

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2023**  
**Транспортний факультет**

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

**24–28 квітня 2023 року**

Електронне видання на DVD-ROM

м. Запоріжжя

УДК 378:001.891

Т39

*Рекомендовано до видання Вченою радою  
Національного університету «Запорізька політехніка»  
(протокол № 9 від 29.05.2023 р.)*

Упорядник Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ

**Редакційна колегія:**

*Вадим ШАЛОМЄЄВ*, д-р техн. наук, професор, (відпов. ред.)

*Олексій КУЗЬКІН*, д-р техн. наук, професор;

*Василь ГЛУШКО*, канд. техн. наук, доцент;

*Олександр КЛИМОВ*, канд. техн. наук, доцент;

*Микола АНТОНОВ*, канд. техн. наук;

*Віра САВЧЕНКО*, канд. техн. наук, доцент;

*Олександр МАЛИЙ*, канд. техн. наук.;

*Микола КАСЬЯН*, канд. техн. наук, доцент;

*Владислав КОРОЛЬКОВ*, канд. екон. наук, доцент;

*Микола ДЄДКОВ*, канд. іст. наук, доцент;

*Олена ВАСИЛЬЄВА*, д-р екон. наук, професор;

*Ірина ПУЩИНА*, канд. пед. наук, доцент;

*Юрій ФІЛЕЙ*, канд. юрид. наук, професор;

*Тайсія ГАЙВОРОНСЬКА*, канд. філос. наук, доцент;

*Михайло БРИКОВ*, д-р техн. наук, професор;

*Наталя ВИСОЦЬКА*, начальник патентно-інформаційного відділу;

*Наталя САВЧУК*, начальник редакційно-видавничого відділу;

*Сніжана ВИЧУЖАНІНА*, керівник відділу наукової роботи студентів;

*Юлія ЧУШКІНА*, провідний фахівець відділу наукової роботи студентів;

*Сергій ЛЕОЩЕНКО*, голова НТСА

**Т39 Тижень науки-2023. Електротехнічний факультет.** Тези доповідей науково-технічної конференції, Запоріжжя, 24-28 квітня 2023 р. [Електронний ресурс] / Редкол. : Вадим ШАЛОМЄЄВ (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 97с. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

ISBN 978-617-529-401-7

Зібрані тези доповідей, заслуханих на щорічній науково-технічній конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів. Збірка відображає широкий спектр тематики наукових досліджень, що проводяться на транспортному факультеті Національного університету «Запорізька політехніка». Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців..

ISBN 978-617-529-401-7

© Національний університет  
«Запорізька політехніка»  
(НУ «Запорізька політехніка»), 2023

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»

<i>Кубіч В.І.</i> БРЕНД МОТОРНОЇ ОЛИВИ ДЛЯ ДВИГУНА Z14ХЕР АВТОМОБІЛЯ OPEL ASTRA G F69.....	7
<i>Кубіч В.І.</i> АНАЛІЗ СПІВВІДНОШЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МОТОРНИХ ОЛИВ КЛАСІВ В'ЯЗКОСТІ 5W40, 10W40 .....	9
<i>Щербина А.В.</i> ВИМІР КОМПРЕСІЇ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОСЦИЛОГРАФУ.....	12
<i>Артюх О.М.</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ТЕХНІЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ МАТЛАВ .....	13
<i>Слюсаров О.С.</i> ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ У ПРИВОДАХ РУШІВ ТРАНСПОРТНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ МАШИН.....	15
<i>Дударенко О.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗГЛАДЖУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПНЕВМАТИЧНОЇ ШИНИ ПРИ КОНТАКТІ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА З ДОРОГОЮ.....	17
<i>Галайда Ю.Є., Кубіч В.І.</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КОРЕГУВАННЯ КУТА СХОДЖЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ПЕРЕДНЬОПРИВІДНОГО АВТОМОБІЛЯ .....	18
<i>Назаренко О.М., Кубіч В.І.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ КАРТЕРНИХ ГАЗІВ, ЩО НАВАНТАЖУЮТЬ МОТОРНУ ОЛИВУ.....	20
<i>Канський А.В., Кубіч В.І.</i> УСУНЕННЯ НЕСТІЙКОСТІ РОБОТИ ДВИГУНА R20A1 НА ХОЛОСТОМУ ХОДУ.....	22
<i>Штанько Є.К., Кубіч В.І.</i> ОСОБЛИВОСТІ МОНТАЖУ ПІДШИПНИКА МАТОЧИНИ КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN TRANSPORTER T5 .....	24
<i>Базикін О.О., Артюх О.М.</i> ПОЯВА ТА РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ .....	26

<i>Костильов А.М., Артюх О.М.</i>	
АПАРАТНІ ЕЛЕМЕНТИ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ .....	27
<i>Безпалько М.В., Артюх О.М.</i>	
ВІД СКЛАДНОЇ САД-МОДЕЛІ ДО ВИЛИВКИ: ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ .....	29
<i>Безпалько М.В., Артюх О.М.</i>	
3D-ДРУК У МАШИНОБУДУВАННІ З ІНТЕГРАЦІЄЮ САД/САМ/САЕ .....	31
<i>Ліньков Н.А., Щербина А.В.</i>	
ТЮНІНГ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ.....	32
<i>Шевченко Є.О., Щербина А.В.</i>	
ДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИЧНА КРИВА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМОБІЛЯ .....	34
<i>Сіланов М.В., Щербина А.В.</i>	
ТЕПЛОВІЗІЙНА ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЯ .....	35
<i>Штим Д.В., Щербина А.В.</i>	
РОБОТА АКБ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	36
<i>Дударенко О.В., Степаненко М.В.</i>	
АВТОМОБІЛІ, ЩО ЗМІНЮЮТЬ КОЛІР .....	38

## **СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

<i>Васильєва Л. О., Матвієнко А. А.</i>	
ЕЛЕКТРОННА ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНА НАКЛАДНА Е-ТТН: ЇЇ ЦІЛІ ТА ПЕРЕВАГИ .....	39
<i>Тарасенко О. В., Качанська Д. А.</i>	
ЗМІНИ В ПРАВИЛАХ ДОРОЖНЬОГО РУХУ УКРАЇНИ: ПОЗИТИВНІ ТА НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ .....	42
<i>Лебідь Г.О., Похиленко А.І.</i>	
МЕТОДИ ВИБОРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ.....	43
<i>Падченко О.О., Пилипчук А.М.</i>	
ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	45
<i>Васильєва Л.О., Острогляд О.О., Семенов Д.В.</i>	
МИТНІ СПРОЩЕННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ .....	46

<i>Васильєва Л.О., Острогляд О.О., Гончаренко Д.С.</i> ДІЯЛЬНІСТЬ ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ НА РИНКУ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВІЙНИ .....	49
<i>Острогляд О.О., Падченко О.О., Прокопенко Д.В.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ ВАГОНІВ ІЗ СИРОВИНОЮ В УМОВАХ АТ «ЗФЗ» .....	52
<i>Райда І.М., Лінник І.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ .....	53
<i>Кузькін О.Ф., Харитонов М.В., Стріжко В.Р.</i> ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ІНДУСТРІАЛЬНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ .....	55
<i>Каплуновська А.М., Зайко Ю.С.</i> ПРАВООПОРУШЕННЯ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЮРИДИЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА НИХ.....	57
<i>Каплуновська А.М., Тюрін Д.Р.</i> МІСЦЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРАВА В СИСТЕМІ ПРАВА УКРАЇНИ.....	60
<i>Трушевський В.Е., Веремєнко Л.А., Калмиков Т.А.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРАВОВИХ НОРМ, ЩО МАЮТЬ БЛАНКЕТНУ ДИСПОЗИЦІЮ.....	62

## **СЕКЦІЯ «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»**

<i>Слинько Г.І., Демянков В.О.</i> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИЛОВИХ УСТАНОВОК В БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ «БАЙРАКТАР».....	64
<i>Слинько Г.І., Сухонос Р.Ф., Смоляний О.С.</i> ОСОБЛИВОСТІ ДВИГУНІВ ІЗ ЗУСТРІЧНИМ РУХОМ ПОРШНІВ І ШАЙБОВИМ МЕХАНІЗМОМ INNENGINE E-REX І REX-B .....	65
<i>Беженев С.О., Пахолка С.М.</i> ПРО ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ АКУСТОЕМІСІЙНОГО МОНІТОРИНГУ МАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ ПЕРІОДИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ .....	67
<i>Корнійчук Д.Ф., Беженев С.О.</i> АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ТЕРМІЧНО МАСИВНИХ ВИРОБІВ З ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ .	68
<i>Русило С.В., Беженев С.О., Сухонос Р.Ф.</i> ПРО ЗМЕНШЕННЯ ДЕТОНАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ В БЕНЗИНОВИХ КОМБІНОВАНИХ ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ШЛЯХОМ ВПОРСКУВАННЯ ВОДИ .....	70

<i>Мазін В.О.</i> ВИКОРИСТАННЯ ДВИГУНА СТРЛІНГА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ .....	71
<i>Мазін В.О.</i> ВИБІР ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА СТРЛІНГА .....	73
<i>Євсєєва Н.О., Афенко А.С.</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ .....	75
<i>Євсєєва Н.О., Крестьянінов С.П.</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ .....	78
<i>Рябошапка Н.Є., Мороз М.А.</i> ВИКОРИСТАННЯ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ЛАЗЕРНИХ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ БЛОКІВ КЕРУВАННЯ .....	80
<i>Рябошапка Н.Є., Грачов П.В.</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА НА ЕФЕКТИВНІ ПОКАЗНИКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ.....	81
<i>Рябошапка Н.Є.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ .....	83
<i>Слинько В.В., Пачколіна В.А.</i> ДИВЕРСИФІКАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ .....	85
<i>Слинько В.В., Швидкий А.А.</i> ЕРГОНОМІЧНІСТЬ РІЗНИХ ТИПІВ ВИКРУТОК.....	88
<i>Сухонос Р.Ф., Демянков В.О.</i> ОСОБЛИВОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ .....	91
<i>Сухонос Р.Ф.</i> ОСОБЛИВОСТІ АТРИБУЦІЇ МЕДАЛЕЙ ЗАМОРСЬКИХ КАМПАНІЙ ФРАНЦІЇ 2-Ї ПОЛОВИНИ ХІХ СТОЛІТТЯ .....	93

## СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»

УДК 620.16; 621.89.012

Кубіч В.І.

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

### БРЕНД МОТОРНОЇ ОЛИВИ ДЛЯ ДВИГУНА Z14XEP АВТОМОБІЛЯ OPEL ASTRA G F69

Експлуатаційна надійність двигунів автомобілів залежить від своєчасного проведення заходів технічного обслуговування. При цьому однією із складових регламенту технічного обслуговування автомобілів Opel є заміна моторної оливи з масляним фільтром кожних 15000 км, або кожного року, якщо автомобіль не експлуатується [1]. Безумовно, пробіг у 15000 км є дуже великим і потребує якісних моторних оливок, тому рекомендовано зменшити періодичність заміни оливи до 7000 км. У відповідності з посібником по експлуатації автомобіля рекомендованою моторною оливою є олива, яка відповідає класам в'язкості SAE 5W30, 5W40 та якості ACEA-A3, ACEA-A3/B4, ACEA-A3/B3/B4 [2]. Має місце уточнення, що моторна олива, яка призначена для дизельних двигунів, для бензинових – непридатна [2]. Тому зрозумілим є й те, що моторна олива повинна відповідати допуску, який розробляється і є дійсним у відповідності з роками випуску автомобілів. Допусками для двигунів автомобілів Opel, GM з бензиновими двигунами у порядку їх зміни є – GM-LL-A-025, Dexos 1, Dexos 1 Gen 2. Наприклад, допуск Dexos 1 був введений у дію для транспортних засобів 2011 модельного року і замінив собою попередні допуски [3]. Тоді виникає питання – якого бренду використовувати моторну оливу, якщо двигун Z14XEP виготовлений і встановлений на автомобіль, наприклад, у 2007 році? Відповідь проста – допуск повинен бути починаючи з Dexos 1. Мова про допуск Dexos 2 у даному випадку не повинна йти, оскільки він був введений для дизельних транспортних засобів легкого режиму 2010 модельного року, а у 2017 році був замінений новим допуском OV040154 французькою групою PSA Peugeot Citroen, яка придбала у американського GM його європейський підрозділ [3].

Отже, ринок брендів моторних оливок дуже широк, але не всі мають допуск Dexos 1. До брендів що мають допуск Dexos 1 у класі SAE 5W30 відносяться: Mobil X1; GM; Liqui Moly Special Tec AA; QuakerState Ultimate Durability; Ravenol HDX; Alpine DX1; Kennol Energy Plus; Motul 6100 Save-Lite та інші.

З метою визначення бренду моторної оливи проведений їх аналіз за основними експлуатаційними показниками, які наводяться у технічних паспортах виробників. Дані для деяких брендів наведені у таблиці 1. При аналізі основна увага приділялась в'язкістному показнику та кількості активних

антикорозійних присадок в оливі – лужне число TBN, тобто запасу здатності оливи нейтралізувати корозійно-агресивні кислі продукти, що утворюються при його окисненні.

