МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2021.
Транспортний 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 656
Т39

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

Упорядник Трушевський В.Е.

Редакційна колегія:
Наумик В. В., д-р техн. наук, професор (відпов. ред.)
Шило Г.М., д-р техн. наук, доцент
Кузькін О.Ф., д-р. 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
Дєдков М.В., канд. іст. наук, доцент
Васильєва О.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Пущина І.В., канд. пед. наук, доцент
Філей Ю.В., канд. юр. наук, доцент
Гайворонська Т.О., канд. філос. наук, доцент
Сажнєв В. М., канд. техн. наук, доцент
Висоцька Н. І., начальник патентно-інформаційного відділу

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

Т39 **Тиждень науки-2021. Транспортний факультет.** Тези доповідей науково-практичної конференції, 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 978-617-529-311-9.

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 Транспортному факультеті НУ «Запорізька політехніка». Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

ISBN 978-617-529-311-9. © НУ «Запорізька політехніка», 2021

ЗМІСТ

Бєліков С.Б., Сосик А.Ю., Дударенко О.В. Обґрунтування бізнес-процесу взаємодії технологічної та експлуатаційної служби підприємств аграрного сектору, що експлуатують колісні машинно-тракторні агрегати 8
Кубіч В.І. Режими роботи травмобезпечного елементу рульового керування і розрахунок його надійності..... 9
Щербина А.В. Визначення технічного стану ДВЗ за нерівномірністю обертання колінчастого валу..... 10
Слюсаров О.С. Оцінка відповідності експлуатаційним умовам та корегування тягово-динамічних властивостей автомобіля за комплексним показником продуктивності і паливної економічності 12
Сосик А.Ю., Галайда Ю.Є. Вирішення кінематичних особливостей механізму корегування кутів встановлення керованих коліс передньоприводних автомобілів категорії М1 14
Степанченков В.О., Лаврік О.Г., Головатюк О.С. Мікродвигуни для автомоделей..... 15
Бородай К.О., Степанченков В.О. Гібридні машини..... 17
Шевченко Т.Г. Використання 3D друку для виготовлення елемента кулькового шарніра..... 18
Базикін О.О., Щербина А.В. Порядок проведення ремонту автомобілів 20
Телін А.М., Щербина А.В. Основні положення і завдання технічної діагностики транспортних засобів 21
Телін А.М. Еволюційна система повного приводу QUATTRO ULTRA 22
Чердаклієв Д.В., Сосик А.Ю. Дослідження шляхів зниження шуму автомобілів..... 23

Яценко О.А., Сосик А.Ю., Дударенко О.В. Обґрунтування алгоритму пошуку несправностей в трансмісіях з гідростатичним приводом машинно-тракторного агрегату 24
Сосик А.Ю., Артюх О.М., Косяков О.А. Постановка кінематичної задачі руху причіпної ланки у складі з колісним трактором 26
Сосик А.Ю., Маслов М.М. Обґрунтування конструкції причіпного технологічного агрегату з комбінованим регулюванням глибини обробки ґрунту під час роботи з колісними тракторами 27
Каплуновська А.М., Бабенко К. Ю. Правовий режим земель транспорту 28
Каплуновська А.М., Біляєва А.О. Правове регулювання транспортно – експедиційного обслуговування 30
Список використаної літератури 32
Каплуновська А.М., Пилипчук А.М. Особливості правового регулювання міжнародних автомобільних перевезень 33
Васильєва Л.О., Гончаренко Д.С. основні завдання комерційної служби автотранспортних підприємств на сучасному етапі 35
Лебідь Г.О., Падченко О.О. Вплив процесу формування вантажних відправлень на ефективність транспортно-складської системи 38
Тарасенко О. В., Мартинов Д. О. Контроль учасників дорожнього руху: досвід та пропозиції 40
Турпак С.М., Острогляд О.О., Шимко Т.О., Ходан В.І. Зниження обороту вагонів на металургійних підприємтсвах за рахунок механізації їх очищення від залишків вантажів 42
Харченко Т.В., Ходан В.І. Методика розрахунку економічної доцільності впровадження системи координованого регулювання 44
Слинько Г.І., Кікоть С.С. Види систем динамічного наддуву ДВЗ 46
Слинько Г.І., Білий Р.Ю. Порівняльний аналіз двигунів Harley Davidson 47

Слинько Г.І., Стаднік О.В. Уточнена методика перевірочного розрахунку високонавантажених зубчастих передач гтд на контактну витривалість 48
Слинько Г.І., Бокарьов В.І. Моделювання робочого циклу ДВЗ для визначення викидів шкідливих речовин за статистичними даними експериментальних випробувань 51
Слинько Г.І., Оглуздін С.Ю. Аналіз конструкції системи газорозподілу опозитного двигуна мотоцикла BMW R1250 GS 53
Слинько Г.І., Безручко В.В. Оцінка зносу колінчатого валу двигуна Geely MR479QA 55
Слинько Г.І., Швидкий А.А. Аналіз конструкції роторно-поршневого двигуна 58
Беженов С.О., Пахолка С.М. Оцінювання роботоздатності авіаційних матеріалів різних класів в умовах багатоциклової втоми на основі методу акустичної емісії 60
Воробєй В.А., Беженов С.О. Аналіз параметрів ефективності процесу нагрівання термічно масивних виробів з маловуглецевих сталей 61
Мазін В.О. Розрахункові характеристики дизеля з ізобарною й імпульсною системами ГТН 63
Yevsyeyeva Nataliya The stress-strain state of the reactors in the process of titanium tetrachloride reduction 64
Yevsyeyeva Nataliya, Ahmed Moustafa Alternative methods of energy production (Heat pumps) 66
Євсєєва Н.О., Веремій Г.Є. Альтернативні способи отримання електроенергії. Вітроенергетика 68
Рябошапка Н.Є. Застосування метода математичного моделювання для удосконалення системи керування тепловим режимом обпалення вуглеграфітових заготовок в обпалювальних печах 70
Рябошапка Н.Є., Клименко Є.В. Використання та принцип дії систем динамічної стабілізації автомобіля 71
Слинько В.В. Антропологічні дослідження в ергономіці 74

Слинько В.В., Пачколіна В.А. Стратегія ергономіки (людського фактора): розвиток дисципліни та галузі 76
Сухонос Р.Ф., Бокарьов В.І., Оглуздін С.Ю. Розгляд особливостей конструкції двигунів для formula 1 на прикладі ДВЗ FERRARI TYPE 048 77
Сухонос Р.Ф., Оглуздін А.Ю. Форкамерно-факельна система запалювання Mahle Jet Ignition 80
Сухонос Р.Ф., Мірошниченко Ю.О., Кушнір О.Д. Розробка навантажувального стенду для випробування дизельного двигуна з раннім впорскуванням палива 82
Сухонос Р.Ф., Несмашний М.Ю. Конструкції опор ДВЗ з покращеними властивостями 84
Сухонос Р.Ф., Мороз М.А. Розбірні з'єднання деталей ДВЗ 86
Шаломєєв В.А., Лук'яненко О.С., Айкін М.Д. Оптимізація хімічного складу магнієвого сплаву для біодеградуючих імплантатів 89
Лютова О. В. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка (дистанційний формат) 90
Бережний С.П., Писарський А.О. Дослідження структури злитків феротитану різних способів виробництва 91
Бажміна Е.А., Матвієнко А.А. Ментальні карти: засіб креативного мислення 93
Бажміна Е.А., Ліньков Н.А. Використання методів конспектування в освітньому процесі 95
Бовкун С.А., Красюкова К.Д. Контроль знань графічної дисципліни «Інженерна графіка» в умовах дистанційного навчання 97
Скоробогата М.В., Макарова С.Є. Формування зацікавленості у студентів при вивченні графічних дисциплін 98
Корнієнко О.Б., Сердюк М.І. Широкий спектр можливостей програми BLENDER 100
Лук'яненко О.С., Шаломєєв В.А., Айкін М.Д. Оптимізація магнієвого сплаву для медичного застосування 102

Фетісов Р.Ю., Бережний С.П. Оптимізація структури литого інструменту із стружки сталі Р18 104
Баранов О.П., Бажміна Е.А. Створення кресленика в програмі SOLIDWORKS 106
Второв Р.Ю., Бажміна Е.А. SOLIDWORKS – програма для майбутнього інженера 107
Шагарова К.О., Бовкун С.А. Історія перспективи 109
Гринь В.А., Скоробогата М.В. Організація дистанційного навчання при вивченні графічних дисциплін 108
Фоменко В.С., Корнієнко О.Б. Спрощення побудови перспективи в ADOBE PHOTOSHOP 110

СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»

УДК 658.5
Бєліков С.Б.[1]
Сосик А.Ю.[2]
Дударенко О.В.[2]
[1]д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОБҐРУНТУВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СЛУЖБИ ПІДПРИЄМСТВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬ КОЛІСНІ МАШИННО-ТРАКТОРНІ АГРЕГАТИ

Важливою складовою організації бізнес-процесу в сільському господарстві є забезпечення якісної взаємодії технологічної та експлуатаційної служби аграрного підприємства.

В сучасних умовах розвитку Європейської концепції господарювання у сільському господарстві виникає потреба організації високотехнологічного виробництва засобів грунтообробки та транспортно-технологічних машин. Оскільки лише наявність широкого спектру сільськогосподарських агрегатів та машин надасть можливість реалізації генетичного потенціалу вирощуваних культур.

Таким чином, сільське господарство цілком поглинає інноваційно-технологічна модель виробничого процесу.

Європейська бізнес-модель цілком влаштовує вітчизняні підприємства аграрного сектору, бо передбачає створення інтегрованих формувань, що активно оновлюють, застосовують та виробляють сучасну техніку сільськогосподарського призначення.

Актуальним є дослідження особливостей використання технічних засобів в умовах інтеграції на одному підприємстві засобів виробництва та експлуатації. В цьому випадку важливою задачею є аналіз впливу взаємодії технологічної та експлуатаційної служби підприємства з метою уникнення перехрестя виконавчих функцій та чіткого визначення економічних показників господарської діяльності.

УДК 621.1:62-9
Кубіч В.І.
канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАВМОБЕЗПЕЧНОГО ЕЛЕМЕНТУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЙОГО НАДІЙНОСТІ

Оскільки визначено, що з'єднання валів рульової колонки через травмобезпечний (демпфуючий елемент) доцільно розглядати по-перше, при експлуатаційних режимах навантаження (циклічні обертальні навантаження, які обумовлені малоамплітудними і низькочастотними деформаціями крутіння елементу навколо своєї осі), по-друге, при миттєвому руйнуванні при розповсюдженні удару по передній частині кузова автомобіля при ДТП, то в першому випадку мова йде про надійність з'єднання, а в другому – про його ненадійність або про надійність руйнування. Таким чином попередній розрахунок норми надійності необхідно виконати для двох режимів роботи з'єднання, що досліджується:

– режим № 1, при якому з'єднання постійно експлуатується під час використання автомобіля за призначенням і піддається циклічним навантаженням крутіння та поздовжнім навантаженням штовхання. При цьому в тілі матеріалу демпфуючого елементу накопичуються мікропошкодження, які при досягненні визначеної кількості циклів призведуть до зниження опору втоми (втомної довговічності), і, як наслідок, до можливої раптової відмови при здійсненні рулювання автомобілем;

– режим № 2, при якому демпфуючий елемент миттєво руйнується без накопичення мікропошкоджень, а навпаки, повинне створитися макропошкодження, що призведе до повного його руйнування. При цьому час, що відводиться на процес руйнування, повинен бути як найменшим.

Для розрахунку норми надійності розробляють структурну модель, в якій враховують всі елементи, які беруть участь у передачі обертальних рухів з одного боку, і з іншого боку, які приймають на себе реакційні сили та моменти. Виходячи з цього, необхідно задаватися вихідними даними для розрахунків. У розрахунку надійності пропонується здійснити обчислення за теоретично позначеними вихідними даними. При цьому ставиться мета змоделювати характер зміни показників надійності як всього елемента, так і його окремих компонентів (це можуть бути отвори, опуклості різної форми) у відповідності з їх кількістю N та окремим емпіричним одиночним показником, в якості якого розглядається інтенсивність відмов.

Так, наприклад, задається ймовірність безвідмовної роботи $R(t_0) = 0{,}99$ та інтенсивності відмов (мікропошкоджень) окремого компонента

$\lambda_1(t) = 2{,}5 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл; $\lambda_2(t) = 2{,}9 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл; $\lambda_3(t) = 3{,}5 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл. Кількість компонентів, наприклад, отворів, може складати N=18. При цьому під інтенсивністю відмов розглядається інтенсивність утворення деякої кількості мікропошкоджень, яка починає приводити до початку зниження опору втоми. Оскільки кількість компонентів (отворів) визначено N=18 і всі вони рівно надійні, то інтенсивність відмови всього демпфуючого елемента визначиться наступними чином:

$$\lambda(t) = 2{,}5 \cdot 10^{-9} \cdot 18 = 45 \cdot 10^{-9} \text{ 1/цикл.} \quad (1)$$

Напрацювання на відмову (початок змини форми отвору) визначиться наступним чином:

$$T_{m1} = \frac{1}{\lambda_f} = \frac{1}{2{,}5 \cdot 10^{-9}} = 2{,}5 \cdot 10^{9} \text{ циклів.} \quad (2)$$

Уточнений теоретичний ресурс (довговічність) t_0 усього демпфуючого елемента визначиться у відповідності з розрахунком:

$$t_o = -\ln R(t_0) / \lambda = -\ln 0{,}99 / 45 \cdot 10^{-9} = 2{,}22 \cdot 10^{5} \text{ циклів.} \quad (3)$$

Ймовірність безвідмовної роботи i-го компонента R_i (початку зміни форми) визначиться у відповідності з розрахунком:

$$R_i = \exp(-\lambda_1 t_0) = \exp(-2{,}5 \cdot 10^{-9} \cdot 2{,}22 \cdot 10^{5}) = 1{,}0 . \quad (4)$$

Таким чином, при прогнозованій інтенсивності утворення деякої кількості мікропошкоджень $\lambda_1(t) = 2{,}5 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл, кількість циклів до початку руйнування буде складати $N(t_0) = 2{,}22 \cdot 10^{5}$, при цьому ймовірність роботи кожного з отворів до початку зміни форми буде складати R_i=1,0.

УДК 629.113
Щербина А.В.
канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВЗ ЗА НЕРІВНОМІРНІСТЮ ОБЕРТАННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ

Відомо, що рівномірність роботи багатоциліндрового двигуна забезпечується в тому випадку, якщо чергування робочих ходів в його

циліндрах відбувається через рівні кути повороту колінчастого валу. При виборі порядку роботи двигуна конструктори прагнуть більш рівномірно розподілити навантаження на шатунні та корінні шийки колінчастого валу. Максимальні навантаження на шийки колінчастого валу виникають в ті моменти, коли в циліндрах здійснюються такти розширення (робочі ходи).

У такті розширення при згоранні суміші в циліндрі різко збільшується тиск, під дією якого поршень переміщується від ВМТ до НМТ. На початку розширення тиск становить 3–4 МПа, а при підході поршня до НМТ, внаслідок збільшення об'єму, тиск знижується до 0,3–0,5 МПа. Якщо циліндр працює ефективно, то в своєму робочому такті він збільшує швидкість обертання колінчастого валу (надає додаткове прискорення), а якщо не ефективно, то не збільшує швидкість обертання колінчастого валу, а значить через механічне навантаження колінчастого валу буде сповільнюватись.

Так, наприклад, поршень циліндра 1 по інерції, створеної в процесі роботи попередніх циліндрів, рухається від НМТ до ВМТ (такт стиснення), тобто відбирає енергію обертання у колінчастого валу. Після займання суміші, через різко збільшений тиск, поршень циліндра 1 рухається від ВМТ до НМТ (робочий такт), збільшуючи швидкість обертання колінчастого валу, тобто віддає енергію, в той же час поршень наступного циліндра 3 за інерцією рухається від НМТ до ВМТ (такт стиснення). Якщо з де яких причин займання суміші в циліндрі 3 не відбулось, то поршень і при русі від ВМТ до НМТ буде відбирати енергію обертання у колінчастого валу, тобто миттєва швидкість обертання колінчастого валу в робочому такті циліндра 3 буде зменшуватися на відміну від решти циліндрів (рис. 1). Таким чином, порівнявши зміни миттєвих швидкостей обертання колінчастого валу в робочих тактах всіх циліндрів, можливо виявити непрацюючий циліндр, на підставі зменшення швидкості обертання колінчастого валу.

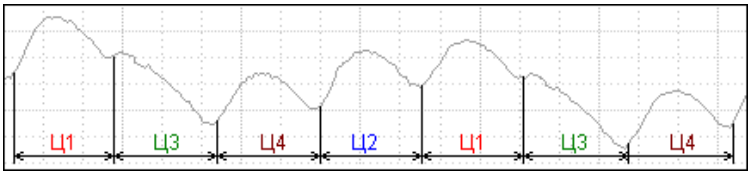


Рисунок 1 – Графік миттєвої швидкості обертання колінчастого валу, відключена форсунка 3-го циліндра (порядок роботи циліндрів 1-3-4-2)

Як видно з графіка (рис. 1), в кожному робочому такті циліндрів 1, 2 і 4 миттєва швидкість обертання колінчастого валу збільшується, тобто циліндри працюють ефективно, а в кожному робочому такті 3-го циліндра миттєва

швидкість обертання колінчастого валу зменшується, тобто циліндр не працює.

Таким чином, для 4-х циліндрового двигуна через кожні 180 градусів колінчастий вал буде або прискорюватися або сповільнюватися. Величина, що визначає зміну швидкості за одиницю часу називається прискоренням. Якщо прискорення додатне – циліндр працює ефективно, якщо прискорення від'ємне – циліндр працює не ефективно.

УДК 629.013.001
Слюсаров О.С.
канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМ УМОВАМ ТА КОРЕГУВАННЯ ТЯГОВО-ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ ЗА КОМПЛЕКСНИМ ПОКАЗНИКОМ ПРОДУКТИВНОСТІ І ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ

Ринкова економіка зумовлює постійну роботу автовиробників і користувачів їх продукції по підвищенню експлуатаційної ефективності автомобільної техніки. Відповідність автомобілів експлуатаційним умовам, що закладається при їх розробці і реалізується при експлуатації, може бути оцінена комплексно їх продуктивністю і паливною економічністю.

В основу запропонованого критерію оцінки відповідності автомобілів експлуатаційним умовам покладений порівняльний підхід. Найбільш достовірним методом порівняльного підходу до оцінки відповідності автомобілів є метод, оснований на аналізі досягнень показників продуктивності і паливної економічності. За цим методом відповідність визначається показником відносної продуктивності транспортної роботи на одиницю шляхових витрат пального:

$$\overline{N_Q} = K_B K_П G_B V_{сер} Q_Б / \left(3{,}6 N_{max} Q_M\right),$$

де $\overline{N_Q}$ – відносна продуктивність транспортної роботи на одиницю шляхових витрат пального;

K_B – коефіцієнт використання автомобіля за вантажопідйомністю;

$K_П$ – коефіцієнт використання автомобіля за пробігом;

G_B – вантажопідйомність автомобіля, кН;

$V_{сер}$ – середня швидкість на маршруті, км/год;

$Q_Б$ – шляхова витрата палива базового варіанту для порівняння, л/100км;

N_{max} – максимальна потужність автомобіля, кВт;

Q_M – шляхова витрата палива на визначеному маршруті, л/100км.

При визначені порівняльної продуктивності, для виключення впливу ряду транспортних умов і організаційних факторів, коефіцієнти використання за вантажопідйомністю і пробігом для автомобілів аналогів рекомендується приймати однаковими. За таких припущень продуктивність транспортної роботи визначається швидкістю руху автомобіля на заданому маршруті. На рисунку 1 зображено визначення щільності розподілу швидкості автомобіля на заданому маршруті, який задається щільністю розподілу дорожнього опору.

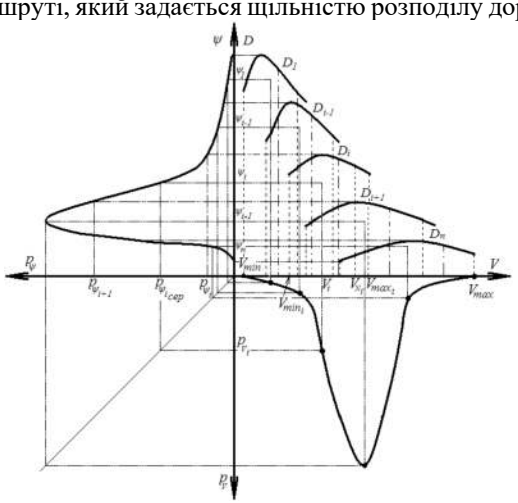


Рисунок 1 – Визначення щільності розподілу швидкості автомобіля на маршруті

Щільність розподілу швидкості руху автомобіля на маршруті визначається ймовірностями коефіцієнта дорожнього опору на маршруті, які в межах його значень при русі на відповідній передачі приймаються постійними.

Витрати палива на маршруті розраховуються для коефіцієнтів опору дороги відповідних щільності розподілу. При цьому витрати палива на маршруті при повному навантажені двигуна можуть змінюватись від мінімальних, при роботі двигуна в режимі максимальної паливної економічності, до максимальних – в режимі максимальної потужності.

Дійсні витрати палива на маршруті залежать від паливної економічності двигуна при роботі на режимах часткових навантажень.

УДК 629.3

Сосик А.Ю.[1]

Галайда Ю.Є.[2]
[1]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»
[2]асп. НУ «Запорізька політехніка»

ВИРІШЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МЕХАНІЗМУ КОРЕГУВАННЯ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ПЕРЕДНЬОПРИВОДНИХ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ М1

Якість роботи електромеханічного приводу механізму динамічного корегування кутів встановлення керованих коліс залежить від точності позиціювання виконавчих органів, а саме їх кінематичних зв'язків між собою.

Попередньо експериментально встановлено, що бічна сила $P_н$ в плямі контакту колеса з опорною поверхнею залежить від величини лінійного переміщення важелю вздовж осі приводу.

Запропонований механізм корегування кутів встановлення керованих коліс в своєму складі має дві кінематичні ланки: кулько-гвинтова передача (КГП) та важільний редуктор. Вирішення питання кінематичних характеристик цих ланок надасть можливість визначити конструктивні параметри кожної ланки та межі можливої їх варіації.

Особливістю для розв'язання кінематичних зв'язків механізму є впровадження деяких припущень та обмежень, що суттєво зменшать обсяг обчислень, але не вплинуть якісно на результат розрахунку.

Для розв'язання кінематичних зв'язків встановлюємо наступний перелік припущень:

– тертя в опорах рухомих частин механізму є лінійним;

– не враховуються сили інерції елементів КГП передачі та важільного механізму.

– жорсткість елементів важільного механізму постійна;

– для КГП не враховуються маси кульок під час визначення моменту інерції механізму.

Таким чином, метою кінематичного розв'язання механізму є визначення функціональної залежності між моментом на валу приводу та осьовою силою, що виникає на важелі приводу за умови різних варіацій їх конструктивних параметрів.

УДК 629.113
Степанченков В.О.[1]
Лаврік О.Г.[1]
Головатюк О.С.[2]
[1]викл. ЗБК*
[2]студ. гр. АО-41 ЗБК

МІКРОДВИГУНИ ДЛЯ АВТОМОДЕЛЕЙ

Двигун Supertigre 18 – одноциліндровий, двотактний, розроблений конструкторами відомої Італійської фірми, працює на суміші метилового спирту і нітрометану, з додаванням синтетичної та касторової олії. Охолодження двигуна – повітряне, робочий об'єм – 3,013 куб. см; діаметр циліндра – 16,8 мм, хід поршня – 13,6 мм, максимальна потужність к.с. – 2,2PS (2,17hp) при 31000 хв$^{-1}$; робочі оберти: 6500–32000 хв$^{-1}$. Він має карбюратор золотникового типу – F2 Composite 6,5 мм. Свічка розжарювання – R5.

Карбюраторний двигун з калильним запалюванням – один з типів карбюраторних поршневих двигунів внутрішнього згорання, особливістю якого є запалення паливо-повітряної суміші в циліндрі за допомогою свічки розжарювання. Він може застосовуватися для моделей літаків, вертольотів, автомобілів, глісерів.

Усередині калильно-каталітичної свічки є спіраль з платино-іридієвого або платино-родієвого сплаву, яка при підвищеній температурі каталітично підпалює горючу суміш. Існують також звичайні калильні свічки, в яких каталіз не використовується. Під час запуску до свічки підключають електричну батарею, від якої спіраль розжарюється і запалює горючу суміш. Коли двигун запустився, напругу на калильно-каталітичній свічці вимикають, так як робоча температура спіралі підтримується високою температурою продуктів згорання. Двигуни з калильним запалюванням, як правило, працюють на паливі, що складається з метанолу в суміші з касторовою олією. Паливо-повітряна суміш готується в карбюраторі. Стандартний склад нітрометанового палива містить наступні компоненти: 80% метилового спирту, 10% технічної касторової олії та 10% синтетичної олії. Для нормальної експлуатації двигуна рекомендується використовувати паливо з вмістом нітрометану 16% або 20%, для гонок – 25% нітрометану. В цьому випадку підвищиться потужність мотора, але охолоджуватися він буде гірше, відповідно застосування такого палива не тільки знизить ресурс, але і може привести до його заклинювання.

Представлений склад палива можна заливати в моделі з будь-якими двотактними двигунами калильного типу. Для більш легкого запуску в холодну пору рекомендується до складу додавати не більше 3% нітрометану,

який також забезпечить більшу динамічність двигуна. Це стосується стандартних двигунів і нітропалива для них.

Основу палива також становить метиловий спирт, який виступає в ролі основної запальної речовини. У свою чергу, нітрометан для двигуна виступає в якості хімічного нагнітача кисню в паливну суміш і забезпечує:

– стійку роботу двигуна на будь-яких обертах;

– більш повне спалювання паливної суміші (збільшення ККД);

– зниження робочої температури двигуна за рахунок процесів випаровування метанолу та нітрометану.

За законами фізики, перетворення речовини з одного стану в інший супроводжується викидом енергії. Процес випаровування метилового спирту та нітрометану не виняток. За рахунок тепла двигуна частина рідкої суміші випаровується, що призводить до викиду енергії у вигляді зниження температури, за рахунок чого працюючий двигун отримує додаткове охолодження. Саме тому паливо з низьким вмістом нітрометану (від 10 до 15%) рекомендується використовувати в холодну погоду.

Вміст оливи в суміші має бути на рівні 10% від загального обсягу. В іншому випадку модельний двигун сильно перегрівається, а його ресурс істотно знижується. Що стосується синтетичних олив, то використовуються різноманітні модифікації, які розчиняються в спирті. На відміну від касторової оливи для моделей вони повністю покривають тонкою плівкою всі деталі двигуна, що збільшує ресурс його роботи. Синтетичні оливи повністю згорають в процесі роботи, не утворюють нагару на поршні та кришці циліндра, а також не насичують вихлопні гази маслянистими продуктами згорання.

Метанол дозволяє отримати на 10–15% більше крутного моменту і 7–10% потужності в порівнянні з бензином, касторова олива змащує елементи двигуна, а нітрометан ще трохи покращує характеристики паливної суміші як присадка. Ця суміш упаковується в герметичні металеві або пластикові каністри різного об’єму (кожен виробник випускає свій варіант) і далі потрапляє в руки моделістам. Залежно від процентного вмісту нітрометану в метанолі, зазначеного на ємності (найпоширеніші – 15–25%), характеристики палива будуть відрізнятися, про що слід пам’ятати і підходити до вибору дуже відповідально.

УДК 629.113
Бородай К.О.[1]
Степанченков В.О.[2]
[1]студ. гр. БМ-41 ЗБК*
[2]викл. ЗБК

ГІБРИДНІ МАШИНИ

У багатьох випадках зведення будівельних об'єктів пов'язано з виконанням земляних робіт. Найбільш поширеними машинами, які використовують для цих робіт, є одноківшеві екскаватори. Процес розробки ґрунтів полягає у його різанні, заповненні ковша та переміщенні ґрунту у зоні дії робочого обладнання екскаватора. Розвантаження виконується у відвал або у транспортний засіб. Робочий цикл екскаватора передбачає виконання основної технологічної операції (розробка ґрунту) та допоміжних операцій з переміщення ґрунту і повернення обладнання до місця розробки середовища.

Підвищити продуктивність екскаваторів можливо за рахунок скорочення часу на допоміжні операції робочого циклу. Тому удосконалення конструкції екскаваторів з метою підвищення ефективного їх використання є актуальною науково-технічною проблемою. Одноківшеві екскаватори відносяться до машин циклічної дії, в яких основна операція (копання ґрунту) відбувається через визначений час, що зменшує продуктивність цих машин. Цей недолік усуває новий тип гібридної машини – екскаватора вакуумного типу.

