Each block also contains data about the previous block, hence cannot be altered in the future. This system controls itself and it is surprisingly secure, because in order to alter information about transactions hackers need to get access to 51% of nodes, there are thousands of them around the world, so it is practically impossible. Even creators will not be able to make major changes to the system after it has been opened to public.

The blockchain is a decentralized database where all the transactions are stored and validated that has value. The value can represent anything at all, e.g. money, lands, jewels, etc. With blockchain technology, you can transact directly to its receiver, which indulges any third party. The impact of blockchain here is establishing peer-to-peer transactions rather than a client-server model.

Blockchain will change the world by getting rid of centralized control. Although the public blockchain system is autonomous, a private blockchain system does need authentication to function. But it can still reduce the level of centralized control.

Using the hash function and cryptography method, all the transactions are encrypted, and none can keep track of your transactions. One of the best things about blockchain is that it promotes transparency.

Blockchain will change the world by getting rid of corruption. As we are still operating on legacy network systems and paper-based documents, it is easy for fraudulent parties to alter them. But blockchains are completely immutable by nature. It is impossible to alter contents inside a block. If someone tries to tamper with it, all the nodes in the system will reject it instantly.

However, there is a number of challenges associated with blockchain.

51% attacks are among the most discussed ones. Such an attack may happen if one entity manages to control more than 50% of the network hashing power, which would eventually allow them to disrupt the network by intentionally excluding or modifying the ordering of transactions.

Despite being theoretically possible, there was never a successful 51% attack on the Bitcoin blockchain. As the network grows larger the security increases and it is quite unlikely that miners will invest large amounts of money and resources to attack Bitcoin as they are better rewarded for acting honestly. Other than that, a successful 51% attack would only be able to modify the most recent transactions for a short period of time because blocks are linked through cryptographic proofs (changing older blocks would require intangible levels of computing power). Also, the Bitcoin blockchain is very resilient and would quickly adapt as a response to an attack.

Another downside of blockchain systems is that once data has been added to the blockchain it is very difficult to modify it.

Blockchain uses public-key (or asymmetric) cryptography to give users ownership over their cryptocurrency units (or any other blockchain data). Each blockchain address has a corresponding private key. While the address can be shared, the private key should be kept secret. If a user loses their private key, the money is effectively lost.

Blockchains are highly inefficient. Since mining is highly competitive and there is just one winner every ten minutes, the work of every other miner is wasted. As miners are continually trying to increase their computational power, they have a greater chance of finding a valid block hash, the resources used by the Bitcoin network have increased significantly, and it currently consumes more energy than many countries, such as Denmark, Ireland, and Nigeria.

Blockchain ledgers can grow very large over time. The Bitcoin blockchain currently requires around 200 GB of storage. The current growth in blockchain size appears to be outstripping the growth in hard drives and the network risks losing nodes if the ledger becomes too large for individuals to download and store.

THE ECOLOGICAL PROBLEMS

The word “Ecology” comes from the Greek language and means “the study of the place we live in”. So, there is no person on Earth who is not affected by ecological problems.

However, at present times we have to face such ecological problems as acid rain, global warming, loss of rare species, ozone reduction, etc. Environmental problems have become one of the most urgent problems of modern society. More and more people suffer from air and water pollution. Every year world industry pollutes the atmosphere with tons of dust and other harmful things. As a result many species of animals and plants disappear forever, including fish and birds. Many large cities suffer from factory smog. Their activity pollutes the air, the water, the forests and the land.

As a result the level of harmful substances in the air also increases. Another problem which is worth mentioning is the tree cutting. Trees are a source of oxygen and clean air. So, by doing this people simply violate the biological balance.

Every day a big number of animals disappears. People kill animals for different aims: e.g. people hunt whales for their meat and oil, crocodiles for their leather and so on. And also animals are used for medical experiments. The seas are in danger. They are filled with poison: industrial and nuclear waste. If nothing is done about it, one day nothing will be able to live in the seas.

Speaking about the problems of pollution I can't help saying about the ecological problems of our country and city. Needless to say, that the main problem in our city is the pollution of air. In the district there are some heat stations and they also influence the condition of the air around. A lot of teenagers and adults are used to setting scrapes of paper, cigarette ends and another small-sized garbage down and don't think that these things decay, pollute the ground.

Fortunately, there are many ways to suspend these problems. If everybody starts caring about the planet we live on, many environmental problems can be solved. For example, if we start recycling paper and cardboard, we can save lots of trees. Of course, people can't stay indifferent to these problems. There are a lot of special organizations, which try to save our nature. The most important thing is, of course, to start acting immediately, otherwise we might have to face many global disasters.

PROGRAMMING LANGUAGES IN PROGRESS

Until the mid-1960s, computers were too expensive machines, used only for special tasks, and only performed one task at a time.

The programming languages of this era, like the computers on which they were used, were developed for specific tasks such as scientific computing. Since machines were expensive and slow, machine time was also expensive - so the speed of the program was in the first place.

However, during the 1960s, the price of computers began to fall so that even small companies could afford them; the speed of computers increased and the time came when the creators of programming languages began to think more and more about the convenience of writing programs, and not just the speed of their execution.

At the dawn of computerization, machine language was the only language that humans could not have invented by that time. To save programmers from the harsh machine programming language, high-level languages (i.e. non-machine languages) were created. "Small" (atomic) operations performed directly by machine devices were combined into "larger", high-level operations and whole structures which is much easier and more convenient for a person to work. So programming made a colossal breakthrough: new languages became a kind of connecting bridge between man and the machine language of a computer.

The progress of computer technology determined the process of the emergence of various new sign systems for writing algorithms (programming languages) and the development of the programming process as a whole.

The term programming means the process and art of creating computer programs using special programming languages.

Different programming languages support different programming styles.

The only language directly executed by a processor is machine language (also called "machine code").

At the heart of a programming language is some guiding idea that has a significant impact on the style of the corresponding programs.

Currently, the direction associated with the technology of creating software products is rapidly developing.

The process of a computer is to execute a program, that is, a set of well-defined commands in a well-defined order.

A programming language is a special language in which commands are written to control a computer.

In various programs, there are some quite often used command sequences that correspond to certain procedures for converting information. The effective implementation of such procedures is ensured by their design in the form of special macros and the inclusion of the latter in the programming language available to the programmer.

With the expansion of the fields of application of computer technology, it became necessary to formalize the presentation of the formulation and solution of new classes of problems.

Universal languages have been created for a wide range of tasks: commercial, scientific, modeling, etc.

The emergence of new technical capabilities set the task for system programmers - to create software tools that ensure the operational interaction of a person with a computer, they were called dialogue languages.

Non-procedural languages constitute a group of languages that describe the organization of data processed by fixed algorithms (tabular languages and report generators) and languages for communicating with operating systems.

The invention of a high-level programming language allowed us to communicate with a machine, it seems, even to understand it.

Perhaps it is the Java programming language, a very elegant and beautiful language, that will become the basis for the programming of the future. After all, it is Java that is equipped with the richest class library and at the same time is quite easy to learn.

The Java language, while more complex than shell languages, is immeasurably easier to learn than other programming languages such as C ++. Java differs from C ++ in its lightweight Java syntax.