Таблиця 1 – Експлуатаційні показники моторних олив у класі 5W30

Моторна олива	Експлуатаційні показники				
	В'язкість $\gamma_{100}$ , мм <sup>2</sup> /с	В'язкість $\gamma_{40}$ , мм <sup>2</sup> /с	Індекс В'язкості, ІВ	TBN, мг/КОН/г	Щільність $\rho_{15}$ , г/см <sup>3</sup>
GM Dexos 1 / Dexos 2	10,4/ 10,45	59,9/ 59,9	165/ 165	8,11 / 8,11	0,85/ 0,86
Kennol Energy Plus / Ecology OV040154	11,3/ 11,4	65/ 64	170/ 174	8,1/ 8,0	0,85 /0,85
Motul 6100 Save-Lite / Motul Dexos 2	11,4/ 12,0	67/ 69,6	166/ 170	8,5/ 7,4	0,847 /0,85
Yoko max synthetic / synthetic high-tec OPEL GM-LL-B025	10,2/ 11,9	-/ -	135/ 150	6,7/ 9,75	0,91/ 0,87

Аналіз наведених даних у таблиці 1 вказує на наступне. У порівнянні з оригінальною моторною оливою GM Dexos 1 більш поліпшені показники з точки зору забезпечення режимів мащення, наприклад, граничного, мають оливи Kennol Energy Plus та Motul 6100 Save-Lite. Однак позначені альтернативи за кінематичною в'язкістю рівні, але Motul 6100 Save-Lite у порівнянні з Kennol Energy Plus має на 4,8% більший запас здатності нейтралізувати корозійно-агресивні кислі продукти. З урахуванням ринкової вартості визначених олив для застосування у двигуні Z14XEP автомобіля Opel Astra G F69 2007 року випуску слід розглядати моторну оливу французького бренда Kennol Energy Plus.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сервісна книжка. Автомобілі Corsa, Meriva, Astra, Vektra, Signum, Tigra, Combo, Zafira. ЗАТ «ЗАЗ», 2004. 60 с.
2. Посібник з експлуатації автомобіля «Opel Astra-G», ЗАЗ «ЗАЗ». 2006. 219 с.
3. Специфікація GM dexos™. <https://autolubricants.info/klassifikaciya-masel-i-zhidkостей/specifikaciya-gm-dexos>.



## **АНАЛІЗ СПВВІДНОШЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МОТОРНИХ ОЛИВ КЛАСІВ В'ЯЗКОСТІ 5W40, 10W40**

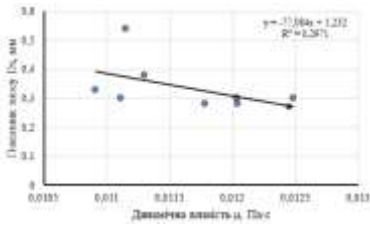
Не викликає сумнівів те, що вихідний якісний стан моторних олиव впливає на прояв експлуатаційної надійності двигунів автомобілів. При цьому вибір моторної оливи для двигуна конкретного автомобіля регламентовано відповідним класом в'язкості – SAE, рівнем якості по API (ACEA), а також допусками (наприклад, для двигунів автомобілів Opel, GM – Dexos 1, Dexos 2, Dexos 1 Gen 2, OVO401547). При цьому кожен бренд моторної оливи за технічним паспортом має відповідні значення експлуатаційних показників: кінематична в'язкість; густина; лужне число; температура спалаху тощо. Однак виникає питання – який розкид значень основних експлуатаційних показників у межах одного класу та якості, та підпорядковуються вони закону зміни від в'язкості? В'язкість обрана за аргумент, оскільки від неї визначається можливий режим мащення у трибоз'єднаннях.

Для відповіді на поставлене запитання використано результати тестування моторних олив класу в'язкості 5W40, API SN: Castrol EDGE, Liqui Moly Top Tec 4100, Nanoprotec, Aral, ZIC SK X9, Shell Helix HX7, Kroon-Oil Emperol, Xado Atomic, Elf Evolution 900, Mobil Super 3000 X1 [1], в'язкості 10W40, API SL і SM: Mobil Super, Castrol Magnatec, Shell Helix, ZIC A+, ЛУКОЙЛ Люкс, ТНК магнум супер, Sibi Motor, Groom-ex Ultra [2]. Обробка даних проводилась з використанням програми Microsoft Excel Worksheet. Для об'єктивності оцінки розподілу даних проведено розрахування динамічної в'язкості та запропонованого запасу надійності  $Z_n$ . Останній визначався як відношення лужного числа до кислотного числа. Результати наведено на рисунках 1, 2. Аналіз отриманих даних вказують на наступне.

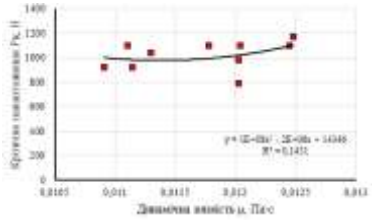
По-перше, розподіл статистичних даних не підпорядковується математичної апроксимації, оскільки її достовірність  $R^2 < 0,5$ . Але тенденції змін можливо графічно прослідкувати.

По-друге, діапазони зміни кінематичної в'язкості моторних олив складають:

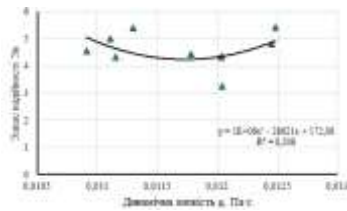
- у класі 5W40  $\gamma_{100} = 13,8 \pm 0,68 \text{ мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ , тобто розкид складає 4,9%;
- у класі 10W40  $\gamma_{100} = 14,2 \pm 0,97 \text{ мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ , тобто розкид складає 6,8%.



*a*

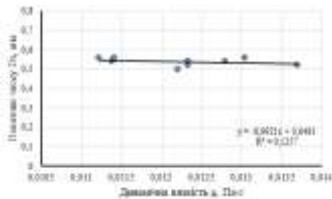


*б*

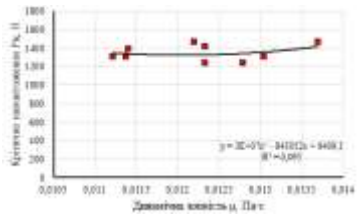


*в*

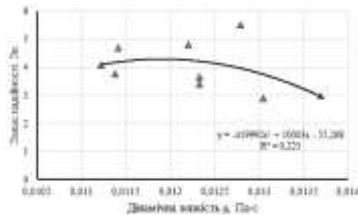
Рисунок 1 – Апроксимація змін показника зносу (*a*), критичного навантаження (*б*), запасу надійності (*в*) від динамічної в'язкості для олив класу 5W40



*a*



*б*



*в*

Рисунок 1 – Апроксимація змін показника зносу (*a*), критичного навантаження (*б*), запасу надійності (*в*) від динамічної в'язкості для олив класу 10W40

Як видно, середні статистичні кінематичні в'язкості у класах розрізняються у межах 3%, але з урахуванням полів розсіюванні вони однакові. Виходячи з наведеного суттєвого впливу на зміну режиму мащення у трибоз'єднаннях, наприклад, колінчастого валу двигуна, оливи цих класів не будуть здійснюватиме.

По-третє, в межах класу 5W40 розкид значень показника зносу  $Dz$  більший ніж в класі 10W40. При цьому середнє значення для класу 5W40 не визначається, є тенденція на його спад. Для класу 10W40 характерно постійне значення зносу у  $0,53 \pm 0,02$  мм, яке у 1,7–2 разів більше. За критичним навантаженням  $P_k$  розкид значень у класі 5W40 в 5,3 разів перевищує розкид значень у класі 10W40. При цьому слабо проявляється тенденція на збільшення навантаження із підвищенням в'язкості. Але межа критичного навантаження для класу 5W40 в 1,2 рази більше і складає  $1020H \pm 116H$  проти  $864H \pm 15H$  для класу 10W40. Відносно запасу надійності  $Z_n$  тенденції для класів неоднозначні. У класі 5W40 має місце максимальні значення при граничних значеннях в'язкості. Для класу 10W40 максимальне значення проявляється при середньому значенні в'язкості.

Таким чином, проведений аналіз розподілення значень розглянутих експлуатаційних показників вказує на досить незначні їх відхилення від середніх значень, що обумовлено, насамперед, пакетом присадок, який використовує той чи інший виробник. При цьому співвідношення відхилень в'язкості для класу 5W40 зі зносом та критичним навантаженням складає 4,9% проти 9% та 11,4%, а для класу в'язкості 10W40 відповідно 6,8% проти 3,8% та 2%. Тобто віддати перевагу слід синтетичної оливі, але це судження суб'єктивно.

Виходячи з наведеного витікає, що при обранні бренда моторної оливи у межах класів та допусків слід звертати увагу на запас надійності, тобто на значення та співвідношення лужного та кислотного чисел. Чим більше співвідношення, тим запас функціональних можливостей моторних олив більший.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тест-експертиза 10 моторных масел. <https://www.avtomir.ua/details/periphery/test-ekspertiza-10-motornyh-masel-kakoe-luchshe>.
2. Сравнительный тест полусинтетических масел 10W40 классификаций API SL и SM. <https://www.oil-club.ru/forum/topic/6810-sravnitelnyy-test-polusinteticheskikh-masel-10w-40-klassifikaciy-api-sl-i-sm>.

## ВИМІР КОМПРЕСІЇ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОСЦИЛОГРАФУ

Одним із найбільш інформативних показників технічного стану автомобільного двигуна внутрішнього згорання є компресія в його циліндрах. Але на сьогоднішній день із-за великої різноманітності компонування підкапотного простору, кузовів автомобіля та конструкції автомобільних двигунів все це ставить непрості завдання при вимірі величини компресії. Найпоширенішим приладом для цих цілей є компресометр, проте часто виникають великі проблеми при демонтажі свічок запалювання, а в деяких випадках доступ до них взагалі неможливий без часткового зняття навісного устаткування двигуна.

Швидко та ефективно вимірюють компресію сучасні мотортестери та осцилографи (рис. 1). Ці прилади фіксують фактично не тиск, а амплітуду пульсації електричного струму, використаного стартером під час прокручування. Чим вище тиск у циліндрі двигуна автомобіля, тобто гарна його герметичність, тим більші витрати потужності стартера, а отже і напруги акумуляторної батареї на провертання колінчастого валу. Таким чином вдається одночасно виміряти компресію у всіх циліндрах всього за кілька обертів колінчастого валу двигуна, не прибігаючи до викручування свіч запалювання, що особливо важливо для багатциліндрових двигунів.

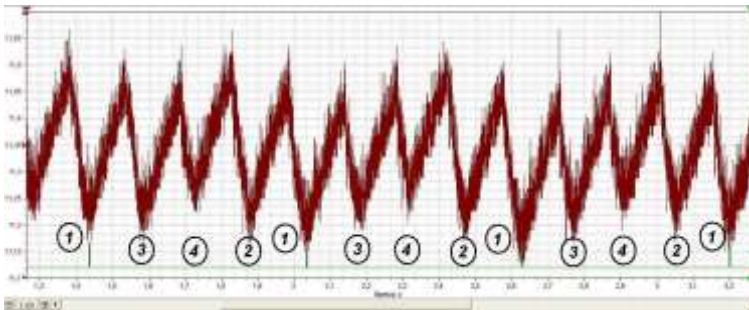


Рисунок 1 – Сигнал мотортестеру при визначенні відносної компресії по падінню напруги на акумуляторній батареї. Знижена компресія в 3 і 4 циліндри

Як відомо, практично всі процеси у ДВЗ періодичні, тобто повторюються через кожний робочий цикл, і в кращому випадку для кожного циліндра. Із чого випливає, що при простому візуальному порівнянні

сигналів відповідних до роботи кожного циліндра, можливо визначити «несправний» циліндр, на підставі візуальної відмінності його сигналу від сигналів інших циліндрів. Іншими словами, якщо сигнали всіх циліндрів візуально однакові, то з великою часткою ймовірності можливо припустити, що всі циліндри працюють добре (з набагато меншою ймовірністю, що всі циліндри працюють погано). У той же час, якщо сигнал одного з циліндрів значно візуально відрізняється від сигналів інших циліндрів, то з великою часткою ймовірності можливо припустити, що саме цей циліндр працює погано.

Візуальне порівняння сигналу забезпечує деяку універсальність цьому методу, тому що він не прив'язаний до конкретного сигналу циліндру, а заснований тільки на пошуку відмінностей у сигналах циліндрів. Крім того, якщо тип аналізованого сигналу відомий, то крім візуального аналізу можливо розрахувати ще і додаткову статистику. Наприклад, для сигналу з АКБ при повертанні стартером можливо розрахувати відносну компресію циліндрів. В комбінації із простим візуальним порівнянням дасть нам більше уявлення про різницю технічного стану циліндрів у цілому.

УДК 629.113

Артюх О.М.

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

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ТЕХНІЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ MATLAB**

Сьогодні, у 21-му столітті, з його глобальними економічними викликами виникає потреба у розробці принципово нових технологій створення транспортних засобів та ефективній підготовці майбутніх поколінь інженерів.

На кафедрі Автомобілі, протягом цього навчального року, розроблено принципово новий навчальний курс (у рамках навчальної програми Транспортного факультету), зосереджений на концептуально нових методологіях аналізу і контролю динаміки та експлуатаційних характеристик транспортних засобів, передових методах проектування транспортних засобів і систем, експериментальних дослідженнях і випробуваннях, а також виробничих технологіях.

Основна мета цього курсу – надати майбутнім інженерам фундаментальні знання з динаміки дорожніх транспортних засобів, а також дати уявлення про аспекти моделювання та деталізувати їх. Дорожні

транспортні засоби розробляються і будуються вже понад 130 років. Від початку і дотепер головною метою динаміки транспортних засобів було досягнення оптимальної безпеки та комфорту під час руху.

Проте саме сьогодні комп'ютерне моделювання стало важливим інструментом для розробки нових і вдосконалення існуючих концепцій дорожніх транспортних засобів. Компоненти з електронним управлінням надають нові можливості. Зазвичай вони розробляються і тестуються в програмно-апаратних середовищах (hardware-in-the-loop simulation). Тому сучасному інженеру-автомобілебудівнику потрібні базові знання основ і навички побудови базових імітаційних моделей, роботи зі складними моделями або правильної експлуатації інструментів для моделювання.

Наразі у цьому курсі вперше об'єднано два основні напрями: основи динаміки транспортних засобів та математичне моделювання. Попередньою умовою є проходження курсу вищої математики та базове знання мови програмування.

Безпосередньо курс «Математичне моделювання робочих процесів КГТЗ» складається з декількох розділів. У вступі подано огляд одиниць і величин, обговорено термінологію в динаміці транспортних засобів, розглянуті визначення, подано огляд динаміки багатоланкових систем і виведено рівняння руху для першої моделі транспортного засобу.