Така техніка виконується на базі колісної або гусеничної машини та має вакуумний насос, всмоктуючий патрубок з трубопроводом та маніпулятор. За рахунок роботи вакуумного насосу, середовище (ґрунт, щебінь) втягується патрубком у трубопровід та транспортується у кузов автомобіля або у інше місце розвантаження. Маніпулятор на поворотній колонці забезпечує розташування всмоктуючого патрубка у будь-якій точці робочої зони машини, а також дозволяє виконувати роботи під існуючими конструкціями. Глибина занурення робочого обладнання у середовище, яке розроблюється, може бути різним в залежності від потреби. Такий екскаватор відноситься до машин неперервної дії, коли розробка та транспортування ґрунту відбувається одночасно. Недоліком такої техніки є неможливість розробки міцних та мерзлих ґрунтів.

Запропонована конструкція вакуумного екскаватора, яка містить вакуумний насос, трубопроводи, всмоктуючий патрубок, гідромолот і систему керування його положенням. За рахунок ударів гідромолота виконується подрібнення ґрунту та втягування цих елементів у всмоктуючий патрубок. Розроблений ґрунт транспортується по трубопроводах до місця його розвантаження – у транспортний засіб або у відвал. При розробці рідинних

субстанцій пропонується використовувати гвинтовий насос, який дозволятиме розвивати робочий тиск до 2 МПа та забезпечувати дальність подачі матеріалу до 60 метрів. Привід насосів та інших агрегатів екскаватора може бути автономним від власного двигуна (бензинового або дизельного), або від двигуна шасі через коробку відбору потужності.

Цей вид земляних робіт називають «технологією м'якої екскавації» і, як правило, він вважається більш безпечним, чим розробка ґрунту вручну в «небезпечній зоні» навіть безпосередньо поблизу підземних комунікацій.

Конструкція робочого обладнання вакуумного екскаватора, яка передбачає наявність додатково встановленого гідромолота, дозволяє розроблювати ґрунти значної щільності та міцності, що підвищує ефективність використання екскаватора.

УДК 678:62-436
Шевченко Т.Г.
магістр НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ 3D ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТА КУЛЬКОВОГО ШАРНІРА

В роботі досліджується можливість використання 3D друку у виготовленні полімерних елементів в трансмісії автомобіля.

Виконано аналіз, розрахунок і методичне обґрунтування подальшого експерименту вирішення наукової проблеми – знос полімерного елемента кулькового шарніра куліси трансмісії автомобіля Daewoo. Отримані результати досліджень дозволили сформулювати основні теоретичні висновки.

Аналіз надійності полімерних елементів, які застосовуються в приводі перемикання передач, показує, що до 16% ємності займають вироби з полімерів, а також для покращення їх характеристик використовують домішки з коефіцієнтом тертя від 0,02 до 0,07:

– графіт (C);
– сульфід молібдену (IV) (MoS2);
– дисульфід вольфраму (WS2);
– діселенід молібдену (MoSe2);
– діселенід молібдену (MoSe2);
– селенід вольфраму (IV) (WSe2);
– нітрид бору (BN).

Визначено, що вертикальне навантаження сприяє збільшенню зносу робочої поверхні втулки через конструкцію шарового пальця.

Розглянуто параметри оцінки моделі матеріалів та полімерна сировина для 3D друку, а саме: полілактид (PLA), акрилонітрил–бутадієн–стирол (ABS), полікарбонат (PC), поліамід (PA). Визначені найбільш важливі об'ємні характеристики зразків, що виготовляються з наведених вище полімерів при 3D друці:

– анізотропія властивостей;
– напрямок руху інструмента;
– товщина шару;
– дефекти.

Проведені аналітичні розрахунки зношування шарового з'єднання «полімерна втулка – палець» опори куліси перемикання передач на підставі трьох різних підходів (визначення інтенсивності зношування полімеру за формулою Ю.Н. Дроздова, енергетичний знос і знос при пластичному контакті) та виявлено, що краще значення інтенсивності зношування при різних показниках тиску від 50 Па до 250 Па і при постійній температурі має – поліамід (PA) від 0,1 до 7 за формулою Ю.Н. Дроздова, та визначено, що при пластичному зносі поліамід краще інших витримує локальне навантаження і останнім змінює свої властивості та стан.

Розроблені заходи щодо визначення структур і властивостей зразків, отриманих 3D–друком. Запропоновані методики для подальшого дослідження властивостей малогабаритних зразків:

– визначення межі міцності на вигин;
– визначення межі міцності на розтяг;
– визначення межі міцності на стиск;
– визначення коефіцієнта тертя.

Зразки представлені з одного матеріалу (нейлон), але різні по структурі створення. Деякі оболонки зразків пропонується виготовити з 3, 6, 9 шарів та із заповненням об'єму 20%, 40%, 60%, 80% і 100% кожен. Це дасть більш розгорнуте уявлення меж міцності деталей, виготовлених з полімеру.

Ця робота була виконана для аналітичного та теоретичного розуміння використання 3D друку у виготовленні полімерних деталей для легкових авто, а саме трансмісії. Виходячи з розрахунків і теоретичного аналізу, доцільним є проведення випробувань полімерних зразків для подальшого встановлення та обрання методики виготовлення змінних оригінальних неметалевих деталей.

УДК 629.113
Базикін О.О.[1]
Щербина А.В.[2]
[1]студ. гр. Т-118 НУ «Запорізька політехніка»
[2]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Ефективність використання транспортного засобу залежить від його технічного стану. Однією з найважливіших умов надійної роботи автомобіля є висока якість ремонту.

Норми і правила в галузі підтримання працездатності автомобілів засновані на планово-попереджувальній системі технічного обслуговування (ТО) і ремонту (плановий та попереджувальний характери системи).

Плановий характер системи, з одного боку, передбачає планове проведення ТО, що забезпечує попередження непередбаченої (аварійної) відмови автомобіля і регулярне отримання інформації про його технічний стан, з іншого – передбачає плановані напрацювання агрегатів і автомобілів до виведення їх до ремонту, а також обсяги робіт при ремонті, що сприяє підвищенню ритмічності роботи ремонтних підприємств і поліпшенню умов їх забезпечення матеріалами, запасними частинами та іншими видами ресурсів.

Попереджувальний характер системи полягає в тому, що вона передбачає проведення ремонту складових частин і автомобіля в цілому до настання періоду прискореного зношування базових і основних деталей. Подальше використання базових і основних деталей, які досягли цієї стадії зношування, пов’язане з небезпекою аварій і неминуче призводить до збільшення обсягів, складності та вартості ремонту. Система ремонту автомобілів являє собою сукупність взаємодіючих засобів ремонту, виконавців, стратегії, технології та нормативно-технічної документації, що забезпечують працездатний стан рухомого складу.

Таким чином, своєчасне виявлення й усунення дефектів автомобілів, які виникають в процесі їх експлуатації, успішно вирішується планово-попереджувальною системою технічного обслуговування і ремонту, чим забезпечується максимальна ефективність використання транспортного засобу.

УДК 629.113
Телін А.М.[1]
Щербина А.В.[2]
[1]студ. гр. Т-118 НУ «Запорізька політехніка»
[2]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ І ЗАВДАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В процесі експлуатації транспортних засобів погіршуються їх технічний стан і експлуатаційні показники, виникають несправності та відмови.

Технічний стан будь-якого транспортного засобу оцінюють конструктивними, виробничими та експлуатаційними показниками. До експлуатаційних показників відносяться, в першу чергу, надійність і контролепридатність. Надійність транспортного засобу закладається при його проектуванні, забезпечується при виготовленні і проявляється в процесі експлуатації.

Виникаючі несправності в ряді випадків не пов’язані безпосередньо з втратою працездатності. Несправні вузли або агрегати не можуть виконувати всі свої функції або виконують їх з певними відхиленнями. Якщо своєчасно не усунути несправності, можуть виникнути відмови – події, які полягають в порушенні працездатності. Тобто один або кілька робочих параметрів виробу виходять за допустимі межі і це призводить до того, що подальша експлуатація транспортного засобу неможлива або неефективна.

За характером зміни відмови класифікують на поступові та раптові. Таке розмежування відмов дозволяє вибирати відповідні методи і засоби їх локалізації, та методи прогнозування залишкового ресурсу. Крім того, відмови поділяють на конструкційні, виробничі та експлуатаційні.

У зв’язку з часто виникаючими несправностями і відмовами здійснюється впровадження сучасних методів і засобів діагностування.

Завдання діагностики полягають у вивченні та встановленні ознак оцінки несправностей і відмов транспортних засобів та їх агрегатів, розробці методів і засобів, за допомогою яких можна дати висновок про характер несправності та відмови.

За результатами вимірювань діагностичних параметрів здійснюється прогнозування залишкового ресурсу транспортного засобу і окремих його агрегатів.

Метою діагностування є оцінка загального технічного стану транспортних засобів, локалізація несправностей, спрямованих на зниження витрат запасних частин, матеріалів, палива, вартості та трудомісткості технічного обслуговування і технічного ремонту транспортних засобів,

виконання технічного обслуговування і технічного ремонту транспортних засобів не за регламентом, а за потребою, і, в кінцевому підсумку, підвищення коефіцієнта готовності парку транспортних засобів.

Таким чином, у підсумку однією з найважливіших умов підтримки на високому рівні ефективності та надійності транспортних засобів є своєчасне виявлення і попередження на ранній стадії відмов і несправностей з подальшим їх усуненням.

УДК 629.113
Телін А.М.
студ. гр. Т-118 НУ «Запорізька політехніка»

ЕВОЛЮЦІЙНА СИСТЕМА ПОВНОГО ПРИВОДУ QUATTRO ULTRA

У сучасному світі легкові автомобілі з повним приводом продовжують ставати все популярнішим і популярнішим. Головний аргумент прихильників переднього або заднього приводів – паливна економічність, поступово з часом йде на другий план, тому що вона просто губиться на фоні переваг, таких як керованість і безпека, які дуже активно розвиваються.

У 2016 році компанія Audi представила еволюційну систему quattro, що отримала приставку ultra. Раніше на повнопривідних моделях з поздовжнім розташуванням двигуна в Німеччині використовували конструкцію з центральним диференціалом, а на машинах з поперечним компонуванням силового агрегату – багатодискову електрогідравлічну муфту для підключення задньої осі. Система quattro ultra, яка призначена для «поздовжніх» повнопривідників, в чомусь схожа на своїх попередниць, але в той же час відрізняється від обох.

В основі системи quattro ultra лежить багатодискове зчеплення в масляній ванні з електричним актуатором, встановлене відразу за коробкою передач. У корпусі заднього диференціала з'явилася кулачкова муфта, здатна розділяти на дві частини праву піввісь. Коли в повному приводі немає необхідності, багатодискове зчеплення відключає від коробки передач карданний вал і, отже, задню вісь. При необхідності задня вісь підключається за мілісекунди.

В Німеччині пояснюють, що нова система дозволяє на сухому асфальтовому покритті витрачати менше палива, але в той же час на слизькому – практично миттєво забезпечує автомобіль потрібною тягою, причому вона може гнучко розподілятися між колесами в залежності від швидкості машини, умов зчеплення і напрямку повороту.

За узгодженою роботою обох пристроїв стежить нова електронна система, яка збирає дані з великої кількості датчиків. Саме вона відповідає за

те, щоб у самих різних ситуаціях трансмісія не поступалася класичному постійному повному приводу ні в динаміці, ні в керованості, ні в тязі.

Розробники відзначають, що нова система не тільки економічніше попередньої, але ще й майже на чотири кілограми легше, незважаючи на додавання принципово нових компонентів.

У підсумку стає зрозуміло, що сучасні системи повного приводу типу All Wheel Drive (AWD), до яких відноситься quattro ultra, мають досить високі показники паливної економічності, в порівнянні з моноприводними системами, та перевершують їх в керованості та безпеці. Але на жаль, такі системи повного приводу не виконують всіх вимог споживачів, деяким автопокупцям як і раніше необхідні переваги систем повного приводу типу Four Wheel Drive (4WD), які були призначені для використання на помірному або важкому бездоріжжі, такі, наприклад, як більш широкий спектр можливостей для буксирування та перевезення важких вантажів, використання автомобіля на крутих ухилах або на пересіченій місцевості. Хоча для більшості споживачів системи AWD забезпечують найбільшу вигоду і низьку вартість.

УДК 629.017
Чердаклієв Д.В.[1]
Сосик А.Ю.[2]
[1]студ. гр. Т-110м НУ «Запорізька політехніка»
[2]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ШУМУ АВТОМОБІЛІВ

Параметри вібрації і шуму є найважливішими показниками якості автомобіля, рівня досконалості його технології, культури виробництва, надійності та довговічності. Серед показників, що визначають комфорт автомобіля, акустичний комфорт з кожним роком набуває все більшого значення.

Завдання зниження шуму автомобілів є однією з найважливіших загальних проблем захисту навколишнього середовища.

Одним з найбільш потужних джерел звукового випромінювання є транспортний потік, і в тому числі автомобільний. З кожним роком збільшується інтенсивність руху, зростає вантажообіг, зростає середня швидкість руху автомобілів. Зростає парк автомобілів, збільшується потужність двигунів, швидкохідність механізмів окремих вузлів автомобілів. Все це неминуче призводить не тільки до зростання рівня вібрації і внутрішнього шуму в салонах автомобілів, але й до зростання рівнів шуму, випромінюваного автотранспортом у навколишнє середовище.

Вібрації і шум, що відчуваються в салонах автомобілів, знижують у водіїв і пасажирів стійкість ясного бачення, послаблюють гостроту зору, порушують функції вестибулярного апарату, координацію рухів. Через вплив вібрацій і шуму у водіїв збільшується латентний період рухової реакції. Ці фактори в ряді випадків можуть бути непрямими причинами автомобільних аварій.

Зростання рівня шуму в містах та біля транспортних магістралей позбавляє людей можливості гарного відпочинку і є причиною різних хвороб. В цілому це веде до зниження продуктивності праці в країні, до нераціональних матеріальних витрат.

В Україні та в багатьох країнах світу введені жорсткі норми, що обмежують рівень шуму автомобілів. Норми щодо обмеження зовнішнього шуму автомобілів викладені в правилі № 51 ЄЕК ООН.

Дослідження і зниження віброактивності шуму автомобілів важливе завдання, тісно пов'язана із загальним прогресом науки і техніки. Реалізація гарного акустичного комфорту вимагає проведення досліджень по боротьбі з вібраціями і шумом безпосередньо в джерелах, якими в автомобілях є двигун і його навісні агрегати, система впуску та випуску, агрегати трансмісії, шини й т.д.

З усього вище наведеного випливає, що питання зниження шуму автомобіля є досить актуальним і необхідним напрямком вдосконалення автомобіля.

УДК 631.372
Яценко О.А.[1]
Сосик А.Ю.[2]
Дударенко О.В.[2]
[1]студ. гр. Т-110м НУ «Запорізька політехніка»
[2]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ОБҐРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ТРАНСМІСІЯХ З ГІДРОСТАТИЧНИМ ПРИВОДОМ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Якісна діагностика гідростатичного приводу (ГСП) при експлуатації машинно-тракторних (МТА) агрегатів дозволяє забезпечити його надійність і, відповідно, організувати ефективнішу систему експлуатації і ремонту.

На сучасних МТА стан ГСП виявляється за допомогою бортової системи діагностики або встановлюється в процесі періодичного технічного обслуговування, поєднаного з діагностуванням.

Під час експлуатації МТА з ГСП технічні параметри гідравлічного обладнання змінюються від номінального значення до граничного, залежно від впливу як конструктивно-технологічних факторів, так і експлуатаційних.

На теперішній час засоби технічної діагностики ГСП дозволяють своєчасно виявити можливість раптової відмови, визначити характер, а більш за все і місце прихованої несправності. А в подальшому запобігти пошкодженням гідравлічного обладнання, визначити об'єми подальшого ремонту та спрогнозувати простій машини до відновлення працездатного стану.

Таким чином, метою роботи є визначення алгоритму своєчасного виявлення несправностей за допомогою засобів діагностики технічного стану.

На МТА найбільш часто застосовують гідростатичні гідропередачі, так як вони дозволяють розподіляти енергію по декільком силовим потокам, забезпечуючи за допомогою гідродвигунів привід ходової частини і робочих органів машини. В даному випадку діагностування є комплексом операцій, що проводять в складі заходів системи планово-попереджувального технічного обслуговування і ремонту машин.

Діагностування гідроприводу машин повинно забезпечити:

– визначення фактичного стану ГСП в цілому та його складальних одиниць і систем;

– визначення місця і причини виникнення несправності при відмові об'єкту та можливу ланку наслідків;

– отримання вихідних даних для подальшого прогнозування залишкового ресурсу або оцінки ймовірності безвідмовної роботи ГСП в період між технічним обслуговуванням;

– підвищення ефективності технічної експлуатації машин.

Останнє досягається за рахунок:

– скорочення витрат часу на визначення технічного стану шляхом виключення робіт з розбирання (демонтажу);

– скорочення часу простоїв машин через відмову гідравлічного приводу робочих органів;

– зниження витрат на усунення відмов машин внаслідок своєчасного виявлення прихованих дефектів;

– підвищення ефективності використання машин за призначенням в результаті своєчасної корекції (відновлення) функціональних характеристик машин при виході їх за межі допуску.

Алгоритм виконання робіт при діагностиці ГСП пропонується скласти з наступних етапів:

– ідентифікація, отримання та аналіз технічної інформації гідроприводу дефектної машини;

– бесіда з оператором машини з метою отримання інформації про наявність відмов, працездатності циклів, ситуації відмови, самостійних регулюваннях гідросистеми, датою виконання останнього ТО;

– оцінка працездатності машини по інвентарним та додатково встановленим точкам за допомогою баротестера;

– аналіз можливих причин відмови;

– проведення остаточних тестів діагностики за допомогою гідротестерів.

УДК 631.372
Сосик А.Ю.[1]
Артюх О.М.[1]
Косяков О.А.[2]
[1]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»
[2]студ. гр. Т-110м НУ «Запорізька політехніка»

ПОСТАНОВКА КІНЕМАТИЧНОЇ ЗАДАЧІ РУХУ ПРИЧІПНОЇ ЛАНКИ У СКЛАДІ З КОЛІСНИМ ТРАКТОРОМ

Робота колісних тракторів пов’язана з використанням навісних та причіпних агрегатів. У випадку використання навісних агрегатів кінематику повороту колісної машини обмежено лише характеристиками керуючої системи. У разі застосування причіпних агрегатів кінематика повороту визначається з врахування впливу ширини та довжини агрегату.

Питання повороту колісних тракторів визначено в достатньо повному обсязі в сучасному машинобудуванні, однак застосування навігаційних систем автоматичного керування на колісних тракторах порушило питання щодо уточнення руху колісного трактора під час виконання технологічних операцій. В першу чергу це пов’язано з тим, що сучасний колісний трактор обладнано автоматичною системою виводу агрегату з роботи під час виконання маневру зміни напрямку руху.

Необхідно враховувати, що поворот – це складний рух по кривій зі змінним радіусом кривизни. Окремі точки агрегату при цьому описують свої траєкторії, і швидкості їх руху змінюються в залежності від відстані до центру повороту, що в свою чергу призводить до зміни величини навантажень на окремі частини агрегатів. У разі некоректних даних щодо виконання маневру, можливе руйнування та ушкодження як колісного трактору, так і агрегату.

Таким чином, під час проектування широкозахватних агрегатів необхідно відштовхуватись від конструктивних та експлуатаційних характеристик перспективних колісних тракторів. Раціональний вибір способу руху в даному випадку може надати суттєвий економічний ефект.

УДК 631.372
Сосик А.Ю.[1]
Маслов М.М.[2]
[1]канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»
[2]студ. гр. Т-110м НУ «Запорізька політехніка»

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЧІПНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО АГРЕГАТУ З КОМБІНОВАНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ГЛИБИНИ ОБРОБКИ ҐРУНТУ ПІД ЧАС РОБОТИ З КОЛІСНИМИ ТРАКТОРАМИ

На теперішній час в сільському господарстві впроваджено різні шляхи поверхневої ґрунтообробки. Глибина обробітку ґрунту є головним технологічним параметром і її недотримання може привести до зменшення врожайності, а її перевищення – до енергетичних втрат.

Якість обробки ґрунту залежить від величини заглиблення знаряддя, що, в свою чергу, регулюється двома факторами: системою регулювання заглиблення та питомою вагою, що діє на диск.

Регулювання питомої ваги на сучасних агрегатах ґрунтообробки досягається застосуванням баласту, але не є достатньо приємним, бо фактично баласт вводить агрегат в технологічний стан, а транспортування за наявності баласту фактично не можливе.

Система регулювання заглиблення фактично визначає положення відносно горизонту ґрунту. Класична схема в якості передніх регуляторів застосовує пневматичні колеса, позаду цю функцію виконують вали для прикатування ґрунту. Схема, яка запропонована компанією Amazon, передбачає, що колеса та вали прикатування ґрунту не є динамічними елементами агрегату, а регулювання заглиблення вирішено шляхом зміни кута нахилу рейки встановлення дисків.

Така схема застосована на широкозахватних агрегатах, де під час переходу до транспортного положення виникає необхідність забезпечити нормативну габаритну ширину агрегату не більше 3 м.

Таким чином, виникає питання щодо впровадження комбінованих регульованих систем, де є регулювання заглибленням як колесами і валами, так і зміною положення диску. Ця система потребує детального розгляду з чіткою оцінкою її переваг й недоліків з метою визначення перспективності впровадження у виробництво.

СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 656.01
Каплуновська А.М.[1]
Бабенко К. Ю. [2]
[1] старш. викл. каф. ТТ НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-310 СП НУ «Запорізька політехніка»

ПРАВОВИЙ РЕЖИМ ЗЕМЕЛЬ ТРАНСПОРТУ

До земель транспорту належать землі, надані підприємствам, установам та організаціям залізничного, автомобільного транспорту і дорожнього господарства, морського, річкового, авіаційного, трубопровідного транспорту та міського електротранспорту для виконання покладених на них завдань щодо експлуатації, ремонту і розвитку об'єктів транспорту. Землі транспорту можуть перебувати у державній, комунальній та приватній власності.

Правовий режим всіх зазначених земель базується на єдиних принципах: загальнодержавного та суспільного значення категорії земель, до складу якої вони входять; спеціальних завдань використання таких земель.

Головною ознакою правового режиму є забезпечення раціонального екологічно збалансованого використання землі при експлуатації різних несільськогосподарських об'єктів. Особливості ж правового регулювання використання та охорони окремих видів земель, що входять до складу цієї категорії, зумовлені специфікою цільового призначення. [1]

Землі транспорту поділяються на два види: землі автомобільного транспорту та землі дорожнього господарства.

До земель автомобільного транспорту належать:

землі під спорудами та устаткуванням енергетичного, гаражного і паливороздавального господарства;

автовокзалами, автостанціями, лінійними виробничими спорудами, службовотехнічними будівлями;

станціями технічного обслуговування, автозаправними станціями;

автотранспортними, транспортноекспедиційними підприємствами, авторемонтними заводами;

базами, вантажними дворами, майданчиками контейнерними та для перечеплення, службовими та культурно-побутовими будівлями й іншими об’єктами, що забезпечують роботу автомобільного транспорту.

До земель дорожнього господарства належать:

землі під проїзною частиною, узбіччям, земляним полотном, декоративним озелененням, резервами, кюветами, мостами, тунелями, транспортними розв’язками, водопропускними спорудами, підпірними

стінками і розташованими в межах смуг відведення іншими дорожніми спорудами та обладнанням;

паралельні об'їзні дороги, іаромні переправи, снігозахисні споруди і насадження, протилавинні та протисельові споруди, вловлюючі з'їзди;

майданчики для стоянки транспорту і відпочинку, підприємства та об'єкти служби дорожнього сервісу;

будинки (в тому числі жилі) та споруди дорожньої служби з виробничими базами;

захисні насадження. [2]

Використання та охорона земель автомобільного транспорту здійснюється відповідно до вимог ЗК України, законів України «Про транспорт», «Про автомобільний транспорт», «Про дорожній рух», Єдиних правил ремонту і утримання автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів, правил користування ними та охорони, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1994 р. (зі змінами та доповненнями), Порядку видачі дозволів та погоджень на розміщення і будівництво об'єктів сервісу, будівель побутово-торговельного призначення, рекламо носіїв на автомобільних дорогах загального користування, затвердженого наказом Української державної корпорації з будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг «Укравтодор» Мінтрансу України від 10 березня 2000 р., тощо.

Однією з новел чинного земельного законодавства є можливість надання земельних ділянок із земель автомобільного транспорту та дорожнього господарства для здійснення концесійної діяльності. Закон України «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг» від 14 грудня 1999 р. та постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку визначення об'єктів концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг загального користування» від 6 липня 2000 р. визначають особливості надання концесій на будівництво автомобільних (позаміських) доріг загального користування та їх подальшу експлуатацію в інтересах економіки України. [3]

Суб'єктами прав на зазначені землі можуть виступати підприємства, установи та організації, тобто юридичні особи. Здебільшого постійними користувачами щодо названих земель є державні підприємства, установи та організації промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та інших галузей суспільного виробництва. Таке становище цілком виправдане, оскільки промисловість, транспорт, енергетика, зв'язок, оборона — це переважно сфера державної діяльності. В той же час не виключена можливість, коли носіями земельних прав у цих випадках виступають і недержавні, наприклад, комунальні юридичні особи. Тут важливо лише те, щоб діяльність, зумовлена цільовим призначенням цих земель, здійснювалася юридичними

особами, які наділені спеціальною (статутною) правоздатністю. Не виключається і використання цих земель названими суб'єктами і на умовах оренди. [1]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правовий режим земель транспорту. [Електроний ресурс]. - Режим доступу: https://studfile.net/preview/5118097/page:32/

2. Правовий режим земель промисловості, транспорту, зв'язку, оборони та іншого признаення. [Електроний ресурс] .-Режим доступу: https://msn.khnu.km.ua/pluginfile.php/397167/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%2014.pdf

3. Правовий режим земель транспорту [Електроний ресурс] - Режим доступу:https://lawbook.online/pravo-ukrajini-zemelne/pravoviy-rejim-zemel-60924.html

УДК 656.01

Каплуновська А.М.[1]
Біляєва А.О. [2]
[1] старш. викл. каф. ТТ НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-310 СП НУ «Запорізька політехніка»

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО – ЕКСПЕДИЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Транспортне експедирування – це допоміжний вид діяльності в процесі якої безпосередньо здійснюється організація перевезення вантажу.

Транспортне експедирування, не може розглядатися окремо від перевезення вантажу. Це – комплекс заходів, які супроводжують процес перевезення вантажів на всіх його стадіях (сортування вантажів під час їх прийняття до перевезення, перевалка вантажів у процесі їх перевезення, облік надходження вантажів під час їх видачі тощо). Отже такі дії дають підстави розглядати її допоміжним щодо перевезення видом діяльності. Тому кожна послуга, що надається експедитором клієнту, по суті, є транспортною послугою. [1]

У перевізному процесі можна виділити дві складові. Перша - це власне переміщення вантажів з пункту навантаження в пункт доставки. Друга являє собою комплекс операцій по забезпеченню їх переміщення. Перевезення сполучена з виконанням ряду допоміжних операцій, які обслуговують її організацію та здійснення. До таких операцій відносяться, наприклад, вироблення оптимальних маршрутів перевезення вантажів, підготовка їх до

перевезення, прийняття, зважування, навантаження, супровід вантажів, контроль за їх перевезенням, при необхідності перевантаження з одного виду транспорту на інший, досилання частини вантажу, вивантаження вантажів в пункті призначення, організація їх зберігання, виконання офіційних і митних формальностей при перетині кордону і т.д.

Хоча друга складова транспортного процесу виконує службову роль по відношенню до першої, її роль і значення у здійсненні оптимального руху товарів на внутрішньому та міжнародному ринку важко переоцінити. Значимість допоміжних операцій визначається тією обставиною, що без них неможливо здійснення перевезення. [2]

Експедитор – це або суб'єкт господарювання, що спеціалізується на транспортно-експедиційних послугах (транспортно-експедиторська організація), або перевізник, порт, пристань, які мають відповідну інфраструктуру і функціонально призначені для організації та сприянні здійсненню процесу перевезення вантажів.

Експедитор є непрямим учасником процесу перевезення вантажу.

Відносини учасників транспортно-експедиторської діяльності встановлюються на основі договорів. Учасники цієї діяльності вільні у виборі предмета договору, визначенні зобов'язань, інших умов взаємовідносин, що не суперечать чинному законодавству.