УДК 539

Egor Bikbaev¹, Valentina Kuzmenko²

¹student of group CST-110, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

HISTORY OF ESPORTS IN UKRAINE

ESports is one of the most democratic sports. It is quite accessible without special equipment and to be physically active. You don't need to spend a lot of money to become a pro. According to statistics, just playing at home is impossible to break into big esports, you need to practice interacting with other players.

In the early 90s, when Ukraine was just beginning to become an independent consultant, no one knew about esports. And it was difficult to associate 8-bit Dendy with such a big word. The video games available to players in Ukraine were fairly

simple, cartridges were expensive, and salaries were low. But the story had a different continuation. From the eternal underground, esports has gradually turned into a serious business with huge winnings and turnovers. Few initially imagined that video games would become a huge lucrative industry, not only for game creators, but also for the players themselves.

In the early 2000s, the first esports organizations appeared. The first tournaments were held in small computer clubs, often in basements. And the prizes could be gaming devices or free time at the computer.

Tournaments with real prize money were infrequent and became a fan event. Only the strongest teams in the region could win at such tournaments.

Only since the 2010s has eSports really started to develop in Ukraine. The release of Dota 2, CS: GO (Counter Strike: Global Offensive), League of Legends games aroused interest not only among millions of players, but also sponsors.

The first large-scale cybersport tournament in Ukraine took place in 2010, when the Kiev Cybersport Arena opened. And since 2012, cyber competitions have been regularly held at the StarLadder playground. In 2018, its own cyber arena appeared in Dnipro.

In 2010, the first serious cyber successes appeared in Ukraine: the Ukrainians won \$ 1 million at the international Dota 2 tournament. The team's prize winnings impressed even the biggest skeptics. It became clear that you can make money on eSports.

Now in Ukraine, cybersport tournaments with prize funds of hundreds of thousands of dollars are regularly held. And participation in international competitions allows you to claim millions of winnings.

Cyber tournaments gather an audience comparable in scale to a concert by a famous star or a football match. For example, the final of The Kiev Major brought together the full Ukraine Palace. And the final of the recent WePlay! Bukovel Minor 2020 was broadcast in cinemas in 6 cities of Ukraine.

Moreover, thanks to sponsorship, the practice of regular salaries for cyber-sportsmen has developed. This allows you to focus on honing your skills in your chosen cyber discipline and attract more and more spectators' attention during tournaments.

For a beginner esports player, the salary can be \$ 500-1000. For a player of the "second echelon" - \$ 3-4 thousand. For pros from a well-known cyber team from \$ 6 thousand to \$ 30 thousand.

The capital of Ukraine is already claiming the status of an international cyber-sport city: Kiev has officially applied to host the largest global Dota 2 tournament The International 2021. And this is not at all like the previous games in small computer clubs.

In conclusion, I would like to say that cyber tournaments gather an audience comparable in scale to a concert of a famous star or a football match.

NUCLEAR ENERGY AS THE CLEANEST SOURCE

Over the past 20 years, the volume of clean energy has doubled. This is energy obtained from environmentally friendly sources – hydropower, nuclear, solar, wind, geothermal, tidal, biomass energy. However, its share in the total volume of produced energy remained the same and even decreased slightly – from 36% in 1999 to 34% in 2020. The fact is that the fossil fuel industry is growing faster than the clean energy industry. Many poor countries still use wood, dung and coal as their main fuel.

It is difficult to make nuclear energy even safer than it is now. According to a study by one of the largest medical journals, the Lancet, nuclear energy is the safest of all other sources of energy. It is safer than wind turbines and solar panels.

Wind. You put up a farm of wind turbines – and here it is, pure energy! True, but for this it is necessary to allocate an open space for the farm, where the winds constantly blow. It is okay, if you have a good place near the city (or maybe, you were going to set up a park or a plantation there). However, what if there is no such place? Can you provide a reliable supply of energy? Of course not. No wind, no energy. The power of the windmill is proportional to the third power of the wind speed – the wind speed has dropped by half, the power of the windmill by eight.

The sun. Looks good too. You put on panels – you get energy. This is, of course, if the weather is good in your area. But again, let's determine if you can provide a reliable supply of energy. Not unless you are in Atacama. Unfavorable weather conditions leave the city without electricity.

For a person living in a large city like London, Berlin or New York, the risk of death increases by 2.8% from air pollution alone. For those who live next to smokers – by 1.7%. For the liquidators of the Chernobyl accident, who received a radiation dose of 250 millisieverts, it increased by 1%.

By comparison, fuel energy creates uncontrolled waste in the form of greenhouse gas emissions – 7 million people die from them a year. Therefore, the reduction of fuel energy in favor of nuclear energy has already saved the lives of 1.8 million people.

What about waste? Waste from nuclear energy is scarce. If you take nuclear waste from the entire history of the United States and fill a football stadium with it, its height will be only 6 meters. Waste is stored in special insulated containers and is constantly monitored. In addition, developments are now underway to use nuclear waste as fuel.

What about nuclear weapons? There are no examples of how countries with a nuclear industry suddenly began to develop nuclear weapons. In fact, the opposite is happening. It turns out that the only known way to get rid of a large number of nuclear weapons is to use plutonium from warheads as fuel for nuclear power plants.

What do we have? All alternative sources fundamentally suffer from the following problems:

(a) they do not guarantee the required power; many do not guarantee at least some minimum power at all;

(b) they require the transfer of vast suitable areas for a farm / reservoir; however, there is usually no choice where to place the farm;

(c) they scale poorly or do not scale at all.

What does nuclear power provide us with?

(a) an absolutely predictable and reliable source of energy – how much MW you need, so much is put into the project;

(b) a highly scalable power source; there is not enough power – build another power unit. At the same time, there is usually no need to build a new farm – a new power unit is being built within the framework of the existing NPP complex and does not consume additional space.

Nuclear energy is a growing industry that offers efficient energy options to businesses and families across the world. With continuous efforts to advance technologies, nuclear energy will become more safer and efficient than it ever has before.

УДК 608.4

Danyl Burlay¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-418a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ELECTRONICS IN MEDICINE

In an age of electronic engineering, we are using electronics for different applications in medical electronics, by means of which we are able to modify the human medical treatment. Non medical professionals may also observe the health problems using easy medical electronic devices. These applications have made medical field very simple and allow perfect identification of different diseases. Medical electronics finds cures for almost all diseases that we know for today and recommends treatment of these diseases. By using medical electronics all the doctors and surgeons can do medical examinations and operations in a very smart way. Medical electronics provides sophisticated equipment with precision. Medical electronic professionals are people who know how to operate these medical electronic applications.

Without medical electronics, it would be difficult for doctors to identify particular diseases which people suffer from.

The first example of technology in medicine is the blood gas analyzer. It is used to determine the pressure of chemical elements like carbon monoxide, nitrogen, oxygen in human blood. By analyzing the results we are able to understand if there is any infection in blood. With the help of results we are also able to determine if there is any disorder when we feel sick. Blood collected from a person is fed into the chemical device strip that has particle selective electrodes. Using the device amplifiers and analog electronic device, the results will be shown digitally with ADC for a microcontroller. Then the output will be displayed on the digital display module in millimeters of mercury (mmHg) .