Друга тема присвячена дорозі, тобто спочатку обговорюється складна модель дороги, а вже потім детально описуються детерміновані та стохастичні моделі доріг; модель автомобіля з підвіскою на важелях, використовується для демонстрації впливу нерівної дороги на колеса і на шасі.

Модель керованої шини обговорюється в третій темі. Вона включає в себе складний розрахунок контакту і забезпечує всі сили і крутні моменти. Поздовжні та поперечні сили, а також крутний момент навколо вертикальної осі моделюються за допомогою динамічного підходу першого порядку. Крім того, обговорюються методи вимірювання та аспекти моделювання.

Кілька тем присвячені трансмісії. Спочатку обговорюються компоненти та концепції різних трансмісій. Потім детально вивчається динаміка колеса і шини. Представлено просту модель шини колеса транспортного засобу, що включає модель гальмівного моменту з блокуванням, яка досліджується за допомогою відповідної симуляції в MATLAB. Наведено короткий опис компонування та аспектів моделювання диференціалів, стандартних карданних передач, трансмісії, зчеплення та різних джерел живлення.

Розглядаються призначення та компоненти систем підвіски, представлено динамічну модель рейкового рульового керування, а також кінематичну модель підвіски з подвійним поперечним важелем, які проаналізовано за допомогою результатів моделювання.

Окрім теми присвячені силовим елементам. Тут додана практична модель пневматичної ресори. Окрім стандартних силових елементів, таких як

пружини, стабілізатори поперечної стійкості та амортизатори, детально розглядаються динамічні силові елементи, в тому числі гідропідвіски. Тут наведено складну модель для синусоїдального збудження, а також моделі для різних динамічних сил.

Нарешті, наприкінці курсу представлено ідею повної тривимірної моделі транспортного засобу, а також показано та обговорено типові результати стандартних маневрів водіння. Представлено вплив мехатронних систем на динаміку транспортних засобів.

Практичні заняття з цього курсу поглиблюють розуміння динаміки транспортних засобів і роблять можливим серйозне подальше самостійне вивчення цієї дисципліни. В якості мови програмування використано MATLAB завдяки його простоті використання та популярності. Результати вправ і всі приклади MATLAB, дають змогу відобразити та поглибити розуміння різних проблем динаміки транспортних засобів, вивчаючи вплив параметрів моделі на результати або модифікуючи вхідні дані для моделювання.

УДК 629.013.001

Слюсаров О.С.

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

## **ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ У ПРИВОДАХ РУШІВ ТРАНСПОРТНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ МАШИН**

Актуальність виконаної роботи обумовлена необхідністю зниження динамічних навантажень в приводах рушіїв транспортних і спеціальних машин та поліпшення їх експлуатаційних властивостей за надійністю і довговічністю.

Динамічні навантаження приводів рушіїв транспортних і спеціальних машин знижуються шляхом виключення резонансних явищ на всіх можливих робочих режимах трансмісії. В залежності від виду машин трансмісія може передавати і перетворювати потік потужності від силової установки до декількох споживачів: основного сухопутного рушія та додаткового обладнання. При цьому, робота споживачів може бути як одночасною, так і окремою, що приводить до змін у структурі трансмісії на різних робочих режимах. У наслідок цього необхідно узгоджувати конструктивні параметри елементів трансмісії для виключення резонансів на всіх експлуатаційних режимах. Це значно ускладнює процес проектування трансмісії, так як структура трансмісії змінюється в залежності від режимів її роботи.

Повна група можливих станів трансмісії буде залежати від кількості режимів роботи кожного споживача та кількості останніх. Якщо в

експлуатації використовуються всі варіанти роботи трансмісії, то кількість варіантів, які підлягають узгодженню, можна визначити за залежністю:

$$n = \prod_1^k l_k, \quad (1)$$

де  $l_k$  – кількість робочих режимів роботи  $k$ -того споживача;  
 $k$  – кількість споживачів.

Власні частоти коливань трансмісії залежать від її структури та масових, пружних і загасаючих характеристик структурних елементів, тоді як резонансні частоти пов'язані з основними частотами збудників коливань та їх кратними гармоніками.

Дійсні структурні схеми трансмісії спрощувалися еквівалентними перетворюваннями до тримасових систем приведенням до вибраного елемента трансмісії, звичайно міцність якого є критичною за надійністю або розраховується. Таким чином, для кожного із  $n$  варіантів приведеної схеми трансмісії існують дві основні резонансні частоти у відповідності до коефіцієнтів диференціальних рівнянь. Приведені тримасові схеми трансмісії та параметричні характеристики їх елементів приведені на рисунку 1.

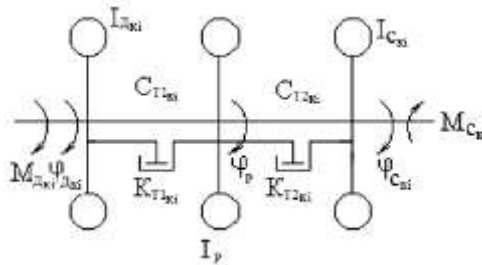


Рисунок 1 – Тримасові схеми трансмісії та параметричні характеристики їх елементів

Система диференціальних рівнянь коливань такої системи має вид:

$$\begin{aligned} I_{\Gamma_{\text{к1}}}\ddot{\varphi}_{\Gamma_{\text{к1}}} - C_{\Gamma_{\text{Т2к}}}(\varphi_{\Gamma_{\text{Т2к}}} - \varphi_p) - K_{\Gamma_{\text{Т2к}}}(\varphi_{\Gamma_{\text{Т2к}}} - \varphi_p) &= M_{\Gamma_{\text{к1}}}, \\ I_p\ddot{\varphi}_p - C_{\Gamma_{\text{Т2к}}}(\varphi_p - \varphi_{\Gamma_{\text{Т2к}}}) - K_{\Gamma_{\text{Т2к}}}(\varphi_p - \varphi_{\Gamma_{\text{Т2к}}}) + C_{\Gamma_{\text{Т2к}}}(\varphi_{\Gamma_{\text{Т2к}}} - \varphi_p) + K_{\Gamma_{\text{Т2к}}}(\varphi_{\Gamma_{\text{Т2к}}} - \varphi_p) &= 0, \quad i = (1, n), \quad (2) \\ I_{\text{С}_{\text{к}}}\ddot{\varphi}_{\text{С}_{\text{к}}} + C_{\text{С}_{\text{к}}}(\varphi_p - \varphi_{\text{С}_{\text{к}}}) + K_{\text{С}_{\text{к}}}(\varphi_p - \varphi_{\text{С}_{\text{к}}}) &= -M_{\text{С}_{\text{к}}}. \end{aligned}$$

З припущенням, що характеристики загасання коливань елементів трансмісії мало впливають на власні частоти їх коливань на експлуатаційних режимах, основні можливі резонансні частоти вільних коливань будуть визначатись парціальними частотами коливань, які залежать від приведених характеристик жорсткості і інерції:



$$\omega_{L_{10}} = \sqrt{\frac{C_{T20}(I_{L_{10}} + I_p)}{I_{L_{10}}I_p}}, \quad \omega_{C_{10}} = \sqrt{\frac{C_{T20}(I_{C_{10}} + I_p)}{I_{C_{10}}I_p}}, \quad \omega_{P_{T1}} = \sqrt{\frac{C_{T10}}{I_p}}, \quad \omega_{P_{T2}} = \sqrt{\frac{C_{T20}}{I_p}}. \quad (3)$$

В результаті роботи запропоновано алгоритм та отримані залежності для визначення впливу конструктивних параметрів елементів трансмісії на резонансні частоти коливань їх навантажень крутними моментами для вирішення питань забезпечення міцності та довговічності приводів рушіїв.

Науковою новизною роботи є методика визначення конструктивних параметрів елементів трансмісії, яка забезпечує усунення резонансних коливань на експлуатаційних режимах. Методика визначення резонансних коливань в трансмісії на експлуатаційних режимах була апробована при дослідженні впливу інерційних характеристик колісного і водохідного рушіїв на навантаження їх приводів.

УДК 629.113

Дударенко О.В.

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

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗГЛАДЖУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПНЕВМАТИЧНОЇ ШИНИ ПРИ КОНТАКТІ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА З ДОРОГОЮ**

Обурюючий вплив від нерівностей дороги на підресорені маси автомобіля істотно залежить від згладжуючої здатності пневматичної шини, тобто від властивості шини зменшувати підйом осі колеса порівняно з висотою нерівності, що долається, і збільшувати зону дії нерівності на колесо. Шина є одним із найскладніших об'єктів для моделювання. Для дослідження її механічних властивостей необхідне залучення методів нелінійної механіки, які одночасно враховуватимуть безліч факторів (особливості конструкції шини, механічні властивості матеріалів, характер навантаження автомобільного колеса, геометричні параметри нерівностей опорної поверхні).

До теперішнього часу завдання моделювання пневматичної шини вирішується наближено, на основі значних спрощень, що нерідко призводить до похибок у розрахунках.

Сучасні моделі коливальних систем зі згладжуванням враховують зміну довжини плями контакту шини з опорною поверхнею. Але довжина плями контакту є функцією, яка залежить від прогину (радіальної деформації) шини на рівній поверхні.

Існують моделі, які явно описують зміну траєкторії переміщення осі колеса в залежності від форми нерівності, але вони також вимагають отримання усереднених характеристик жорсткості та демпфування.

Метод кінцевих елементів є одним із найефективніших методів розв'язання завдання обліку згладжуючої здатності шин.

Більш високу точність розрахунку забезпечують об'ємні кінцево-елементні моделі шин.

На сьогоднішній день найбільш перспективними є тривимірні нелінійні (фізично та геометрично) моделі шин з урахуванням її контактної взаємодії з опорною поверхнею. Така модель дозволить найбільш точно оцінити згладжуючу здатність шини, при статичній взаємодії автомобільного колеса з твердою нерівною опорною поверхнею.

УДК 629.1.07:621.83

Галайда Ю.Є.<sup>1</sup>

Кубіч В.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> вкл. відокремленого структурного підрозділу Бердянського машинобудівного фахового коледжу НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КОРЕГУВАННЯ КУТА СХОДЖЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ПЕРЕДНЬОПРИВІДНОГО АВТОМОБІЛЯ**

Кути встановлення керованих коліс автомобіля є одними з найбільш важливих регульовальних параметрів. Від правильності та точності встановлення сходження коліс залежить не лише швидкість зносу шин, витрата палива, але й такі найважливіші показники як стійкість і керованість автомобіля. Аналіз робіт, присвячених кутам установки керованих коліс, вказує на те, що, в першу чергу, дані кути впливають на величину опору коченню коліс. Зазначається, що зі збільшенням цих кутів коефіцієнт опору коченню прогресивно зростає. При збільшенні сходження з 2 до 20 мм шлях вибігу, що прямо залежить від сили опору коченню, зменшується в 2 рази, а витрата палива збільшується при швидкості 30 км/год на 70%, при швидкості 50 км/год – на 100%.

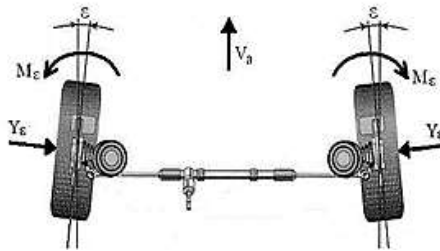
Метою роботи є розробка алгоритму регулювання сходження при найбільш характерних режимах руху автомобіля.

Одним із загальних факторів, який викликає зміну сходження коліс при русі автомобіля, є наявність зазорів у з'єднаннях деталей рульового приводу і підвіски. Наявність таких зазорів та сили тяги на колесах призводять до того, що при русі автомобіля з рівномірною швидкістю кути сходження коліс

змінюються в плюсову сторону. І, звісно, на зміну кутів сходження будуть впливати жорсткість елементів керуючого колісного модуля і сили опору коченню коліс автомобіля та його прискорення.

Керування поточними кутами сходження у цих режимах може бути здійснене з використанням одного з двох критеріїв регулювання: положення колеса; за бічною силою. Застосування бічної сили забезпечує можливість більш якісного регулювання сходження, дозволяє уникнути помилок, можливих у системі, що працює за положенням колеса як критерій регулювання. При коченні коліс зі сходженням виникають сили  $Y_{\epsilon}$ , перпендикулярні до площин коліс і моменти  $M_{\epsilon}$  (рис. 1).

Для розробки алгоритму регулювання сходження передньопривідного автомобіля категорії М1 передбачає проведення експериментальних досліджень і відстеження зміни кута сходження коліс на перехідних режимах руху, а саме, при розгоні (початок руху, набір швидкості при сталому русі) автомобіля та при гальмуванні автомобіля.



Рисунки 1 – Схема дії сил і моментів при коченні коліс із кутами сходження

Режим випробувань 1 – рухання з місця характеризується наступним. Моменти  $M_{\epsilon}$  намагаються повернути колеса у протилежний бік кутів сходження. Під час рухання автомобіля з місця, коли прискорення найбільші, від 0 до 3 м/с<sup>2</sup> для початкових кутів установки 0°, зміна кутів сходження може досягати 3±60 хвилин. Рувльова тяга працює на стискання (укорочується). Керуючий імпульс від блоку управління подає сигнал збільшення довжини рульової тяги до встановлених значень кутів сходження.

Режим випробувань 2 – гальмування характеризується наступним. При гальмуванні автомобіля моменти  $M_{\epsilon}$  намагаються повернути колеса у бік кута сходження. При гальмуванні найбільші зміни кутів сходження від початкових значень досягають при службовому гальмуванні ±80 хвилин та екстремому гальмуванні – майже 1,5°. Рувльова тяга працює на розтягування (подовжується). Керуючий імпульс від блоку управління подає сигнал зменшення довжини рульової тяги до встановлених значень кутів сходження.