За договором транспортного експедирування (ст. 316 ГК). одна сторона (експедитор) зобов'язується за плату і за рахунок другої сторони (клієнта) виконати або організувати виконання визначених договором послуг, пов'язаних з перевезенням вантажу.

Договір транспортного експедирування характеризують такі правові ознаки:

- він є консенсуальним, тому що вважається укладеним з моменту досягнення угоди міжекспедитором і клієнтом;

- за кількістю сторін договір двосторонній; кожна сторона (експедитор, клієнт) має визначені права та обов'язки;

- оплатність договору пов'язана з тим, що експедитор здійснює свої обов'язки за плату із рахунок клієнта;

- це договір про надання транспортних послуг, який за своєю правовою природою є договором про організацію перевезення вантажів;

- договір укладається у письмовій формі (ст. 930 ЦКУ). [1]

Відносини в галузі транспортно-експедиторської діяльності регулюються Цивільним кодексом України, Господарським кодексом України, Законами України"Про транспортно-експедиторську діяльність", "Про транспорт", "Про зовнішньоекономічну діяльність", "Про транзит вантажів", іншими законами, транспортними кодексами та статутами, а також іншими нормативно-правовими актами, що видаються відповідно до них.

Національне законодавство України, як і інших країн, відіграє важливу роль в правовому регулюванні міжнародних перевезень. Це пояснюється тим, що деякі умови, пов'язані з договорами перевезення, неможливо уніфікувати, і тому вони залишені навмисно для юрисдикції норм національного права; норми міжнародного права мають пропуски, які можна змінити тільки шляхом звернення до національного права окремих країн; міжнародні угоди та конвенції передбачають видання, в порядку внутрішнього законодавства, спеціальних норм, які відображають особливості міжнародних сполучень, що відповідають інтересам окремих країн.

На сьогодні для створення ефективної системи правового регулю вання ринку транспортних послуг потрібно почати з формулювання та зкріплення на законодавчому рівні визначення основних понять, які стосуються транспортно-експедиторської діяльності. Крім того, вбачається необхідним привести вже діюче національне законодавство у відповідність із нормами міжнародних нормативних актів, які регулюють перевезення та експедиторську діяльність. [3]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Правове регулювання транспортного експедирування [Електроний ресурс]. - Режим доступу:

https://pidru4niki.com/83897/pravo/pravove_regulyuvannya_transportnogo_ekspediruvannya

Правове реглювання транспортно екпедиційної діяльності [Електроний ресурс] .-Режим доступу:

https://stud.com.ua/51336/pravo/pravove_regulyuvannya_transportno_ekspeditsiynoyi_diyalnosti

Правове регулювання експедиторської діяльності в Україні [Електроний ресурс] - Режим доступу:

https://legalactivity.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=254%3A190412-14&catid=44%3A4-0512&Itemid=48&lang=en

УДК 656.01
Каплуновська А.М.[1]
Пилипчук А.М. [2]
[1] старш. викл. каф. ТТ НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-310 СП НУ «Запорізька політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Транспорт забезпечує розвиток міжнародних економічних зв'язків, створює умови для раціонального розміщення продуктивних сил і взаємовигідного поділу праці між країнами світу[1].

Міжнародним перевезенням визнається перевезення, що здійснюється на тому чи іншому виді транспорту, при якому місце відправлення і місце призначення розташовані:

1.На території двох або більше держав.

2.На території однієї й тієї ж держави, якщо передбачена зупинка на території іншої держави[2]

Характерною особливістю правового регулювання у цій сфері є те, що основні питання перевезень вирішуються в міжнародних угодах, що містять уніфіковані норми, однаково визначають умови міжнародних перевезень вантажів і пасажирів.

Зростання автомобільних перевезень вантажів і пасажирів обумовило необхідність активного укладення угод між багатьма країнами.

Практично всі країни уклали такі угоди з сусідніми країнами. У них містяться положення про регулярні і нерегулярні перевезення вантажів і пасажирів автотранспортними засобами, визначається порядок розрахунків і платежів за міжнародні транспортні та пов’язані з ними послуги, визначаються перевізники. [2]

Міжнародні автомобільні перевезення здійснюють перевізники згідно з національним законодавством на підставі дозволів, виданих уповноваженою на те організацією, шосейними шляхами, відкритими для міжнародного автомобільного сполучення.

Автотранспортні засоби, що використовують у міжнародному сполученні, підлягають обов'язковому страхуванню на випадок заподіяння шкоди третім особам.

Норми міжнародних договорів про автомобільні перевезення доповнюють міжнародні угоди, які регламентують питання прикордонного, санітарного чи іншого контролю.

Для розв'язання питань, не врегульованих цими договорами, застосовують національне законодавство[3]

Правове регулювання *міжнародних автомобільних перевезень пасажирів* і багажу відбувається на основі таких міжнародних договорів:

– Конвенції про договір міжнародного автомобільного перевезення пасажирів та багажу від 1 березня 1973 р.; Україна приєдналася у грудні 2004 р.;

– Угоди про міжнародні перевезення пасажирів автобусами нерегулярним сполученням (ASOR); прийнята в травні 1982 р. в Дубліні;

– Угоди про міжнародні нерегулярні перевезення пасажирів автобусами (Угода INTERBUS) від ЗО червня 2001 р; не є чинною для України.

Правове регулювання *міжнародних автомобільних перевезень вантажів* здійснюється такими міжнародними договорами:

– Конвенцією про дорожній рух 8 листопада 1968 р.; прийнята у Відні[2], Україна приєдналася 12 липня 1974 р.;

– Конвенцією про дорожні знаки та сигнали від 8 листопада 1968 р.; прийнята у Відні; набрання чинності для України від 6 червня 1978 р. та Європейською угодою, яка доповнює цю Конвенцію від 1 травня 1971 р.; прийнята в Женеві;

– Європейською угодою про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ) від ЗО вересня 1957 р.; Україна приєдналася 2 березня 2000 р.;

– Конвенцією про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів від 19 травня 1956 р.; Україна приєдналася у 2006 р.;

– Європейською угодою про міжнародні автомагістралі, 15 листопада 1975 р.; Україна приєдналася до Угоди 9 листопада 1982 р.;

– Митною конвенцією про перевезення вантажів із застосуванням книжки МДП 1975 р.; набрала чинності для України 11 жовтня 1994 р.;

– Конвенцією про тимчасове ввезення від 26 червня 1990 р., прийнята під егідою Ради Митного Співробітництва; Україна приєдналася 24 березня 2004 р., дата набуття чинності - 22 вересня 2004 р.;

– Митною конвенцією щодо контейнерів від 2 грудня 1972 р.; прийнята під егідою Ради Митного Співробітництва та Протоколу до неї;

– Угодою про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів і про спеціальні транспортні засоби, призначені для цих перевезень (УПШ) від 1 вересня 1970 р., Україна приєдналася 2 квіт. 2007 р.;

– Угодою про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів від 20 березня 1958 р. (м. Женева), ратифікована Україною;

– Угодою про порядок транзиту через території держав- учасниць СНД від 4 червня 1999 р.; ратифікована Україною 22 лют. 2001 р. тощо.

– Європейською угодою щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР), від 27 лютого 2004 р.; ратифікована Україною у верес. 2005 р.

Укладаються двосторонні міжнародні міжурядові договори про міжнародне автомобільне сполучення між Україною та іншими державами. Зокрема, договори між урядом України та урядами Латвії, Естонії, Білорусі, Литви, Молдови, Азербайджану, Вірменії, Узбекистану, Росії, Угорщини, Бельгії тощо.[4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правове регулювання міжнародних автомобільних перевезень [Електроний ресурс] .-Режим доступу: https://pidru4niki.com/1719051243929/logistika/pravove_regulyuvannya_mizhnarodnih_avtomobilnih_perevezen

2. Міжнародні автомобільні перевезення [Електроний ресурс] .-Режим доступу: https://pidru4niki.com/80146/pravo/mizhnarodni_avtomobilni_perevezennya

3. Конвенція про міжнародні автомобільні перевезення пасажирів і багажу [Електроний ресурс] .-Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/997_034#Text

4. Правове регулювання міжнародних перевезень – Столярський О.В. – Поняття про особливості договорів перевезення вантажів, пасажирів і багажу автомобільним транспортом. [Електроний ресурс] .-Режим доступу: https://ukrtextbook.com/pravove-regulyuvannya-mizhnarodnix-perevezen-stolyarskij-o-v/pravove-regulyuvannya-mizhnarodnix-perevezen-stolyarskij-o-v-4-2-ponyattya-ta-osoblivosti-dogovoriv-perevezennya-vantazhiv-pasazhiriv-i-bagazhu-avtomobilnim-transportom.html

УДК 656.073

Васильєва Л.О.[1]
Гончаренко Д.С.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-819сп НУ «Запорізька політехніка»

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ КОМЕРЦІЙНОЇ СЛУЖБИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Комерційна служба в системі управління автотранспортним підприємством посідає одне з ключових місць, оскільки основне її

призначення – визначення місця підприємства на ринку транспортних послуг, утримання цільової частки ринку, формування тарифної політики відповідно до стратегії розвитку підприємства і своєчасної реакції на зміну кон'юнктури ринку. Власне, головною функцією комерційної служби є просування і забезпечення продажу якомога більшого асортименту транспортних послуг.

Комерційна служба в ринкових умовах виконує роль регулятора та індикатора ринку для автотранспортного підприємства. Реакція комерційної служби на зміну кон'юнктури ринку залежить від уміння, можливостей і сумісної співпраці з різними контрагентами ринку:постачальниками, клієнтами, конкурентами, державою тощо. В професійній діяльності служби необхідно враховувати важливі фактори: наявність сторін з незбіжними інтересами; наявність у кожної зі сторін чого-небудь, що може становити інтерес для іншої сторони; свободу спілкування сторін в пошуку взаємовигідного рішення для укладення угоди; доцільність і вигоду від укладання угоди для всіх сторін.

Вибір цільових сегментів ринку, тобто груп споживачів і видів послуг, на яких автотранспортне підприємство повинно зосередити свої зусилля, здійснюється за підтримки комерційної служби керівництвом підприємства і є найважливішою частиною роботи з підготовки виробничої стратегії підприємства, яка напряму залежить від масштабів діяльності, спеціалізації та умов роботи конкретного підприємства.

В умовах вільного ринкового ціноутворення та визначення ціни на послуги повинні бути достатніми для забезпечення ефективної роботи підприємства і в той же час прийнятними для клієнтів і забезпечувати, таким чином, необхідний рівень попиту. Автотранспортні підприємства визначають вартість послуг індивідуально для кожного замовлення на послуги, які не регульовані державою. Тому розробка цінової політики, системи знижок і надбавок, що сприяють залученню нових і утриманню постійних клієнтів, є самостійною і досить складною сферою комерційної діяльності.

Стимулювання попиту на послуги спрямоване на отримання додаткових замовлень і на залучення нових клієнтів і замовлень. Стимулювання попиту засноване на використанні комплексу маркетингових інструментів в діяльності – реклами, особистих контактів зі споживачами і проведення акцій, створення відповідного іміджу автотранспортного підприємства через контакти з громадськими організаціями, місцевою владою, пресою тощо.

Укладання договорів з клієнтами є ще однією з найважливіших функцій комерційної служби – діяльність з визначення і юридичного закріплення умов угод між автотранспортним підприємством і споживачами його послуг. Транспортні підприємства різної спеціалізації працюють як на основі довгострокових, так і разових договорів. Загальна стабільність і динаміка

транспортного ринку сприяють зростанню частки разових замовлень на перевезення і договорів, що укладаються на короткі терміни. Тому робота комерційної служби із узгодження та укладання договорів здійснюється постійно.

Однією з головних задач комерційної служби підприємств автотранспорту є вивчення споживачів послуг, що надаються підприємством, і особливостей їх ринкової поведінки. Споживачі послуг автомобільного транспорту складають різнорідну, велику групу учасників ринку.

Послуги перевезення автомобільним транспортом необхідні як індивідуальним користувачам (окремим особам), так і підприємствам різних галузей економіки, державним установам, громадським організаціям тощо. Поведінка споживачів кожної з цих груп при виборі автотранспортного підприємства і прийнятті рішення про укладення договору перевезення, а також їхні вимоги до послуг, що надаються, умовами обслуговування і т. д. має особливості. Підприємствам автомобільного транспорту доводиться враховувати особливості різноманітних ринків – індивідуальних споживачів, підприємств, посередників, державних організацій, громадських організацій та міжнародного ринку.

В процесі покупки транспортної послуги кожному потенційному клієнту доводиться вирішувати багатофакторну задачу. Для ринку індивідуальних покупців попит має виражений сезонний і тимчасової характер, оскільки він пов'язаний з особливостями попиту на групи товарів, які купуються в різні сезони (це відноситься до перевезення вантажів, до перевезення пасажирів в місця сезонного відпочинку тощо) або періоди часу (коливання пікових навантажень на дороги в зв'язку з практично одночасним початком роботи основних споживачів транспортних послуг – промислових підприємств, різних установ, підприємств торгівлі). Ці особливості ринку повинні «згладжуватися» розробкою комерційними службами підприємств заходів, що сприяють швидкому та своєчасному інформування клієнтів про особливості користування послугами та їхнього придбання.

Щоб клієнтів-організацій ринок пропонує автотранспортні послуги, які мають свої особливості, що також повинна враховувати при плануванні роботи комерційна робота з представниками цього ринку. Це і великі обсяги замовлень клієнта, територіальна або видова їх концентрація в «місцях продажу послуг», спеціалізація і обсяги виробництва замовника, який надає вантаж до перевезення, низька еластичність попиту за ціною і його різка динаміка, професійний підхід до вибору перевізника і високий рівень вимог до організації і якості транспортування. Комплекс цих факторів, з одного боку, зумовлює високі витрати на якість і задоволеність клієнта, з іншого – можливість за більш низькими цінами отримати прибуток від великих обсягів

виробництва послуг та їх стабільного надходження в рамках довгострокових договорів.

Таким чином, ефективна автотранспортного підприємства в цілому, незалежно від його спеціалізації, залежить від правильного врахування всього комплексу ринкових умов, в яких діють і споживачі і саме транспортне підприємство. Тому основним завданням комерційної служби автотранспортного підприємства є постійний моніторинг і контроль ступеню задоволеності клієнтів та можливість оперативно вирішувати різні конфліктні ситуації та гнучко задовольняти вимоги кожного клієнта, незалежно від обсягів споживання послуг підприємства.

УДК 656.2

ЛебідьГ.О.[1]
ПадченкоО.О.[2]
[1] старш. викл. каф. ТТ НУ«Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. каф. ТТ НУ«Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ВІДПРАВЛЕНЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ

Під час формування вантажного відправлення пріоритетним аспектом є використання меншої кількості необхідних транспортних засобів за рахунок повного використання вантажопідйомності рухомого складу [1].

В умовах транспортно-складської системи цеху холодної прокатки №1 (ЦХП-1) металургійного комбінату ПАТ «Запоріжсталь» спостерігається неповне використання вантажопідйомності рухомого складу. Основним етапом в оптимізації транспортної системи є дослідження процесу формування вантажних відправлень, що впливають на її загальну ефективність [1].

Дослідження даної проблеми показало, що основними причинами є:

1. Технічна застарілість схем розміщення та кріплення металопродукції у вагонах. Схеми, розраховані на рухомий склад, вантажопідйомністю до 65 т, вимагають удосконалення з причини збільшення частки вагонів вантажопідйомністю 69-71 т в загальному вагонообороті.

2. Застосування багатооборотних засобів кріплення - металевих піддонів, маса яких, у свою чергу, зменшує масу нетто вантажу у вагоні.

3. Вимоги до маси рулонів, зазначені в замовленні з боку споживача. При формуванні вагона за існуючими схемами розміщення і кріплення неможливо забезпечити максимальне завантаження транспортного засобу з причини однотипної маси рулонів. Виникає необхідність додаткового довантаження

вагону рулонами, що зменшить величину невикористаної вантажопідйомності.

4. Відсутність точної методики планування та формування вантажних відправлень. Виникає необхідність в інтеграції виробництва, транспорту, складування, збуту металопродукції. Оптимальна комбінація рулонів за масою забезпечить максимальне завантаження транспортного засобу, тим самим зменшить необхідне число вагонів, мінімізуючи транспортні витрати. Також маса рулонів впливає на логістичні витрати в розрахунку на 1 т при пакуванні, здійсненні навантажувально-розвантажувальних операцій, використанні лісоматеріалів на кріплення вантажу у вагоні і т.д.

5. Мінімальна кількість збірних відправок на одну станцію призначення. При невеликих обсягах поставки доцільне сумісне завантаження різних замовлень в одному транспортному засобі, особливо, якщо відбудеться перевалка на судно. Це дозволить зменшити необхідну кількість вагонів, скорочуючи витрати на доставку.

Тому були проаналізовані основні параметри продукції ЦХП-1. Використання методів математичної статистики при обробці первинних емпіричних даних необхідно для підвищення достовірності висновків наукового дослідження. Згідно емпіричного розподілу найбільшу частоту приймають г/к рулони в інтервалі (13,36 т ... 14,28 т) та х/к рулони в інтервалі (5,15 т ... 6,12т).

Для цього була запропонована методика розв’язання оптимізаційної задачі завантаження вагонів шляхом перебору значень параметрів (маси рулонів). У даному алгоритмі шукається екстремум лінійної цільової функції (мінімум логістичних витрат) при лінійних обмеженнях (лінійних рівняннях і лінійних нерівностях) [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Запорожсталь» сегодня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: http:// zaporizhstal.com/.

2. Лащених О.А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем: Навчальний посібник / О.А. Лащених, О.Ф. Кузькін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2006.– 431 с.

УДК 656.045.6
Тарасенко О. В.[1]
Мартинов Д. О.[2]
[1]старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-319

КОНТРОЛЬ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ: ДОСВІД ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Стан безпеки дорожнього руху в Україні і наслідки дорожньо-транспортних пригод є одними з найгірших у Європі. В Україні відношення кількості загиблих у ДТП на 1 млн. автомобілів у 7 разів більше ніж в ЄС.

Аналіз статистики ДТП на автомобільних дорогах України показує, що нажаль, попре зусиль Патрульної поліції, в нашій країні продовжується зростання кількості пригод за 2020 р. (рис. 1) [1].

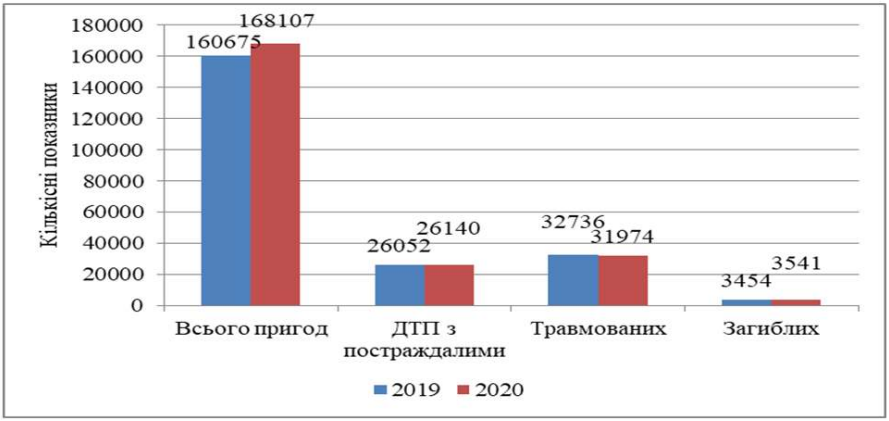


Рисунок 1 - Порівняння показників аварійності за 2019- 2020 р.р.

Як показує досвід провідних країн Світу, низький рівень аварійності приходиться на країни з високім рівнем виконання водіями вимог ПДР. Цей показник залежить від рівня самодисципліни водіїв, або від рівня контролю за виконанням водіями вимог ПДР, а можливо, перше є результатом другого фактору. Виявив низький рівень як оснащення доріг України технічними засобами контролю виконання вимог ПДР так і самодисципліни водіїв, пропонується розробити та запровадити наступні заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху та зниження рівню аварійності на автомобільних дорогах країни.

Органам місцевого самоврядування потрібно надати можливість приєднатися до участі у контролі виконання вимог ПДР водіями, та дозволити допомогти поліції у розповсюдженні камер спостереження автоматичної фіксації порушень ПДР.

Як показує досвід експлуатації 45 камер спостереження - за 100 днів система автоматичної фіксації сформувала 833949 постанов о перевищенні швидкості, з яких водії 645526 штрафів вже сплатили [2].

З 25.11.2020 р. кількість камер зросла ще на 80 одиниць, що в порівнянні з кількістю обладнання для спостереження за порушниками ПДР в провідних країнах Європи (Німеччина, Франція, Великобританія: 8000 - 12000 камер) є незначною. Тому обіцянки МВС встановити до кінця 2020 р. ще 140 камер вважаються цілком недостатніми для реального впливу на значне зниження рівня порушень водіями відповідних вимог.

Пропонується для більшої ефективності дозволити місцевим органам самоврядування власними зусиллями на найбільш аварійно-небезпечних ділянках доріг та вулиць встановити мережу камер автоматичної фіксації порушень ПДР за кошти місцевого бюджету. Заохочення органів місцевого самоврядування до активного впровадження та поширення мережі камер спостереження буде визначатися за рахунок отримання фінансових надходжень за штрафи від водіїв – порушників на рахунки місцевих бюджетів, а не поліції, яка дуже повільно впроваджує програму встановлення камер фіксації. Отримання додаткового фінансового потоку до місцевих бюджетів на наш погляд швидко зацікавить місцеве самоврядування до активного розповсюдження мережі камер спостереження. Що в свою чергу призведе до зростання кількості покарань водіїв – порушників, які вимушені будуть виконувати вимоги ПДР щоб не сплачувати штрафи за виявлені порушення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://patrol.police.gov.ua/statystyka/

2. Досвід експлуатації камер спостереження [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.avtomir.ua/mews/ukraine/mvd-poluchilo-80-novyh-kompleksov-avtofiksaczii-narushenij/

УДК 656.2
Турпак С.М.[1]
Острогляд О.О.[2]
Шимко Т.О.[3]
Ходан В.І.[4]
[1] проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] доц. НУ «Запорізька політехніка»
[3] студ. гр. Т-810м НУ «Запорізька політехніка»
[4] студ. гр. Т-310м НУ «Запорізька політехніка»

ЗНИЖЕННЯ ОБОРОТУ ВАГОНІВ НА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМТСВАХ ЗА РАХУНОК МЕХАНІЗАЦІЇ ЇХ ОЧИЩЕННЯ ВІД ЗАЛИШКІВ ВАНТАЖІВ

Серед показників, які характеризують якість експлуатаційної роботи парку вагонів, одним з найважливіших є обіг вагонів, який складається з часу пробігу у завантаженому та порожньому стані, тривалості простоїв на станціях, тривалості виконання маневрових і вантажно-розвантажувальних робіт. Зниження простою та прискорення обороту вагонів можуть бути забезпечені за рахунок підвищення рівня комплексної механізації вантажних робіт.

При всіх способах вивантаження насипних вантажів завжди присутні залишки вантажу, тому ці вагони підлягають очищенню. Механізація очищення вагонів є одним з актуальних завдань на промисловому залізничному транспорті.

Дослідження виконувалося на базі підприємства ПАТ «Запоріжсталь». На теперішній час очищення вагонів на комбінаті здійснюється вручну за допомогою різного інвентарю та інструменту. Такий спосіб очищення вважається одним із найбільш трудомістких та дорогих. Окрім того, працівники піддаються шкідливому впливу шкідливих факторів (висока ступінь шуму, утворення пилу і т.д.). Виділено основні недоліки ручного очищення:

- низька продуктивність;
- зростання тривалості обороту вагону;
- можливі затримки при відкриванні/закриванні люків вагонів через їх технічні несправності;
- висока шкідливість умов праці;
- високий ризик травмування людей.

Таким чином, очевидна необхідність в механізації процесу очищення вагонів за допомогою використання спеціального обладнання, що дозволить оптимізувати оборот вагонів за рахунок скорочення простоїв під очищенням.

Були досліджені фронти вивантаження сипких вантажів металургійного комбінату і розглянуті технічні можливості фронтів по встановленню обладнання. На основі даних, наданих підприємством, виконано статистичний аналіз тривалості простою вагонів під вивантаженням та очищенням на основних вантажних фронтах. Отримано ймовірнісні закони розподілу та визначені їх основні статистичні характеристики. Аналіз проводився окремо для теплого та холодного періодів року.

Результати досліджень показали доцільність встановлення щіткового обладнання на основному фронті вивантаження - рудному дворі. Особливістю очищення вагонів на цьому фронті є висока інтенсивність їх подачі. Так, за місяць в середньому на ньому розвантажується 7600 вагонів. Очищення вагонів вручну займає багато часу, та затримує вивантаження, тому є висока потреба механізації цього процесу.

Розглядалися різні способи механізації очищення вагонів, такі як механічний; гідравлічний; пневматичний; газодинамічний. Найпоширенішим з механічних способів очищення є застосування щіткових пристроїв. Вони вважаються відносно безшумними в порівнянні з вібраторним устаткуванням.

Запропоновано варіанти застосування стаціонарної щіткової машини та мобільної, яку можливо переміщати за допомогою залізничної платформи на будь-яку ділянку фронту. Тривалість очищення одного вагону такими машинами становить близько 5 хвилин. Очевидно, що застосування такого обладнання значно спростить та прискорить процес очищення.

Таким чином, механізація очищення вагонів шляхом застосування щіткової машини дозволить мінімізувати важку ручну працю, скоротити її шкідливість; підвищити якість очищення вагонів; підвищити продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт; скоротити оборот вагонів за рахунок зниження їх простоїв під очищенням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романович Є. В. Аналіз сучасних засобів очищення піввагонів від залишків насипних вантажів / Є. В. Романович, Є. В. Повороженко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2010. - № 5/3. - С. 11-14.

2. Повороженко Є. В. Підвищення ефективності використання залізничних напіввагонів шляхом удосконалення вібраційних розвантажувальних машин / Є. В. Повороженко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2014. - № 3(3). - С. 42-47.

УДК 656.2
Харченко Т.В.[1]
Ходан В.І.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-310м НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КООРДИНОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

При зміні програми координованого регулювання на вулиці Незалежної України м. Запоріжжя виникло питання про доцільність даного заходу.

Була запропонована методика розрахунку економічної ефективність зміни програми координованого регулювання, яка базується на оцінюванні та порівнянні з існуючим режимом координованого регулювання. Умовна річна економія досягається за рахунок зниження транспортних затримок на напрямах координації та збитку від ДТП на перехрестях.

Оскільки транспортні затримки на другорядних напрямах не відрізняються при координованому та ізольованому регулюванні, розрахунок виконують тільки для потоків координації в двох напрямах на кожному з перегонів магістралі .

Для розрахунку затримок транспорту на кожному перегоні $З_к$ застосовуємо формулу:

$$З_{kj} \approx 1,5 \frac{t_{rj} \cdot l_{nj} \cdot \sigma_V}{T_ц \cdot V_{kj}^2}, \quad (1)$$

де l_{nj} - довжина перегону, м; V_{kj} швидкість координації на перегоні, м/с; t_{rj} - тривалість червоного сигналу на напрямі координації, с; σ_V - середнє квадратичне відхилення швидкостей окремих ТЗ; $T_ц$ - тривалість циклу координованого регулювання, с.

Враховуючи, що світлофори працюють в режимі координації щоденно, а ефективний час їхньої роботи складає 10 годин на добу, сумарна затримка в координації за рік складає:

$$З_{kj} = 365 \cdot 10 \sum_{j=1}^{8} З_{kj} \quad (2)$$

Затримки на магістральних напрямах спричиняють до непродуктивних простоїв транспортних засобів, вартість яких оцінюється через вартість машино-години для даного виду транспорту, а також втрату часу пасажирами затриманих транспортних засобів.

Розрахунок вартості затримок транспортних засобів провадиться за формулою:

$$C = \frac{З_{заг} \times Д_i \times S}{K_{зв}}, \quad (3)$$

де $З_{заг}$ - загальні транспортні затримки в системі, год/рік;$Д_i$ – доля в потоці транспортних засобів і – по виду; $K_{зв}$ – коефіцієнт зведення ТЗ і-го типу до легкового автомобіля;S – вартість машино-години і-го виду ТЗ.

Розрахунок вартості затримок пасажирів в транспортних засобах проводиться за формулою:

$$C = \frac{З_{заг} \times Д_i \times П \times K_{впм} \times S_g}{K_{зв}}, \quad (4)$$

де $П$ – пасажиромісткість і-го виду ТЗ; $K_{впм}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості; S_n – вартість години часу пасажира.