The second example of great technologies is blood glucose monitor. Blood glucose monitor is used to calculate glucose level for diabetic patients. Blood glucose monitor works as follows: a little drop of human blood is placed on the special chemical strip, the strip has sensors to live content of various chemical components, within seconds it calculates the amount of glucose in blood and displays the result on a LED display. It is really helpful to keep sugar levels less pricey and with a straight forward approach. It is a huge relief to all diabetic patients.

Electronic cardiac monitor is also worth mentioning. It is used in all medical electronic applications. This medical electronic device is used to show the electric current and pressure in the cardiac system. By applying specific electrodes to various parts of the body we can get ECG of the cardiac system of our heart. It will observe sporadic activity within the cardiac system and identify heart issues. It is used throughout medical treatment and especially in surgery.

Defibrillator is of no less interest. It is used in emergency conditions like heart attacks. It affects the rhythm of the heart such as ventricular fibrillation, cardiac arrhythmia and pulseless ventricular tachycardia. Defibrillator works in the following way: when the electric shock reaches the heart, it causes depolarization of the muscles of the heart and regenerates normal conduction of the electrical pulse of the heart. There are different types of defibrillators, including implanted, trans venous and external ones.

And the last example of great technologies in medicine is a MRI. The medical resonance imaging technique is used in radiology, to review inner parts of the body. It uses strong magnetic fields to make figures of the body. Magnetic resonance imaging includes a huge selection of applications in diagnosing. Magnetic resonance imaging has an impact on identification and curing in several specialties, though the effect on improved health is unsure.

So, electronics has long made an undeniable and valuable contribution to the field of medicine. New medical electronic devices are based on available medical knowledge combined with technologies available in the electronics field. Electronics

in medicine has a wide range of applications, from diagnostics to therapy, always aiming to provide new tools to improve the well-being of the population.

УДК 621.313

Oleksandr Bezrodnyi¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-418a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ALTERNATING CURRENT GENERATOR

Electric current is generated in generators – devices that convert energy of one kind or another into electrical energy. Generators include galvanic cells, electrostatic machines, thermopiles, solar panels, etc. The scope of each of the listed types of electricity generators is determined by their characteristics. So, electrostatic machines create a high potential difference, but are unable to create any significant current in the circuit. Galvanic cells can provide a high current, but their duration is short. Electromechanical induction generators of alternating current play a predominant role in our time. In these generators, mechanical energy is converted into electrical energy. Their action is based on the phenomenon of electromagnetic induction. Such generators have a relatively simple design and allow high currents to be obtained at a sufficiently high voltage.

There are many types of induction generators currently available. But they all consist of the same basic parts. This is, firstly, an electromagnet or permanent magnet that creates a magnetic field, and, secondly, a winding in which an alternating EMF is induced. Since the EMF induced in series-connected turns is added, the amplitude of the induction EMF in the frame is proportional to the number of turns in it. It is also proportional to the amplitude of the alternating magnetic flux through each turn. To obtain a large magnetic flux, a special magnetic system is used in the generators, consisting of two cores made of electrical steel. The windings that create a magnetic field are placed in the slots of one of the cores, and the windings in which the EMF is induced are placed in the slots of the other. One of the cores (usually inner), together with its winding, rotates around a horizontal or vertical axis. Therefore, it is called a rotor. The fixed core with its winding is called a stator. The gap between the stator and rotor cores is kept as small as possible. This ensures the highest value of the flux of magnetic induction. In large industrial generators, an electromagnet rotates, which is a rotor, while the windings, in which the EMF is induced, are laid in the stator slots and remain stationary. The fact is that it is necessary to supply current to the rotor or remove it from the rotor winding into the external circuit using sliding contacts. For this, the rotor is equipped with slip rings attached to the ends of its winding. Fixed plates – brushes – are pressed against the rings and

connect the rotor winding with the external circuit. The strength of the current in the windings of the electromagnet, which creates a magnetic field, is much less than the strength of the current given by the generator to the external circuit. Therefore, it is more convenient to remove the generated current from the stationary windings, and to supply a relatively weak current to the rotating electromagnet through sliding contacts. This current is generated by a separate DC generator (exciter) located on the same shaft. In low-power generators, the magnetic field is created by a rotating permanent magnet. In this case, rings and brushes are not needed at all. The appearance of an EMF in the stationary stator windings is explained by the appearance of a vortex electric field in them, generated by a change in the magnetic flux during the rotation of the rotor.

The modern electric generator is an imposing structure made of copper wires, insulating materials and steel structures. With dimensions of several meters, the most important parts of the generators are manufactured with millimeter precision. Nowhere in nature is there such a combination of moving parts that could generate electrical energy just as continuously and economically.

УДК 621.38

Daniil Kolisnyk¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-418a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE ROLE OF INDUSTRIAL ELECTRONICS IN MODERN SOCIETY

The development of physical electronics, the discovery of new physical phenomena, and the establishment of their qualitative and quantitative regularities stimulate the development of electronic technology. On the basis of these discoveries, it is possible to:

1. create fundamentally new devices (gas and solid-state lasers, semiconductor devices with charge coupling, surface acoustic waves, optoelectronic devices, etc.);
2. develop advanced technological processes for the production of devices (ion-plasma doping of semiconductors, laser processing of thin films, electron lithography, X-ray lithography, etc.), which significantly improve the parameters of devices and solve the fundamental problem of modern electronic technology – maximum microminiaturization and a high degree of integration of solid-state devices;
3. expand and deepen the understanding of the physical processes in electronic devices, which allows developers of electronic devices and systems to reasonably choose the element base and operating modes of devices.

Physical electronics encourages the development of not only its own material base-electronic technology, but also a number of other technical areas. In particular,

the achievements of physical electronics have opened up fundamentally new ways in the field of energy. These include the conversion of solar energy into electrical energy, the direct conversion of thermal energy into electrical energy in MHD generators and thermal emission converters, the transmission of electricity over long distances by direct current transmission lines with a voltage of more than a million volts, etc.

Employees who are engaged in the installation of telecommunications equipment, very often need adapters in their work, which significantly make the installation process easier. Every day, the demand for electrical equipment is growing more and more, which is increased by consumers themselves, because their number is becoming more and more every day. In addition, any hostess in her kitchen will certainly use electrical appliances, the choice of which must be taken seriously.

The role of electronics in modern science and technology is huge. It is rightly considered a catalyst for scientific and technological progress. Without electronics, neither progress in the exploration of space and the ocean depths, nor the development of nuclear energy and computer technology, nor the automation of production, nor radio broadcasting and television, nor the study of living organisms is unthinkable. Based on the achievements of electronics, the industry is developing, producing electronic equipment for various types of communication, automation, television, radar, computer technology, process control systems, lighting, infrared technology, X-ray technology, etc.

УДК 608.4

Ivan Dikushar¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-418a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE FUTURE BELONGS TO ROBOTS

A robot is a programmed machine that can perform a number of actions, and in most cases autonomously. The robot can independently carry out production and other operations, partially or completely replacing human labour, while communicating with the operator, receiving commands.

In information technology, "robots" may also mean some autonomous programs, such as bots or search robots. The development of robotics will largely depend on related areas: the science of materials and advances in computer technology.

There are such basic types of robots as: industrial robots, medical robots, household robots, security robots, battle robots, robot scientists, robot teachers. Robots are already bringing enormous benefits to humanity. Machines can do any job

many times better than humans can, which is proven by the latest advances in robotics. For example:

1. Da Vinci SP Intuitive Surgical Platform, which is capable of inserting three instruments into the body through a single 2.5 cm tube, gives a whole new meaning to minimally invasive surgery.