Визначені та наведені параметри зміни технічного стану у системі «рульове керування – колесо – опірна поверхня» розглядаються вихідними даними для розробки алгоритму адаптивного корегування сходженням коліс.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Платонов В. Ф. Підвищення економічності автомобілів за рахунок оптимізації кутів установки керованих коліс. Автомобільна промисловість. 1983. № 4. С. 16–17.
2. Лейашвілі Г. Р. Оптимізація кутів установки керованих коліс автомобіля: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тбілісі, 1979. 15 с.

УДК 621.431:533.6.08

Назаренко О.М.<sup>1</sup>

Кубіч В.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-119 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ КАРТЕРНИХ ГАЗІВ, ЩО НАВАНТАЖУЮТЬ МОТОРНУ ОЛИВУ**

Питання кількісного корегування періодичності заміни моторних олів у ДВЗ, які піддаються прискореному старінню під впливом газів, що прориваються у картер з урахуванням зносу трибоз'єднань «кільце – циліндр», на цей час є відкритим. Крім того є необхідним враховувати як основу, так і склад різноманітних моторних олів, так як попередньо встановлені особливості закономірностей зміни їх експлуатаційних властивостей при прояву мастильної дії.

Для експериментального визначення змін у кількості газів, що прориваються через зазор у ЦПГ двигунів ВАЗ-21011 за його значенням, та при цьому взаємодіють з об'ємами моторних олів у картері, проведені лабораторні дослідження з використанням приладу «Ротаметр РС-3». Цей прилад за допомогою шлангу приєднувався до вихідного патрубку системи вентиляції картера двигуна (рис. 1).



*a*



*б*

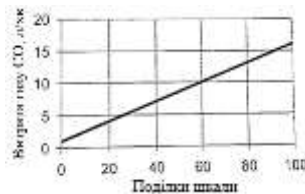
Рисунок 1 – Двигуни ВАЗ-21011 з обладнанням для виміру витрати картерних газів:  
*a* – двигун з компресією  $p = 9,5$  кгс/см<sup>2</sup> автомобіля

ВАЗ-2106 з пробігом 140000 км; *б* – двигун з компресією  $p = 10,2$  кгс/см<sup>2</sup>  
 динамометричного стенда кафедри «Автомобілі»; 1 – прилад Ротаметр РС-3; 2 –  
 корпус вихідного патрубку системи вентиляції картера; 3 – присднувальний шланг

Досліди проводили на двигунах, прогрітих до робочої температури при частоті обертання колінчастого валу  $n = 950 \pm 30$  хв<sup>-1</sup>, що відповідало умовам примусового зістарення мірних об'ємів моторних олів. При кожному вимірюванні фіксувалось положення поплавка-конуса 1 у скляні трубки приладу 2 (рис. 2 *a*). Умовні фіксовані значення у відповідності з графіком (рис. 2 *б*) переводились у дійсні значення витрати газів.



*a*



*б*

Рисунок 2 – Поточні показники приладу «Ротаметр РС-3» (*a*), графік переводу умовних одиниць приладу у витрату газу (*б*):

1 – конус-поплавок (сталь 10X18H10T); 2 – скляна трубка; 3 – корпус приладу

За результатами проведених дослідів отримано наступні результати:

– витрата газів для двигуна з компресією  $p = 10,2 \text{ кгс/см}^2$  середньо статистично склала  $Q = 4 \pm 0,5 \text{ л/хв}$ ;

– витрата газів для двигуна з компресією  $p = 9,5 \text{ кгс/см}^2$  середньо статистично склала  $Q = 7,5 \pm 0,5 \text{ л/хв}$ . При наборі частоти обертання до  $1800\text{--}2100 \text{ хв}^{-1}$  витрата складала  $16 \pm 0,5 \text{ л/хв}$ .

Отримані значенні витрати картерних газів дадуть можливість провести аналітичну оцінку навантаженості моторних оливі їх впливом у реальному картерному просторі. Для цього необхідно здійснити перехід від навантаження мірних об'ємів моторних оливі до реального об'єму моторної оливи з урахуванням підходів для аналітичних розрахунків запропонованого критерію навантаженості моторної оливи, якому дано назву «інтенсивність навантаження моторної оливи картерними газами»  $I_{\text{т}}^{\text{м}}$  [ $\text{см}^3 \cdot \text{хв}^{-1}$ ] [1].

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кубіч В. І., Мимоход Д. Ю. Об'єм газів, що прориваються через зазори у ЦПГ ДВЗ, та навантаженість моторної оливи. / Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування : 13-а Міжнар. наук.-практ. конф., 07–09 вересня 2022 р. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2022. С. 132–135.

УДК 621.43.05

Канський А.В.<sup>1</sup>

Кубіч В.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-211 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

### УСУНЕННЯ НЕСТІЙКОСТІ РОБОТИ ДВИГУНА R20A1 НА ХОЛОСТОМУ ХОДУ

Під час експлуатації автомобілів Honda CR-V, двигун яких працює на LPG, існує проблема у прояві фаз газорозподільного механізму, що впливає на роботу двигуна, і особливо, на обертах холостого ходу. Двигун працює нерівномірно, в циліндрах виникають пропуски запалювання. Причини цієї проблеми діагностуються та вирішуються двома способами, використовуючи електронне діагностичне обладнання та механічні роботи. Основними приладами при використанні електронного діагностичного обладнання є осцилограф і датчик тиску для визначення фаз газорозподілу (рис. 1). Операції виконуються у наступній послідовності.



*a*



*б*

Рисунок 1 – Діагностичне обладнання: *a* – приклад виду на двигун з датчиком тиску; *б* – ноутбук, USB-осцилограф, датчик тиску

Спочатку потрібно від'єднати і зняти котушку запалювання одного з циліндрів, потім відкрутити свічку. Замість свічки вкручується датчик тиску, який приєднується до осцилографа. Вмикається живлення від акумулятора. Далі запускається двигун, якому дається можливість незначний час попрацювати на холостому ході для запису сигналів тиску на осцилограф від датчика тиску в циліндрі. Після запису даних запускається на осцилографі програма аналізу отриманих даних і отримується наступна картинка (рис. 2). Аналіз осцилограми тиску в циліндрі вказує на те, що на такті випуску випускні клапани відкриваються раніше допустимої межі. Про це повідомляють стрілки, які вказують на скільки градусів виходить за межі норми відкриття клапанів за кутом повороту колінчастого валу. Виходячи з отриманих даних робиться висновок, що фаза газорозподілу не відповідає встановленим нормам. А так як випускний тракт не працює належним чином, то двигун не може працювати плавно, тобто безперейвно.

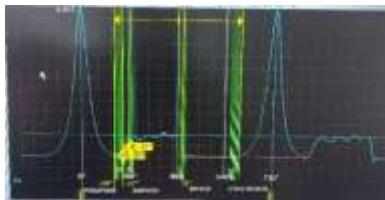


Рисунок 2 – Аналіз роботи газорозподільчого механізму двигуна до регулювання клапанів ГБЦ: D – початок відкриття випускного клапана; E – перетікання відпрацьованих газів з випускного колектору в циліндр

Оскільки двигун цієї марки має механічне регулювання клапанів, то він відправляється до механіків автомобільного сервісу. Осцилограма після регулювання клапанів представлена на рисунку 3.

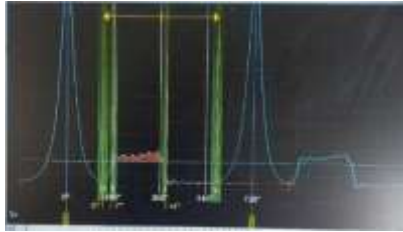


Рисунок 3 – Аналіз роботи газорозподільчого механізму після регулювання клапанів ГБЦ

На осцилограмі неозброєним оком видно, що в результаті регулювання клапанів головки блоку циліндрів випускний і впускний клапани працюють в межах допусків.

Отже, в результаті комп'ютерної діагностики з'ясовано, що двигун працював нестійко на холостому ході тому, що газорозподільчий механізм знаходився не в нормі допусків, в результаті чого випускні клапани ГБЦ відкривались раніше ніж потрібно.

УДК 629.08

Штанько Є.К.<sup>1</sup>

Кубіч В.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-211 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **ОСОБЛИВОСТІ МОНТАЖУ ПІДШИПНИКА МАТОЧИНИ КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN TRANSPORTER T5**

Надання сервісних послуг при технічній експлуатації автомобілів є складовою забезпечення їх експлуатаційної надійності. При цьому, актуальним аспектом комплексу технологічних операцій є забезпечення якісними запасними частинами. Так, під час експлуатації автомобіля Volkswagen Transporter T5 було виявлено шум і биття у задньому лівому колесі. Після дефектування було встановлено наявність поздовжнього люфту та шуму у підшипнику маточини колеса. Демонтаж та монтаж підшипника є класичним за технологічними операціями, а ось ціна нової деталі досить велика та потребує суворого дотримання монтажних дій.

При демонтажі не було виявлено ніяких проблем. При монтажі, стало зрозуміло, що якість нової запчастини, а саме корончатого стопорного кільця



підшипника, дуже низька. При монтажі підшипника це кільце деформувалося і не встановлювалося у посадкове місце (рис. 1).



Рисунок 1 – Процес установки підшипника маточини колеса:

1 – кулак задньої балки; 2 – стопорне кільце; 3 – оправка; 4 – передня частина маточини; 5 – основа маточини; 6 – накидна голівка для монтажу

Метою роботи є розробка та запропонування способу встановлення стопорного кільця підшипника PFI PHU53646K.

Для демонтажу використовувався спеціальний набір оправок (рис. 2).



а



б

Рисунок 2 – Об'єкт технологічного впливу та ремонтні засоби:

а – процес зняття підшипника; б – набір оправок

Так як стопорне кільце підшипника цього типу є нез'ємним, було прийняте наступне технічне рішення, яке полягало у наступному. Розрізається нове кільце з нового підшипника і старе кільце старого підшипника, робиться спроба до встановлення старого кільця на новий підшипник (рис. 3). Старе кільце було жорсткіше за нове і мало кращі характеристики. Після монтажу підшипника була проведена перевірка на зусилля, з яким вже новий підшипник зі старим кільцем демонтувався.

Результат був задовільний. Автомобіль періодично перевіряється на наявність люфту.



Рисунок 3 – Приклад застосування старого розрізного кільця:

1 – маточина колеса; 2 – підшипник маточини колеса; 3 – стопорне кільце

Таким чином слід зазначити, що якість сучасних запчастин бажала би кращого. Завдяки нестандартному рішенняню була вирішена проблема з установки підшипника задньої маточини автомобіля Volkswagen Transporter T5.

УДК 629.113

Базикін О.О.<sup>1</sup>

Артюх О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-112м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## ПОЯВА ТА РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Концепція самокерованого транспортного засобу може здатися суто сучасним винаходом, але ескіз, зроблений Леонардо да Вінчі понад 500 років тому, свідчить про протилежне. На малюнку Леонардо було зображено самохідний візок, що приводиться в рух спіральними пружинами і має програмоване рульове управління на основі дерев'яних кілочків. У 2004 році Паоло Галлуцці, директор Інституту та Музею історії науки у Флоренції, керував проектом зі створення робочої моделі на основі дизайну, створеного да Вінчі близько 1478 року. Відео показує їхню ретельно виготовлену машину в дії. Часто згадуваний як перший приклад самохідного транспортного засобу і програмованої машини, цей проект також можна вважати першим у світі автомобілем-роботом, оскільки він не мав водія.

Ідея автономного автомобіля знову з'явилася на Всесвітній виставці в Нью-Йорку 1939 року в експозиції «Футурама», спонсором якої була корпорація General Motors. Інсталяція захопила увагу публіки своїм баченням світу на 20 років вперед, демонструючи самокеровані автомобілі, що працюють на автоматизованій системі автомагістралей. Шістнадцять років

потому General Motors розширила тему розумних доріг і безпілотних автомобілів у музичній короткометражці «Ключ до майбутнього». Фільм про безмежно веселу родину, яка насолоджується чудесами автопілота, демонструвався на автосалоні Motorgama 1956 року, який відвідало понад 2,2 мільйона глядачів у різних містах США.

Через 50 років розвиток автономних транспортних засобів набрав значних обертів завдяки конкурсу DARPA Grand Challenge, проведеному Міністерством оборони США у 2005 році, та DARPA Urban Challenge у 2007 році. У кожному з них команди-учасниці повинні були побудувати безпілотний транспортний засіб і пройти дистанцію за певний проміжок часу. Це дало значний поштовх розвитку таких технологій, як програмне забезпечення для транспортних засобів і робототехніка, і стало переломним моментом для технологічного прогресу в галузі безпілотних транспортних засобів.

Відтоді BMW, Audi, Daimler, Google, Tesla, Uber, Baidu та багато інших компаній продовжують розвивати технології автономних транспортних засобів у різні способи. Тим часом, політики в багатьох країнах почали готувати нові правила для майбутнього автономних транспортних засобів. Від страхування і стандартів до інфраструктури та допоміжних технологій – зараз вже вся автомобільна екосистема відіграє активну роль у впровадженні змін, які чекають на нас попереду.

УДК 629.113

Костильов А.М.<sup>1</sup>

Артюх О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-112м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **АПАРАТНІ ЕЛЕМЕНТИ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Апаратні елементи, які роблять можливим повністю автономне водіння, для простоти розділяють на три основні категорії: датчики, обчислювальна платформа та інтерфейс виконавчого механізму.

Механічні компоненти, з яких складаються стандартні транспортні засоби, це двигун, трансмісія, силова передача і підвіска. Для стислості вважають що кожна з цих частин або систем контролюється одним або декількома електронними блоками управління (ЕБУ), які відповідають за забезпечення її безпечної та належної роботи. Наприклад, коли інтерфейс приводу посилає команду на рульове колесо повернути кермо на кілька градусів вліво, він передбачає, що ЕБУ, який відповідає за привід рульового

колеса, правильно інтерпретує команду, виконає ряд внутрішніх дій для виконання команди і проконтролює кінцевий вихідний сигнал.