Збиток від ДТП на перехресті оцінюється за статистичними даними про кількість ДТП на небезпечному перехресті. Маючи інформацію про кількість ДТП за рік із загибеллю людей K_n, пораненнями людей K_p і матеріальним збитком $K_м$, визначимо збиток від ДТП на перехресті за рік:

$$C_{ДТП} = K_П \cdot Ц_П + K_р \cdot Ц_р + K_М \cdot Ц_М, \quad (5)$$

де: $Ц_п$, $Ц_р$, $Ц_м$ - народногосподарський збиток від ДТП відповідно з загибеллю, інвалідністю людей і матеріальним збитком, грн.

На підставі вище наведених формул визначаємо витрати держави до та після введення заходів.

Запропонована методика була використана при дослідженні удосконалення координованого регулювання на вулиці Незалежної України м. Запоріжжя. Доцільність цього заходу підтвердила умовна економія в розмірі двох мільйонів гривень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Полищук В.П.. Критерии эффективности автоматизированных систем управления движением / В. П. Полищук // Вісті автомобільно-дорожнього інституту. - 2010. - № 1(10). - С. 90-101.

СЕКЦІЯ «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

УДК 621.43:621.51
Слинько Г.І.[1]
Кікоть С.С.[3]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-418 НУ «Запорізька політехніка»

ВИДИ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОГО НАДДУВУ ДВЗ

Відомо, що у впускних трубопроводах двигуна при його роботі спостерігаються певні хвильові процеси. Саме ці явища і використовуються, щоб отримати підвищення тиску повітря в циліндрі, тобто здійснити динамічний наддув (також називається швидкісним або пасивним наддувом).

Зростання тиску у впускному колекторі досягається за рахунок повітрозабірників особливої форми. Помітний ефект від **пасивного наддуву** починає проявлятися при великих швидкостях руху.

До динамічного наддуву відносять інерційний наддув і резонансний наддув.

Інерційний наддув застосовується на двигунах з багатоточковим вприскуванням палива.

Діаметр і довжина резонаторних труб розраховується таким чином, щоб хвиля стиснення, яка відбивається, на кінці резонатора труби повернулася через відкритий впускний клапан циліндра в певному діапазоні обертання колінчастого вала, тим самим забезпечивши краще наповнення циліндра.

При інерційному наддуванні короткі і широкі резонаторні труби дають більший ефект на високих обертах колінчастого вала. На низьких же обертах ефективніше застосовувати довгі і тонкі труби.

Резонансний наддув – коли при певній частоті обертання колінчастого вала і при русі поршня до нижньої мертвої точки, у впускному колекторі виникають резонансні коливання, що в результаті призводить до збільшення тиску і додаткового ефекту наддуву. Для отримання ефекту резонансного наддуву ряд циліндрів об’єднані короткими трубками із загальною резонансною камерою.

Ефект резонансного наддуву може мати місце на низьких і високих обертах – як і в системах інерційного наддуву.

Крім інерційної і резонансної систем наддуву існує **комбінована**, яка включає елементи конструкції та принцип роботи обох вищезгаданих систем.

УДК 621.43
Слинько Г.І.[1]
Білий Р.Ю.[3]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-418сп НУ «Запорізька політехніка»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДВИГУНІВ HARLEY DAVIDSON

Зазвичай виробники мототранспорту виготовляють короткоходові двигуни, які мають можливість розвивати високі оберти, мають зменшену вагу маховика та інших деталей. Це забезпечує більш швидкий розгін та відгук.

Двигуни Harley Davidson – довгохідні. Такі двигуни мають можливість використовувати силу інерції відносно великих маховиків і внаслідок чого можливо знизити частоту обертання, що дозволяє отримати більший крутний момент на низьких обертах.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристики мотодвигунів Harley Davidson різних поколінь

Модель/ Параметр вимірювання	Harley Davidson Evolution 883 «Evo» (1980-1990 рр.)	Harley Davidson 1450 Twin Cam 88 (до 2006 р.)
Робочий об'єм, $см^3$	883	1450
Потужність Ne, кВт	33,83	58,83
Літрова потужність, кВт/л	38.31	40.57
Оберти n, $хв^{-1}$	6000	5500
Крутний момент $М_{кр,}$ Н·м	73	107
Оберти максимального крутного моменту	3750	3500
Ступінь стискання ε	9	8,9
Співвідношення ходу поршня до його діаметру S/D	1,266	1,066
Компоновка циліндрів	V	V
Охолодження	Пов.	Пов.
Тактність	4	4

У оновленій моделі було змінено:

– добавлено розподільний вал (на кожен циліндр свій розподільний вал);

– масло стікає з головки циліндра безпосередньо у порожнину з розподільними валами;

– масло фільтрується перед подачею до системи мащення двигуна (двигун з сухим картером);

– зміна форми камери згорання та каналів впуску і випуску;

– зміна кріплення рокерів;

– використано масляний насос збільшеної продуктивності;

– переробка системи вентиляції картерних газів.

З вищесказаного і з таблиці 1 бачимо, що завдяки змінам у системах газорозподілення та мащення, конструктивній зміні деталей та комплектуючих отримано більш потужний двигун з подібними габаритами.

Висновок: двигун Harley Davidson 1450 Twin Cam 88 у порівнянні з попередником став більш потужним в літровому діапазоні на 5,58 % при зменшених максимальних обертах та обертах максимального крутного моменту, за рахунок зменшення довгохідності (показник S/D знижено на 15,79 %). Таким чином, виходячи з аналізу досліджених показників та тенденцій сучасного двигунобудування робимо висновок, що короткоходові двигуни є оптимальним рішенням для швидкохідних мотоциклів.

УДК 669.14.018.24

Слинько Г.І.[1]
Стаднік О.В.[2]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] асп. НУ «Запорізька політехніка»

УТОЧНЕНА МЕТОДИКА ПЕРЕВІРОЧНОГО РОЗРАХУНКУ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ГТД НА КОНТАКТНУ ВИТРИВАЛІСТЬ

При проектуванні зубчастих передач, для попередження небезпечного втомного викришування поверхонь зубів, розрахункове діюче контактне напруження з урахуванням коефіцієнту запасу міцності повинне бути менше або дорівнювати допустимому контактному напруженню. Проте, втомне контактне викришування робочої поверхні зубів часто зустрічається при експлуатації закритих добре змащувальних передачах. В авіаційних двигунах при ремонті із загальної кількості забракованих зубчастих коліс до 85 % бракується по причині втомного викришування [1], тобто деталі не випрацьовують призначений ресурс.

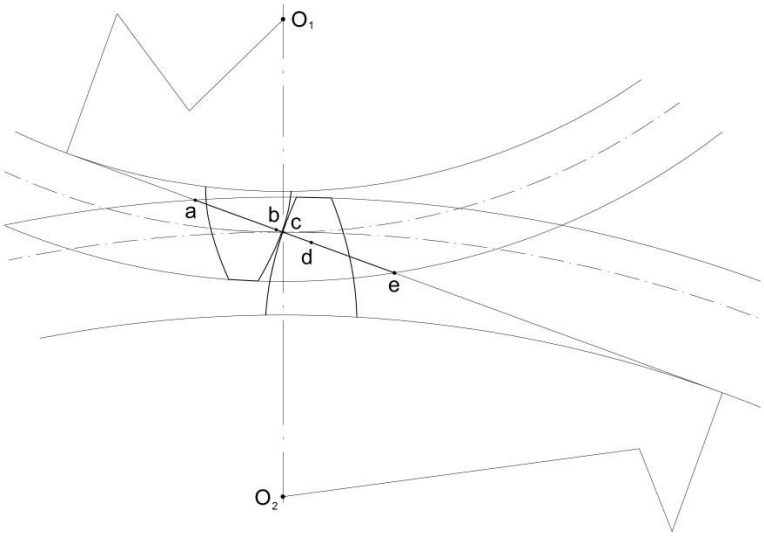
Згідно з існуючою методикою розрахунку на міцність [2], діюче максимальне нормальне контактне напруження розраховують для полюсу зчеплення. Проте, по-перше, викришування, як правило, виникає не в полюсі зчеплення, а біля нього, а по-друге, в ГОСТ 21354-87 не враховується тертя в

зоні контакту, чим для високонавантажених, а часто і високошвидкісних, передач газотурбінних двигунів знехтувати неможна.

В розрахунках замість максимальних нормальних напружень використовуються еквівалентні поверхневі контактні напруження $\sigma_{екв}$ з додатковим урахуванням дотичних навантажень від тертя.

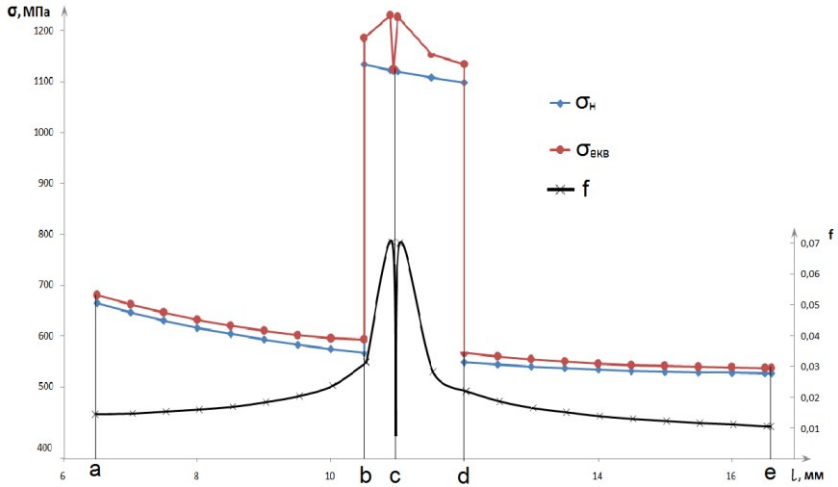
Розглянуто циліндричну зубчасту передачу двигуна з наступними геометричними характеристиками: $z_1 = 32$, $z_2 = 65$, $m = 2$, $\alpha = 20\,°$, $h_a = 1$, $c = 0{,}25$, $x_1 = 0{,}17$, $x_2 = -0{,}17$, $\varepsilon = 1{,}71$.

Побудовано схему зчеплення (рис. 1), та епюри контактних напружень уздовж лінії зчеплення (рис. 2).



a – місце входу в зачеплення ніжки зуба ведучої шестерні і головки зуба веденого колеса; *b* – місце переходу від двопарного зчеплення до однопарного; *c* – полюс зчеплення; *d* – місце переходу від однопарного зчеплення до двопарного; *e* – місце виходу із зачеплення головки зуба ведучої шестерні і ніжки зуба веденого колеса

Рисунок 1 – Схема зчеплення



abcde – характерні точки лінії зчеплення; $\sigma_н$ – нормальне напруження по Герцу; $\sigma_{екв}$ – еквівалентне напруження; f – коефіцієнт тертя

Рисунок 2 – Епюри контактних напружень і коефіцієнт тертя вздовж лінії зчеплення *ae*

Як видно з епюри контактних напружень, еквівалентне поверхневе контактне напруження з урахуванням тертя для розглянутої зубчастої передачі діє не в полюсі в точці *c*, а в біляполюсній зоні по обидві сторони в місцях дії максимального коефіцієнту тертя. В даних точках еквівалентне контактне напруження $\sigma_{екв}$ вище максимального нормального напруження $\sigma_н$ на 9,5 %.

Уточнена методика перевірочного розрахунку на контактну витривалість з урахуванням впливу перекриття зубів та тертя дозволяє підвищити точність розрахунків при проектуванні зубчастих передач та зменшити вірогідність дострокового виходу з ладу високонавантажених зубчастих передач ГТД та вертольотних редукторів по причині втомного викришування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авиационные зубчатые передачи и редукторы: Справочник/Под ред. Э. Б. Вулгакова. – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.

2. ГОСТ 21354-87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления (расчет на прочность). – М.: Издательство стандартов, 1988. – 127 с.

УДК 621.43
Слинько Г.І.[1]
Бокарьов В.І.[2]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] асп. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ ДВЗ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ЗА СТАТИСТИЧНИМИ ДАНИМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ

Введення перспективних екологічних стандартів та світових директив щодо значного зниження викидів діоксиду вуглецю ставить перед автовиробниками складні задачі одночасного зниження витрати палива та викидів шкідливих речовин при збереженні техніко-ефективних показників. Водночас ці обмеження стосуються модельного ряду виробника, що дає можливість знижувати середнє значення викидів за рахунок виробництва так званих «транспортних засобів з нульовими викидами» (Zero emission vehicles, ZEV). Деякі країни світу вже оголосили про наміри заборонити реєстрацію нових транспортних засобів (ТЗ) з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) наприкінці нинішнього десятиліття – на початку наступного.

Незважаючи на прискорення темпів розвитку технологій за рахунок субсидування та політичної підтримки, виробництво та особливо експлуатація ZEV, що використовують акумуляторні батареї в якості джерела живлення, все ще не гарантують зниження викидів CO_2 до проєктних значень. Це пов'язано як з викидами під час виробництва батарей, так і з долею виробництва відновлюваної електричної енергії. Стрімке зростання кількості електромобілів призведе до зростання навантаження на енергетичну інфраструктуру.

Використання ZEV є економічно обґрунтованим (навіть з урахуванням субсидування) лише для незначної кількості власників ТЗ. Все це призводить до того, що на даний момент використання біопалив та розвиток гібридних ТЗ може дозволити досягти порівняних викидів CO_2, що підтверджується, наприклад, дослідниками з Porsche та Toyota. А отже і розвиток ДВЗ для підвищення паливної ефективності та зменшення шкідливих викидів залишається актуальною задачею.

Найбільші викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ВГ) для сучасних ДВЗ з іскровим запалюванням притаманні для режимів холодного пуску і прогріву систем очищення ВГ, а також при великих навантаженнях (інтенсивні прискорення, рух в гору). Експериментальні дослідження показали, що при сталих режимах руху та низьких навантаженнях і навіть

помірних прискореннях концентрація CO, C_xH_y, NO_x слабко відрізняється від фонових значень.

Застосування електричного підігріву систем нейтралізації відпрацьованих газів та використання ДВЗ у складі гібридних силових установок може дозволити знизити викиди шкідливих речовин одночасно зі зменшенням вуглецевого сліду від автомобілів. Алгоритми систем керування сучасних гібридних автомобілів дозволяють використовувати теплові та електричних двигуни як окремо, так і сумісно. Це ставить задачі з оптимізації наявних джерел енергії для забезпечення якомога меншого впливу на навколишнє середовище під час експлуатації ТЗ зі збереженням його характеристик. Для досягнення поставленої мети внесено зміни до програмного комплексу розрахунку повного робочого циклу ДВЗ, розробленого на кафедрі ДВЗ НУ «Запорізька політехніка.

Зазначена вище програма дозволяє розраховувати витрату палива ТЗ на базі моделювання робочого циклу ДВЗ для кожного з відокремлених режимів роботи в рамках випробувальних або реальних їздових циклів. Для моделювання викидів шкідливих речовин запропоновано використовувати статистичні дані експериментальних випробувань з відбором проб відпрацьованих газів до газоаналізатора під час стендових випробувань двигуна або під час сертифікації автомобіля.

Значення кожної складової викидів відпрацьованих газів записується до окремої комірки тривимірної таблиці, в залежності від навантаження на двигун та частоти обертання колінчастого валу. Окремі таблиці відповідають за режими прогріву двигуна та каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів. Збільшення кількості статистичних даних та підвищення роздільної здатності таблиць дає змогу підвищувати точність моделювання. Найпростіший їздовий цикл NEDC (Новий європейський їздовий цикл) включає в себе як мінімум 15 значень навантаження на двигун та відповідних частот обертання колінчастого валу. Разом із записом основних параметрів робочого циклу ДВЗ під час моделювання до файлу результатів розрахунку додаються значення витрати палива та значення викидів шкідливих речовин для кожного режиму. Подальше інтегрування отриманих величин дозволяє отримати змодельовані значення витрати палива та викидів шкідливих речовин для ТЗ.

Таким чином, розроблена методика дозволяє досліджувати та оптимізувати робочі процеси в ДВЗ, обирати найбільш ефективні режими використання двигунів гібридних силових установок для зниження витрати палива та викидів шкідливих речовин згідно вимог перспективних міжнародних екологічних норм. Використання емпіричних значень замість відомих моделей дозволяє досягти більшої адекватності. Результати роботи

можуть бути використані на підприємствах двигунобудування та у навчальному процесі для студентів ОПП «Двигуни внутрішнього згорання».

УДК 621.43
Слинько Г.І.[1]
Оглуздін С.Ю.[2]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-438сп НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ОПОЗИТНОГО ДВИГУНА МОТОЦИКЛА BMW R1250 GS

Найперший мотоцикл BMW, що з'явився в 1923 році, мав опозитний двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) і карданну передачу. Ця базова конструкція залишається конкурентноздатною і сьогодні. Рядом дослідників опозитний двигун вважається найбільш вдалим типом силової установки для мотоцикла – завдяки великим значенням крутного моменту, порівняно невеликим габаритам та низькому центру мас.

Опозитний двигун – поршневий двигун внутрішнього згорання, в якому кут між рядами циліндрів складає 180 градусів, а поршні рухаються дзеркально по відношенню один до одного (одночасно досягають верхньої мертвої точки).

У 2019 р. компанія BMW випустила модернізований мотоцикл, силовою установкою якого є двоциліндровий опозитний двигун з новою технологією BMW ShiftCam (рис. 1). Робочий об'єм двигуна 1254 $см^3$, потужність 134 к.с. (100 кВт) при 7750 $хв^{-1}$.

Технологія BMW ShiftCam забезпечує збільшення крутного моменту в усьому діапазоні обертів при зміні навантажень. Технологія BMW ShiftCam дозволяє змінювати фази газорозподілу і висоту підйому впускних клапанів. Головним елементом в цій технології є розподільний вал з парою кулачків на кожен клапан. Один набір кулачків використовується на часткових навантажувальних режимах роботи двигуна, інший – при більших, близьких до максимальних. Ті кулачки, які використовуються при часткових навантаженнях, дозволяють отримати плавну і економічну роботу двигуна, а інші забезпечують максимальну потужність.

Залежно від обертів і навантаження на двигун, розподільчий вал переміщується уздовж своєї осі, внаслідок чого змінюються кулачки, що відкривають впускні клапани. Перемикання здійснюється кулісою з електромеханічним актуатором. Завдяки різній геометрії кулачків досягається можливість змінювати величину підйому впускних клапанів. Кулачки

розподільчого валу, які задіяні при роботі під повним навантаженням, забезпечують максимальну висоту підйому клапанів, а інші, що використовується при часткових навантаженнях, забезпечують їх підйом на меншу висоту. Крім того, у випадку BMW ShiftCam лівий і правий впускний клапани відкриваються на різну висоту і в різні фази. Завдяки цьому паливоповітряна суміш сильніше завихрюється і це веде до більш ефективного згорання та меншої витрати палива.

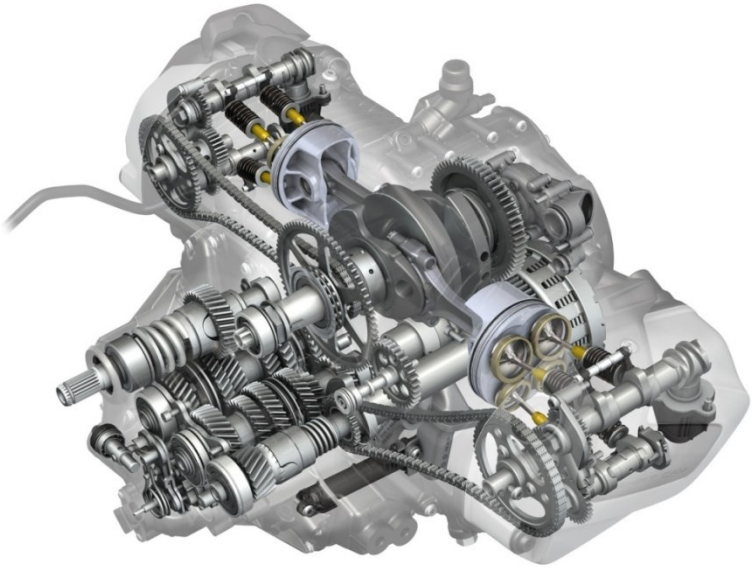


Рисунок 1 – Двигун BMW 1250cc ShiftCam

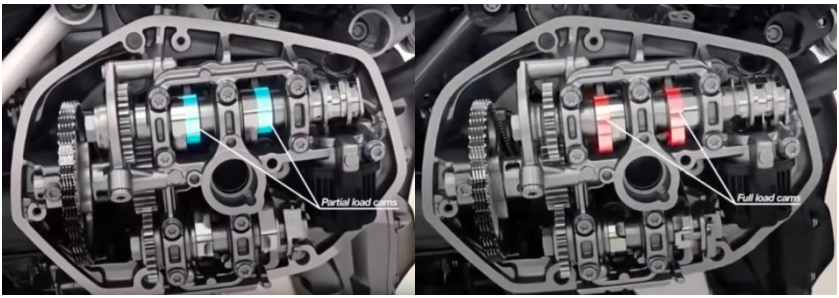
Внаслідок збільшення потужності і крутного моменту двигуна стало необхідним більш ефективне мащення двигуна. Система мащення має змінну продуктивність, яка оптимізована для різних режимів роботи ДВЗ. Обидва поршні охолоджуються знизу розприскуванням струменем оливи.

Оновлений електронний блок керування двигуном BMS-O задає послідовність, час початку і тривалість впорскування.

Як і опозитні двигуни попередніх серій, новий ДВЗ має балансирний вал, що зменшує вібрації в усьому діапазоні обертів, – це порожнистий проміжний вал, усередині якого обертається ведучий вал двигуна.

Переваги опозитного двигуна (у порівнянні з рядними чи V-подібними конструкціями) полягають в наступному: зниження центру мас транспортного

засобу, що позитивно відображається на його стійкості; зростає ресурс мотора; знижується рівень вібрацій і шуму.



а б

а – кулачки, які працюють на часткових режимах;
б – кулачки, які працюють на режимі максимальної потужності.
Рисунок 2 – Система зміни фаз газорозподілення BMW ShiftCam

Недоліки опозитного двигуна: високий рівень витрат мастильних матеріалів; нерівномірне зношування циліндропоршневої групи.

УДК 621.431
Слинько Г.І.[1]
Безручко В.В.[2]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-438сп НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА ЗНОСУ КОЛІНЧАТОГО ВАЛУ ДВИГУНА GEELY MR479QA

У процесі роботи двигуна на колінчастий вал двигунів внутрішнього згорання діють сили тертя, внутрішні напруги у металі, вібрація, агресивне середовище та ін. Окрім власне зношування, перелічені фактори призводять до зносів, порушення якості поверхні (задири, риски, корозія), механічних пошкоджень (тріщини, відколи, дефекти різьблення).

Мета роботи: Визначити технічний стан та ремонтопридатність колінчатого валу двигуна Geely MR479QA № 0208001M00 з пробігом 398 тис. км. Причина для діагностики стану двигуна – вмикання сигналізатора низького рівня мастила.

В ході **візуального огляду** колінчатого валу тріщин, забоїв, задирів, обломів та ін. не виявлено, масляні канали чисті.

Придатність для подальшої експлуатації або необхідність ремонту колінчатого валу визначається за результатами вимірювань корінних і шатунних шийок.

Встановлюємо колінчастий вал на центра або призми. Для виміру діаметрів корінних та шатунних шийок використовуємо мікрометр з межами вимірювань від 25 мм до 50 мм.

Вимір кожної шийки проводимо у поясах I-I, II-II і у двох взаємно перпендикулярних площинах А-А і Б-Б (див. рис. 1), кожен замір проводимо три рази і усереднений результат заносимо до таблиці 1.

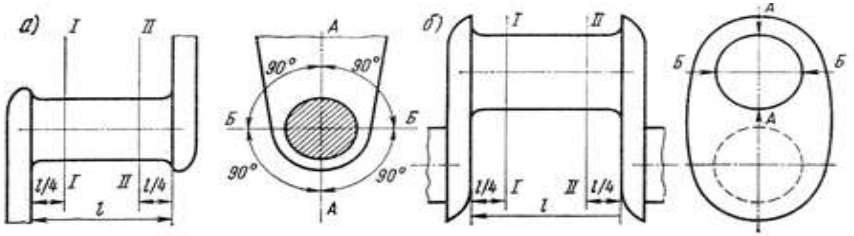


Рисунок 1 – Схема поясів та площин для вимірювання шийок колінчатого валу

Конусоподібність шийки визначається як різниця її діаметрів, виміряваних у різних поясах, але в одній площині:

$$К_{I–II} = Д_I – Д_{II},$$

$$К_{II–I} = Д_{II} – Д_I.$$

Овальність шийки в кожному перерізі обчислюється як різниця взаємоперпендикулярних діаметрів:

$$О_{I–I} = Д_{А–А} – Д_{Б–Б},$$

$$О_{I–I} = Д_{Б–Б} – Д_{А–А},$$

$$О_{II–II} = Д_{А–А} – Д_{Б–Б},$$

$$О_{II–II} = Д_{Б–Б} – Д_{А–А}.$$

Результати розрахунків конусоподібності та овальності заносимо до таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати вимірювань діаметрів шийок колінчатого валу, мм

Пояс вимірювань	Площина вимірювань	Номера шийок				
		1	2	3	4	5
Корінні шийки						
I – I	А – А	47,72	48,34	48,30	48,24	47,33
	Б – Б	48,35	48,32	47,73	47,24	47,74
	Овальність	0,31	0,02	0,57	1,00	0,61
II – II	А – А	47,73	48,26	48,30	48,25	47,73
	Б – Б	48,33	48,30	48,26	47,28	47,73
	Овальність	0,60	0,04	0,04	0,03	0,00
Конусоподібність	А – А	0,01	0,08	0,00	0,01	0,66
	Б – Б	0,00	0,02	0,53	1,04	0,01
Шатунні шийки						
I – I	А – А	39,51	39,00	39,50	39,49	
	Б – Б	39,50	39,65	39,65	39,61	
	Овальність	0,01	0,35	0,15	0,12	
II – II	А – А	39,50	39,49	39,49	39,50	
	Б – Б	39,80	39,60	39,48	39,48	
	Овальність	0,30	0,11	0,01	0,02	
Конусоподібність	А – А	0,01	0,49	0,01	0,01	
	Б – Б	0,30	0,05	0,17	0,13	

В результаті вимірів шийок колінчатого валу можна констатувати їх значне та нерівномірне зношування. Максимальне значення конусоподібності виявлено 1,04 мм на четвертій корінній шийці та 0,49 мм на другій шатунній шийці. Спостерігається велика розбіжність у розмірах різних шийок:

– корінні (макс. 48,33 мм, мін. 47,24 мм);

– шатунні (макс. 39,8 мм, мін. 39 мм).

Виходячи зі зроблених замірів, можна зробити висновок про недоцільність відновлення колінчатого валу двигуна Geely MR479QA № 0208001M00, так як розбіжність максимальних і мінімальних діаметрів корінних шийок колінчатого валу надзвичайно велика, застосувати механічну обробку під ремонтні розміри двигуна неможливо.

УДК 621.437
Слинько Г.І.[1]
Швидкий А.А.[2]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-429сп НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА

Роторно-поршневий двигун (РПД, РДВЗ, двигун Ванкеля) – роторний двигун внутрішнього згоряння, принципова ідея та конструкція якого розроблена інженерами німецької компанії NSU Вальтером Фройде і Феліксом Ванкелем, вперше виготовлений у 1957 р.

Особливість двигуна – у нього немає поршнів, що здійснюють зворотно-поступальний рух. Тиск газів сприймає тригранний ротор (поршня), що має вигляд трикутника Рело, що обертається усередині циліндра спеціального профілю, поверхня якого виконана по епітрохоїді (можливі і інші форми ротора і циліндра).

Конструкція. Встановлений на валу ротор жорстко з'єднаний з зубчастим колесом, яке входить в зачеплення з нерухомою шестернею – статором. Діаметр ротора набагато перевищує діаметр статора, незважаючи на це ротор із зубчастим колесом обкатується навколо шестерні. Кожна з вершин тригранного ротора робить рух по епітрохоїдальній поверхні циліндра і відсікають змінні об'єми камер в циліндрі за допомогою трьох радіальних ущільнень.

Застосування. Двигун з самого початку розроблявся для застосування на автотранспорті. Перший серійний автомобіль з РПД – спортивний NSU Spider. Перший масовий (37204 екземпляри) – седан бізнес-класу NSU Ro 80. В ході експлуатації було виявлено недостатній ресурс двигуна (пробіг до капітального ремонту не більше 50 тис. км), тому автомобіль заслужив негативну репутацію і став скандально відомим. На багатьох NSU Ro 80 оригінальні РПД було замінено на поршневі ДВЗ традиційної конструкції.