2. Artificial Muscle is a self-healing, hydraulically reinforced actuator. In an effort to find a way to power soft robotics, last year scientists of University of Colorado developed a series of extremely inexpensive artificial muscles capable of lifting 200 times their own weight and even healing themselves.

3. Self-assembled nanoscale DNA robot which is a piece of tightly bound DNA molecules created to act as a manipulator and is attached to the base of the DNA using a flexible joint. Because the DNA carries charge, they were able to make the arm rotate like the hand of a clock, applying voltage and changing direction by changing the voltage. It is hoped that this hand can eventually be used to craft materials piece by piece at nanoscale.

And simpler, but no less useful is the winged robot DelFlyRobotics that not only borrows from biology – it sometimes pays back debts. The new winged robot designed by Dutch engineers to mimic a humble fruit fly did just that, showing how animals perform their maneuvers while dodging predators. After almost 20 years of hiatus, the robotic dog Aibo by Sony is back, and this time with some very interesting updates. In addition to improving its appearance, the new robot pet takes advantage of artificial intelligence, better understands the environment and commands, and develops a unique character through interaction with its owner.

Nowadays there is a focus on two promising materials: gallium nitride (GaN), which can successfully replace silicon for transistor manufacturing; and graphene, a super-thin and super-strong material from which it is possible to produce actuators for robots, new batteries and much more.

No less important are new sources of energy, technologies for its collection and storage, for example, the improvement of the current lithium batteries, the creation of new batteries based on hydrogen, etc. Also, we must not forget about alternative, renewable energy sources. Finally, a technology can be implemented to remotely recharge robots, for example, from energy sources built into the floor or walls.

Interaction between robots and people is also possible. We are talking about unmanned traffic management systems. To avoid incidents and accidents, transport robots must have a channel of communication with both humans and each other.

As you can see, robots can not only replace a person with a robot, help achieve rapid and significant progress in all branches of science, but also simplify our life, make it easier, and even more fun. Adhering to the following trends in the development of robotics will enable humanity to preserve the ending natural resources and many human lives.

WHAT IS COMPLETE SWITCHGEAR, ITS APPLICATION, ADVANTAGES AND NECESSITY IN OUR LIFE

Complete switchgear (CS) is a device that operates for receiving and distribution of electrical energy.

It consists of cabinets and connecting elements (e.g. conductors), which are supplied as separate cubicles or in blocks consisting of several cubicles, assembled or prepared for installation.

CSs are fully manufactured at factories: which means they are only mounted on site.

These switchgears meet the requirements of industrialization of power construction to the fullest; therefore they are currently becoming the most common form of switchgear design.

At the same time, mixed-type switchgears are also widely constructed, partly as prefabricated and partly as complete.

Complete switchgears can be used for both indoor and outdoor installation (in the latter case, they are called CSO). CSs are widely used when a tight placing of the switchgear is required.

Particularly, switchgears are used at power plants, urban substations, for powering oil industry facilities such as oil pipelines, drilling rigs, and in ships' power consumption schemes.

Prefabricated chambers of one-sided service (PCOS) are separately distinguished among switchgear cabinets.

One-sided service allows you to place PCOS right to the wall or back walls to each other, which saves space that is important in the high density of constructing areas.

The application of complete switchgears is the basis for industrialization of construction and installation work in the construction of power plants, transformer substations and electrical devices of industrial enterprises.

Complete switchgears have the following main advantages: a significant reduction of the volume of construction and installation work and a reduction of their execution time; significant savings in labor costs; improvement of quality of electrical devices and increase in reliability and safety of their maintenance and reduction of operating costs.

They also provide the convenience and speed when expanding and renovating; mounting and supply in production of construction and installation work is simplified and the scopes and design times are reduced.

So, I believe that the creation of CS is a very important event in the world of the electric power industry. Moreover, CS in our time is an irreplaceable electrical apparatus, as it greatly simplifies the work of electrical substations, power plants and other enterprises.

УДК 62-97/-98

Iryna Demidenko¹, Olena Sivachuk²

¹student of group E-419a sp, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

RADIATION SYSTEM. AIR CONDITIONER AND WATER HEATER INDEPENDENT OF ELECTRICITY

According to one of the reports from the University of Berkeley, 700 million air conditioners will be installed in the world by 2030, and this figure will reach 1.6 billion by 2050. In terms of electricity consumption and greenhouse gas emissions, this is comparable to the emergence of several new countries in the world.

80% of air conditioners contain R22 freon, which contains hydrofluorocarbons (HFCs). According to scientists, this freon has a destructive effect on the ozone ball and contributes to global warming.

In order to reduce this effect, in 2016, 200 countries from all over the world signed agreements on the replacement of R22 freon with three-component freon 407 and two-component R 410a in the production of air conditioners.

To maximize the effect, researchers are exploring how to use a passive turbo-charged cooling technology known as radiation cooling or sky cooling with sun-screen nonmaterials that radiate heat from the rooftops of buildings.

A new study by engineers at the University of Buffalo describes a unique radiation cooling system that:

1. does not use toxic substances;
2. reduces the temperature inside the test system outdoors in direct sunlight by more than 12 degrees Celsius;
3. uses solar energy to heat water up to about 60 degrees Celsius.

The system tested was only 70 centimeters squared and could be extended to cover roofs to reduce society's reliance on fossil fuels for cooling and heating.

The system consists of two mirrors made of 10 very thin layers of silver and silicon dioxide arranged in a "V" shape. These mirrors absorb incident sunlight, converting solar energy from visible and near infrared waves into heat. Mirrors also

reflect mid-infrared waves from a "radiator" which then reflects the heat they carry into the sky.

Such a system can store the effects of solar heating and radioactive cooling in one system without the need for electricity. This is an opportunity to preserve the ecosystem and help communities with limited access to electricity.

УДК 629.331.5

Dmytro Maslov¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-417a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

HYBRID VEHICLES: NOTHING BUT BENEFITS OR JUST ANOTHER COMPROMISE SOLUTION?

Hybrid cars are becoming more popular and more common. Basically, a hybrid car is one that uses two or more engines, i.e. an electric motor and a conventional engine (either petrol or diesel). The electric engine powers the car at lower speeds, and the gas engine powers it at higher speeds. A hybrid car, like Toyota Prius and Civic Hybrid, not only conserves fuel but also produces less CO₂ emissions.

Though hybrid vehicles are now growing in popularity still few people are actually using them mainly due to the lack of knowledge of how hybrid vehicles work and whether they are as good as other gasoline-powered vehicles. While the technology has existed since the early 1900s, it has only been in the past decade or so that the price of their manufacturing has brought them into the range of possibility for the average driver.

First of all, let's figure out how the hybrid-electric vehicle works. Hybrid-Electric Vehicles (HEVs) combine the advantages of both the internal combustion engine or gasoline engines and electric motors that use energy stored in batteries. The key areas of performance are regenerative braking, dual power sources, and less idling.