Датчики – є «очами і вухами» автономного автомобіля. Отже першим кроком у створенні самокерованого автомобіля є отримання інформації про навколишнє середовище, і датчики, безсумнівно, є найважливішим способом досягнення цієї мети. Існує два типи датчиків: пасивні та активні. Пасивні датчики працюють, поглинаючи енергію навколишнього середовища, тоді як активні датчики випромінюють певну форму енергії в навколишнє середовище, приймають і вимірюють відбиті сигнали. Наприклад, камери є пасивними, а радари та лідари – активними.

Здатність активних датчиків працювати в різних умовах навколишнього середовища залежить від їхнього конкретного режиму роботи; наприклад, лідари працюють у темряві, а камери, як правило, ні, хоча і ті, та інші покладаються на світлову енергію. Незалежно від того, яку технологію вони використовують, активні сенсори також повинні бути здатні боротися з шумом і перешкодами з навколишнього середовища.

Окрім сприйняття зовнішнього середовища, самокеровані транспортні засоби також повинні вимірювати свій внутрішній стан. Датчики, які вимірюють внутрішній стан автомобіля, називаються пропріоцептивними, тоді як ті, що дозволяють автомобілю «бачити» зовні, називаються екстероцептивними.

Зазвичай автономний автомобіль використовує обидва типи датчиків для розрахунку положення транспортного засобу відносно навколишнього середовища. Тим не менш, важливо, щоб автомобіль мав можливість розраховувати своє положення виключно на основі показань пропріоцептивних датчиків, оскільки інформація від екстероцептивних датчиків не завжди може бути доступною.

Кожен сенсор має свої унікальні властивості, які визначають рівень його складності. Деякі датчики легко вбудувати в транспортні засоби, оскільки вони призначені для виконання однієї мети, а отже, мають обмежені можливості та складність. До цієї категорії зазвичай належать тактильні, моторні датчики та датчики курсу. Інші датчики є більш складними і вимагають використання алгоритмів для використання повного потенціалу інформації, яку вони надають. Зазвичай це датчики, які покладаються на форми енергії, які складніше контролювати і виявляти.

До цієї категорії належать активні датчики дальності (ультразвукові датчики), датчики руху/швидкості (доплерівські радари) і датчики зору (камери). Використання їхньої складності приносить свої плоди: вони надають ширший спектр багатой і різноманітної інформації і мають ширший діапазон роботи. Деякі з них навіть можна використовувати для кількох цілей, наприклад, для одночасного визначення дальності та виявлення.

Датчики автономного автомобіля збирають дані і передають їх на обчислювальну платформу, яка аналізує дані і визначає, які дії повинен виконати автомобіль далі. Загалом, датчики - це лише частина рівняння.

Зазвичай вони повинні супроводжуватися набором програмних компонентів та інструментів, які обробляють необроблені дані датчиків, надаючи їм значення, що дозволяє автомобілю використовувати інформацію для прийняття рішень.

Ця комбінація допоміжних програмних компонентів та інструментів формує те, що називається проміжним програмним забезпеченням, проміжним рівнем архітектури системи, який заповнює прогалину між апаратним забезпеченням (датчиками та виконавчими механізмами) та алгоритмами.

Таким чином, перед розробниками автономних транспортних засобів стоїть триєдине завдання. По-перше, спроектувати оптимальну конфігурацію датчиків з урахуванням функціональності, вартості, конструкції транспортного засобу та інших факторів. По-друге, реалізувати алгоритми та інші інструменти, які здатні обробляти ці дані та приймати найкращі рішення для досягнення поставленої мети. По-третє, дати вказівку платформі транспортного засобу виконати бажану дію.

УДК 629.113

Безпалько М.В.<sup>1</sup>

Артюх О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-119 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **ВІД СКЛАДНОЇ CAD-МОДЕЛІ ДО ВИЛИВКИ: ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ**

Використання САПР у виробництві підвищує ефективність і точність проектування та розробки продукції в автомобільній галузі. Однак, створення складної CAD-моделі – це лише перший крок у створенні фізичного продукту в машинобудівництві.

У цій тезі описано виклики та можливості при перетворенні CAD-моделей у лиття, широко використовуваного методу виготовлення металевих деталей у лиття. Комп'ютерне проектування (САПР) дозволяє дизайнерам створювати детальні тривимірні моделі своїх виробів, які потім можна використовувати для моделювання продуктивності та перевірки функціональності до того, як будуть виготовлені фізичні прототипи.

Наприклад, блок циліндрів може бути розроблений у CAD-системі, яка включає в себе точні параметри деталей, розміри і матеріал, що дозволяє

виробити високоякісний прототип, а потім створити навіть більш складні вироби за допомогою виливки.

Іншим прикладом може бути дизайн автомобільного двигуна, який складається з багатьох складних деталей, таких як поршні, клапани, колінчасті вали і так далі. Ці деталі можуть бути проєктовані в CAD-системі, після чого можна використовувати машинобудуванні для створення високоякісних виливок для виробництва фізичних деталей.

Створення відливки з CAD-моделі включає кілька етапів, включаючи створення моделі або прес-форми, відливки, яка потім заповнюється розплавленим матеріалом та твердіє, утворюючи готову відливку. Цей процес є важливим у виробництві компонентів для машин та інших технічних пристроїв, оскільки він дозволяє створювати складні форми та забезпечувати високу точність та якість виготовлених деталей. Розташування та конструкція цих елементів мають вирішальне значення для успіху у процесі лиття.

Сам процес лиття пов'язаний з низкою проблем, зокрема, з необхідністю підтримувати постійну температуру протягом усього процесу лиття, щоб забезпечити рівномірне застигання металу. Крім того, використання різних типів металів і сплавів може вплинути на процес лиття, оскільки кожен метал має свої унікальні властивості, які необхідно враховувати.

Ще одним важливим моментом при перетворенні складних CAD-моделей у виливки є мінімізація кількості дефектів у кінцевому продукті. Дефекти можуть виникати з багатьох причин, включаючи неправильний дизайн моделі та форми, неправильну конструкцію, а також поганий контроль процесу лиття. Дефекти можуть призвести до збільшення кількості браку, погіршення якості продукції та збільшення витрат.

Незважаючи на труднощі, пов'язані з перетворенням складної CAD-моделі у виливок, існує також багато можливостей для підвищення ефективності та якості виробничого процесу. Сучасне програмне забезпечення САПР можна використовувати для моделювання процесу лиття та виявлення потенційних проблем ще до того, як буде виготовлено виливок. Це може заощадити час і знизити витрати на проєктуванні автомобіля або вузла. Це дозволяє дизайнерам вносити зміни в модель або форму до того, як вона буде створена.

Сучасні матеріали та технології виробництва, включаючи 3D-друк та адитивне виробництво, дозволяють створювати складні форми, які традиційно було складно виготовити, та скорочують час та витрати для створення моделей і форм. Перетворення CAD-моделі у виливок вимагає уважного врахування багатьох факторів, але сучасні програмні засоби та технології виробництва дозволяють підвищити ефективність та якість процесу розробки, виготовлення в автомобільній галузі.

УДК 629.113

Безпалько М.В.<sup>1</sup>

Артюх О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-119 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **3D-ДРУК У МАШИНОБУДУВАННІ З ІНТЕГРАЦІЄЮ CAD/CAM/CAE**

Машинобудування – це велика галузь, яка включає в себе проектування, розробку та виробництво механічних систем і компонентів. 3D-друк – це процес адитивного виробництва, який дозволяє виробникам з легкістю створювати складні геометрії та структури. Інтеграція програмного забезпечення для автоматизованого проектування (CAD), автоматизованого виробництва (CAM) та автоматизованого інжинірингу (CAE) з 3D-друком підвищує ефективність і точність процесу проектування та виробництва в машинобудівній галузі. Це дозволяє виробляти складні деталі за менший час і з меншою кількістю відходів.

Використання 3D-друку в машинобудуванні має низку переваг, серед яких наступні.

1. Скорочення часу виконання замовлення. 3D-друк дозволяє виробникам виготовляти деталі за менший час, ніж традиційні методи виробництва. Це пов'язано з тим, що 3D-друк усуває потребу в інструментах і формах, на виготовлення яких можуть піти тижні або навіть місяці.

2. Підвищення ефективності. Завдяки 3D-друку виробники можуть виготовляти деталі з більшою точністю і послідовністю, зменшуючи ризик помилок і дефектів. Це призводить до покращення якості.

3. Економія коштів. 3D-друк може бути більш економічно вигідним, ніж традиційні методи виробництва, особливо для невеликих серій або виготовлення деталей на замовлення. Це пов'язано з тим, що 3D-друк усуває потребу в інструментах і зменшує відходи матеріалів.

4. Гнучкість дизайну. 3D-друк дозволяє виготовляти складні геометричні форми та структури, які важко або неможливо виготовити традиційними методами. Це дозволяє дизайнерам створювати деталі з більшою функціональністю та продуктивністю.

Інтеграція програмного забезпечення CAD/CAM/CAE з 3D-друком:

1. Трансформує машинобудівну галузь. Програмне забезпечення CAD використовується для створення 3D-моделей деталей, які потім можна експортувати у вигляді STL-файлу – стандартного формату файлів, що використовується для 3D-друку. Програмне забезпечення CAM використовується для створення траєкторій руху інструменту для 3D-принтера, в той час як програмне забезпечення CAE може використовуватися для моделювання характеристик деталі до її друку.

2. Дозволяє підвищити гнучкість, точність і ефективність проектування. Наприклад, дизайнери можуть використовувати програмне забезпечення для моделювання, щоб перевірити роботу деталі до її друку, зменшуючи ризик помилок і дефектів. Програмне забезпечення САМ можна використовувати для оптимізації траєкторії руху інструменту для 3D-принтера, скорочуючи час друку і зменшуючи відходи матеріалу. Крім того, інтеграція програмного забезпечення CAD/CAM/CAE з 3D-друком дозволяє виготовляти деталі більшої складності та функціональності.

Висновок: 3D-друк у машинобудівній галузі дозволяє виробникам виготовляти деталі з більшою ефективністю, точністю та гнучкістю. Переваги є значними і включають в себе скорочення часу виконання замовлення, підвищення ефективності, економію витрат і гнучкість дизайну. Подальший розвиток та інтеграція 3D-друку з програмним забезпеченням CAD/CAM/CAE ще більше підвищить ефективність і точність процесу проектування та виробництва в машинобудуванні.

УДК 629.113

Ліньков Н.А.<sup>1</sup>

Щербина А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-110 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## ТЮНІНГ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Поняття форсування та тюнінгу двигуна (від англ. слів *force* – посилення, стимуляція і *tune* – налаштування) передбачає реалізацію цілого комплексу робіт з доопрацювання штатної заводської конструкції ДВЗ. Такі роботи спрямовані на підвищення величини крутного моменту форсованого двигуна та збільшення максимальних обертів. Іншими словами, форсований двигун має більшу потужність порівняно з базовим аналогом.

Для підвищення потужності двигуна проводиться заміна штатних деталей ДВЗ на тюнінгові, вносяться зміни до прошивки електронного блоку керування (чіп-тюнінг), здійснюється різнобічна доробка заводських вузлів.

Розглянемо тюнінг ДВЗ на прикладі двигуна ВАЗ 21124. Даний двигун 16 клапанний, має 89 к.с. Він з'явився в 2004 році шляхом реконструкції та вдосконалення двигуна 2112 та монтувався на автомобілі ВАЗ моделей 2110, 2111, 2112.

У ньому застосовується блок циліндрів з двигуна автомобіля ВАЗ 11183 (Калина), збільшився хід поршня з 71 мм до 75,6 мм, за рахунок цього об'єм став дорівнювати 1,6 л. За рахунок адаптації даного двигуна під норми Євро-3 підвищилися його екологічні показники, з'явилася тяга на низах, двигун



став спокійнішим. На цьому двигуні вирішена поширена проблема 16-клапанних двигунів – двигун ВАЗ 21124 не гне клапана, для цього на днищі поршня є лунки.

Велика кількість спеціалістів відзначають, що прошивка даного двигуна потрібна для більш ретельного і правильного налаштування, після доробки двигуна. Найпростіший і стандартний спосіб для збільшення потужності даного двигуна, це замінити розподільні вали на вдосконалені вали 8,9/280 (де 8,9 – це висота підйому клапана, 280 градусів – фаза відкриття клапанів). Цей розподільний вал характеризується широким діапазоном роботи та відмінною тягою. Відчутне збільшення потужності двигуна відбувається на більш високих обертах, приблизно від 4–4,5 тис. обертів. Щоб точно виставити розташування колінчастого та розподільного валів, для оптимізації фаз газорозподілу та можливості їх оперативного коригування, докуповуються розрізні шестерні. Треба відзначити, що установка тюнінгованих валів без налаштування фаз ГРМ за допомогою розрізної шестерні втрачає всякий сенс, так як ми не отримаємо бажаного приросту потужності двигуна. Розрізна шестерня розподільного валу може налаштовувати різні режими в залежності від того, що ви хочете отримати від двигуна. Це може бути режим для звичайного руху зі збільшенням крутного моменту на середніх обертах або «верховий» режим на високих оборотах.

Наступним шагом в вдосконаленні такого двигуна є видалення каталітичного нейтралізатора, а замість нього встановлення довгого колектору. Його конструкція така, що чотири труби від циліндрів з'єднуються спочатку попарно, а потім в одну загальну трубу. Потім встановлюється прямоточний вихлоп та спортивний ресивер. Збільшення потужності на середніх і великих оборотах відбувається за рахунок того, що спортивний ресивер має більш короткі та широкі впускні канали, ніж штатний. Дросельний патрубок штатної системи упорскування має діаметр 46 мм. Для покращення наповнення циліндрів повітряно – паливним зарядом збільшують діаметр заслінки до 54–56 мм.

Чіп-тюнінг, тобто зміна параметрів роботи електронного блоку керування, дозволяє змінювати налаштування роботи двигуна, наприклад, такі, як зміна кутів випередження запалення. В результаті в кінці такту стиснення відбувається запалення суміші і створюється збільшений тиск газів на поршень, крутний момент також зростає.