Тривалий час РПД встановлювались на спортивні автомобілі компанії Mazda, відомі серійні моделі компанії Citroen. На ВАЗ (м. Тольятті) виготовлені дрібними серіями одно-, двох-, трьох- та чотирьохсекційні РПД (70 к.с.; 120…140 к.с.; 210 к.с.; 280 к.с. відповідно) для автомобілів ВАЗ, ГАЗ, РАФ. На ВНИИмотопром (м. Серпухов) виготовлялись дрібними серіями РПД потужністю 40…45 к.с. для мотоциклів ИЖ, «Урал».

Переваги РПД порівняно з класичними ДВЗ.

1. Низький рівень вібрацій, оскільки двигун механічно урівноважений, що дозволяє підвищити комфортність транспортних засобів;

2. Висока питома потужність внаслідок того, що маса рухомих частин в РПД значно менше, ніж в аналогічних за потужністю поршневих двигунах; в РПД здійснюється робочий хід (згорання палива з розширенням робочого тіла) за кожний поворот валу відбору потужності (за цей час ротор робить 1/3 оберта). Як результат, сучасний серійний РПД з робочим об'ємом одного циліндра 1300 см³ має потужність 160 кВт, а з турбокомпресором – 255 кВт.

3. Менші в 1,5…2 рази габаритні розміри покращують керованість, полегшують оптимальне розташування трансмісії, дозволяють зробити автомобіль більш просторим для водія і пасажирів.

4. Менше число деталей.

5. За рахунок відсутності перетворення зворотно-поступального руху в обертальний двигун Ванкеля здатний розвивати більші оберти. Високі динамічні характеристики РПД дозволяють розганяти автомобіль на низькій передачі вище 100 км/год на обертах двигуна 8000 $хв^{-1}$ і більше.

Недоліки РПД.

1. Внаслідок з'єднання ротора з валом відбору потужності через ексцентриковий механізм має місце підвищений тиск між поверхнями тертя, що в поєднанні з високою температурою призводить до їх швидкого зношування. У зв'язку з цим зменшено інтервал періодичності заміни масла.

2. Схильність до перегріву. Камера згоряння має лінзовидну форму, тобто при маленькому об'ємі у неї відносно велика площа стінок (З точки зору зменшення питомої поверхні, і за рахунок цього втрат теплоти, ідеальна форма камери згоряння - сферична). При згоранні робочої суміші основні втрати енергії відбуваються через випромінювання, інтенсивність якого пропорційна четвертому ступеню температури. Теплова енергія випромінювання не тільки марно покидає камеру згоряння (зменшення індикаторного ККД), а й призводить до перегріву робочого циліндра.

3. Менша економічність на низьких обертах в порівнянні з поршневими ДВЗ. Даний недолік можна усунути відключенням кожного n-го ротора, що також дає можливість зниження теплового навантаження.

4. Високі вимоги до геометричної точності виготовлення деталей двигуна роблять його складним у виробництві, необхідно використовувати високотехнологічні і високоточні верстати, здатні переміщувати інструмент по складній траєкторії поверхонь ротора і циліндра.

Висновки. Незважаючи на наявність деяких недоліків, яких значно менше ніж переваг, та маючи можливість усунення їх при сучасному рівні розвитку техніки і технологій, РПД мають перспективи подальшого удосконалення та застосування в галузі транспортного машинобудування.

УДК 539.43:620.179.16
Беженов С.О.[1]
Пахолка С.М.[2]
[1] канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»
[2] нач. цеху № 20 АТ «Мотор Січ»

ОЦІНЮВАННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ АВІАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ КЛАСІВ В УМОВАХ БАГАТОЦИКЛОВОЇ ВТОМИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Сучасні вимоги до підвищення термінів експлуатації з одночасним зниженням вартості продукції машинобудування обумовлюють потребу пошуку нових та удосконалення існуючих методів зміцнення конструкційних матеріалів. Врахування різноманітних експлуатаційних, конструкційних та технологічних факторів лише розрахунковими методами не забезпечує необхідної точності прогнозування механічної поведінки виробів в умовах втоми, що потребує проведення довготривалих випробувань задля верифікації результатів розрахунків. Одним з перспективних напрямків оцінювання технічного стану виробів, що експлуатуються в умовах багатоциклової втоми (БЦВ), є застосування неруйнівних методів контролю, зокрема, методу акустичної емісії (АЕ).

Метою роботи ставили оцінювання роботоздатності авіаційних матеріалів різних класів в умовах багатоциклової втоми з використанням акустоемісійної моделі циклічного деградування матеріалів.

Досліджувалися модельні зразки сплавів на основі нікелю та титану з різною технологічною спадковістю. Показано, що ультразвукове зміцнення поверхні виробів позитивно впливає на характеристики опору втомі як нікелевого, так і титанового сплавів. Встановлено особливості циклічних АЕ характеристик, які є ідентичними для різних класів матеріалів з різною технологічною спадковістю. Запропоновано емпіричну формулу, яка пов’язує напруження, що відповідає точці зламу циклічної АЕ характеристики модельного зразка матеріалу в певному технічному стані з границею витривалості.

Одержані результати показують, що застосування акустоемісійної моделі циклічного деградування конструкційних металевих матеріалів дає можливість надійно оцінювати роботоздатність конструкційних матеріалів, за даними неруйнівного АЕ контролю, що, в свою чергу, дозволяє приймати оперативні рішення про ефективність видів та режимів технологічних операцій, спрямованих на підвищення ресурсу деталей ГТД.

УДК 539.4.015:539.43
Воробєй В.А.[1]
Беженов С.О.[2]
[1] студ. гр. ІФ-218 НУ «Запорізька політехніка»
[2] канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ТЕРМІЧНО МАСИВНИХ ВИРОБІВ З МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Для одержання заданих механічних властивостей виробів з металевих матеріалів (сталей) широко використовуються різні методи температурного впливу: гартування, відпущення, відпал, нормалізація. В різних галузях сучасного промислового виробництва широкого розповсюдження знайшли маловуглецеві (до 2,5 % вуглецю) сталі звичайної якості, які є пластичними і добре зварюються. Для таких матеріалів нормалізація замінює відпал, забезпечуючи дрібнозерневу структуру, і також використовується замість гартування, оскільки така обробка неможлива для матеріалів з низьким вмістом вуглецю. Проте рівномірність фізичних властивостей уздовж перерізу виробу у значній мірі залежить від рівномірності температурного поля, що утворюється в процесі нагрівання виробу до заданих температур. Гострою стає така проблема, якщо нагріваються термічно масивні тіла з достатньо великим внутрішнім термічним опором ($Bi > 0{,}5$).

Метою дослідження є аналіз параметрів ефективності різних режимів процесу нагрівання термічно масивних виробів з маловуглецевих сталей з урахуванням кінцевої нерівномірності температурного поля уздовж перерізу виробів циліндричної форми, енерговитрат та витрат часу на здійснення технологічної операції нагрівання.

Задачу розв’язували в такій постановці. Розглядали процес перенесення теплоти теплопровідністю від поверхні виробу необмеженої довжини до його центру за незмінних умов зовнішнього теплообміну, що є нестаціонарною одномірною задачею з граничними умовами III-го роду. Досліджували процес нагрівання термічно масивних виробів від початкової температури $t_0 = 20$ °С до температури нормалізації сталей такого класу ($t|_{x/L=1} = 950$ °С) з різними режимами теплообміну.

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

Ефективність процесу симетричного нагрівання оцінювали за такими параметрами: нерівномірність розподілу температур уздовж перерізу виробів

$\Delta t = t|_{x/L=1} - t|_{x/L=0}$, °С; тривалість процесу нагрівання τ , с; сумарна кількість теплової енергії, яку затрачено на нагрівання одиниці площі поверхні виробу до заданої температури Q , Гкал./м^2 .

Результати дослідження представлено на рис.1 у вигляді залежностей параметрів ефективності від відносного температурного напору для різних способів нагрівання, а також для різних значень коефіцієнта тепловіддачі α_Σ , який змінювали від $\alpha_{\Sigma\ (min)}$ = 180 Вт/(м^2·К) до $\alpha_{\Sigma\ (max)}$ = 230 Вт/(м^2·К), що відповідало діапазону значень критерію Біо від 0,519 до 0,737.

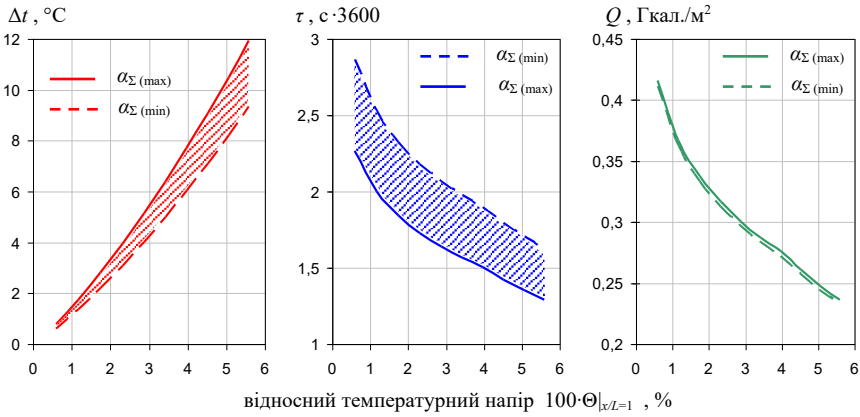


Рисунок 1 – Залежності ефективних параметрів процесу нагрівання термічно масивних виробів з маловуглецевих сталей від відносного температурного напору

За результатами досліджень встановлено, що найбільш істотний вплив на всі параметри ефективності процесу нагрівання маловуглецевих сталей до температур гартування має величина відносного температурного напору, при збільшенні якого в межах від 0,5 % до 5,5 %: нерівномірність температур уздовж перерізу виробів зростає на порядок, час процесу нагрівання та споживання теплової енергії зменшується приблизно однаково на 43 %.

Збільшення коефіцієнта тепловіддачі майже не впливає на кількість спожитої теплової енергії, проте дуже суттєво скорочує час процесу нагрівання з незначним збільшенням нерівномірності поля температур.

УДК 621.436:621.515.1
Мазін В.О.
канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ З ІЗОБАРНОЮ Й ІМПУЛЬСНОЮ СИСТЕМАМИ ГТН

Рівень форсування двигунів характеризується тиском наддуву $p_к$, для великовантажних автомобілів може досягати $p_к$ = 1.3…2.1 МПа. Як правило, форсують двигуни по потужності шляхом організації газотурбінного наддуву ГТН, турбокомпресор при цьому раціонально розміщують в ізобарній або імпульсній системі. Об'єм ізобарних систем газотурбінного наддуву СГТН може досягати 15, а імпульсних – не більше 1.5 робочих об'ємів циліндра. Залежно від підключення циліндрів до випускного колектора ВКР розрізняють імпульсні системи за кількістю випусків за цикл: одно-, дво-, три-, чотири-імпульсні – це найбільш поширені, й ін. Для обох типів систем прагнуть до такої організації газових потоків, щоб мінімізувати гідравлічні втрати, наприклад шляхом збільшення радіусів закруглення у поворотах, приєднаннях та ін.; коефіцієнт витрати колекторів може досягати 0.9 і більше – встановлюється продувкою. Особливо високі вимоги у частині аеродинамічних якостей пред'являються до імпульсних систем. Випускний колектор ВКР випускної системи ВС може бути охолоджуваним або неохолоджуваним – рішення приймається у кожному конкретному випадку з експлуатаційних міркувань.

Перевага щодо застосування тієї чи іншої СГТН встановлюється порівняльним аналізом, у першому наближенні – за розрахунковими методиками. Оцінним показником може бути прийнятий один або декілька техніко-економічних показників прийнятих в двигунобудуванні, дуже часто у якості такого показника є середній ефективний тиск циклу p_e. У теперішній час пильна увага приділяється зниженню витрати палива, тому на заключному етапі результати з удосконалюваних заходів оцінюють за їх впливом на питому витрату палива, у разі вдосконалення СГТН – на питому ефективну витрату палива g_e.

Досвід використання імпульсних СГТН показує: зі збільшенням імпульсності системи відхилення трикутників швидкостей в проточній частині та зменшення ККД турбіни, а також втрати потужності через перехід на компресорні режими стають незначними. Також відмічено, що при певному значенні p_e ефективність ізобарної і імпульсної систем може виявитися однаковою, при занижених значеннях p_e – більш ефективні імпульсні СГТН, а при завищених – ізобарні; проте у кожному конкретному випадку все це може не підтвердитися і тому слід перевіряти ще раз. Важливу роль у ефективності

удосконалюючих заходів СГТН має їх адаптивність до процесів газообміну, традиційно це оцінюють за величиною відмінності і спрямованості зміни тиску насосних ходів порівнюваних систем $p_{н.х}$.

Для транспортних і стаціонарних двигунів обмежується час перехідного режиму при розгоні або накиді навантаження, що пов'язано з їх динамічними якостями; часто аналізують час відновлення частоти обертання колінчастого валу КВ після початкового її просідання. У ряді досліджень встановлено: інтенсивність просідання частоти КВ двигунів з ізобарною СГТН істотно більше, ніж з імпульсною, а час відновлення – 5…6 і 12…14 (с) відповідно.

Рекомендації щодо використання СГТН для комбінованих двигунів внутрішнього згоряння КДВС: при роботі з навантаженням $p_e = 1.26 ... 1.3$ МПа і жорстких обмеженнях до часу перехідних режимів доцільно використовувати імпульсну СГТН, а при роботі на номінальному й близьких до нього режимах і $p_e < 1.3$ МПа – ізобарну.

УДК 669

Yevsyeyeva Nataliya
PhD (Technical Science), assistant professor NU 'Zaporizhzhya Polytechnic'

THE STRESS-STRAIN STATE OF THE REACTORS IN THE PROCESS OF TITANIUM TETRACHLORIDE REDUCTION

This article is devoted to the numerical simulation by finite element method of stress-strain state of the reactors in the process of titanium tetrachloride reduction. The report examines the deformation mechanisms that lead to a change in shape of the lateral wall of the reactor under the influence of an inhomogeneous temperature field and the possible technological solutions to eliminate them.

Global titanium sponge manufacturers face a serious problem – distortion of reactors during the process of producing titanium sponge by magnesium-thermal method. Under the influence of such process reactors are early removed from service and production costs are increased. Solving this problem can significantly improve the efficiency of the titanium industry enterprises.

Analysis of reactors in stress-strained state was carried out with regard to operating conditions and physical and mechanical properties of materials. Deformation of reactors is caused by variety of negative factors: uneven heating of reactors in furnace; effect of gauge argon steam pressure $p_o = 0,03$ MPa on a side wall in reduction reaction zone; act of axial strain on flange by reactor vessel and reacting mass $P = 10^4…10^5$ N depending on the type of reactor.

The character of strain and hogging of reactors shows the necessity of consideration of nonlinear processes (plastic flow and fluidity) when constructing their physical-mathematical model.

The solution was carried out by finite element method. For this purpose, based on drawings of actual retorts, its axially symmetric geometric model using CAD module of Comsol Multiphysics application suite. For calculation was used Nonlinear Structural Materials module, which allows to simulate deformation behavior of model, to determine elastic and plastic deformation zones, to predict collapse of reactors during recovery period producing titanium sponge. Based on find dependence, at $\Delta T > T_{crit} = 60$ ° C, reactor walls in the process of titanium tetrachloride reduction undergo plastic deformation, maximum value of which can reach $\varepsilon_{max}^{pl} = 5{,}5$ %.

Conclusions

1. Simulation of the process showed, that reactor wall deformation is caused mainly by thermal expansion of the material under the effect of an inhomogeneous temperature field.

2. Minimum overheating temperature $\Delta T_{crit} = 60$ ° C of reactor walls in reaction zone, which leads to plastic deformation, was determined.

3. The fundamental capability to control plastic deformation by controlling and changing temperature gradient $\partial T/\partial z$ was shown.

4. Following materials requirements for reactors, that eliminate plastic deformation at operating temperature of 950 ° C were determined: linear expansion coefficient $\alpha \leq 20 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}, yield strength $\sigma_{0.2} \geq 120$ MPa, tensile strength $\sigma_B \geq 210$ MPa.

REFERENCES

1 Мищенко В.Г. Ползучесть как определяющий фактор увеличения срока эксплуатации реакторов магниетермического производства титана / В.Г. Мищенко, Н.А. Евсеева // Фізико-хімична механіка матеріалів. – 2012. – Т. 48. – № 2. – С. 119–122.

2. Mishchenko. V. G. Influence of Metallurgical Processing on the Structure and Properties of Multicomponent Alloy Steel [Текст] / V. G. Mishchenko, N. A. Evseeva // Steel in Translation. – 2019. – Vol. 49. – No. 5. – pp. 357–360.

3. Mishchenko. V. Steel corrosion resistance in the technological process / V. Mishchenko, N. Evseeva, S. Shejko, V. Shalomeev // Materials Science and Technology Conference 2019 (MS and T 2019) : Proceedings, September 29–October 3, 2019. – Portland, Oregon

УДК 621.311
Yevsyeyeva Nataliya [1]
Ahmed Moustafa [2]
[1] PhD (Technical Science), assistant professor NU 'Zaporizhzhya Polytechnic'
[2] student of group BAD-118in NU 'Zaporizhzhya Polytechnic'

ALTERNATIVE METHODS OF ENERGY PRODUCTION (HEAT PUMPS)

A heat pump is a device that transfers heat energy from a source of heat to what is called a thermal reservoir. In this use, heat pumps generally draw heat from the cooler external air or from the ground. Heat pumps can also be used in district heating and are a main element of cold district heating systems.

Heat pumps have rapidly has been popular, as they are marketed to be used in any building whether it is an industrial or residential building.

Heat Pumps are the most efficient alternative way to heat any building; supplying with hot water, running at over 300 % efficiency. This means that they produce around 3 times more heat than the energy they use. Heat Pumps require a small amount of electricity to run, which can be produced by solar power, further reducing your environmental impact and increasing the sustainability.

Types of heating pumps:

1. Air-to-Water

Air to water heat pumps take heat from the outside air and transfer it to a water-based system. The created heat can be used for space heating or as a hot water supply for the house. Air to water heat pumps are among one of the most efficient air source heat pumps nowadays.

This type of heat pump works best in moderate climates. The efficiency of an air to water heat pump is most optimal at 7 ° C, as opposed to dry and cold locations, where outside temperatures is less than -20 ° C. Keeping the working principles of an air to water heat pump in mind, the decline in temperatures will affect in the operating efficiency.

In climates with very low temperatures in winter, ground source heat pumps may seem a more suitable choice, as they extract heat from the ground and perform well in freezing cold temperatures. The technology developments for cold climate heat pumps using the air to water principle are used to cover heating needs even with a low temperature set point of below -25 ° C.

Choosing the right heat pump depends on the needs of the house. Airs to water heat pumps are more common in the market, though they are also very well-suited to new-builds.

2. Water source

A water source heat pump is a device that can produce a big amount of low-grade heat that cannot be used directly, then convert it into heat energy that can be

used directly. The working principle of water source heat pump unit is transferring heat from the building to the water source during the summer. In winter, the energy is extracted from the water source of the relative constant temperature, using the heat pump principle to be sent to the building after the air or water is used as the coolant to raise the temperature. Usually the water source heat pump consumes 1kW energy, and the user can get more than 4kW of heat or cold. Water source heat pump overcomes the deficiency of air source heat pump winter outdoor heat exchanger frosting, and the operation reliability and thermal efficiency are high, which has been widely used in recent years.

3. Geothermal

A geothermal heat pump (GHP) is also known as ground source heat pump (GSHP) is a central heating and/or cooling system that could transfers heat to or from the ground, mainly through a vapour-compression refrigeration cycle. They are also known by other names, including geoexchange, earth-coupled, earth energy systems. The geothermal heat pump, also known as the ground source heat pump, is one of the highly efficient renewable energy technology that is achieving wide acceptance in both residential and commercial buildings. Geothermal heat pumps are used for space heating and cooling, as well as water heating. The benefit of ground source heat pumps is they concentrate naturally existing heat, rather than by producing heat from the combustion of fossil fuels.

The efficiency of GHP units are described by the Coefficient of Performance (COP) in the heating mode and the Energy Efficiency Ratio (EER) in the cooling mode (COPh and COPc, respectively in Europe) which is the ratio of the output energy divided by the input energy (electricity for the compressor) and varies from 3 to 6 with present equipment (the higher the number the better the efficiency). Thus, a COP of 4 would indicate that the unit produced four units of heating energy for every unit of electrical energy input. In comparison, an air-source heat pump has a COP of around 2 and is dependent upon backup electrical energy to meet peak heating and cooling requirements. In Europe, this ratio is sometimes referred to as the “Seasonal Performance Factor” (“Jahresarbeitszahl” in German) and is the average COP over the heating and cooling season, respectively, and takes into account system properties.

Ground-source heat pumps (GSHP) can offer both heating and cooling at any location, with a very good flexibility to meet any demands needed. In central and western European countries, the direct usage of geothermal energy to supply heat from district heating to a larger number of buildings.

УДК 621.311.24
Євсєєва Н.О.[1]
Веремій Г.Є.[2]
[1] канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. БАД-118 НУ «Запорізька політехніка»

АЛЬТЕРНАТИВНІ СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ. ВІТРОЕНЕРГЕТИКА

Світ переходить на чисту енергетику. Енергія вітру зараз вважається одним із найдешевших способів виробництва електроенергії. За даними Глобальної ради з вітроенергетики (Global Wind Energy Council, GWEC), в 2018 році потужність вітрових електростанцій вперше перевищили використовувані обсяги викопного палива на багатьох розвинених ринках.

Протягом останніх п'яти років вітряна енергетика зростає приблизно на 50 гігават на рік. Сьогодні все вітроелектростанції планети генерують 591 гігават. GWEC очікує, що ще через п’ять років в світі нових потужностей стане більше на 300 ГВт.

Вітроенергетика – друга за обсягом потужностей галузь енергетики в Європі. Вітропарки Європейського Союзу виробляють близько 180 гігават енергії. Це майже половина від усієї європейської енергетики. За даними асоціації Wind Europe, в 2019 році вітроенергетика переросла газову промисловість. У 2018 році в Європі введені в експлуатацію вітроенергетичні установки потужністю майже 12 ГВт. З усіх енергетичних об'єктів, побудованих минулого року, на частку поновлюваних джерел енергії припадає 95 %. А ось газ, нафта й вугілля втрачають свої позиції: темпи запуску нових установок із видобутку газу та вугілля в ЄС досягли рекордно низького рівня.

Щороку в зелену енергетику в Європі вкладають мільярди євро. 2018 рік став рекордним щодо фінансування проектів вітроенергетики: інвестиції склали майже 27 млрд євро. Найбільші інвестори - Великобританія та Швеція. Натомість Україна з 1,2 млрд євро входить до європейської десятки за обсягом інвестицій у зелену енергетику.

У першій половині 2019 року в Європі побудували вітроенергетичні установки потужністю майже 5 ГВт. Україна увійшла до п’ятірки найбільш активних країн.

Серед альтернативних джерел енергії в Україні вітер поки що поступається сонцю. В 2018 році побудовано 68 вітропарків загальною потужністю 533 МВт. Це 22 вітрогенератори, потужність кожного з яких – близько 3 МВт. На кінець червня цього року загальні потужності українських вітроелектростанцій сягнули майже 777 МВт.

Вітроелектростанція складається з декількох вітрогенераторів, об'єднаних в одну мережу. Найбільші ветропарки розташовані в Китаї, Індії й Великобританії. Наприклад, у китайській провінції Ганьсу працює цілий комплекс вітроелектростанцій потужністю майже 8 гігават, який може позмагатися з найбільшими атомними й гідроелектростанціями.

Вітрогенератор – установка, яка перетворює енергію вітру на електричну. За даними Wind Europe, в середньому потужність одного «вітряка» коливається від 2 до 3,6 МВт.

Найпотужніша турбіна в світі встановлена біля берегів Шотландії. Діаметр лопатей вітряка становить 164 м – більше, ніж розмах крил будь-якого літака, висота – 191 м. Потужність установки – 8,8 МВт. Енергії від одного обороту лопатей вітрогенератора вистачить для того, щоб освітлювати одну квартиру цілий день.

Конструкція вітряка важить сотні тонн, його щогла виконується з товстолистового прокату, а фундамент – із арматури великих діаметрів (20…32 мм). На один фундамент може піти від 60 т до 130 т арматури. Сталевий сплав робить установку міцною та стійкою до навантажень. Вітроколесо установки закріплюється на горизонтальному валу, що обертається в двох підшипниках, змонтованих у головці вітродвигуна. Обертання вітроколеса передається електрогенераторові через механічний редуктор. Голівка вітродвигуна монтується на башті, висота якої визначається з розрахунком виносу вітроколеса вище від усіх оточуючих перешкод, що можуть впливати на потоки повітря. Вона може обертатися навколо вертикальної осі. Позаду голівки закріплюється хвіст для встановлення вітроколеса на вітер. Потужність вітродвигуна без регулюючого пристрою збільшується або зменшується пропорційно до кубу швидкості вітру, наслідком чого є нерівномірність роботи електрогенератора. Щоб усунути цю ваду у вітродвигуні застосовано автоматичне регулювання швидкості обертання електрогенератора. Напруга, яка знімається з електрогенератора, стабілізується стабілізатором напруги. Стабілізована вихідна напруга коливається в межах 210 В до 230 В і не залежить від швидкості вітру.

Переваги та недоліки вітряної електроенергії

Вітер дме майже завжди нерівномірно. Отже генератор буде працювати нерівномірно, віддаючи то більшу, то меншу потужність, струм буде вироблятися змінної потужності, а то й цілком припиниться, і можливо, саме тоді, коли потреба в ньому буде найбільшою. Будь-який вітроагрегат працює на максимальній потужності лише певний час, а в інші години він або працює не на повну потужності, або взагалі простоює. Значну невідповідність між номінальною і середньою потужностями вітроелектростанцій підтверджує наступний факт: у Нідерландах на частку вітряних електростанцій на початку 1990-х років припадало 0,11 % усіх встановлених потужностей, але лише

0,02 % виробленої електроенергії. Для вирівнювання віддачі струму застосовують акумулятори, але це як уже відзначалося, і дорого, і малоефективно.

Відповідно вітряні електростанції не можуть самі по собі бути надійною основою енергетики. Вони або доповнюють основні потужності роблячи певний внесок у виробництво необхідної електроенергії, або ж є джерелом електрики у віддалених чи ізольованих місцях, де складно чи неможливо забезпечити постачання електроенергії іншим чином. Також через невисоку потужність вітряків, вітроелектростанції вимагають значних територій для розміщення вітряних установок.

Робота вітроелектростанцій впливає на роботу телевізійної мережі, виникають викривлення сигналу. Іншою несподіваною особливістю установок виявилася в тому, що вони начебто стали джерелами досить інтенсивного інфразвукового шуму, який негативно впливає не тільки на людський, але й на організм тварин. Тобто території поблизу вітряних електростанцій є непридатними для життя людей, тварин і птахів. Але це ще повністю не доведено й суперечки з цього приводу точаться до цих пір.

УДК 504.064.4
Рябошапка Н.Є.
старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ ОБПАЛЕННЯ ВУГЛЕГРАФІТОВИХ ЗАГОТОВОК В ОБПАЛЮВАЛЬНИХ ПЕЧАХ

Метою проведення обчислювальних експериментів є визначення оптимального способу розміщення заготовок в засипці та розробка раціонального температурного режиму обпалення в печі.

Основними технологічними критеріями якості проведення обпалення є швидкість та рівномірність нагрівання заготовок. Мінімальний перепад температур в об’ємі заготовки приблизно 5…10 К може бути забезпечено тільки при умові зменшення продуктивності печі.

Результати оцінювання впливу умов спалювання палива на температурний режим показали, що при генерації теплоти в робочій камері без організації штучного недопалення палива практично неможливо забезпечити необхідні за технологією швидкість нагріву та температуру витримки. При повному згоранні палива в робочій камері необхідний за технологією

температурний режим можливо забезпечити тільки при збільшенні часу нагріву, що призводить до збільшення витрати палива.

З аналізу результатів обчислювальних експериментів видно, що теплота, яка акумулюється кладкою печі та засипкою, значно ускладнює регулювання температурного режиму.

Таким чином печі обпалення вуглеграфітових заготовок мають наступні недоліки:

– обмежені можливості забезпечення мінімальних перепадів температур в об'ємі заготовок та регулювання швидкості їх нагріву;

– неповне згорання палива та обмежені можливості використання теплоти, що виділяється в процесі обпалення летючих речовин;

– значна витрата теплоти на нагрів кладки та засипки.