Now, let's move to some features of HEVs and start with the regenerate braking. A hybrid electric vehicle cannot be plugged in for the battery to charge. The battery is charged with the help of regenerative braking and by the internal combustion engine. It helps to transform kinetic energy produced by the moving car into electrical energy stored back into the batteries. The electric motor powers the vehicle as well as resists its motion. When you apply brakes to slow down, this resistance slows down the wheel and simultaneously recharges the batteries.

The next feature is dual power. Depending on driving circumstances, power can come from either the engine, motor or both. The electric motor is in use at low speeds. When you pick up the speed, your combustion engine kicks in. Afterward,

the electric battery recharges itself using the combustion engine. The electric motor also provides additional power to assist the engine in accelerating or climbing.

When the vehicle comes to a stop, it automatically shuts off the engine and restarts it when the accelerator is pressed down. The battery not only power auxiliary loads, but it also reduces engine idling when it stops. These features altogether result in better fuel economy without hampering performance. A hybrid car is best defined as a vehicle that has an engine that can switch between fossil fuel and an alternate fuel source.

Let's consider advantages of HEVs. First of all, one of the biggest advantages of a hybrid car over a gasoline-powered car is that it runs cleaner and has better gas mileage, which makes it environmentally friendly. Secondly, HEVs are made up of lighter materials, which means less energy is required to run. The engine is also smaller and lighter, which also saves much energy.

Furthermore, the electric motor assists the internal combustion engine in case of accelerating, passing or climbing a hill. Hybrid vehicles can be driven entirely with electricity. This usually happens while moving at low speeds, when the engine is idling at a stoplight or when the engine starts up.

However, there is nothing perfect in our world and everything has some disadvantages.

To begin with, the combined power of both is often less than that of a gas-powered engine. It is, therefore, suited for city driving and not for speed and acceleration. Secondly, extra weight results in fuel inefficiency and manufacturers cut down weight, which has resulted in motor and battery downsizing and less support in the suspension and body.

Third serious drawback is higher maintenance costs. The presence of a dual engine and continuous improvement in technology make it difficult for mechanics to repair the car and maintenance cost is also much higher. It is also difficult to find a mechanic with such expertise.

The biggest drawback of having a hybrid car is that it can burn a hole in your pocket. Hybrid cars are comparatively more expensive than a regular petrol car and can cost \$5000 to \$10000 more than a standard version.

To sum up all above, a hybrid car is an interesting compromise solution for those who prefer calm city driving style, for those people who need a car just to take them from point A to point B. It would be nice for people who care about environment and want to try something new and unusual, to get new, unique experience. A hybrid car is definitely an interesting thing to try, especially if you have an everyday car and want to buy it as a second one.

However, if you like fast driving, regularly have to face bad road conditions or just don't have enough money to buy and maintain a hybrid car, you'd better choose a petrol or a diesel one.

ENERGY PRODUCTION ON MARS AND MAJOR ENERGY CONSUMPTION ITEMS

Among the priority tasks on the way of Mars colonization is the stage of choosing the electrical energy generating methods.

Providing energy from the sun is a bad idea on Mars. The solar radiation flux on Mars is 2.5 times less than on Earth therefore solar panels are not an economically viable way to generate electricity. There are also dust storms on Mars, which reduce the amount of light received from the sky and can last from several weeks to several months. This means that if you want to get enough energy throughout the year, you have to increase the size of your solar installation, which significantly affects the cost. Moreover, even without dust storms, there is always a suspension of particles in the air, which will constantly settle on solar panels, reducing their efficiency.

The basic method of obtaining energy on Mars at the moment is radioisotope energy sources (RTG, RITEG) with a power of up to 500 W, used in the construction of satellites and mobile research rovers. These nuclear batteries convert the thermal energy released during the natural decay of radioactive isotopes (mainly ²³⁸Pu) into DC energy using a thermo-electric generator. This type of power supply is attractive for reasons of compactness and reliability. But its significant drawback is low output power and its gradual output power decrease after 30-80 years of operation.

Providing a safe installation for powering the base from a radioisotope battery with a capacity of 10 kW or more is not a trivial task. A real nuclear reactor of a standard design is more suitable for such capacities. The requirements for such a reactor are compactness and operational safety. In this direction, the design of a compact and, more importantly, a safe nuclear reactor has already been developed. This reactor project is named "Kilopower". NASA is currently planning to send five 10-kilowatt reactors of this design to Mars. This is enough to provide 40 kilowatts of electricity required to operate the Martian base, plus one spare reactor.

Next, let's discuss the consumption items of electrical energy by the Martian base. According to the priority, consumption items can be divided into basic and target ones. Basic expenditures include oxygen production, ventilation and pressure maintenance, water extraction and purification, thermoregulation, lighting, food production (in hydroponic installations), radio and satellite communications. Target items of expenditure include: drilling, construction and installation work, fuel production (mainly CH₄ methane), research work.

Next, basic energy consumption items such as oxygen production, water extraction and purification, space heating, have to be considered.

It is known that the atmosphere of Mars is rarefied and is 96% carbon dioxide CO₂. The water is in the state of ice in large accumulations under the surface layer of the soil. The average temperature is -63 °C.

Under such conditions, oxygen production can be realized in two ways of electrolysis:

1) the reaction of the splitting of the carbon dioxide molecule CO₂ into carbon monoxide CO and oxygen O;

2) the reaction of splitting water H₂O into hydrogen H₂ and oxygen O;

These electrolysis reactions are now being used on the International Space Station to produce breathable oxygen from water.

In addition to the extraction of water-containing ice, water can be generated from the reaction of reducing carbon dioxide CO₂ using hydrogen 4H₂ to methane CH₄ with the release of water 2H₂O (Sabatier reaction).

Thermoregulation of the station, or rather its heating, can be carried out using the thermal energy of a nuclear reactor, since on Earth the efficiency of heat transfer from the reactor is lower than on Mars when comparing the heat-conducting properties of the atmosphere of both planets.

On Mars, as it has been on Earth throughout recorded history, the prosperity and freedom of action of human population will be dependent, necessarily, on the availability of energy. As such, it is of central importance that the methods by which such energy is collected, generated, stored, converted, transmitted, and ultimately utilized, be thoroughly examined and analyzed, and the best be chosen.

УДК 620.9:502.7

Vladyslav Maksymenko¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-417a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

RENEWABLE ENERGY SOURCES AND THEIR APPLICATION IN THE CLEAN-UP SYSTEM OF THE WORLD'S OCEANS

In today modern and past paced world the consumption of the electrical energy has been increasing annually. For this reason the scientists and engineers provide research to find a new more efficient energy sources. The renewable sources of energy are used in many branches such as heating, lighting, water supply, waste recycling and etc. But one of the most important issues that has been resolved by means of renewable energy is water cleaning systems for oceans, seas and rivers.

Energy sources that are used in oceans cleaning systems.

Sunlight is one of our planet's most abundant and freely available energy resources available. According to researchers the amount of solar energy that reaches the earth's surface in one hour is more than the planet's total energy requirements for a whole year. Solar energy is the sun's radiation that reaches Earth. When sunlight hits the photovoltaic (PV) cells inside solar panels, these cells transform solar radiation into electricity.

Wind is technically a form of solar energy. When the sun's radiation heats Earth's uneven surface, hot air rises and cool air settles. This difference in atmospheric pressure creates wind, a kinetic (motion-based) form of energy. Wind turbines capture that kinetic energy. When wind blows over the turbine's blades, its generator converts the energy of the rotating blade into mechanical power – which can then be converted into power.