Усі ці вдосконалення та доробітки дозволяють підвищити потужність даного двигуна з 89 к.с. до 120 к.с. Але потрібно відзначити, що навіть якщо всі операції з прошивки та налаштування виконані правильно, збільшення потужності та крутного моменту так чи інакше означатиме прискорений знос ДВЗ. Перш за все, відбувається прискорене механічне зношування навантажених елементів і пар тертя (поршневе кільце і стінки циліндрів, шатунні та корінні вкладиші відповідно в місцях з'єднання шатунів з колінвалом, і ліжка блоку циліндрів з колінвалом і т.п.)

УДК 629.113

Шевченко Є.О.<sup>1</sup>

Щербина А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-211 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## ДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИЧНА КРИВА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Динамічна характеристична крива системи електропостачання є зміною напруги АКБ стосовно струму АКБ під час циклу руху (рис. 1).

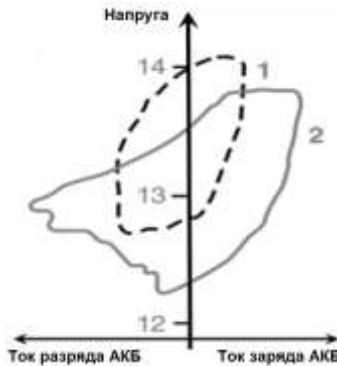


Рисунок 1 – Динамічна характеристична крива системи електропостачання автомобіля: 1 – при великій потужності генератора та невеликій ємності АКБ;

2 – при невеликій потужності генератора та великій ємності АКБ

Оминаюча крива вказує на загальну взаємодію елементів системи електропостачання (АКБ, генератора, споживачів), а також вплив температури навколишнього повітря, частоти обертання (визначає величину вироблюваного генератором струму) і передатного відношення шків двигуна внутрішнього згорання – шків генератора. Треба відзначити, що збільшення передавального відношення веде до збільшення крутизни струмошвидкісної характеристики, а, отже, до збільшення струму генератора. А також при низькій температурі повітря генератор здатний віддати більший на 15–20% струм завдяки зниженому опорі електричних проводів, при високій температурі енергетичні можливості генератора навпаки знижуються.

Велика площа оминаючої кривої означає, що при такому виконанні бортової мережі в обраному циклі руху виникають сильні коливання напруги, а АКБ швидше замикається у цикл, тобто переходить від прийому заряду до

віддачі електроенергії. Таким чином, ступінь зарядженості АКБ зазнає сильні тимчасові зміни.

Дана характеристична крива системи електропостачання підходить для будь-якої комбінації умов експлуатації та режимів руху автомобіля. Характеристична крива системи може вимірюватися на клеммах АКБ та відображатися графічно за допомогою вимірювальної системи.

На роботу системи електропостачання значно впливає не тільки зміна навантаження, швидкості руху та погодно-кліматичні фактори, але не менше значення має зміна технічного стану елементів системи електропостачання.

УДК 629.113

Сіланов М.В.<sup>1</sup>

Щербина А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-121сп НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## ТЕПЛОВІЗІЙНА ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЯ

Тепловий (тепловізійний) контроль – неруйнуючий метод контролю за допомогою температури. Основна умова його застосування – наявність у контрольованому об'єкті теплових потоків. Інструмент для спостереження за розподілом температури досліджуваної поверхні називається тепловізором.

За місцем діагностики тепловізор може використовуватися для діагностики: електрообладнання (електричні ланцюги), салону, двигуна, трансмісії та ходової частини, системи випуску відпрацьованих газів, кузова та іншого.

Наприклад, для дослідження токо-витоків в монтажному блоці за допомогою тепловізора виявляють елемент, який нагрівається і те, за що він відповідає. Можна визначити за допомогою такого інструменту справність підігріву сидіння або підігрівачів скла – на екрані тепловізора буде видно нитки підігріву, спіралі та їх справність. В двигуні є можливість виявити проблемний циліндр, який не дає вклад в роботу мотора. Через інструмент, направлений на випускний колектор, де розташовані патрубки, буде видно на екрані тепловізора їх колір (температуру), і якщо один буде відрізнятися кольором, він і є проблемним. Аналіз робиться за допомогою порівняння з іншими патрубками. Також є можливість діагностувати систему охолодження, спостерігаючи через тепловізор нагрів патрубків с антифризом, можна зробити висновки про роботу системи охолодження та опалення. Можливо виявити ступінь забитості радіатора по більш холодним ділянкам на дисплеї приладу. Навіть можливо оцінити розвал і сходження по нерівномірності прогріву шин, що буде видно на засобі виміру.

Більш докладно зупинимось на використанні теплового методу в діагностиці кузова автомобіля. Він допомагає діагностувати, як доаварійний, так і післяаварійний стан кузова автомобіля. Він дає можливість, не руйнуючи лакофарбове покриття кузова автомобіля, виявити його «лікарську» історію, а саме скриті дефекти та неявні факти руйнування елементів транспорту, з можливим виявленням причин. Зазвичай така методика діагностування кузова полягає в наступному. Береться автомобіль, який необхідно перевірити, його видержують в фарбувально-сушильній камері при температурі 50°C на протязі 15 хв. Далі він встановлюється на пост кузовного ремонту для подальшої діагностики. За допомогою тепловізійної камери, налаштування якої корегують, щоб врахувати ізотермічні дані, починають вимірювати та спостерігати температуру на певній частині кузова. При цьому, найбільш піддані термічному впливу ділянки кузова інтенсивно випромінюють теплоту, вони будуть більш яркого кольору. Це означає, що дані зони підвергались механічній обробці або зварці. Якщо такі зони спостерігаються, наприклад, в місцях стиковки задньої панелі з силовими елементами, то очевидна заміна задньої панелі.

Таким чином, можна зробити висновок, що раніше фактично невикористовуваний спосіб тепловізійного контролю при діагностуванні кузовів автомобілів є ефективним і перспективним методом визначення технічного стану кузовів легкових автомобілів.

УДК 629.113

Штим Д.В.<sup>1</sup>

Щербина А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. Т-211 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **РОБОТА АКБ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Надійний запуск двигуна в умовах низьких від'ємних температур є важливим для забезпечення ефективної експлуатації транспортних засобів, особливо в зимовий період та в північних регіонах.

Основними причинами, що ускладнюють запуск двигуна в умовах низьких температур, є збільшення моменту опору прокручування колінчастого валу через зростання в'язкості моторного мастила, а також зниження енергетичних показників електростартерної системи запуску через зростання внутрішнього опору акумуляторної батареї (АКБ).

Схема пуску ДВЗ описується законом Ома для повного кола. ЕРС АКБ мало залежить від температури і не залежить від кількості енергії в АКБ.

Активний опір навантаження, тобто стартера, зменшується приблизно втричі при переході від режиму з номінальною потужністю до режиму з максимальною потужністю. Через наявність внутрішнього опору АКБ напруга на виводах електростартеру знижується. При зниженні напруги на клеммах АКБ зменшується частота обертання та потужність електростартеру.

Збільшення внутрішнього опору АКБ в умовах низьких від'ємних температур є однією з причин утрудненого запуску ДВЗ, оскільки даний параметр оказує вирішальний вплив на робочі та механічні характеристики стартерного електродвигуна і значно впливає на можливість пуску ДВЗ.

Вплив температури навколишнього середовища на роботу системи пуску добре демонструє спільна вольт-амперна характеристика (ВАХ) АКБ та стартера на рисунку 1.

З рисунку видно, що при зниженні температури електроліту різко зростає внутрішній опір АКБ, який чисельно дорівнює тангенсу кута нахилу навантажувальної характеристики щодо осі абсцис ( $2tg(\alpha)tg(\beta)$ ). При зміні температури електроліту від  $+20^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$  внутрішній опір збільшується майже вдвічі (рис. 1).

Точки перетину вольт-амперних характеристик стартера, що працює в різних режимах експлуатації, і навантажувальні прямі при різних температурах, дозволяють визначити потужності, споживані стартером. Зокрема, добре видно, що у робочих режимах експлуатації при температурі електроліту  $T = -30^{\circ}\text{C}$  стартер не розвиває номінальної потужності. Потужність стартера при  $T = -30^{\circ}\text{C}$  виявляється нижче в 1,3÷2 рази проти умов при  $T = +20^{\circ}\text{C}$ .

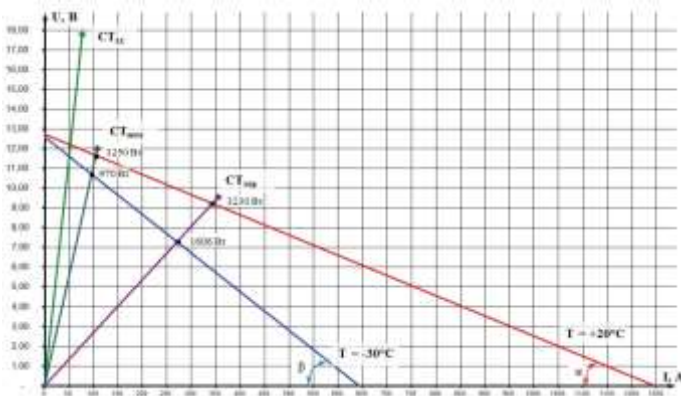


Рисунок 1 – Вольт-амперні характеристики стартера та АКБ ємністю 60 Аг при різних температурах

Передпускова тепла підготовка двигуна та АКБ може бути ефективним методом полегшення запуску двигуна в умовах низьких від’ємних температур, оскільки вона сприяє зниженню внутрішнього опору АКБ та забезпечує оптимальні умови для роботи електростартерної системи.

УДК 629.113

Дударенко О.В.<sup>1</sup>

Степаненко М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-212\_2 НУ «Запорізька політехніка»

## **АВТОМОБІЛІ, ЩО ЗМІНЮЮТЬ КОЛІР**

Лакофарбове покриття автомобіля – це покриття, яке наноситься на поверхню для захисту її від корозії, впливу атмосферних умов, а також для надання естетичного вигляду. Лакофарбове покриття включає захисний антикорозійний шар, ґрунт, фарбу і лак. Від нітроемалей виробники відмовилися і на сьогоднішній день використовують алкідні та акрилові фарби.

В 2022 році на виставці електроніки CES (International Consumer Electronics Show) у Лас-Вегасі був представлений автомобіль BMW iX Flow, що змінює свій колір. Кузов автомобіля покритий так званими електронними чорнилами. Ця технологія розроблена на початку 90-х і називається Electronic Ink (Електронні чорнила). В її основі лежить принцип електрофорезу. В даний час використовується масово для електронних книг.

Мільйони мікрокапсул, розташовані по всьому кузову, які містять негативно заряджені білі пігменти та позитивно заряджені чорні дозволяють при подачі електрики утворити заданий водієм відтінок.

Ця технологія відкриває нескінченні можливості для персоналізації вашої машини.

Можливо, у майбутньому автомобілі спілкуватимуться між собою через світлові сигнали, а можливо, вони спілкуватимуться за допомогою фарби.

## СЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 656.039.42

Васильєва Л. О.<sup>1</sup>, Матвієнко А. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-310 НУ «Запорізька політехніка»

### ЕЛЕКТРОННА ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНА НАКЛАДНА Е-ТТН: ЇЇ ЦІЛІ ТА ПЕРЕВАГИ

Починаючи з 2019 року в Україні після внесення змін до Правил перевезення вантажів автотранспортом (наказ Міністерства інфраструктури від 03.06.2019 № 413) всі учасники процесу перевезень отримали можливість застосовувати товарно-транспортну накладну в електронній формі (е-ТТН). Поряд з електронними накладними використовувався і паперовий варіант накладної ТТН. У січні 2022 року у Верховній Раді України було зареєстровано законопроект № 6534 «Про внесення змін до Закону України «Про автомобільний транспорт» щодо введення електронної товарно-транспортної накладної». Це дає можливість на законодавчому рівні впровадити використання термінів, які пов'язані з застосуванням цифрових технологій у сфері автомобільних вантажних перевезень. Метою змін є стимулювання подальшої цифровізації економічних процесів в Україні. Запропоновані рішення сприятимуть боротьбі з тіньовою економікою в Україні [1] завдяки введенню в оборот електронних товарно-транспортних накладних, що дозволить суттєво полегшити перевізний процес.

З 1 лютого 2023 року розпочато процес тестування та адаптації підприємств до використання е-ТТН, оскільки вже з 1 серпня 2023 р. це буде обов'язково для всіх суб'єктів транспортно-технологічного процесу перевезення вантажів автотранспортом.

Впроваджується система е-ТТН Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури України за підтримки Міністерства цифрової трансформації України та USAID / aid проекту «Прозорість та підзвітність у державному управлінні та послугах / TAPAS» та за участі громадського об'єднання «Інститут аналітики та адвокації». Остання протягом періоду адаптації виконує функції адміністратора системи е-ТТН.

Система електронного документообігу е-ТТН – це важливий інструмент інформаційно-телекомунікаційної системи, яка має високий рівень безпеки і захисту інформації від негативних чинників, таких як втрата документу, неправомірне використання накладної та небажаного внесення змін. До складу системи входить реєстр електронних товарно-транспортних накладних е-ТТН та програмні засоби, що дозволяють здійснювати обмін даними та взаємодіяти з існуючими платформами електронного

документообігу (ЕДО) та будь-якими іншими електронними інформаційно-телекомунікаційними системами [2].

На цей час вже три компанії-провайдери (EDIN, ПТАХ та AgriChain) завершили процедуру тестування для взаємодії з Системою електронного документообігу е-ТТН.

У порівнянні із паперовим варіантом оформлення е-ТТН дозволяє додавати в документ будь-які відомості, окрім тих, що передбачені у бланку (рис. 1).