Усунення перелічених вище недоліків потребує модернізації системи обпалення печі, внесення змін в їх конструкції та удосконалення системи контролю і регулювання температурного режиму обпалення.

В якості можливих варіантів вирішення цих задач можливо:

- використання систем імпульсного нагріву. В умовах імпульсного нагріву заготовок в засипці її значний тепловий опір є позитивним фактором, тому що зменшує пряму теплову дію на заготовки, а також дозволить зменшити небажаний вплив кладки та покращити можливості регулювання температурного режиму протягом всього процесу обпалення. Однак, при імпульсній системі обпалення залишається проблема допалення летючих речовин;

– устаткування печі окремими виносними топками. Спалювання палива в високотемпературних виносних топках дозволить вирішити проблему допалювання летючих речовин. При використанні такої системи обпалення регулювання температурного режиму повинно відбуватись за рахунок зміни температури продуктів згорання, що надходять до робочої камери.

УДК 629.1
Рябошапка Н.Є.[1]
Клименко Є.В.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-410м НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ

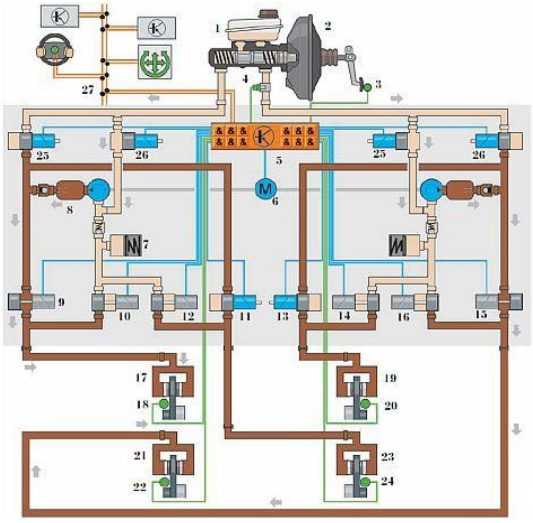
Система динамічної стабілізації (або курсової стійкості) призначена для збереження стійкості і керованості автомобіля за рахунок завчасного

визначення та усунення критичної ситуації. З 2011 року оснащення системою курсової стійкості нових легкових автомобілів є обов'язковим в США, Канаді, країнах Євросоюзу.

Система дозволяє утримувати автомобіль в межах заданої водієм траєкторії при різних режимах руху (розгоні, гальмуванні, русі по прямій, при поворотах і при вільному коченні).

Пристрій та принцип дії системи курсової стійкості розглянуті на прикладі системи ESP (Electronic Stability Control) на рисунку 1.

Система курсової стійкості є системою активної безпеки більш високого рівня і включає антиблокувальну систему гальм (ABS), систему розподілу гальмівних зусиль (EBD), електронне блокування диференціала (EDS), антипробуксовочну систему (ASR). Система курсової стійкості об'єднує вхідні датчики, блок управління і гідравлічний блок в якості виконавчого пристрою. Вхідні датчики фіксують конкретні параметри автомобіля і перетворять їх в електричні сигнали. За допомогою датчиків система динамічної стабілізації оцінює дії водія і параметри руху автомобіля.



1 – компенсаційний бачок; 2 – вакуумний підсилювач гальм; 3 – датчик положення педалі гальма; 4 – датчик тиску в гальмівній системі; 5 – блок керування; 6 – насос зворотної подачі; 7 – акумулятор тиску; 8 – демпфуюча камера; 9 – впускний клапан переднього лівого гальмівного механізму; 10 – випускний клапан приводу переднього лівого гальмівного механізму; 11 – впускний клапан приводу заднього правого гальмового механізму; 12 – випускний клапан приводу заднього правого гальмового

механізму; 13 – впускний клапан приводу переднього правого гальмівного механізму; 14 – випускний клапан приводу переднього правого гальмівного механізму; 15 – впускний клапан приводу заднього лівого гальмівного механізму; 16 – випускний клапан приводу заднього лівого гальмівного механізму; 17 – передній лівий гальмівний циліндр;
18 – датчик частоти обертання переднього лівого колеса; 19 – передній правий гальмівний циліндр; 20 – датчик частоти обертання переднього правого колеса; 21 – задній лівий гальмівний циліндр; 22 – датчик частоти обертання заднього лівого колеса; 23 – задній правий гальмівний циліндр; 24 – датчик частоти обертання заднього правого колеса; 25 – клапан перемикання; 26 – клапан високого тиску; 27 – шина обміну даними.
Рисунок 1 – Схема системи курсової стійкості ESP

Використовуються в оцінці дій водія датчики кута повороту рульового колеса, тиску в гальмівній системі, вимикач стоп-сигналу. Оцінюють фактичні параметри руху датчики частоти обертання коліс, поздовжнього і поперечного прискорення, кутової швидкості автомобіля, тиску в гальмівній системі.

Блок управління системи ESP приймає сигнали від датчиків і формує керуючі впливу на виконавчі пристрої підконтрольних систем активної безпеки: впускні та випускні клапани системи ABS; переключають і клапани високого тиску системи ASR; контрольні лампи системи ESP, системи ABS, гальмівної системи.

У своїй роботі блок управління ESP взаємодіє з системою управління двигуном і автоматичної коробки передач (через відповідні блоки). Крім прийому сигналів від цих систем блок управління формує керуючі впливу на елементи системи управління двигуном.

Для роботи системи динамічної стабілізації використовується гідравлічний блок системи ABS / ASR з усіма компонентами.

Визначення настання аварійної ситуації здійснюється шляхом порівняння дій водія і параметрів руху автомобіля. У разі, коли дії водія (бажані параметри руху) відрізняються від фактичних параметрів руху автомобіля, система ESP розпізнає ситуацію як неконтрольовану і включається в роботу.

Стабілізація руху автомобіля за допомогою системи курсової стійкості може досягатися кількома способами: гальмуванням певних коліс, зміною крутного моменту двигуна, зміною кута повороту передніх коліс (при наявності системи активного рульового управління), зміною ступеня демпфірування амортизаторів (при наявності адаптивної підвіски).

При недостатній поворотності система ESP запобігає відведення автомобіля назовні за межі траєкторії повороту, пригальмовуючи заднє внутрішнє колесо і змінюючи крутний момент двигуна.

При надлишкової поворотності занос автомобіля в повороті запобігає гальмуванням переднього зовнішнього колеса і зміною крутного моменту двигуна.

Пригальмовування коліс проводиться шляхом включення в роботу відповідних систем активної безпеки. Робота при цьому носить циклічний характер: збільшення тиску, утримання тиску і скидання тиску в гальмівній системі.

Зміна крутного моменту двигуна в системі ESP може здійснюватися кількома шляхами: зміною положення дросельної заслінки; пропуском вприскування палива; пропуском імпульсів запалювання; зміною кута випередження запалювання; перерозподілом крутного моменту між осями (при наявності повного приводу). Система, яка об'єднує систему курсової стійкості, рульове управління і підвіску, носить назву інтегрованої системи управління динамікою автомобіля.

У конструкції системи курсової стійкості можуть бути реалізовані наступні додаткові функції (підсистеми): гідравлічний підсилювач гальм, запобігання перекидання, запобігання зіткненню, стабілізації автопоїзда, підвищення ефективності гальм при нагріванні, видалення вологи з гальмівних дисків і ін.

Всі перераховані системи, в основному, не мають своїх конструктивних елементів, а є програмним розширенням системи ESP.

УДК 331.101.1:572.08
Слинько В.В.
старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

АНТРОПОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕРГОНОМІЦІ

Відповідність виробів промислового виробництва вимогам ергономіки, важливою складовою яких є дані ергономічної антропології, сприяє створенню не тільки зручної і безпечної, але і конкурентоздатної техніки, що в свою чергу стимулює розвиток ринкових відносин як всередині країни, так і за її межами.

Метою цієї роботи є розробка теоретичних, методологічних і практичних основ комплексного напрямку досліджень в ергономіці, названого ергономічною антропологією.

На сьогодні недостатньо розроблені теоретичні, методичні та науково-практичні аспекти методів і систем досліджень і оцінок щодо працюючої людини. Поняття «антропологія» давно вийшло за рамки традиційного розуміння науки про варіації будови і форми тіла людини в часі і просторі. Маючи в центрі уваги сучасну людину, антропологія, як і інші науки, веде

пригранічні дослідження в різних галузях знань. І актуальність цього напрямку полягає в необхідності конкретизації теорії функціональних станів через зручність робочої пози.

У зв'язку з початком планомірних ергономічних досліджень людино-машинних систем, на початку 1970-х років в нашій країні виникла гостра необхідність в наявності відомостей про спеціальні розміри тіла населення стосовно до завдань конструювання техніки. У це десятиліття було видано значну кількість зарубіжних (Вудсон, Коновер, 1967; Морган і Чапаніс, 1971; Шерер, 1975) і вітчизняних («людина і техніка», 1966; «інженерна психологія», 1977; «виробнича ергономіка», 1979 і т.п.) ергономічних довідників.

В результаті теоретичних досліджень встановлено, що проведені розробки можна розглядати як модель комплексних досліджень, що відображають зв'язок біологічних і психологічних аспектів ергономіки. У цьому напрямку досліджень вирішується дві проблеми. Перша – необхідність виявлення специфіки методів отримання даних щодо людського фактора, в даному випадку антропологічних і психофізіологічних даних опорно-рухового апарату, з урахуванням тих принципів і правил, які склалися в суміжних науках. Друга проблема – розробка методів обліку цих даних при конструюванні технічних засобів діяльності, їх аналізі, оцінці та підготовці нормативних документів.

З практичної точки зору – обов'язковий і грамотний облік розмірів тіла дозволяє створити в значній мірі оптимальні умови для підтримки раціональної робочої пози і виконання робочих рухів, розрахувати межі досяжності для рук і ніг, параметри безпечних робочих просторів і доступів до вузлів монтажу, налагодження та ремонту, безпечних відстаней, проходів, аварійних виходів, сходів, огороджувальних пристроїв, майданчиків, тимчасових допоміжних споруд і т.п., тобто створення будь-якого засобу праці і організація робочого простору вимагають в тій чи іншій мірі обліку розмірів тіла.

Для забезпечення розробки теоретичних, методологічних і практичних основ комплексного напрямку досліджень в ергономіці, названого ергономічною антропологією, необхідно: виявити специфіку методів збору і обробки антропометричних даних, використовуваних в ергономіці і конструюванні техніки; зібрати антропологічний матеріал по різних групах населення; розробити принципи і правила використання антропометричних даних в практиці конструювання робочих місць, запропонувати форми подання цих даних для конструктора.

Досвід показує що протягом багатьох років проводився ергономічний аналіз і оцінка робочих місць і виробничого обладнання з метою їх модернізації та поліпшення умов діяльності працюючих. На основі цих

багаторічних досліджень було вирішено низку теоретичних, методологічних та практичних завдань, що дозволило створити передумови для формування та розвитку комплексного напрямку досліджень, названого згодом ергономічною антропологією.

Висновки. Використання в ергономіці даних обліку розмірів тіла, суміжних наук вкрай обмежено. Потреби ергодизайну висувають певні вимоги до вибору підходів, понять, методів та інш. В ергономіці необхідна розробка власних технологій досліджень і оцінок, інтерпретації даних щодо працюючої людини. Необхідно мати цілісне уявлення про зовнішні і внутрішні засоби діяльності працюючої людини.

УДК 331.101.1
Слинько В.В.[1]
Пачколіна В.А. [2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. 07-18-04 НЮУ ім. Ярослава Мудрого

СТРАТЕГІЯ ЕРГОНОМІКИ (ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА): РОЗВИТОК ДИСЦИПЛІНИ ТА ГАЛУЗІ

У даній роботі «ергономіка» і «людський фактор» розглядаються як синоніми у значенні наукової дисципліни, що вивчає взаємодії між людьми та іншими елементами системи (машинами, середовищем тощо), а також галузі діяльності, заснованої на теоретичних принципах, даних і методах для проектування, спрямованого на оптимізацію діяльності людей у різних сферах і загальну продуктивність системи. Ергономіка має великий потенціал для проектування всіх видів систем за участю людей (робочі системи, системи товарів та послуг), але існують деякі проблеми, пов'язані зі ступенем підготовленості ринку та створенням високоякісних технологічних платформ. Ергономіка як наукова дисципліна та галузь поєднує у собі три основні складові: системний підхід, орієнтованість на конструювання та спрямованість на результат, що поєднує продуктивність, безпеку та зручність для людей в процесі користування механізмами систем.

Для того, щоб ергономіка продовжувала позитивно впливати на проектування систем у майбутньому, науковці, підприємці та інші фахівці повинні бути зацікавлені у модернізації виробництва та вдосконаленні процесу взаємодії техніки та людей. Більш того, існує потреба у розвитку відносин між групами сторін, що складаються із системних експертів (спеціалістів із технічних і соціальних наук, які беруть участь в розробці систем), осіб, які приймають комплексні рішення (менеджери та інші особи,

які беруть участь у закупівлях, функціонуванні і використанні технологій), а також осіб, які мають управлінські повноваження, щоб впливати на проектування. Таким чином, першим стратегічним напрямом розвитку ергономіки є посилення попиту на високоякісні технологічні рішення шляхом підвищення обізнаності впливових зацікавлених сторін про їхню цінність. Другим вектором реалізації стратегії вдосконалення є розповсюдження використання високоякісних, з позиції ергономіки, систем шляхом підвищення кваліфікації фахівців у різних галузях, забезпечення високих стандартів якості послуг та товарів, а також шляхом впровадження позитивного досвіду досліджень у сфері ергономіки в університетах та інших організаціях. Ця стратегія вимагає співпраці в межах світової спільноти, що складається з Міжнародної ергономічної асоціації (IEA), місцевих (національних і регіональних) товариств і фахівців з ергономіки.

Отже, у людського фактора (ергономіки) є позитивні тенденції та стратегії для розвитку, адже ця наукова дисципліна та галузь може допомогти вирішити багато проблем бізнесу і суспільства, пов'язаних із трудовою діяльністю і системами товарів та послуг. На сьогодні потенціал ергономіки використовується недостатньо, тому вона потребує збільшення попиту на високоякісні технології, головними характеристиками яких є системний підхід та спрямованість на результат, що поєднує продуктивність, безпеку та зручність для людей в процесі користування механізмами.

УДК 621.43
Сухонос Р.Ф.[1]
Бокарьов В.І.[2]
Оглуздін С.Ю.[3]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] асп. НУ «Запорізька політехніка»
[3] студ. гр. Т-438сп НУ «Запорізька політехніка»

РОЗГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ДВИГУНІВ ДЛЯ FORMULA 1 НА ПРИКЛАДІ ДВЗ FERRARI TYPE 048

Двигун Ferrari Type 048 (рис. 1) – розробка італійського виробника спортивних та гоночних автомобілів Ferrari.

Двигун чотиритактний, 10-циліндровий, бензиновий, без наддуву, потужністю 592 кВт (805 к.с.) при частоті обертання 17300 $хв^{-1}$; робочий об’єм двигуна – 2996,62 $см^3$; маса двигуна – 112 кг.

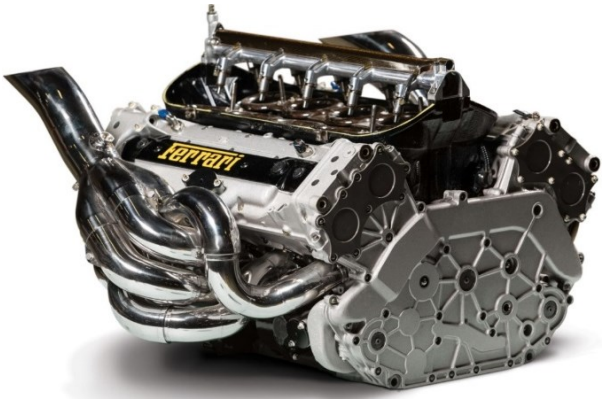


Рисунок 1 – Двигун Ferrari 048 3.0 V10

Двигун призначений для встановлення на гоночні автомобілі команди Scuderia Ferrari для участі в перегонах Formula 1 (F1).

Головною особливістю двигунів F1 є дуже висока точність виготовлення деталей, використання легких жаростійких сплавів з високою межею міцності; зносостійких антифрикційних матеріалів (в тому числі кераміки); мастильних матеріалів, спроможних забезпечувати ефективність роботи при високих температурах; високотехнологічних електронних систем контролю та керування процесами.

Основними матеріалами, що використовуються в двигуні Ferrari Type 048, є алюмінієві, магнієві, титанові сплави і сталі, хоча в окремих випадках можуть застосовуватися і інші, наприклад, кераміка і вугле-волокно.

Алюмінієві сплави – найбільш поширений матеріал завдяки його міцності та відносно невисокій щільності. Тому з нього виготовляють базові та основні деталі двигуна (блок циліндрів, головки циліндрів, поршні, картер двигуна). Ряд деталей виготовляється із спеціальних алюмінієвих сплавів, зокрема, з перспективного Metal Matrix Composite (MMC). Додатковим перевагою у використання алюмінієвих сплавів є їх висока теплопровідність.

Клапани та шатуни виготовлені зі сплавів титану. Циліндри виготовлені зі сталі з нанесеним шаром керамічного напилення. Колінчастий вал, найбільш навантажена деталь двигуна, виготовляється зі сталі, легованої хромом та нікелем, розподільчий вал сталевий. Деякі виробники застосовують керамічне покриття для клапанів, щоб зменшити теплопередачу від відпрацьованих газів до головок циліндрів. Сама система випуску виготовлена з інконелю – спеціального жаростійкого сплаву нікелю, цинку і хрому. Це легкий матеріал, що витримує високі температури.

За весь час існування гонок F1, конфігурацій поршневих груп хоч і була незліченна кількість, об'єднує їх одна властивість – малий хід і великий діаметр поршня, не рахуючи, звичайно, здатності витримувати великі теплові та ударні навантаження.

Основним матеріалом для виробництва високотехнологічних поршнів для двигунів F1 є алюмінієво-берилієвий сплав. Алюмінієві поршні з додаванням берилія мають на 30 % меншу вагу і більш високі показники теплопровідності, проте використання берилія було заборонено через високу шкідливість металу. Один з найпоширеніших сплавів для поршнів F1 (відомий під маркою 2618) розроблений ще в 1930-х роках для авіаційного двигуна Rolls Royce. Висока твердість і стійкість до високих температур зробили сплав 2618 популярним в аерокосмічній індустрії і F1.

Двигуни для автомобілів F1 мають надтонкі поршневі кільця. Відомі компресійні кільця товщиною всього 0,5 мм. Мала товщина дозволяє зменшити силу тертя між кільцем та циліндром і при цьому посилює питоме притискне зусилля. Чим більше питомий тиск кільця на стінки циліндра, тим менша кількість газів потрапить в картер двигуна і відповідно збільшиться корисна робота двигуна. Щоб зробити кільця більш пружними при настільки малій товщині, доводитися сильно заглиблювати їх в поршні і робити більш широкими.

Газорозподільчий механізм (ГРМ) двигуна Ferrari Type 048 не має спіральних пружин, що повертають клапани в початкове положення. Клапан жорстко сполучений зі спеціальним поршнем, який з іншого боку має шток, на який і тисне кулачок розподільчого валу. Поршень закриває спеціальну порожнину-циліндр, в якій під високим тиском знаходиться газ – азот. При натисненні кулачка розподільного валу на шток клапан рухається вниз у відрите положення. Після того, як кулачок припиняє тиск на шток клапанного поршня, азот, що знаходиться під тиском, повертає клапан в закрите положення. Ця технологія дозволяє уникнути зависання клапанів, закриття клапана здійснюється швидше, ніж в класичних схемах ГРМ. Пружини в традиційних двигунах просто не встигли б закрити клапани так швидко, щоб уникнути їх контакту з поршнем при обертах 17000…20000 хв$^{-1}$. В систему такого механізму також входять односторонні клапани для підкачування/відкачування азоту і підтримки його тиску, система сепарації оливи, резервна ємність зі стисненим газом.

УДК 621.43.044:62-224.3
Сухонос Р.Ф.[1]
Оглуздін А.Ю.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-429сп НУ «Запорізька політехніка»

ФОРКАМЕРНО-ФАКЕЛЬНА СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ MAHLE JET IGNITION

На сьогоднішній день існують різні способи покращити техніко-економічні показники двигуна, один з них – робота на збіднених сумішах. Проте постає проблема – збіднені суміші погано запалюються.

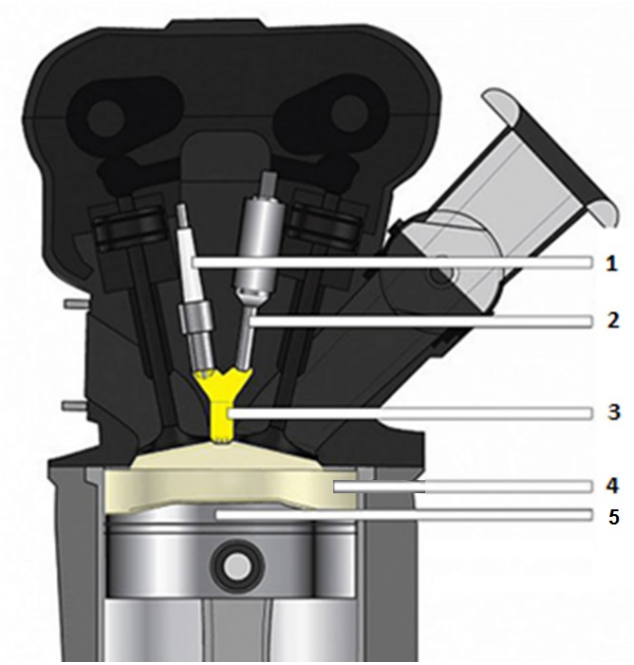
Компанія Mahle Powertrain представила модернізовану систему впорскування та запалювання для бензинових ДВЗ, яка дозволяє підвищити їх ефективність. Двигуни, оснащені системою Mahle Jet Ignition (МЈІ), можуть працювати на сильно збідненій паливній суміші, що дозволяє підвищити їх ККД і екологічність.

Розроблена система форкамерно-факельного запалювання може використовуватись на ДВЗ великого літрового об'єму, тому що у них, по-перше, ускладнене впорскування, тобто ефективне заповнення об'єму камери згорання паливно-повітряною сумішшю і, по-друге, є простір для розташування елементів МЈІ.

В системі МЈІ (див. рис. 1) електрод свічки запалювання (1) та розпилювач форсунки (2) виходять в простір камери невеликого об'єму – форкамеру (3). Ця камера пов'язана вузьким каналом з основною камерою згоряння циліндра.

У момент першого такту двигуна – впуску – невелика порція палива форсункою (2) впорскується в камеру згорання (4), в результаті в камері згорання утворюється збіднена суміш. Після цього невеликий об'єм форкамери заповнюється збагаченої сумішшю, достатньою для займання свічкою запалювання – безпосередньо перед тактами стиснення і робочого ходу в циліндрі. Саме запалювання, як вже зрозуміло, відбувається не в основній камері, а в допоміжній форкамері. Цю збагачену суміш завдяки її характеристикам підпалити не так складно. В результаті цієї реакції утворюються язики полум'я (звідси і «факел» в назві), які проникають через отвір в основну камеру і підпалюють збіднену суміш.

Це можна порівняти з ефектом займання збідненої суміші за допомогою відразу декількох свічок запалювання. Важливо також і те, що при такому методі запалювання паливна суміш в основному циліндрі згорає швидше та якісніше, збільшуючи загальний ККД двигуна.



1 – свічка запалювання; 2 – форсунка; 3 – форкамера; 4 – камера згорання; 5 – поршень

Рисунок 1 – Форкамерно-факельна система запалювання Mahle Jet Ignition

Таким чином, форкамерно-факельна система запалювання дозволяє двигуну працювати на збідненій паливно-повітряній суміші.

Розробник MJI запевняє, що така система надає можливість збільшити ступінь стиску до ε = 14 (в тому числі з турбонаддувом), більш ефективно спалювати горючу суміш і як результат зменшити токсичність відпрацьованих газів на 15 %.

Системи форкамерно-факельного запалювання використовуються на двигунах для автомобілів Формула 1 і в газових генераторах.

УДК 621.313:621.43
Сухонос Р.Ф.[1]
Мірошниченко Ю.О.[2]
Кушнір О.Д.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-417 НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА З РАННІМ ВПОРСКУВАННЯМ ПАЛИВА

Ступінь стиснення впливає на дуже важливий параметр в роботі дизеля – затримку самозаймання. Для досягнення високого індикаторного ККД бажано, щоб суміш почала горіти максимально близько до верхньої мертвої точки поршня (ВМТ). А впорскування палива необхідно робити завчасно. Тоді всю енергію розширення газів при згорянні буде найбільш ефективно використано на переміщення поршня вниз.

У турбодизеля Skyactiv-D значення ступеня стиснення знижене ($\varepsilon = 14,0$) у порівняння із атмосферними дизелями ($\varepsilon = 16…25$). Це дозволяє робити більш раннє впорскування. Внаслідок цього згоряння суміші відбувається триваліше і ефективно навіть поблизу до ВМТ. Результат: більш високий індикаторний ККД і показники екологічності двигуна. Для визначення ефективних показників двигуна на різних режимах роботи розроблено схему навантажувального випробувального стенду. Підібрано гальмівну систему, необхідну і достатню для повного навантаження двигуна. Враховуючи паспортні характеристики, заявлені заводом-виробником (див. табл. 1), виконано пошук та підбір за параметрами гальмівного пристрою.

Таблиця 1 – Показники двигуна Mazda Skyactiv-D 2.2

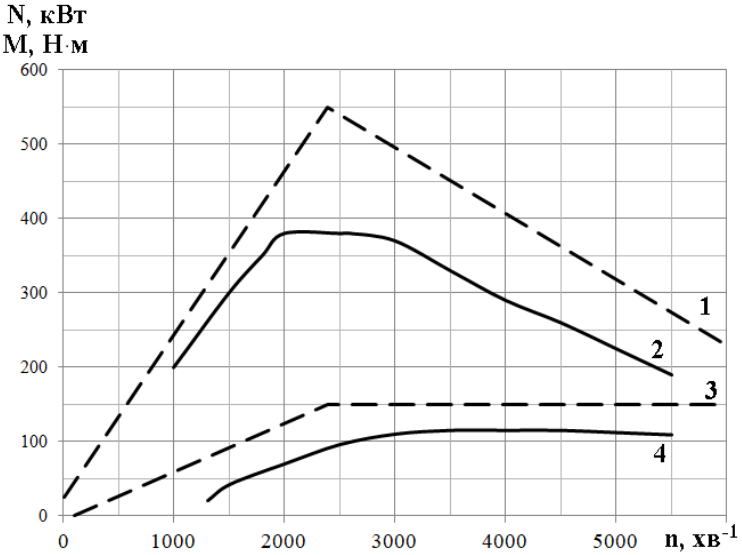
Показник	Величина
Кількість циліндрів	4
Об’єм двигуна, $см^3$	2188
Діаметр циліндра, мм	86
Хід поршня, мм	94,2
Потужність, кВт (к.с.)	110 (150)
Частота обертання при максимальній потужності, $хв^{-1}$	4500
Крутний момент, Н·м	380
Частота обертання при максимальному крутному моменті, $хв^{-1}$	1800…2600
Призначений ресурс, км	250 000
Розташування циліндрів	рядне

Головна вимога при узгодженні параметрів двигуна і гальма – потрібно було підібрати таке гальмо, що буде мати момент та потужність більшу, ніж відповідні показники двигуна.

Гальмівна система підбиралась враховуючи пропозицію ринку, розглянуто гальма за принципом дії: гідравлічні, пневматичні, індуктивні, електричні (для гібридних двигунів з переходом на електроресурс), магнітопорошкові, механічні.

Для двигуна Skyactiv-D 2.2 розроблено схему випробувального стенду з індуктивним динамометром Magtrol 4WB 15. Динамометри серії WB мають клас точності від ±0,3 % до ±0,5 %.

На рисунку 1 показано узгодження зовнішніх характеристик двигуна (швидкісна характеристика) та гальмівного пристрою. В усьому діапазоні обертів двигуна забезпечується перекриття його характеристик (потужність, крутний момент) гальмівними характеристиками (потужність, гальмівний момент) гальма.



1 – гальмівний момент; 2 – крутний момент двигуна; 3 – потужність гальма; 4 – ефективна потужність двигуна

Рисунок 1 – Графічне узгодження зовнішніх характеристик двигуна Skyactiv-D 2.2 і гальма Magtrol 4WB 15

Даний випробувальний стенд дозволяє визначити зовнішню швидкісну характеристику, навантажувальні та регулювальні характеристики двигуна Skyactiv-D 2.2 з можливістю подальшого його форсування. По крутному моменту є запас 15…25 % (в діапазоні обертів двигуна 1000…2000 $хв^{-1}$) і 35…44 % (в діапазоні обертів двигуна 2000…5500 $хв^{-1}$). По потужності забезпечено запас ≥30 % в усьому діапазоні обертів двигуна.