These two energy sources are used in oceans cleaning systems and as any system they have pros and cons. The advantages of these sources are the following: they cannot be depleted, have low operational costs, lead sustainability as the fastest growing energy sources and provide energy to the rural areas. Disadvantages may include the inconsistent operation of power source and expensive costs for materials to manufacture panels and turbines.

Ocean pollution problems.

Over the last few decades, plastic has become an essential part of our everyday lives. From grocery bags to toys and bottles, plastic is one of the most used materials to date. However, this material is unfortunately causing a great deal of harm to ocean life, too.

A whopping 8 million metric tons of plastic is found in seas and oceans every year, which is bad news for marine species. Plastic has become a popular material because of its ease of manufacture and durability, but when this trash is disposed of and finds its way into the ocean, some products and materials can take up to 600 years to break down, posing a great risk to our oceans and their inhabitants in the process.

By 2050, it is predicted by scientists that there will be more plastic in our oceans than fish. While this problem is not going away any time soon, scientists have been working to create solutions that can slowly start to clean up our oceans and put an end to this major issue. Here are just some of the innovative techniques being used.

System 001 is a 62-mile long barrier that targets plastic debris, micro plastics and ghost nets from the gyres, also known as the Great Pacific Garbage Patch. Created by Boyan Slat, CEO of The Ocean Cleanup, this innovative design cleans up 80,000 tons of garbage located between Hawaii and California. It operates autonomous by means of PV cells and turbines that generate and feed all devices on board including radars and Global Position System (GPS). This unit has a slow-moving

design that moves with the ocean's currents to collect ocean plastic and contain debris. Once full, the accumulated plastic is removed and recycled on land.

Mr. Trash Wheel is the next unique cleaning system created by Clearwater Mills, LLC. It is an innovative water wheel that captures trash in rivers, streams and harbors, and then turns it into electricity. It can clean up 38,000 pounds of trash daily and has prevented 1.6 million pounds of debris from entering the ocean.

This technology is aimed at collecting debris and oil slicks. It uses a conveyor belt powered by solar panels to move the trash into a floating barge. When the trash reaches the barge, it is then converted into electricity. Because of its slow movement, any wildlife that comes near the machine has plenty of time to move out of harm's way.

The benefits of these systems are that they are harmless for environment and life organisms, operate autonomously, are relatively inexpensive in service, and can help provide scientific analysis and environment control.

The water cleaning systems that operate on the renewable sources of energy are now one of the most efficient and cost-effective systems. According to estimates of their creators and the examination carried out by specialists, these systems are able to clean 90% of the ocean garbage by 2040.

УДК 629.331.5

Yevhen Popov¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-417a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

ELECTRIC CARS AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

One of the main tasks of humanity in the modern world is the preservation and protection of the environment. This task is very difficult due to the fact that the ecology is influenced by many factors. One of the major influences is carbon dioxide emissions. In order to reduce the level of the carbon dioxide emissions into the atmosphere, it was proposed to replace cars with internal combustion engines by electric cars. But will this work? At the first glance, the idea seems great: electric cars have zero emissions as opposed to cars with internal combustion engines, so it is a perfect replacement.

Unfortunately, it is not entirely true, because more than 60% of electricity produced in the world is generated by combustion of carbons (coal, gas, etc.), during this process a large amount of the carbon dioxide is released into the environment. So, electricity consumed by electric cars isn't always "clean".

Another disadvantage of electric cars is lithium ion batteries (the total weight of which may exceed 500 kg in one electric cars), because of its direct and indirect

impacts on the environment. Lithium ion batteries contain toxic chemical elements such as cobalt, nickel, production of which is more dangerous in comparison with others power supplies. Also, incorrect recycling of lithium ion batteries leads to the soil and groundwater contamination.

Despite the listed disadvantages, electric cars have some advantages if compared to internal combustion engines. Due to zero emissions as well as complete absence of noise during operation, using of electric cars allows us to reduce volume of CO₂ and noise pollution in cities, where road traffic is heavy (power plants, where carbons are combusted are located outside the city).

In conclusion, it should be noted that in general an electric car is more environmentally friendly, than cars with internal combustion engines. But for this, it is necessary to use “green” electric power for charging of electric cars. Also, development of the electric vehicle industry is directly depends on development of the portable energy sources (increasing of capacity and reducing of the amount of toxic elements in its composition). Therefore, the more environmentally friendly the electric energy source is, the more environmentally friendly an electric vehicle becomes.

УДК 57.01

Roman Martysiuk¹, Olena Syvachuk²

¹student of group E-418a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE IMPACT OF ELECTRONIC DEVICES ON HUMAN HEALTH

The modern world is impossible without all sorts of electronic devices. All of these devices have some impact on human health whether or not it is as harmful as we have been told before. Now electronics surrounds us every day – we carry phones, tablets, warm up food in the microwave, work at the computer, watch movies on TV and more. In our article we will look at the most commonly used sources of electromagnetic radiation directed at us.

Computers

The computer has become an integral part of our lives. And when we talk about the threat of electromagnetic radiation, it is the PC that is implied by one of the most common sources of EMP. A regular personal computer consists of several devices – a system unit, a monitor, a mouse and a keyboard. And, for some reason, when we talk about its harm, we always mean the monitor. In principle, there is nothing surprising in this, because it is the screen of the monitor which is always in direct contact with the eyes of the person. Of course, the display can have some effect on the state of human health, but the myth of the exceptional harm of the computer was created at a time when the screens of monitors had a fairly primitive structure, which

increased the possibility of their X-ray, ultraviolet and infrared radiation. At the moment, manufacturers are increasingly concerned about the safety of users and every year improve the technologies used in displays. They limit the detrimental effects on consumers. Of course, this does not mean that you can "stare" into the computer screen for 24 hours a day.

TVs

Modern TVs are great for computer monitors, so everything that has been said above about the computer display applies to TVs. The main condition for limiting the impact of the TV is a sufficient distance when watching it, given the rather large size of modern TV models. The recommended distance when watching TV should not be less than two meters in front of the TV and one meter and ten centimeters on the sides, but it all depends on the signal and diagonal.

Microwaves

Microwave furnaces and air grills are the most powerful sources of electromagnetic waves. The impact of these electrical devices depends on the parameters of a particular model, namely industrial frequency indicators. Naturally, the higher it is, the greater the effect of the microwave magnetic field on human health. However, this was relevant for microwave ovens produced before 1995. At the time, users complained of skin, nervous and cardiovascular diseases, explaining the harmful effects of the electronic devices.

Air conditioning

A modern house is almost always equipped with air conditioning to protect against heat. Climate equipment not only helps to normalize the microclimate in dry weather, but also prevents the possibility of ill-health due to heat and exacerbation of cardiovascular diseases. But almost 20 years ago, people were terrified of the possibility of an enormous influence of electromagnetic waves, the source of which was air conditioning. Of course, such information was not plausible, and the advantages of the use of air conditioning were much bigger than cons.

Hairdryers and razors

A hair dryer and an electric razor can have a really detrimental effect. Variable electromagnetic radiation of these small electrical appliances can cause DNA damage and cell death, but these processes can be overlooked over time. The most unusual is that such a harmful effect has the ability to accumulate. However, it has not yet been fully established how dangerous short-term use of these devices is.