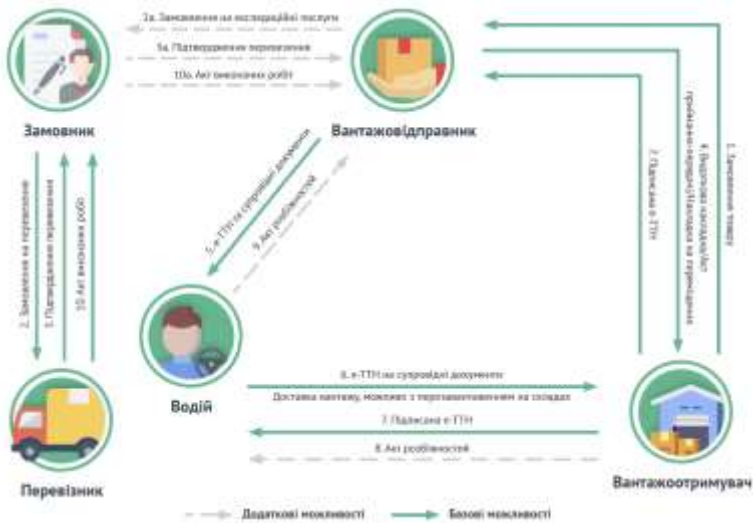


Рисунок 1 – Етапи оформлення електронної ТТН

При оформленні е-ТТН всі додаткові документи, пов'язані з електронною накладною, також оформлюються в електронному виді. Підписання електронної накладної на різних етапах оформлення всіма учасниками перевізного процесу відбувається через електронний цифровий підпис (ЕЦП). Поряд із е-ТТН оформляється один екземпляр паперової товарно-транспортної накладної, який потрібен для перевірки на дорозі. В паперовій ТТН всі підписи проставляються вручну [3].

Функціонал для роботи з електронною накладною уніфікований та підходить для будь-якого підприємства, на якому використовуються товарно-транспортні накладні.

Електронний документообіг відкриває нові можливості в організації перевезень вантажів та надає такі переваги [3]:

- використання безпаперового документообігу та спрощення процесу обміну ТТН між учасниками процесу вантажних перевезень;



- економія часу та різних ресурсів;
  - практично повністю виключаються зловживання, особливо корупційні, на всіх рівнях через прозорість системи;
  - впровадження електронної технології має позитивний екологічний вплив.
- За підрахунками Міністерства інфраструктури можна заощадити на друці та обігу паперових ТТН понад 500 млн. грн щороку;
- миттєвий взаємний обмін електронними документами на всіх етапах процесу доставки та доступ до актуальної інформації з необхідних реєстрів онлайн;
  - надійне зберігання і пошук ТТН в електронному архіві;
  - застосування штрафних санкцій при порушенні умов договору перевезення в автоматизованому режимі тощо.

При розробці е-ТТН було враховано необхідність підписання документу з мобільних пристроїв, таких як планшет або смартфон, що дуже зручно в практичному використанні для всіх учасників перевізного процесу, включаючи перевізника, вантажовласників, експедитора [4].

Усі дані, внесені в е-ТТН, будуть міститися в захищеному реєстрі Міністерства інфраструктури України. Система не передбачає накопичення інформації про ціну, кількість товару тощо. Основне завдання – збір реєстраційних даних про учасників процесу перевезень, пунктів, з яких та в які перевозиться товар, вага та група, до якої ставиться товар (загальна чи спеціальна), а також номерні знаки автомобіля, який виконує перевезення.

Запровадження е-ТТН відкриває нові можливості для українського ринку та сприяє розвитку цифрової економіки в Україні та є першим кроком до впровадження в перевезення міжнародної транспортної накладної е-CMR.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Фінансовий моніторинг 2023: веб-сайт. – URL: [https://biz.ligazakon.net/news/217058\\_e-ttn-stane-obovyazkovoyu-z-1-serpnya-2023-roku](https://biz.ligazakon.net/news/217058_e-ttn-stane-obovyazkovoyu-z-1-serpnya-2023-roku)
2. Новини «М.Е.Doc» : веб-сайт. – URL: [https://medoc.ua/media/pro-legtimzascju-e-ttn-perevagi-dlja-ukranskogo-bznesu-ta-funkcional-programi-medoc-shho-zabezpechu-e-obmn
3. Закон help : Документальне оформлення перевезень : веб-сайт. – URL: <https://zakon.help/article/ttn-elektronna-ttn-tovarno-transportna-nakladna-ttn?menu=153>
4. Міністерство інфраструктури України : Новини : веб-сайт. – URL: <https://mtu.gov.ua/news/31447.html>

## **ЗМІНИ В ПРАВИЛАХ ДОРОЖНЬОГО РУХУ УКРАЇНИ: ПОЗИТИВНІ ТА НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ**

Зміни в Правилах дорожнього руху України обумовлені розвитком законодавчої бази, зміною в структурі Міністерства внутрішніх справ, впровадження сучасних технологій в сфері організації та безпеки дорожнього руху, еволюцією елементів конструктивної безпеки транспортних засобів та багатьма іншими чинниками. Як правило, зміни в Закон України «Про дорожній рух», і далі, в підпорядкованому документі, в Правилах дорожнього руху, є результатом розвитку та несуть турботу про підвищення безпеки учасників дорожнього руху. Наприклад, Постанова Кабінету Міністрів України № 1105 від 11 листопада 2020 р. внесла зміни в розділ 4 Правил дорожнього руху України, а саме в п. 4.4. Який гласить в старій редакції: «У темну пору доби та в умовах недостатньої видимості пішоходи, які рухаються проїзною частиною чи узбіччям, повинні виділити себе, а за можливості мати на зовнішньому одязі світлоповертальні елементи, для своєчасного їх виявлення іншими учасниками дорожнього руху». Нова редакція цього пункту: «У темну пору доби та в умовах недостатньої видимості пішоходи, які рухаються проїзною частиною чи узбіччям, повинні використовувати світлоповертальні елементи (стрічку, наклейку, жилет тощо) або бути в одязі, який має світлоповертальні елементи, для своєчасного їх виявлення іншими учасниками дорожнього руху».

Тобто, якщо стара редакція пункту мала м'яке формулювання: «за можливості мати на зовнішньому одязі світлоповертальні елементи», то нова редакція більш суворо вказує на зобов'язання пішоходів: «повинні використовувати світлоповертальні елементи». В новій редакції відчуваються більш жорсткі умови виконання обов'язків пішоходів.

Однак, деякі зміни в ПДР викликають здивування фахівців тим, що їх впровадження не йдуть на користь безпеці дорожнього руху, а навпаки, створюють перешкоду для контролю за рівнем та якістю підготовки водіїв до відповідальної участі у дорожньому русі як безпечних учасників транспортного потоку. Наприклад, Постанова Кабінету Міністрів України № 161 від 22 березня 2017 р. внесла зміни в розділ 2 Правил дорожнього руху України, а саме в п. 2.6. Стара редакція: «За рішенням уповноваженої на те особи Державтоінспекції, за наявності на те підстав, водій зобов'язаний пройти позачерговий медичний огляд з метою визначення здатності безпечно керувати транспортним засобом і перевірку знання цих Правил та навичок

водіння». Нова редакція: «За рішенням поліцейського за наявності відповідних підстав водій зобов'язаний пройти позачерговий медичний огляд з метою визначення здатності безпечно керувати транспортним засобом». Таким чином цією постановою була знищена можливість зобов'язати водія – порушника пройти перевірку знання ПДР та навичок водіння. Враховуючи, який був рівень корупції серед працівників Державтоінспекції, можна передбачити, що раніше істотна кількість водіїв отримали свої посвідчення без відповідного навчання та складання іспитів. Тому ліквідація можливості перевірити рівень їх знань ПДР викликає здивування та сумнів щодо користі та підвищення рівня безпеки серед учасників дорожнього руху.

УДК 629.113

Лебідь Г.О.<sup>1</sup>, Похиленко А.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-319 НУ «Запорізька політехніка»

## **МЕТОДИ ВИБОРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ**

Завдання організації пасажирських перевезень в містах мають важливе значення для нормального функціонування всіх галузей міського господарства, задоволення потреб населення в пересуваннях до місць праці та навчання та ін. Це має як економічне, так і соціальне значення для суспільства [1].

При виборі автотранспортних засобів, які доцільно використовувати при існуючому пасажиропотоці, необхідно враховувати техніко-експлуатаційні та економічні показники, а також спиратися на напруженість пасажиропотоку на маршруті та нерівномірність його розподілення за годинами доби.

При виборі марки автобуса та його місткості існує дві точки зору [1]:

– точка зору пасажирів, для яких зручно, щоб було якомога більше автобусів малої місткості, які рухаються з невеликим інтервалом, що скорочує час на очікування;

– точка зору автотранспортного підприємства, для якого вигіднішими з економічної точки зору є автобуси великої місткості, що значно скорочує їх кількість та збільшує інтервал руху.

Для вибору оптимальної кількості транспортних засобів слід враховувати групу наступних факторів:

економічні (витрати на ремонт та технічне обслуговування, капітальні вкладення, поточні витрати, а також витрати часу пасажирями при очікуванні поїздки);

соціальні (комфортабельність транспортних засобів, наявність кваліфікованого водійського персоналу);  
технічні (конструкція та технічна характеристика автобусів, дорожні умови, пропускна спроможність автодоріг та місткість зупиночних пунктів);  
експлуатаційні (існуючий пасажиропотік, максимально допустимий інтервал руху);  
нормативні (максимально допустима місткість автобуса, дотримання вимог щодо безпеки руху та перевезення пасажирів, екологічні вимоги);  
архітектурно-планувальні;  
санітарно-гігієнічні;  
місцеві умови.

Таким чином, для того, щоб правильно вибрати транспортний засіб для здійснення перевезень по маршрутах міста, необхідно врахувати тільки суспільні інтереси. Для правильного вирішення цього завдання найбільш доцільною є технічна група методів, при яких враховуються як інтереси транспортних організацій, так і інтереси пасажирів.

Для цього були проведені заходи щодо обстеження пасажиропотоків по маршрутах міста, на яких необхідно удосконалити процес перевезення пасажирів (визначити потрібну кількість автобусів та встановити оптимальні інтервали руху як у години «пік», так і у звичайні години роботи).

Для цього був застосований візуальний метод обстеження пасажиропотоку, який дозволяє за бальною системою визначити наповнення салону автобуса: 1 бал – коли в салоні автобуса є вільні місця для проїзду сидячи; 2 бали – всі місця для проїзду сидячи зайняті; 3 бали – зайняті всі сидячі місця і пасажирів стоять вільно в проходах і накопичувальних майданчиках; 4 бали – номінальна місткість використана повністю; 5 балів – автобус переповнений, і частина пасажирів залишається на зупинці [1;2].

Даний метод дає можливість проаналізувати наскільки існуючі транспортні засоби за кількістю та місткістю відповідають існуючому пасажиропотоку, надає інформацію про регулярність руху автобусів, дозволяє за необхідністю змінити графік руху транспортних засобів, оптимізувати їх кількість, зменшити перевантаження на маршрутах.

Таким чином, наявність достовірних даних про пасажиропотік дозволяє раціонально організувати роботу автомобільних транспортних засобів на лінії, координуючи її з графіком руху інших видів транспорту, проводити повну або часткову зміну маршрутної мережі, розробляти нові маршрути руху, вибирати тип рухомого складу і визначати необхідну пасажиромісткість.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Вакуленко К. Є. Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с.

Марунич В.С., Шморгун Л.Г. та інш. Організація та управління пасажирськими перевезеннями / В.С. Марунич, Л.Г. Шморгун – К: Міленіум, 2017. – 528с.

УДК 656.02

Падченко О.О.<sup>1</sup>, Пилипчук А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-310сп НУ «Запорізька політехніка»

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Удосконалення транспортного обслуговування промислових підприємств в сучасних умовах потребує розробки нових підходів, які полягають у взаємодії транспорту і виробництва. Такий підхід дозволяє знизити витрати на транспортування сировини та готової продукції, а також дає змогу адаптуватися промисловим підприємствам до складних умов економічного середовища, яке є нестабільним та динамічним.

Сучасні промислові підприємства функціонують в умовах значних обсягів переміщення вантажів між структурними підрозділами, які працюють за безперервним режимом роботи в умовах жорстко регламентованої технології виготовлення продукції.

Транспорт підприємства є складною системою зі значним числом складових елементів, складною внутрішньою структурою, наявністю тісного взаємозв'язку внутрішньозаводського транспорту з основним виробництвом [1; 2].

Рівень організації роботи внутрішньозаводського промислового транспорту суттєво впливає як на економічні показники транспортного підрозділу, так і на результати виробничої діяльності підприємства загалом [1].

Серед основних задач транспортного відділу підприємства виділяють наступні:

- 1) забезпечення своєчасного і безперебійного транспортного обслуговування основних і допоміжних цехів і складських служб;
- 2) створення умов для забезпечення ритмічності та безперебійності виробничого процесу;
- 3) раціональному використанні транспортних засобів та пристроїв;

4) підвищення техніко-економічних показників роботи транспортних цехів;

5) скорочення витрат часу на транспортні операції.

Функції транспортного відділу підприємства полягають у наступному:

1) планування потреб у видах транспорту на основі розрахунків вантажопотоків і вантажообігу;

2) оперативне планування і диспетчеризація забезпечення підприємства всіма видами транспорту;

3) організація оглядів та ремонту транспортних засобів;

4) організація обслуговування транспортних засобів;

5) організація придбання нових транспортних засобів, їх реєстрація в державних органах, отримання ліцензій на перевезення вантажів і людей, списання та утилізації транспортних засобів.

Таким чином, рівень організації роботи внутрішньозаводського промислового транспорту суттєво впливає як на економічні показники транспортного підрозділу, так і на результати виробничої діяльності підприємства загалом, а підвищення ефективності роботи транспортно-виробничих процесів, виконання всіх перелічених функцій та задач дозволяє знизити витрати на транспортно-складську переробку готової продукції, а отже й знизить собівартість виробництва в цілому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <http://zaporizhstal.com/uk/pidpriyemstvo/zaporizhstal-sogodni/> (дата звернення 28.09.2019) – «Запоріжсталь сьогодні».

2 Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.

УДК 656.073:340

Васильєва Л.О.<sup>1</sup>, Острогляд О.О.<sup>1</sup>, Семенов Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-322м НУ «Запорізька політехніка»

## МИТНІ СПРОЩЕННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ

Імплементация положений Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом стосовно спрощення митних процедур сприяє процесу економічної інтеграції України до товарного ринку ЄС.