До недоліків стенду необхідно віднести необхідність витрати води, що використовується для охолодження гальма, із розрахунку 30 л/(кВт·год).

УДК 624.078.5:621.43
Сухонос Р.Ф.[1]
Несмашний М.Ю.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-418 НУ «Запорізька політехніка»

КОНСТРУКЦІЇ ОПОР ДВЗ З ПОКРАЩЕНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Опора двигуна – це деталь, яка поєднує кузов або шасі та двигун, коробку передач та інші агрегати автомобіля. Опора одночасно підтримує двигун, знижує вібрації на кузов та рівень шуму від агрегатів.

Опора двигуна представляє собою металеві пластини з кріпленням, пов'язані між собою гумою. Як правило, для кріплення силової установки необхідно 3 або 4 опори. Трьохточкова фіксація є найбільш поширеною практично у всіх автовиробників. Незважаючи на різний спосіб розташування і метод їх кріплення, фіксація повинна бути настільки надійною, щоб в процесі експлуатації автомобіля не було значних зсувів двигуна. Поряд з гумовими елементами, багатьма виробниками пропонується і поліуретановий аналог, який відрізняється більшою зносостійкістю, в той час як гума надає вібруючому двигуну відносну свободу рухів, і таким чином, краще гасить коливання. Поліуретанові опори можуть бути нерозбірними або розбірними.

Конструкція опор не змінювалась протягом десятиліть, проте в останні роки з'явилися перспективні конструкції з поліпшеними якостями – так звані активні опори. З огляду науково-технічної літератури відомі декілька різновидів активних опор.

1. Електромагнітна опора двигуна являє собою гідравлічну камеру, ізольовану рухомою діафрагмою. До діафрагми жорстко кріпитися електромагнітна котушка, краї якої входять в постійний магніт. При подачі напруги котушка переміщується вгору, захоплюючи за собою діафрагму. При знятті напруги котушка опускається. Рухи діафрагми вгору-вниз змушують опору вібрувати. Керування роботою опори здійснює електронна система.

Розташований в опорі акселерометр фіксує вібрації двигуна, які передаються на кузов. Сигнал від датчика передається до електронного блоку керування опорами. Також блок керування використовує сигнал від датчика обертів колінчастого вала і у відповідності до закладеної в пам'ять характеристики формує керуючі сигнали на котушку опори. Як результат, опори генерують вібрації з амплітудою і частотою в протифазі до вібрацій двигуна, які накладаючись в потрібній фазі, знижують вібрації двигуна. Часто використовуються компаніями Audi і Honda.

2. Електровакуумна опора застосовується для гасіння коливань на холостому ході. Конструктивно вона складається з гідравлічної і повітряної камери, розділених діафрагмою. До повітряної камери за допомогою електромагнітного клапана підводиться вакуум із впускного колектора або повітря з атмосфери. Почергова зміна тиску в повітряній камері призводить до вібрацій опори і на підставі сигналу датчика частоти обертання колінчастого вала, електронний блок керування генерує вібрації опори в протифазі до вібрацій двигуна. Відбувається накладення коливань, і вібрації двигуна на холостому ходу зменшуються. З початком руху автомобіля електромагнітний клапан перекриває вакуумний канал, активна опора двигуна починає працювати як звичайна гідравлічна опора. Використовуються на автомобілях Toyota і Lexus.

3. Магнітореологічна опора (Porsche Dynamic Engine Mount System) використовує властивість магнітореологічності рідини змінювати щільність під впливом магнітного поля. Чим сильніше магнітне поле, тим вище опір рідини і, відповідно, вища жорсткість опори. Для поліпшення динаміки автомобіля опора в потрібний момент стає максимально жорсткою, для гасіння шуму і вібрацій використовується м’яке кріплення двигуна до кузова. Електронна система керування опорою використовує різну інформацію, яку отримує від автомобільних датчиків: положення дросельної заслінки, швидкість руху, частоту обертання колінчастого вала двигуна, температуру охолоджуючої рідини, положення рульового колеса і ін. На підставі вхідних сигналів датчиків електронний блок керування подає напругу на електромагнітну котушку і тим самим змінює жорсткість опори двигуна. При різних динамічних навантаженнях жорсткість кожної опори окремо збільшується до рівня, що забезпечує максимальну динаміку автомобіля. При перехідних процесах в русі (запуск двигуна, різке відкриття дросельної заслінки, гальмування, перемикання передач), а також при русі по нерівній дорозі опора стає м’якою. Цим досягається зниження рівня вібрацій і підвищення комфорту. Застосовується в автомобілях Porsche.

У підсумку можна прийти до висновку, що активні опори ДВЗ зменшують вібрації, що передаються на кузов автомобіля, на різних робочих режимах та відчутно підвищують комфорт водія та пасажирів.

УДК 621.813
Сухонос Р.Ф.[1]
Мороз М.А.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-417 НУ «Запорізька політехніка»

РОЗБІРНІ З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВЗ

З'єднанням деталей назвемо їх поєднання при складанні частин виробу чи заготовок, обумовлене заданими конструкторською документацією їхнім відносним положенням і видом зв'язку між ними, який позбавляє ці частини певного числа ступенів свободи.

З'єднання можуть бути рухомими і нерухомими. Рухомі з'єднання допускають певну кількість ступенів свободи з'єднуваних деталей. Нерухомі з'єднання деталей машин необхідні для розділення машини на складальні одиниці і окремі деталі, спрощення технологічних процесів виготовлення та складання машин, забезпечення ремонту, відновлення та заміни деталей, для транспортування машин і вузлів, їх монтажу, установки і т. ін. Нерухомі з'єднання деталей і вузлів поділяють на дві основні групи: розбірні і нерозбірні.

Нерозбірні з'єднання розібрати без їх пошкодження неможливо.

Вони забезпечуються силами молекулярного зчеплення (зварні, паяні і клейові), механічними засобами (заклепкові, з натягом) або силами тертя (пресові – з'єднання з натягом).

Розбірні з'єднання допускають неодноразове розбирання і повторне збирання деталей без їх деформування і порушення цілісності зв'язків за певним числом ступенів свободи. До таких з'єднань належать: різьбові, клемові, клинові, штифтові, шпонкові, шліцеві (зубчасті).

В конструкції двигунів внутрішнього згоряння є необхідність скріплення великої кількості деталей з можливістю їх роз'єднання без руйнування, наприклад, з'єднання шатунів, прикріплення маховика до колінчастого валу, кріплення головки циліндрів до блоку циліндрів та інші. Для цього використовуються різьбові з'єднання. Оскільки в двигунах присутня вібрація, використовують фіксатори (див. рис. 1).

Фіксація за допомогою деформації – в даному випадку посилення пружності з'єднання буде компенсуватися завдяки просіданню після складання. Таким чином, зусилля попереднього напруження збережеться і ускладнить ослаблення нарізного сполучення.

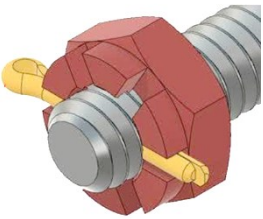
Тарілчасті пружини з високою жорсткістю і конічні пружинні шайби можуть служити прикладами способу деформації.

Існують види фіксації різьбових з'єднань за допомогою використання інших елементів, таких, наприклад, як пружинні шайби, шайби веєрного типу, еластичні і зубчасті шайби.

Використання кріпильних елементів, що запобігають самовідгвинчування, дозволяє зменшити зусилля затягування. Наприклад: дротові фіксатори, корончаті гайки, болти, оснащені металевими і пластмасовими різьбовими вставками.



а



б



в



г



д



е



є



ж

а,ж – шайба стопорна; б – шайба корончата зі шплінтом; в – рідкий фіксатор різьбових з'єднань; г, д – гайка стопорна; е – фіксація металевим дротом; є – пружинна шайба Гровера

Рисунок 1 – Види фіксації різьбових з'єднань

Фіксація за допомогою клеїв:

– з'єднання нероз'ємні, для відгвинчування необхідно нагріти до високої температури. Використовуються, як правило, на обертових і високотемпературних вузлах (наприклад гальма або болт кріплення корінного шківа до колінчастого валу).

– роз'ємні з'єднання, які відгвинчуються за допомогою великого зусилля. Використовуються на низькотемпературних вузлах, де ймовірність

відгвинчування невелика. Як правило, захищають від відгвинчування при впливі вібрації (наприклад, кріплення кронштейнів безпосередньо до двигуна).

Усередині гайки на різьблення або її частина може наноситись плівка з тефлону, або застосовуватись підмотка – зовнішня різьба (болт) обмотується тонкої тефлоновим ниткою. Після затягування тефлон створює підвищене тертя і перешкоджає ослабленню з'єднання від вібрації. За допомогою підмотки можна зафіксувати практично будь-яке з'єднання.

Висновок: Виходячи з умов роботи двигунів внутрішнього згоряння (значна вібрація, висока температура, різкі знакозмінні навантаження) та необхідністю забезпечення ремонтопридатності можна віддати перевагу різьбовим з'єднанням з фіксацією за допомогою клейових фіксаторів.

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

УДК 673
Шаломєєв В.А.[1]
Лук'яненко О.С.[2]
Айкін М.Д.[3]
[1]д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2]аспірант кафедри ФМ, НУ «Запорізька політехніка»
[3]асистент кафедри ФМ, НУ «Запорізька політехніка»

ОПТИМІЗАЦІЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МАГНІЄВОГО СПЛАВУ ДЛЯ БІОДЕГРАДУЮЧИХ ІМПЛАНТАТІВ

В сучасній медицині в якості імплантатів при остесинтезі широко застосовують біорозчинні матеріали. Серед них найбільш перспективними є магнієві сплави системи Mg - Zr - Nd. Проведені дослідження показали, що хімічні елементи сплаву є біологічно інертними, не токсичні, не викликають канцерогенних реакцій і не призводять до металозу. Крім цього, великою перевагою таких сплавів є їх механічні характеристики: $\sigma_B \geq 230$ МПа, E = 43 – 45 ГПа, $\delta \geq 2$ %, які є близькими до характеристик кісток (σ_B = 120 – 150 МПа, E = 17 – 20 ГПа, δ = 1,4 – 3,1 %), що запобігає «стрес-екрануванню».

Однак, механічні властивості сплавів системи Mg - Zr - Nd знижуються при тривалому впливі біокорозії. Витримка зразків в штучному замінніку крові (гелофузині) показало, що вже після 3-х місяців використання (середній час консолідації перелому) характеристики імплантату знижуються більш ніж на 50%. Таким чином, розробка нового сплаву системи Mg - Zr - Nd з підвищеним рівнем механічних властивостей є актуальним завданням.

Досліджували вплив легувальних елементів в інтервалах 0,4…1,5% Zr, 2,2…3,36% Nd, 0,1…0,7% Zn на границю міцності (σ_B) та відносне видовження (δ) з використанням математичного планування експерименту за планом 2^3.

У процесі розрахунку рівняння регресії для границі міцності були отримані наступні значення коефіцієнтів регресії: B_0 = 251,62;
B_1 = -4,125; B_2 = 15,875; B_3 = 1,125; B_{12} = -8,875; B_{13} = -0,125;
B_{23} = -0,625; B_{123} = -0,875.

Рівняння регресії після розрахунку коефіцієнтів регресії буде мати вид:

$$\sigma_в = 251,63 - 4,125x1 + 15,875x2 + 1,125x3 - 8,875x1x2 - 0,125x1x3 - 0,625x2x3 - 0,875x1x2x3; \quad (1)$$

Визначили вагомість розрахованих коефіцієнтів регресії, використовуючи критерій Ст'юдента і таким чином рівняння регресії після виключення невагомих коефіцієнтів мало вигляд:

$$\sigma B= 251,63 – 4,125x1+ 15,875x2 – 8,875x1x2 \quad (2)$$

Аналіз рівняння регресії для міцності показує, що підвищення вмісту неодиму істотно збільшує рівень міцності сплаву. Підвищення вмісту цирконію, а також спільний вплив неодиму та цирконію на значення границі міцності має негативний ефект. Вплив цинку був невагомим.

З отриманих результатів плану експерименту, видно, що найбільші значення границі міцності ($\sigma_в$) отримується при максимальному вмісті неодиму та мінімальному вмісті цирконію.

Аналогічні розрахунки були проведені для відносного видовження.

Були отримані наступні значення коефіцієнтів регресії:

$B_0 = 3,85$; $B_1 = 0,75$; $B_2 = - 0,225$; $B_3 = 0,025$; $B_{12} = - 0,625$; $B_{13} = -0,025$; $B_{23} = - 0,05$; $B_{123} = 0$.

Рівняння регресії після розрахунку коефіцієнтів регресії мало вид:

$$\delta = 3,85 + 0,75x1 – 0,225x2 + 0,025x3 – 0,625x1x2 – 0,025x1x3– 0,05x2x3 \quad (3)$$

Таким чином рівняння регресії після виключення невагомих коефіцієнтів мали вигляд:

$$\delta = 3,85 + 0,75x1 – 0,225x2 – 0,625x1x2 \quad (4)$$

В результаті аналізу рівнянь регресії визначено, що підвищення вмісту неодиму збільшувало границю міцності, але при цьому його максимальна концентрація знижувала відносне видовження. Вплив цирконію мав зворотний ефект. Максимальна концентрація цирконію істотно збільшувала пластичність при одночасному зниженні міцності. Спільний вплив неодиму та цирконію мав негативний характер. Вплив цинку на властивості металу був незначним.

УДК 669.715
Лютова О. В.
канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА (ДИСТАНЦІЙНИЙ ФОРМАТ)

Виклики часу у вигляді корона вірусної інфекції вимагають від суспільства адекватної відповіді. Зміни, що поступово назрівали у сфері освіти, стали гідною відповіддю, а вірус став лише каталізатором.

Сучасний світ дуже мінливий, швидкозмінний і головне завдання викладача полягає у тому, щоб навчити студента швидко адаптуватися до цих змін, що буде свідчити про наявність у здобувача освіти могутнього інтелекту.

Дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» за традиційної форми навчання мала поділ на лекції, практичні заняття та лабораторні з комп'ютерної графіки. В умовах карантину збереження цієї структури з проведенням занять лише у форматі відео конференцій є недоцільним. Дистанційна форма – це суть інша форма навчання, в ній немає звичних лекцій та практичних занять, а роботу студента спрямовано здебільшого на самостійне опрацювання матеріалу, при цьому кожен має змогу обрати свій темп роботи, а викладач виступає у ролі наставника – працює зі студентами індивідуально, на консультаціях.

Курс «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» складається з чотирьох модулів, у кожному з яких є теоретичний матеріал, відео заняття, перегляд яких надає змогу виконати індивідуальне графічне завдання, для контролю знань – тести для самоперевірки (сучасний формат у google forms).

Аналіз тесту №1 з першого модуля показав, що з 15 респондентів (один поток студентів) 51 % відповіли вірно на 5 із 9 питань, при цьому питання, що мали прямі відповіді у конспекті лекцій (78 % від загальної кількості питань) не викликали труднощів. На питання «з родзинкою» лише 7 % студентів дали правильні відповіді. З індивідуальними графічними завданнями впорались 90 % студентів.

Можна вважати, що при дистанційній формі навчання за належної організації структури курсу та при наявності у здобувачів освіти засобів для онлайн комуніціювання, комп'ютерної техніки з можливістю використання графічних систем, якість знань зберігається на належному, задовільному рівні.

УДК 621.791
Бережний С.П.[1]
Писарський А.О.[2]
[1] канд. техн. наук, доц. «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ЗЛИТКІВ ФЕРОТИТАНУ РІЗНИХ СПОСОБІВ ВИРОБНИЦТВА

В роботі приводиться порівняльний аналіз структур злитків феротитану різних методів виробництва для виготовлення покритих зварювальних електродів.

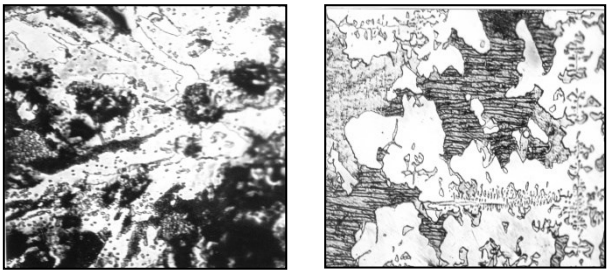
У феротитані ФТі35А алюмотермічного способу виробництва, який входить до складу покриття зварювальних електродів, об'ємна частка включень сягає 0,3 %. При цьому, більша частина (до 70 %) є тугоплавкими за рахунок оксидів алюмінію. Головна частина злитка містить велику кількість включень шлаку наступного складу: 68...74 % Al_2O_3, 8...12 % CaO, 8...12 % (TiO_2 + TiO) та інші оксиди. Тугоплавкі частинки такого шлаку в подальшому, при використанні цього феросплаву в покритті зварювальних електродів можуть служити неметалічними включеннями в наплавленого металі. Тому для виробництва зварювальних електродів використовується тільки донна частина злитків після ручного сортування.

Досліджуваний сплав ФТі30А складу Ti – 30±2 %, Al – 9...10 %, Si – 2,0...2,5 %, Cu – 0,32 %, C – 0,11 %, отриманий алюмотермічним способом, має досить неоднорідну мікроструктуру з великою кількістю неоднорідностей, що досягають 30 % площі шліфа. Основне поле являє собою світлі ділянки (рис. 1,а), що мають твердість H=16000...17700 МПа. Ця фаза відповідає інтерметаліду $TiFe_2$ [1]. Усередині цих полів розташовані яскраво білі ділянки витягнутої форми, вміст елементів в цій фазі становить Ti–30...34 %, Al–8,0...10 %, Si–1 %. що являє собою твердий розчин Al і Si в $TiFe_2$.

Структура сплаву феротитану електрошлакової виплавки (ЕШВ) з вмістом 45 % Ti (ФТШ45) складається з двох інтерметалідів $TiFe_2$ та TiFe, зерна яких чітко видно на рис. 1, б. З'єднання TiFe в литому стані має пластинчасту будову. Первинно закристалізовані світлі зерна з'єднання $TiFe_2$, оточені зернами TiFe пластинчастої будови. У центрі світлих зерен $TiFe_2$ спостерігаються потемніння, відповідні фазі TiFe. Встановлено, що при концентрації 36...46 % Ti первинні зерна $TiFe_2$ можуть мати частковий розпад з утворенням TiFe, кількість якого зростає зі збільшенням концентрації Ti. Зі зниженням температури область гомогенності сполуки $TiFe_2$ звужується. Це викликає частковий розпад $TiFe_2$ з утворенням TiFe, що відповідає переходу до більш рівноважного стану.

Неметалеві включення в сплаві ФТШ45 зустрічаються значно рідше і представлені в основному карбонітридом титану розміром 10...15 мкм. і одиничними включеннями тіаліту, до 16 мкм. Об'ємна частка оксидних включень не перевищує 0,12 %.

Злитки феротитану ЕШВ мають однорідний склад, щільну структуру спрямованої кристалізації при відсутності шлакових включень. В порівнянні з алюмотермічним феротитаном, масова частка оксидних включень знижена в 3...4 рази та не перевищує 0,12 %.



а б

а – сплав ФТі30А, алюмотермічного способу виробництва; б – сплав ФТШ45.

Рисунок 1 – Мікроструктура сплавів феротитану ×300

Визначено, що частковий розпад первинних зерен $TiFe_2$ з утворенням TiFe у структурі зливків феротитану ЕШВ при концентрації Ті 38...48 % покращує здатність до подрібнення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: Справочник / под ред. О.А. Банных. – М.: Металлургия, 1986. – 436 с.

УДК 378.147.091.315.7

Бажміна Е.А. [1]
Матвієнко А.А.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-310 НУ «Запорізька політехніка»

МЕНТАЛЬНІ КАРТИ: ЗАСІБ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ

Ментальна карта (mind map з англ.) – це техніка візуалізації мислення, яка дає змогу фіксувати й обробляти інформацію. Її винайшов канадець Тоні Бьюзен у 60-х роках XX століття. Застосування цього методу допомогло йому в студентські роки отримати подвійний диплом із відзнакою з англійської мови, психології, математики та загальним наукам.

Це один із найкращих методів конспектування сьогодні, який допомагає наочно компактно представити великий обсяг інформації на одному аркуші – класифікувати поняття разом із знаковими символами (рисунками, посиланнями тощо). Це дає змогу запам’ятати великий обсяг даних без заучування. Основна думка або ідея зображується в центрі ментальної карти,

а всі додаткові – навколо, у вигляді гілок, що розходяться від центру. Але майндмепінг вимагає не тільки логічного та аналітичного мислення, а й креативного, і тому тут немає чітких правил і формальностей. Можна створювати такі карти зліва направо, зверху вниз, «деревом» або «зірочкою». Не треба обмежувати фантазію! Головне – фіксувати хід думок у зрозумілій для себе формі.

Причинно-наслідковий зв'язок власних думок в інтелект-карті можливо ілюструвати не тільки гілками, а ще й іншими елементами. Наприклад, цифрами – дати номер кожному поняттю й тому, що до нього відноситься. Так, логіка думок буде збережена без стрілок і ліній, які іноді можуть сильно переобтяжувати карту. Також не треба забувати, що ментальна карта має бути яскравою. Для цього необхідно виокремлювати кожну тему певним кольором, писати ключові слова різним шрифтом за висотою – так з'явиться асоціація класифікаційної підпорядкованості та унеможливиться плутанина під час повторення матеріалу. Проте карта не має бути занадто кольоровою – краще взяти за основу кілька кольорів, які гармонують один з одним.

Наш час є безліч платформ і вебсервісів для створення ментальних карт, які можна використовувати на рівні зі створенням mind map власноруч.

На рис. 1 представлена інтелектуальна карта за темою «Розрізи» з курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» в Національному університеті «Запорізька політехніка».

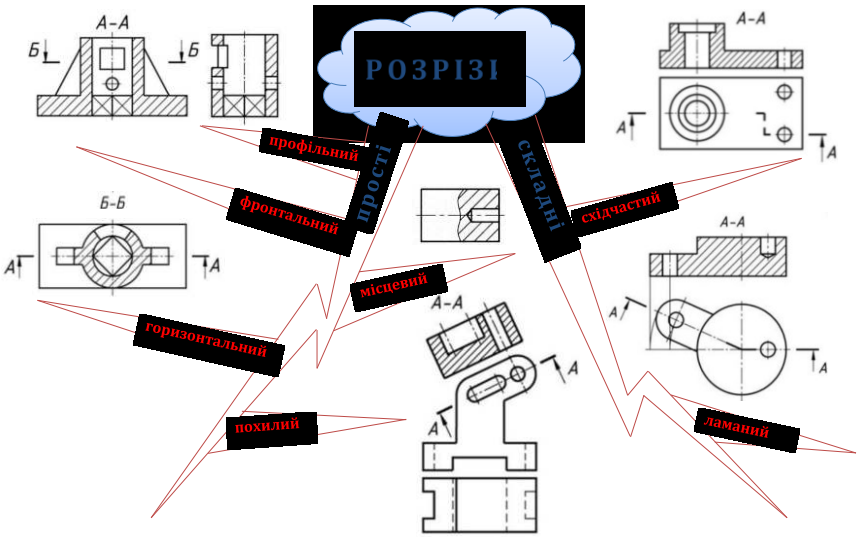


Рисунок 1 – *Інтелект-карт*а «Розрізи»

Головна ідея презентована «хмарою» з назвою «РОЗРІЗИ». Від неї розрізи розгалужуються блискавками на прості та складні за кількістю січних площин. Біля назви кожного виду розрізу зображено кресленик, що дає наочне представлення певного розрізу. Ментальна карта створена в програмі «Microsoft Word», але таку карту можна намалювати на звичайному аркуші за допомогою фломастерів та/чи кольорових олівців.

Ментальні карти – це чудовий інструмент, за допомогою якого будь-яке питання, що розглядається, стає зрозумілим. Вони оригінальні та сприяють креативності в процесі створення.

В інтелектуальних картах автором подається найважливіша інформація, яка легко сприймається та запам'ятовується, внаслідок чіткого упорядкування інформації.

УДК 378.147.091.322.7
Бажміна Е.А.[1]
Ліньков Н.А.[2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. Т-110 НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ КОНСПЕКТУВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Сьогодні, як ніколи, в час інтернету та цифрових гаджетів, коли інформація потрапляє до нас великими обсягами з будь-яких пристроїв, уміти аналізувати, обробляти інформацію та занотовувати її є суттєвою навичкою сучасної людини, а особливо, здобувача вищої освіти. За допомогою складених конспектів можна швидко закріпити в пам'яті та пригадати, за необхідності, важливу інформацію. Конспект є стислим змістом курсу навчальної дисципліни, оформленим у письмовому вигляді.

Розглянемо декілька способів конспектування за темою «Кріпильні циліндричні різьби» з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка».

Метод боксів. Тема розбивається на окремі блоки і кожен блок обмежується прямокутником. Так легше сприймається інформація, оскільки вона представляється основними положеннями щодо даного терміна, дати та ін. Цей спосіб буде корисним при вивченні іноземних слів, дат, біографій історичних особистостей тощо (рис. 1).

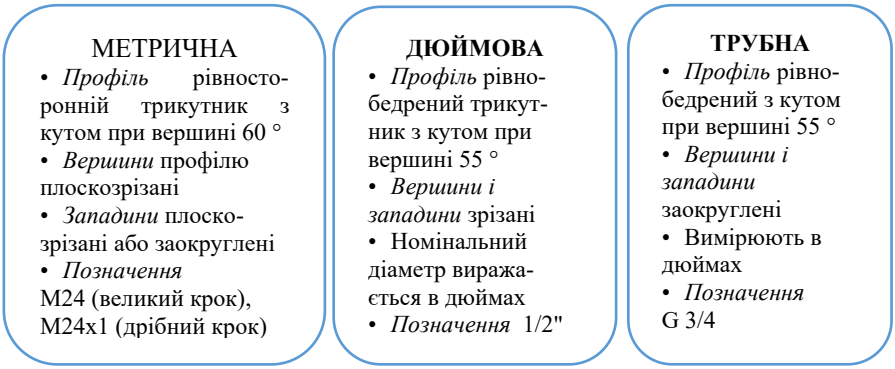


Рисунок 1 – Метод боксів

Метод Корнелла. Аркуш паперу ділиться на дві частини. У правій частині, більшою за розміром, інформація представляється ключовими тезами. У лівій частині записується основна думка цих тез. Головне правило методу: «менше – краще». Внизу обов'язково записується висновок (табл. 1).

Таблиця 1 – Метод Корнелла

Основна думка	Замітки
Різьба МЕТРИЧНА	
Профіль Вершини Западини Позначення	рівносторонній трикутник з кутом при вершині 60 ° плоскозрізані плоскозрізані або заокруглені для підвищення міцності різьби М24 (великий крок), М24х1 (дрібний крок)
Різьба ДЮЙМОВА	
Профіль Вершини та западини Номінальний діаметр Позначення	рівносторонній трикутник з кутом при вершині 55 ° зрізані виражається в дюймах (1" = 25,4 мм) 1/2"
Різьба ТРУБНА	
Профіль Вершини та западини Номінальний діаметр Позначення	рівносторонній трикутник з кутом при вершині 55 ° заокруглені виражається в дюймах G 3/4
Кріпильні циліндричні різьби мають профіль у вигляді трикутника. Використовують для забезпечення роз'ємних з'єднань.	

Метод ментальних карт. Посередині великими літерами представляється головна тема. Від цього ключового поняття йде розгалуження в різні боки на підтеми, і до кожного відгалуження прикріпляються слова, зображення, посилання тощо (рис. 2).



Рисунок 2 – *Інтелект-карта*

Отже, конспектування – це процес, який складається з продуктивної діяльності студента, а саме: читання тексту (прослуховування аудіо, перегляду відео), виділення основних положень, розгляду прикладів, аналізування та синтезування інформації, формування конспекту.

УДК 742
Бовкун С.А.[1]
Красюкова К.Д. [2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. БАД 539 НУ «Запорізька політехніка»

КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ ГРАФІЧНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Одним з важливих елементів дистанційного навчання графічної дисципліни є контроль знань.

Дистанційне навчання дає змогу студентам цілодобового доступу до навчальних матеріалів, постійну підтримку і консультації викладачів, онлайнові відео лекції та інші технологічні рішення для забезпечення ефективного та якісного процесу навчання. Комп'ютерні технології використовуються в якості електронних підручників та додаткової можливості отримання знань.