Players

Each device can be harmful to health if it is unwisely used, including a regular audio player. This mobile device can disrupt a user's hearing when listening to music at a high volume level. Also, such treatment of audio equipment during a walk can lead to dulling of vigilance of the user on the road.

Cell phones

Mobile phones today are an integral part of our lives. Prolonged use of phones can indeed have a detrimental effect on your body. The smartphone can be the cause of headaches, tinnitus, feelings of heat on the face. The phone can also cause addiction, psychiatrists say.

Refrigerators

Scientists have not yet been able to determine the negative impact of the refrigerator's electromagnetic waves, but due to the lack of sufficient ventilation it can become a place of unpleasant odors and harmful mold, as well as bacteria that accelerate the rotting of products. A possible solution may be forced ventilation of the refrigeration chamber. However, manufacturers have found a modern solution to this problem – air ionization.

In conclusion we can say that the electronic technology itself is neutral. Whether it is good or not all depends on how people use it.

УДК 620.91

Oleg Pidlisniy¹, Tetyana Suvorova²

¹student of group E-419a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE EFFECT OF ELECTRIC CURRENT ON THE HUMAN BODY

Electric current passing through the human body can cause two types of damage - electric shock and electrical injury. Electric shock is more dangerous, as it affects the whole body. Death occurs from heart or respiratory paralysis, and sometimes from both at the same time. Electrical injuries are electric shocks to outer parts of the body: these are burns, metallization of skin, etc. Current damage is usually mixed and depends on the magnitude and type of current flowing through the human body, the duration of its impact, the pathways through which the current passes, as well as the physical and mental state of the person at the time of defeat.

Another note to pay attention to is different effects of alternating current and direct one. As to the alternating current, it depends mainly on the frequency, in fact the low frequency alternating current is more dangerous than the high-frequency alternating and direct current of the same voltage.

The low frequency alternating current produces extended muscle contraction-tetanus. Tetanus is the condition where muscles involuntarily contract due to the passage of external electric current through the body. When involuntary contraction of muscles controlling the fingers causes a victim to be unable to let go of an energized conductor, the victim is said to be frozen on the circuit. Alternating current of industrial frequency a person begins to feel at 0.6 - 15 mA. The current of 12 - 15 mA causes severe pain in fingers and hands. A person can withstand this condition for

5-10 seconds and can tear his hands off the electrodes. The current of 20 - 25 mA causes very severe pain, the hands are paralyzed and breathing is difficult, the person cannot free himself from the electrodes. At a current of 50 - 80 mA there is the respiratory paralysis, and at 90-100 mA - heart failure and death.

The human body is less sensitive to direct current. Its effect is felt at 12 - 15 mA. The current of 20 - 25 mA causes a slight contraction of the arm muscles. Only at the current of 90-110 mA there occurs respiratory paralysis. Alternating current with a frequency of 50 - 60 Hz turns out to be the most dangerous. With increasing frequency, the currents begin to spread on the surface of the skin, causing severe burns, but not leading to electric shock.

Internal organs are mainly affected by electrical burns. The burns of this kind may appear slightly or they doesn't show on the skin at all. They are caused by the heat generated from the body's resistance to the current passing through it. These cases are more dangerous than external injuries. Internal burns are devastating and often have serious consequences: scarring, amputation, loss of function, loss of sensation and even death. For example, if a lot of tissue is destroyed, the large amount of waste generated can cause serious kidney or blood circulation disorders.

The amount of current flowing through a human body depends on the resistance of the body and the applied voltage. The greatest resistance to current is provided by the upper stratum corneum, devoid of nerves and blood vessels. With dry intact skin, the resistance of the human body to electric current is 40,000 - 100,000 ohms. The stratum corneum has a small thickness (0.05 - 0.2 mm) and at a voltage of 250 V instantly penetrates. Damage to the stratum corneum reduces the resistance of the human body to 800 - 1000 Ohms. The resistance also decreases with increasing current time. Therefore, it is very important to quickly eliminate the collision of the victim with live parts. The outcome of the defeat also largely depends on the path of the current in the human body. The most dangerous paths are arm - legs and arm - arm, when the largest part of the current passes through the heart.

The amount of resistance, and hence the result of electric shock is greatly influenced by the physical and mental state of a man. Increased sweating of the skin, fatigue, nervous excitement, intoxication lead to a sharp decrease in the resistance of the human body (up to 800 - 1000 Ohms). Therefore, even relatively small voltages can lead to electric shock.

It is necessary to remember that the human body is affected not by voltage, but by the amount of current. Under adverse conditions, even low voltages (30 - 40 V) can be life threatening. If the resistance of the human body is 700 ohms, then a voltage of 35 V will be dangerous. Electric currents high enough to cause involuntary muscle action are dangerous and are to be avoided at all costs.

RENEWABLE ENERGY SOURCES

Renewable energy resources hold great promise for meeting the energy and development needs of countries around the world. This promise is particularly strong for developing countries, where many areas have not yet committed to dominating fossil fuels.

Renewable energy sources include a significant number of proven and new technologies. For example, electricity can be generated from sunlight using photovoltaic cells for individual buildings or communities of buildings, for generating electricity at central stations, and for local tasks such as providing homes with hot water or heating rooms. Other renewable energy sources include parabolic collector fields that focus on a fixed source of hot water or solar ponds, crop waste pulp that can be gasified for thermal, electrical, and transportation applications, as well as energy derived from wind, geothermal applications, ocean tides and waves, temperature fluctuations between the surface and the depths of the ocean, hydroelectric installations, biomethanation (energy from agricultural waste), and biomass from crops grown for energy use.

Many countries have significant renewable installations and programs. For example, in Europe, Finland produces about thirty percent of its electricity from renewable sources, most of which comes from biomass. Other Nordic countries and Germany also have significant renewable energy programs. Renewable resources are attractive to developing countries, where about two billion people do not have access to electricity. In 1990, fifty-six percent of the world's rural population did not have access to electricity, and today, ninety percent of the entire population of Africa does not have electricity. In rural areas, renewable resources are often much cheaper than traditional resources, which have large capital costs for generating equipment, and also require high transmission and distribution requirements.

Wind, photovoltaic, biomass and hydroelectric resources are today the most profitable and widely used renewable energy sources in developing countries. Wind power for electricity generation is a mature, competitive and virtually non-polluting technology that is widely used in many regions of the world. It is also still used to some extent for pumping water; however, wind power systems have some placement issues, such as aesthetics and a real but diminishing danger to birds that fly into the blades. Denmark used wind power for electricity generation for the first time. Currently, fourteen percent of the country's electricity is generated by wind. The partial repayment of the Danish carbon tax levied on all electricity, regardless of its origin,

provides the main support mechanism for the Danish wind energy industry. Denmark operates 4,800 wind turbines, more than eighty percent of which are owned by wind energy cooperatives or individual farmers. Approximately 100,000 families either own shares in wind energy cooperatives or own their own wind turbines. Wind power has become a big business for Denmark. It exports windmills to thirty-five countries and produces more than fifty percent of all devices produced in Germany, also has extensive applications in wind power, and is a major manufacturer and exporter of wind machines.