Більшість робіт виконуються студентом через Інтернет, тому питання про контроль знань при дистанційному навчанні стоїть гостро. Контроль є

важливим чинником управління навчально-виховним процесом, одним з дієвих засобів підвищення ефективності пізнавальної діяльності.

Оцінка здійснюється за результатами вивчення навчального матеріалу кожної теми, модуля навчальної дисципліни.

Методи контролю – це способи діяльності викладача і студентів, у ході яких відбувається засвоєння навчального матеріалу та оволодіння студентами знаннями, уміннями і навичками. Основними методами контролю є тестовий контроль, письмова і практична перевірка.

Загальне значення методів полягає в тому, щоб найліпшим чином забезпечити своєчасний і всебічний зворотний зв'язок між студентами і викладачами, на основі якого встановлюється, як студенти сприймають та засвоюють матеріал.

При дистанційному навчанні використовуються різні види контролю: поточний контроль, тематичний контроль, підсумковий контроль.

Поточний та тематичний контроль отриманих знань відбувається шляхом тестування та виконання графічних робіт.

Тести є зручним та об’єктивним інструментом діагностики знань. Всі тестові завдання мають однакову структуру і побудовані в зручній формі.

Для підвищення об’єктивності оцінки якості підготовки студентів в рамках поточного контролю також передбачені графічні роботи. Вони виконуються вручну в звичайному паперово-карандашном варіанті з подальшим скануванням або фотографуванням їх і пересиланням отриманого графічного файлу на перевірку викладачу.

Для підвищення ефективності контролю знань та умінь студентів у дистанційному навчанні потрібно використовувати сукупність різних видів та методів педагогічного контролю.

УДК 378.01:744
Скоробогата М.В. [1]
Макарова С.Є. [2]
[1] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. БАД 810 НУ «Запорізька політехніка»

ФОРМУВАННЯ ЗАЦІКАВЛЕНОСТІ У СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Нарисна геометрія, інженерна графіка – фундаментальні дисципліни для інженера будь-якого профілю, завжди вважалися складними, такими, що важко засвоюється, які вимагають чималих витрат сил і часу.

Активізація пізнавальної діяльності студентів була і залишається основною проблемою педагогіки професійного навчання, а правильна організація цієї діяльності є пріоритетом для викладачів.

Основним елементом розвитку зацікавленості у студентів є його участь в навчально-пізнавальної діяльності. Процес вивчення графічних дисциплін включає найрізноманітніші види діяльності, які можуть зацікавити кожного, незалежно від його спочатку існуючих інтересів та схильностей. Їх вивчення допомагає розкритися самим різним здібностям - математичним, технічним, конструкторським, організаторським, комунікативним, дослідницьким та багатьом іншим.

Певне значення у формування зацікавленості студентів до вивчення графічних дисциплін може стати залучення їх до наукової роботи кафедри. В такій структурі як студентський науковий гурток, їх учасник можуть більш поглиблено вивчати, застосувати окремі питання навчальних дисциплін, виступати з відповідними доповідями на симпозіумах і конференціях.

Ще одним із методів активізації пізнавальної діяльності студентів є проведення олімпіад по графічним дисциплінам для студентів усіх технічних спеціальностей.

Підготовка студентів до олімпіади починається на перших заняттях, де їх інформують про майбутній захід. На першому етапі здійснюється знайомство з олімпіаднимі завданнями минулих років. Далі з тими студентами, які виявлять свою зацікавленість до олімпіади, ведеться індивідуальна робота.

Учасники олімпіади обираються шляхом спостереження за студентами в ході основних занять і під час додаткових консультацій з предмету. У переважної частини потенційних учасників є велике бажання перевірити свої сили, творчий потенціал, вміння вирішувати нестандартні завдання, а також заробити затверджений викладачем бонус до іспиту чи заліку. Таким бонусом може стати звільнення від певної частини на іспиті чи заліку навчального матеріалу, за яким на олімпіаді були продемонстровані хороші знання.

Особливістю графічних дисциплін є те, що в процесі навчання студентам необхідно самостійно виконувати великий обсяг графічних завдань. Ця робота вимагає значних витрат часу і багато в чому залежить від організації їх праці, його планомірності і регулярності. Яскравий приклад успішних студентів, які вже розрахувалися за своїми індивідуальними графічними завданнями і заробили залікову оцінку, є для інших стимулом. Викладачами кафедри практикується "виставлення автоматом" семестрових оцінок за виставленими оцінками графічних завдань студентам, які здали свої роботи раніше призначеного терміну.

Таким чином, для формування зацікавленості студентів при вивченні графічних дисциплін слід широко використовувати сучасні технології навчання, які дають можливість викладачу отримувати найбільш повне

уявлення про індивідуальні здібності кожного студента, навчивши його працювати самостійно, користуватися навчальною і науковою літературою, орієнтуватися в інформаційному просторі для формування його особистості як майбутнього фахівця.

УДК 744.4
Корнієнко О.Б.[1]
Сердюк М.І.[2]
[1] старш.викл. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. БАД – 539 НУ «Запорізька політехніка»

ШИРОКИЙ СПЕКТР МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОГРАМИ BLENDER

На сьогодні існує багато програм, що можуть забезпечити якісну та цікаву працю з широким вибором функціоналу для дизайнерів, архітекторів чи фрилансерів. Для створення 3D моделей, анімації, илюстрації та рендерингу використовують зазвичай такі програми як: Adobe Fotoshop, Adobe Illustrator, 3D max, Blender, Cinema 4d.

Як на мене, більш зручною за дизайном та інтерфейсом для використання є саме Блендер, що в зв'язку з останнім оновленням яке не поступається навіть 3D максу, а для декого здається більш зручним та прогресивним. В даний час користується великою популярністю серед безкоштовних 3D- редакторів в зв'язку з його швидким стабільним розвитком і технічною підтримкою.

Публічна компанія Нетфлікс у 2018 р. випустила дитячий науковий мультфільм, що майже повністю був створений безпосередньо в програмі Блендер (Рис.1).



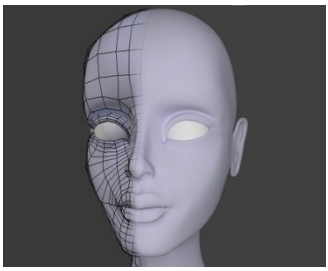


Рисунок 1 – Процес створення рисунку у програмі Блендер.

Ця програма також допоможе розробити макет іграшки, форми для цукерки чи елемент біжутерії, який далі можна роздрукувати на 3д принтері (Рис.2).

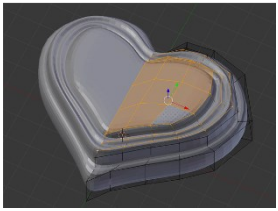


Рисунок 2 – Макет іграшки.

Блендер можна використовувати для створення 3д моделі плана дома з використанням креслення, текстурувати стіни та підлогу на ньому. Ця програма також підходить для візуалізації ремонту кімнати чи проектування оселі загалом, включаючи, навіть, рендеринг окремих елементів декору. Фінальна робота майстра буде схожа на фотокартку, аніж на кропітливо вистроєні на полігональному рівні 3д об'єкти. Також програма Блендер дає можливість зробити відео-презентацію створеного проекту, що дає змогу побачити той же самий будинок як зовні, так і всередині (рис3).





Рисунок 3 - Зображення фрагменту відеопрезентації

Отже, Блендер спеціалізується на створенні полігонального моделювання, скульптинга, анімації, симуляції, рендеринга, постобробки і монтажу відео зі звуком, компонування за допомогою «вузлів» (Node Compositing), а також створення 2D-анімації.

УДК 673
Лук'яненко О.С. [1]
Шаломєєв В.А. [2]
Айкін М.Д.[3]
[1] аспірант кафедри ФМ, НУ «Запорізька політехніка»
[2] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[3] асистент кафедри ФМ, НУ «Запорізька політехніка»

ОПТИМІЗАЦІЯ МАГНІЄВОГО СПЛАВУ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

У наш час в якості матеріалів для остеосинтезу використовують різноманітні матеріали. Більшість з них після консолідації переломи потребують видалення з організму. Зважаючи на це, перспективними імплантатами для остеосинтезу є такі, що виготовлені з біорозчинних матеріалів.

Магнієві сплави відносяться саме до цього типу матеріалів. Головною їх перевагою, що вигідно виділяє їх серед інших є позитивний вплив магнію на організм людини. Магній міститься в кістковій та м'язовій тканинах, бере участь в обмінних процесах організму та інше. Крім того, магній та продукти його корозії мають відмінну біосумісність. Багато досліджень показують позитивний вплив продуктів біодеградації магнію на остеогенез.

Проте, значним недоліком, що обмежує широке використання магнієвих салатів, є низька корозійна стійкість. Збільшення витримки імплантатів в штучних замінниках крові призводить до зниженню їх механічних властивостей, що потребує корегування хімічного складу методом математичної оптимізації.

Для цього, рівняння регресії (1, 2), що були отримані методом математичного планування експерименту необхідно розкодувати.

$$\sigma B = 251{,}63 - 4{,}125x1 + 15{,}875x2 - 8{,}875x1x2 \quad (1)$$

$$\delta = 3{,}85 + 0{,}75x1 - 0{,}225x2 - 0{,}625x1x2 \quad (2)$$

Це робиться шляхом підстановки замість x_1 і x_2 наступних значень:

$$x_1 = \frac{Zr,\% - 0{,}95}{1{,}1}; \qquad x_2 = \frac{Nd,\% - 2{,}78}{1{,}16} \quad (3)$$

В результаті розкодування отримали наступні залежності міцності (4) і пластичності (5) від вмісту легувальних елементів:

$$\sigma_B = 198{,}77821 + 15{,}58582*Zr,\% + 20{,}2929*Nd,\% - 6{,}9533*Zr,\%*Nd,\% \text{ (МПа)} \quad (4)$$

$$\delta = 2{,}44789 + 2{,}0435 * Zr,\% + 0{,}27135 * Nd,\% - 0{,}48981 * Zr,\% * Nd,\% \ (\%) \qquad (5)$$

Рівняння залежності механічних властивостей від хімічного складу сплаву є рівняннями площин, що дозволяє представити ці залежності у вигляді графіків (рис 1).

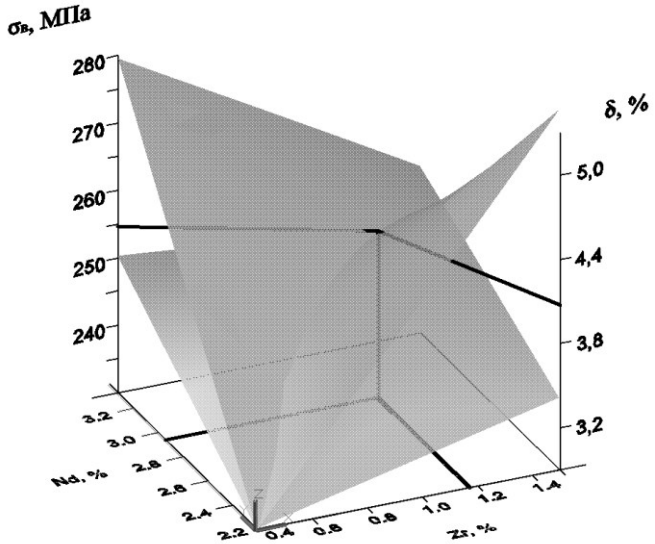


Рисунок 1 – Графічна оптимізація хімічного складу сплаву системи Mg-Zr-Nd

У тривимірному просторі були побудовані графіки залежності міцності і пластичності від хімічного складу сплаву. По осі X було відкладено вміст Zr, %, а по осі Y – вміст Nd, %. По осям Z були відкладені відповідно чисельні значення межі міцності і пластичності. Поєднання двох графіків показало, що вони перетинаються по кривій лінії. Проводячи нормалі від найвищої точки кривої до відповідних площин, що складають систему координат, можна визначити оптимальний вміст легуючих елементів, що забезпечує максимальний рівень механічних властивостей.

В результаті оптимізації було отримано максимальний комплекс механічних властивостей (σв = 255 МПа; δ = 4,1 %), що відповідає наступному вмісту легувальних елементів: Zr = 1,1 – 1,2%, Nd = 2,9 – 3,0%.

Випробування зразків з розробленого сплаву в гелофузині показало, що він має необхідний рівень фізико-механічних властивостей після 3-х місяців біокорозії. Імплантати, виготовлені з даного сплаву, показали свою

нетоксичність в експерименті на тваринах і рекомендовані для подальших досліджень.

УДК 669.187.56
Фетісов Р.Ю. [1]
Бережний С.П. [2]
[1] студ. гр. ІФ-310м НУ «Запорізька політехніка»
[2] канд. техн. наук, доц. «Запорізька політехніка»

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЛИТОГО ІНСТРУМЕНТУ ІЗ СТРУЖКИ СТАЛІ Р18

В роботі доведена можливість підвищення працездатності литого інструменту свердла перового (рис.1), отриманого електрошлаковим переплавом відходів сталі Р18 [1] у вигляді стружки за рахунок модифікування структури нагрітою стружкою Р18 та оптимізацій параметрів виготовлення злитків.



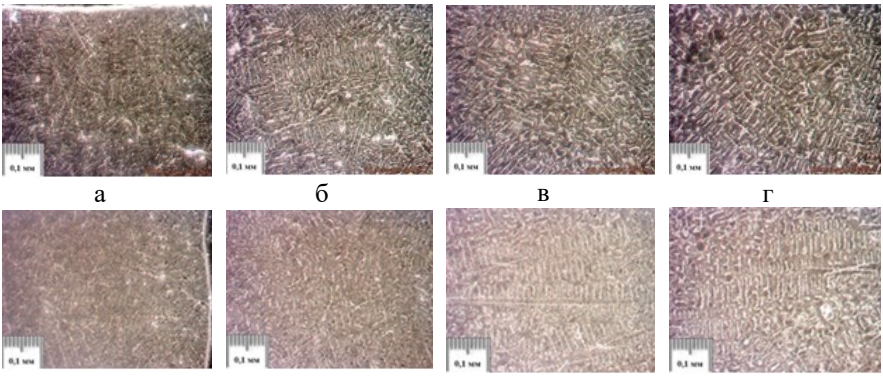
Рисунок 1 – Схема відбору проб свердла перового

Структура металу, отриманого без введення та із металевими включеннями в структурі (інокуляторів) (рис. 2) подібна, дрібна, відсутня суцільна ледебуритна та карбідна сітка, що важливо для умов різання. Наявність суцільної замкнутої карбідної сітки збільшує крихкість, що приводить до викришування крайок лезового інструменту під час різання.

На відстані 40 мм (рис. 3, а) спостерігається більш грубе зерно направленої кристалізації, а у центральній частині (рис. 3, б) дезорієнтовані зерна оточені карбідною сіткою.

На проміжку до ~30 мм від робочої кромки свердла відстань між вісями дендритів ІІ порядку, при використані інокуляторів, трохи менша,чим при виплавлені без інокуляторів. На відстані з 40 мм від робочої кромки свердла

розмір між вісями дендритів II порядку зменшуються більш суттєво (таблиця). Це можна пояснити меншим відведенням тепла у стінку кокілю.

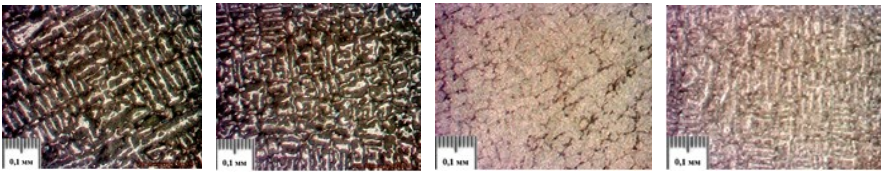


а б в г

ґ д е є

а – 3 мм; б – 10 мм; в – 15 мм; г – 20 мм
ґ – 3 мм; д – 10 мм; е – 15 мм; є – 20 мм

Рисунок 2 – Мікроструктура зливка: без іноку-рів (а - г), з іноку-ми (ґ - є)



а б в г

а – відстань від краю 40 мм; б – центр зливка
в – відстань від краю 40 мм; г – центр зливка

Рисунок 3 – Мікроструктура центральної частини зливка:
без інокуляторів (а, б), із введенням інокуляторів (в, г)

Таблиця – Відстань між вісями дендритів II порядку

Спосіб виплавлення електрошлакового металу	Відстань між вісями дендритів II порядку, у залежності від віддаленості одкраю зливка, мкм					
	3 мм	10 мм	15 мм	20 мм	40 мм	Центр зливка
Без інокуляторів	4	7	9,5	10,7	35	25
З інокуляторами	3,75	6,4	8,5	8	20	15

УДК 669.187.56
Баранов О.П. [1]
Бажміна Е.А. [2]
[1] студ. гр. Т-110 НУ «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

СТВОРЕННЯ КРЕСЛЕНИКА В ПРОГРАМІ SOLIDWORKS

У наш час майбутній фахівець, що навчається на інженерній спеціальності закладу вищої освіти, вчиться створювати кресленики в CAD-системах (computer-aided design). Ці системи є програмним забезпеченням, яке автоматизує працю інженера-конструктора та допомагає проєктувати вироби з оформленням технічної документації. Прообразом графічних програм є комп'ютерна програма Sketchpad (з англійської – альбом для ескізів), створена Айваном Сазерлендом у 1963 році (США).

Прогрес техніки і технологій призводить до покращення та збільшення кількості програм, а також на відміну від Sketchpad програми для 3D моделювання стали більш розповсюдженими та легкими у використанні. Так, сьогодні є безліч програм для створення 3D моделей, а саме: SolidWorks, 3Ds MAX, AutoCAD, Inventor, Cinema 4D, ARCHICAD, SketchUP, Blender 3D, Wings 3D, Paint 3D та ін.

У графічній системі створення кресленика деталі відбувається з 3D моделі, що значно спрощує процес проєктування виробу.

Представимо алгоритм створення кресленика в автоматизованій програмі SolidWorks (від англ. solid – тверде тіло, works – працювати), перша версія якої була створена компанією SolidWorks Corporation в 1995 році.

1. Для створення формату з основним написом треба вибрати команду «Створити кресленик з деталі» з панелі швидкого доступу, знайти потрібний формат із запропонованих. Якщо потрібного формату немає, натискаємо «Огляд», потім – «Відобразити основний надпис» і «ОК».

2. Перед нами з'явиться основний напис. Виносимо потрібні види з 3D моделі. На головному виді при натисканні правої кнопки миші вибираємо в примітках «Осьова лінія», потім «Авто-вставка» (рис. 1).

УДК 004.43
Второв Р.Ю. [1]
Бажміна Е.А. [2]
[1] студ. гр. Т-110 НУ «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

SOLIDWORKS – ПРОГРАМА ДЛЯ МАЙБУТНЬОГО ІНЖЕНЕРА

У сучасній інженерії велику роль відіграють автоматизовані графічні програми. Такі комп'ютерні програми прості у використанні та містять безліч функцій, потрібних для точного відтворення різноманітних деталей та механізмів. Завдяки таким програмам, як SolidWorks, сучасні інженери істотно економлять робочий час.

SolidWorks – це комп'ютерна програма, спеціально розроблена для швидкого та легкого проєктування тривимірних моделей деталей, що значно пришвидшує вихід виробів на ринок. Програма під управлінням операційної системи Windows розрахована на широке коло користувачів, як інженерів-початківців, так і досвідчених працівників. За допомогою властивостей програми можна проєктувати деталі будь-якої складності, відтворювати різноманітні комунікації у 3D форматі, виконувати інженерний аналіз створених деталей. І це тільки мала частина з її доступних опцій. Опанування програми не потребує багато часу. Для продуктивної роботи необхідно налаштовувати програму під індивідуальні потреби.

Основними завданнями програми є:

конструкторська підготовка виробництва (3D проєктування виробів, проєктування комунікацій, інженерний аналіз);

технологічна підготовка виробництва (аналіз технологічності конструкції виробу, управління даними та процесами, розробка технологічних процесів);

управління даними та процесами (проєктне управління, робота з єдиною цифровою моделлю виробу, захист даних).

Серед перспектив роботи в SolidWorks можна виділити такі:

доступність для кожного;

простота у використанні;

швидкість проєктування моделей;

широкий функціонал.

Попри її простоту, програма потребує від користувача уважності та зосередженості. Працюючи в SolidWorks, ви отримаєте досвід, який є безцінним для майбутнього фахівця.

УДК 378.018.43:744
Гринь В.А. [1]
Скоробогата М.В. [2]
[1] студ. гр. БАД 810 НУ «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ОРГАНІЗАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Основним завданням вищого навчального закладу є високий рівень підготовки фахівців, формування у студентів міцних знань, умінь і навичок. Правильна організація навчального процесу та систематична індивідуальна робота студентів дозволить в рамках існуючого навчального процесу підвищити якість навчання.

Паралельно з традиційними формами навчання, денної та заочної, є ще одна - дистанційна, яка має ряд переваг, що забезпечує її затребуваність. Ця форма навчання диктує нові підходи до вивчення різних дисциплін, в тому числі і графічних.

В основі системи дистанційного навчання лежать електронні навчально-методичні системи, за допомогою яких встановлюється гнучкий графік вивчення теоретичного матеріалу і виконання практичної частини із зазначенням кінцевих дат по кожній роботі.

Модульний принцип побудови навчальної дисципліни дозволяє організувати контроль за ходом вивчення матеріалу лекцій і виконання індивідуальних завдань з урахуванням встановленого графіка. Навчальний матеріал має структуру, аналогічну тій, яку використовує викладач при проведенні занять зі студентами при стаціонарній формі навчання. Для кращого розуміння матеріалу дисциплін "Нарисна геометрія» і «Інженерна графіка» викладачами кафедри розроблені та впроваджені в навчальний процес навчальні мультимедійні посібники з поетапним рішенням геометричних задач щодо запропонованих тем дисциплін. У процесі такого навчання студент самостійно освоює навчально-методичні матеріали, проходить тестування, виконує індивідуальні графічні завдання.

При вивченні графічних дисциплін студентам особливо потрібні консультації викладачів, так як основна навчальне навантаження відведена на практичне виконання графічних робіт. Для індивідуального оперативного спілкування і проведення консультацій в системі передбачені: електронна пошта, обмін вкладеними файлами, чат, обмін особистими повідомленнями.

Викладачами кафедри проводиться системна робота по розробці і використанню в навчальному процесі методичних посібників для студентів технічних спеціальностей.

Інтерактивність, яку вносить комп'ютерними технологіями в освітній процес, дозволяє розвивати активно-діяльні форми навчання, при яких самостійна навчальна робота найбільш ефективна.

Від якості засвоєння теоретичного матеріалу студентами, від того, наскільки вони посіли навичками читання креслень, безпосередньо залежить успішне освоєння інших загальнотехнічних і спеціальних дисциплін та їх подальша професійна інженерна діяльність.

УДК 742
Шагарова К.О. [1]
Бовкун С.А. [2]
[1] студ. гр. БАД 539 НУ «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ІСТОРІЯ ПЕРСПЕКТИВИ

Перспектива - техніка зображення просторових об'єктів на будь-якій поверхні у відповідності з тими удаваними скороченнями їх розмірів, змінами обрисів форми і світлотіньових відносин, які спостерігаються в натурі. Іншими словами, це: образотворче спотворення пропорцій і форми реальних тіл при їх візуальному сприйнятті.

Перспектива, як термін і техніка зображення, з'явилася в епоху Відродження, коли живопис і архітектура почали розвиток семимильними кроками. Саме в цей час людина, а саме художник, починає шукати шляхи передачі реалістичного композиційного зображення. З'являються не тільки стилізовані умовно об'ємні картини та ікони, а й реалістичні портрети, багатофігурні жанрові композиції. Всі ці нововведення в образотворчому мистецтві спричинили появу нових технік і прийомів. Багато художників, не знаючи основ перспективи, користувалися склом для визначення правильних перспективних відстаней. Створена система передачі зорового сприйняття просторових форм і самого простору на площині дозволила вирішити проблему, що стояла перед архітекторами і художниками. Звична сучасним людям пряма лінійна перспектива - плід тривалого розвитку людського розуму.

Основні види перспективи: пряма лінійна перспектива, зворотна лінійна перспектива, сферична перспектива, плафонна перспектива, тональна перспектива, повітряна перспектива, панорамна перспектива, перцептивна.

УДК 744.4
Фоменко В.С.[1]
Корнієнко О.Б.[2]
[1] студ. гр. БАД-539 НУ «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

СПРОЩЕННЯ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВИ В ADOBE PHOTOSHOP

Одним з напрямків комп'ютерної графіки є створення цифрових зображень, які використовуються в книгах, фільмах, серіалах, мультфільмах, рекламних роликах і т.п. Їх створенням займаються CG художники: від перших начерків до фінального варіанту. Вважається, що одним з найважливіших етапів створення роботи є втілення ідеї ще в сирому варіанті в комп'ютерній програмі, так як на цьому етапі опрацювання треба враховувати всі правила побудови ескізу. Тут варто приділити велику увагу перспективі - так як вона відіграє провідну роль в побудові ілюстрації.

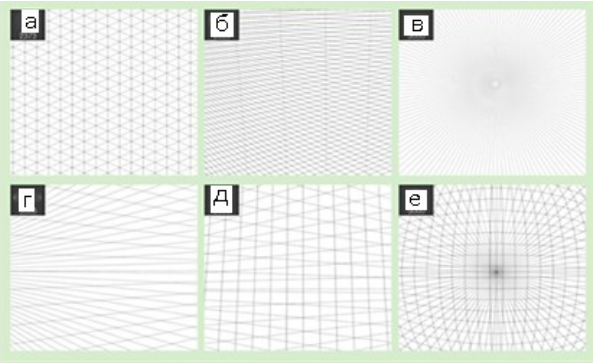
У цьому випадку виникає головне питання - як полегшити процес художнику виконання даного етапу, так як у новачків в цій сфері, далеко не завжди, виходить правильно розташувати точки і використовувати перспективне скорочення, а досвідчені художники хочуть прискорити процес роботи.

Для вирішення даного питання існує безліч програм, наприклад, AutoCAD. Але на практиці фахівці віддають перевагу виконанню роботи в одній, чи двох програмах, тому що чим більше програм буде задіяно - тим більше часу потрібно для виконання завдання. Крім того, використання великої кількості програм може стати причиною сповільнення роботи комп'ютера, а ця ситуація вважається критичною при обмеженому часі виконання завдання.

В теперішній час, більшість CG художників та дизайнерів для своєї роботи користуються програмою Adobe Photoshop. Ця програма досить поширена, зручна та мультизадачна. Але суттєвим недоліком цієї програми є відсутність функції побудови перспективи, яка могла би використовуватися як основою для майбутнього зображення.

За для зручності створення перспективного зображення у програмі Adobe Photoshop, одним з користувачів сайту цифрових художників, зареєстрованим як Pixelstains, була створена «Кисть», яку можна використовувати для побудови 6-ти видів перспектив на вибір одним кліком. «Кисть» досить просто завантажити і встановити її в програмі Adobe Photoshop, так як вона абсолютно безкоштовна і знаходиться в загальному доступі.

Для полегшення побудови різноманітних зображень Pixelstains з використанням «Кісті» пропанує наступні види перспектив, рис. 1.



а) Перший - це ізометрична сітка для дизайну мобільних ігор. б) Друга «Кисть» - це сітка для реквізиту та дизайну транспортних засобів. в) Третій – «Кисть» з перспективою в одну точку. г) Четверта «Кисть» - це кисть з двухточечною перспективою. д) П'ятий - «Кисть» з трьохточечною перспективою. е) Останній - «Кисть» с п’ятиточечною перспективою
Рисунок 1 - Види основ перспектив, створених за допомогою «Кисті».

Такі заготовки для повноцінних зображень можна створювати, використовуючи дану «Кисть» як основу для майбутнього зображення (рис 2).

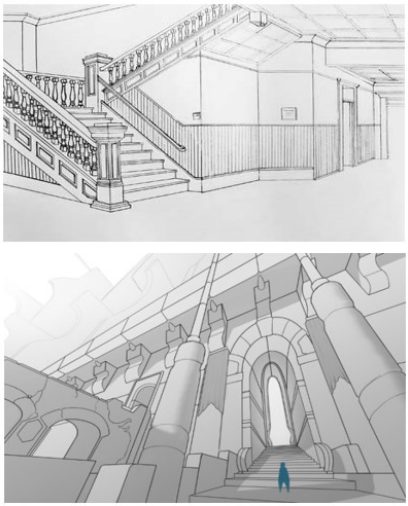


Рисунок 2 - Приклади зображень за допомогою «Кисті»

Наукове електронне видання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2021.
Транспортний 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);
супровідна документація.
Тираж 100 прим. Зам. № 305

Видавець і виготовлювач
Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64 Тел.:
(061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6952 від 22.10.2019.