Based on these successful models, developing countries can also produce and sell their own wind machines. Solar energy offers great opportunities for development in developing countries, especially because most of them receive a significant amount of sunlight throughout the year. In rural areas not served by electric grids, solar photovoltaic power can provide basic services such as cooling, irrigation, communications, and lighting.

Thus, the development of renewable energy in the world is an actual and promising project. First, the development and use of renewable energy has a positive impact on the environmental situation in the world, which has recently been "limping". Secondly, in the future, the lack of traditional resources can have a strong impact on the market, perhaps there will be a global energy crisis, so it is very important to start developing non-traditional energy sources now, so that in a few decades, and maybe less, to prevent economic collapse.

УДК 620.91

Andrew Bondarenko¹, Tetyana Suvorova²

¹student of group E-419a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

THE IMPORTANCE OF ELECTRICAL SAFETY FOR ELECTRICIANS

Electrical safety is a complex of actions and technical means that prevents harmful and dangerous effects of electric current, arc, electromagnetic field and static electricity on a worker.

The rules of electrical safety are established by legal documents, technical documents and the regulatory framework. Everyone working with electrical installations and electrical equipment in general should know the basics of electrical safety. In Ukraine, for electrical safety there was adopted DSTU 7237:2011. The protective grounding must comply with GOST 21130-75 and GOST 12.1.030-81. The definition of the product class for the protection of a person from possible electric shock is determined by GOST 12.2. 007.0-75, GOST 12.2.025-76 and DSTU 3798-98.

Why should electrical safety be observed? As a result of an electric shock, a person will receive burns and some internal injuries. Depending on the strength of the current, the path of its passage, its type (AC or DC), the time that the current passes and resistance of a human, a person can lose consciousness, he can be paralyzed, and in the worst case, he will die. According to the rules for electrical safety, a dangerous current is considered from 100 mA, and when the current reaches 0.1 - 0.15 A, a person can not tear the touching part of the body from the current-carrying part.

Electrical safety can be divided into electrical safety when working with electrical equipment and electrical safety when installing electrical equipment.

To prevent a possible risk of electric shock when working with electrical equipment and electrical safety, the electrician must always check the presence of voltage at the place of work before working.

Checking the absence of voltage on the bare conductors is carried out with a two-pole voltage indicator YHH-1. Before operation, the device is checked for serviceability in the place of the corresponding voltage. In power grids with more than 1000V, the high voltage pointer YBH is applied. If there is need to check the absence of voltage, but in everyday life there is no voltage indicator at hand, then one of the easiest ways to do this – is to take a screwdriver with an insulated handle, at the end of which there is an LED that lights up if the metal part of the screwdriver touches the device connected to the voltage.

If the voltage indicator has detected a voltage, and it is not be possible to remove it, then electricians use special equipment: rubber gloves, shoes, mats, tools with isolated handles and face protection from burns. Before the work itself, all possible risks are reduced to a minimum (switching off all switches, breakers, automatic machines, checking the voltage at the place of work).

As for the electrical safety in the installation of electrical equipment, the essence of this electrical safety is to reduce the risks of failure of devices associated with electricity. For example, all the conductive wires should be securely hidden after the work is finished. Also the installation of some fuses and switches can be included here.

It is also worth mentioning the warning signs when working with some electrical appliances: 1) a black-bordered yellow triangle with a black lightning bolt - indicates the presence of electrical voltage. 2) a black-bordered yellow triangle with a black exclamation mark - indicates a general danger. 3) a black-bordered yellow triangle with a black-and-white magnet - indicates strong magnetic radiation.

Training employees to work safely around electrical hazards is a critical requirement for maintaining worker safety. Electricity is a serious workplace hazard that can result in serious injuries and even fatalities if workers are not properly trained. Only “qualified” workers can perform maintenance and repairs of electrical equipment. These qualified workers must be fully trained to identify exposed live

electrical parts and their voltage, and know exactly what procedures to follow when they work on exposed live parts or are close enough to be at risk.

From all of the above, it is necessary to summarize that every electrician should be guided by electrical safety in order not to risk getting an electric shock.

УДК 620.91

Viktor Stepanov¹, Tetyana Suvorova²

¹student of group E-419a, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

²senior teacher, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

WHAT HAPPENS WITH ELECTRICAL DEVICES DURING SHORT CIRCUIT

Short circuit is the circuit with dangerously high amperage. It has negligibly little resistance, therefore at the same voltage value of the current flowing through conductors is extremely high.

Usually it occurs when a live wire is connected to ground bypassing any load. Short circuits may occur between two phases as well. A short can happen unintentionally, for example, when insulation breaks. Also, it can happen between ground and neutral wire or between two wires of the same phase yet the hazardous current may not arise as quickly. In such situations the short circuit (SC) can be undetected.

To prevent high current from flowing through the wire, single-use fuses or multi-use circuit breakers are applied. Fuses mustn't be replaced by other conductive materials because they can't melt upon action of SC! In that case all working electrical devices will accept the impact. At first, wires' temperature will increase extremely high. Next, wires can burn, causing risk of fire or more powerful shortage. Even electric arc may occur. Lightning strike can damage devices as well, so lightning protection is very important too. Short may happen deliberately by some specialists. They use a special device to disable a certain part of the circuit.

Depending on place and time of shortage, it can impact a device or make the entire electrical system unusable. As mentioned above, SC has low or zero resistance. That's why at the same voltage current arises to dangerously high values and keeps growing.

If during shortage fire begins spreading, it must be extinguished. But make sure that power went down, because it can cause more hazards. Then limit access of oxygen to fire by covering burning wire or device by a blanket or thick cloth. One mustn't extinguish flames with water because it leads to high risk of injury or another SC when power is on! Then you should find the place, where the short occurred. It can be detected visually or by smell.

SC often occurs in a socket. In that case it can be fixed without difficulties if you have some experience. But if it happened somewhere in wires, it can be hard to detect without a multimeter. A short circuit in the wall will lead to replacement of the damaged wires. To avoid such risks, it is necessary to lay wires in advance that correspond to the expected load. Experienced electricians advise to lay them in special skirting boards - this eliminates many problems in case of their failure.

Summarizing all the above, I want to add that all causes of short circuit can be successfully dealt with if you follow some rules:

1. Do not use old wires with inadequate insulation.
2. Be careful when carrying out electrical work. Do not drill or cut walls where the power cable is laid.
3. Carefully remove the insulation during installation, do not cut the wire with a knife along the cores.
4. Make sure that the electricity is disconnected when working with it. On the dashboard, you need to hang out a sign "work is in progress, do not turn on the electricity" or leave a person there.
5. Install protective shutdown devices - circuit breakers, residual current devices.
6. Regularly monitor the condition of electrical points - sockets and switches. Replace them immediately if necessary.
7. Do not use damaged electrical appliances that emit sparks.
8. When installing the wiring, do not lead the wires in one large bundle, it is better to run them side by side in parallel or use special boxes.

Наукове електронне видання
Можна використовувати в локальному
та мережному режимах

ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2021.

Електротехнічний факультет

Збірник тез доповідей щорічної
науково-практичної конференції серед студентів,
викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів
19–23 квітня 2021 року

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM); супро-
відна документація.
Тираж 100 прим. Зам. № 308

Видавець і виготовлювач
Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідectво суб'єкта видавничої справи ДК № 6925 від 22.10.2019.