В Україні відбувається реформування митної системи у відповідності до норм Євросоюзу. Починаючи з 2016 року в Україні було запущено процес приєднання України до процедури спільного транзиту та впровадження Нової комп'ютеризованої транзитної системи NCTS (рис. 1) [1].

Процес приєднання до Конвенції про процедуру спільного транзиту передбачав впровадження та використання протягом певного періоду (мінімум один рік) основних положень Конвенції та національного ІТ продукту – Електронної транзитної системи EТС, яка є аналогом NCTS. По завершенні цього періоду за результатами позитивної оцінки Європейської Комісії з питань оподаткування та Митного Союзу (DG TAXUD) Україні було надано офіційне запрошення на приєднання до Конвенції. У березні 2021 року було завершено пілотний проект роботи за системою спільного транзиту, в якому прийняли участь Київська, Одеська, Північна та Волинські митниці. Протягом цього періоду оформлення товарів здійснювалось із застосуванням двох декларацій: митну транзитну декларацію T1UA та звичайну попередню декларацію IM EE [2].

В основу Нової комп'ютеризованої транзитної системи (New Computerized Transit System) покладено положення Конвенції про процедуру спільного транзиту. NCTS єднає митні служби країн-учасниць Конвенції та дозволяє провадити обмін митними даними для здійснення контролю за транзитними переміщеннями товарів і транспортних засобів. Доставка товарів за процедурою спільного транзиту доступна тільки для країн, які є учасниками Конвенції.

З першого серпня 2022 р. Україна виконала усі формальні процедури та приєдналася до Конвенції про процедуру спільного транзиту. Це дало доступ до впровадження митного безвізу та NCTS з першого жовтня 2022 р. Саме з цього моменту були встановлені єдині правила регулювання транзиту в Україні та державах Євросоюзу та інших державах-членах Конвенції. Разом з Україною таких держав на сьогодні 36.

Доставка зовнішньоторговельних вантажів відбувається в рамках однієї транзитної процедури: від митниці в країні відправлення до митниці в країні призначення за однією транзитною декларацією із забезпеченням однієї фінансової гарантії, яка діє на території всіх країн-учасниць Конвенції [3].



Рисунок 1 – Етапи приєднання України до процедури спільного транзиту

Завдяки приєднанню України до Конвенції українські підприємці мають можливість прискореного оформлення зовнішньоторговельних вантажів при переміщенні через митний кордон України; користуватися транзитними спрощеннями у 35 країнах-членах Конвенції. Працювати за спрощеними митними процедурами навіть без статусу авторизованого електронного оператора (АЕО). При ввезенні сировини для виробництва товарів для споживання на внутрішньому ринку оформлення здійснюється за пільговими ставками мита, що дозволяє підвищити конкурентоздатність національної продукції на європейському ринку.

NCTS дозволяє здійснювати обмін інформацією про етапи митного оформлення транзитів товарів завдяки електронним повідомленням в режимі реального часу, що значно підвищує ефективність застосування механізму аналізу можливих ризиків.

Остаточний перехід роботи за умовами процедури спільного транзиту буде відбуватися поступово. На цей час у суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності є можливість працювати як за діючою національною системою контролю доставки товарів, так і за спрощеними умовами. Однак в найближчий час бізнес повністю перейде до системи NCTS, оскільки вона надає більше переваг.

Приєднання до Конвенції про процедуру спільного транзиту стало можливим завдяки ухваленню Верховною Радою Закону про митний безвіз, що дозволило внести необхідні зміни на законодавчому рівні в Митний Кодекс України, та дозволить гармонізувати національне митне законодавство та законодавство країн Євросоюзу.



Остаточний перехід на систему NCTS запланований на кінець 2023 року завдяки контракту, який передбачає розробку програмного забезпечення NCTS та впровадження оновленого програмного забезпечення.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Офіційний сайт Міністерства фінансів України : Режим спільного транзиту : веб-сайт. – URL: [https://mof.gov.ua/uk/common\\_transit\\_mode-473](https://mof.gov.ua/uk/common_transit_mode-473).

2. Офіційний сайт Державної митної служби України : Режим спільного транзиту NCTS: веб-сайт. – URL: <https://customs.gov.ua/rezhim-spilnogo-tranzitu-ncts>.

3. Конвенція про процедуру спільного транзиту. Приєднання від 30.08.2022 : веб-сайт. – URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_001-87#top](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_001-87#top).

УДК 656.073

Васильєва Л.О.<sup>1</sup>, Острогляд О.О.<sup>1</sup>, Гончаренко Д.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-812М НУ «Запорізька політехніка»

### **ДІЯЛЬНІСТЬ ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ НА РИНКУ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВІЙНИ**

На сучасному етапі функції експедиторських компаній значно змінюються внаслідок реалізації нових інформаційних і транспортних технологій в доставці вантажів. Із звичайних посередницьких компаній експедитори перетворюються в логістичних операторів перевезень, особливо на ринку контейнерних перевезень. Саме експедитори сьогодні займають важливе місце в транспортних вузлах, морських портах, пунктах перевалки і терміналах як організатори просування вантажів в ланцюзі постачань з дотриманням логістичного принципу «точно в строк» (Just-in-time, JIT).

В системі логістичних закупівель та розподілу експедиторські компанії є сполучною ланкою між продавцем (виробником) продукції та покупцем (споживачем). Фактично експедитори є логістичними операторами 3PL та 4PL та реалізують найвищий рівень інформатизації транспортних процесів доставки товарів.

В умовах війни, особливо в початковій її фазі, виникло питання в терміновій переорієнтації ланцюгів постачань з морського транспорту на залізничний і автомобільний, оскільки морські порти України опинилися в блокаді з боку ворога. Оскільки на вантажообіг морського транспорту припадало близько 70 % від загального обсягу зовнішньоторговельних

перевезень, то експедиторські компанії шукають альтернативні напрямки перевезень.

Особливо це торкнулося контейнерних перевезень. Після введення воєнного стану в Україні всі світові контейнерні лінії призупинили роботу, пов'язану із заходами суден-контейнеровозів в порти України. Велика кількість контейнерів з експортними вантажами залишилась на контейнерних терміналах морських портів і всередині країни. Контейнери з імпортними вантажами були вивантажені в різних закордонних морських портах.

Адаптація роботи експедиторських компаній до нових умов була доволі складною. Першочергово необхідно було розбудувати нові ланцюги постачання. Причому йшлося не про перебудову на одноразовий захід, а про вміння на постійній основі гнучко реагувати на будь-які негативні чинники та забезпечувати доставку вантажів якісно та мінімізувати можливі ризики в дорозі.

Для вирішення цієї проблеми внаслідок порушення сталих логістичних ланцюгів та фізичної неможливості відправляти контейнери через Чорноморські порти України, знищення логістичної інфраструктури через бойові дії та ракетні атаки та інших вражаючих факторів, пов'язаних з війною, оператори контейнерних перевезень переорієнтувалися та розробили нові логістичні ланцюги доставки вантажів в контейнерах.

Українськими операторами контейнерних перевезень розробляються альтернативні варіанти для доставки зовнішньоторговельних вантажів через найближчі морські закордонні порти сусідніх країн з мінімальними витратами на доставку. Через розширення мережі агентів судовласників і укладання з ними партнерських договорів стало можливим оформляти та вивозити вантажі через порти таких країн, як Болгарія, Польща, Румунія та інших країн. По логістичному ланцюзі контейнери після вивантаження в портах вивозяться автотранспортом до залізничних станцій, де перевантажуються на залізничні фітінгові платформи і прямують в Україну.

Крім того, були створені великі хаби на території Польщі неподалік від кордонів з Україною, які використовуються європейськими постачальниками в якості пункту перевалки. Створення таких терміналів можливе не тільки на кордоні з Україною, а й поблизу основних автомагістралей.

Експедиторські логістичні компанії відкривають свої представництва в європейських країнах транзиту, що дозволяє їм самостійно, без залучення закордонних агентів, розробляти, реалізовувати і контролювати процес доставки вантажів по всьому логістичному ланцюзі доставки товару.

Є пропозиції залучення до перевізного процесу портів і більш віддалених країн, оскільки прилеглі до України порти перевантажені. Це викликає затримки в доставці і внаслідок великого попиту збільшує ціну і на перевезення, і на термінальне обслуговування. Незважаючи на більшу

відстань перевезення, підсумкова собівартість доставки або не змінюється, або в деяких випадках стає навіть меншою.

Українські експедиторські компанії прийняли нові складні умови роботи і змогли максимально швидко перебудуватися та розробили альтернативні шляхи доставки контейнерних та інших вантажів через відкриті порти, в яких вже є товар чи куди він має прибути. Важливо при роботі з клієнтами узгоджувати схеми доставки вантажів за різними альтернативними варіантами з урахуванням можливих ризиків.

Основними результатами професійної діяльності українських експедиторів є розвиток транспортних коридорів між Україною та портами держав Балтійського та Чорноморського регіонів; домовленість з окремими контейнерними лініями, які сприяють прискореному переміщенню контейнерів як в Україну, так і в зворотному напрямку; використання портів держав Чорноморського регіону в якості хабів для українських експедиторських компаній та сполучення залізничного та морського транспорту у перевезеннях. Завдяки українським операторам контейнерних перевезень в складні умови воєнного часу налагоджена співпраця із закордонними партнерами для забезпечення перевезень. Робота налагоджується і вже курсують контейнерні поїзди за певними напрямками. Попри складність умов воєнного часу, логістичні ланцюги відновлюються і взаємодія закордонних партнерів з Україною налагоджується.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Офіційний сайт компанії NG Shipping – Logistic Service Provider. – URL: <https://next-gs.com/>
2. Офіційний сайт Філії «Центр транспортного сервісу «Ліски» акціонерного товариства «Українська залізниця». – URL: <https://www.liski.ua/>
3. Функціонування транспортного сектору України в умовах правового режиму воєнного стану // Національний інститут стратегічних досліджень: веб-сайт. – URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/funktsionuvannya-transportnoho-sektoru-ukrayiny-v-umovakh-pravovoho>.

УДК 656.2

Острогляд О.О.<sup>1</sup>, Падченко О.О.<sup>2</sup>, Прокопенко Д.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студ. гр. Т-811м НУ «Запорізька політехніка»

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ ВАГОНІВ ІЗ СИРОВИНОЮ В УМОВАХ АТ «ЗФЗ»

За обсягом виконуваного вантажообігу чільне місце займає промисловий залізничний транспорт. Залізничний транспорт ПАТ «ЗФЗ» є складною системою. В результаті аналізу процесу доставки сировини на АТ «ЗФЗ» було виявлені деякі вузькі місця. Фронти вивантаження обслуговуються в основному 3-ма локомотивами. Хоча на підприємстві працює 7 локомотивів, які можуть використовуватися як при відвантаженні готової продукції так і при вивантаженні сировини, проте вони в основному залучаються у першому випадку.

Для удосконалення процесу доставки сировини та скорочення тривалості простою вагонів під вивантаженням було розроблено імітаційну модель з відтворенням транспортно-складських процесів підприємства, що дозволяє раціонально планувати роботу локомотивів в умовах коливань обсягів надходження сировини.

Були проведені експерименти з використанням різної кількості локомотивів. На рисунку 1 наведена одна з отриманих гістограм тривалості знаходження вагонів на підприємстві.

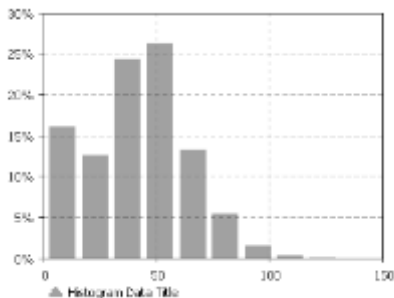


Рисунок 1 – Гістограма загальної тривалості часу знаходження вагону на підприємстві

На основі отриманих результатів моделювання побудовано графік залежності тривалості простою вагонів від кількості використовуваних локомотивів.

УДК 656.11

Райда І.М.<sup>1</sup>, Лінник І.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. ГР. Т-311м НУ «Запорізька політехніка»

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ**

Дорожні знаки індивідуального проєктування є особливими у порівнянні зі стандартними дорожніми знаками. Вони використовуються в тих випадках, коли стандартні знаки не можуть відображати потрібну інформацію або коли необхідно відобразити інформацію, яка є специфічною для конкретного місцевості або об'єкту.

Існують ряд особливостей застосування дорожніх знаків індивідуального проєктування. Так при проєктуванні дорожнього знаку індивідуального проєктування потрібно враховувати вимоги, які встановлені в національному законодавстві щодо дорожньої сигналізації, а також місцеві умови і особливості транспортного потоку.

Для виготовлення дорожніх знаків індивідуального проєктування можуть використовуватись різноманітні матеріали, такі як пластик, метал, скло, алюміній, та інші. Вибір матеріалу залежить від вимог до якості та тривалості експлуатації знаку.

Розміри і форма дорожнього знаку індивідуального проєктування повинні відповідати встановленим вимогам, зокрема з врахуванням відстані, на яку знак повинен бути видимим для водіїв, та місцевих умов.

Дорожні знаки індивідуального проєктування повинні бути правильно встановлені, щоб забезпечити безпечний рух транспорту. Монтаж повинен виконуватись згідно з встановленими правилами та стандартами.

Дорожні знаки індивідуального проєктування повинні бути періодично перевірені на технічний стан та наявність пошкоджень. Якщо виявляються пошкодження, то знаки повинні бути замінені або відремонтовані.

Дорожні знаки індивідуального проєктування можуть використовуватись на різних типах доріг, включаючи автомагістралі, міські вулиці, сільські дороги та інші. Вони можуть мати різні цілі, такі як нагадування про швидкість, напрямок руху, ризики на дорозі та інші.

На рисунку 1 наведена схема відведення транспортних потоків від ділянки вулично-дорожньої мережі міста. Реалізація такого відведення неможлива без застосування знаків індивідуального проєктування, які дозволять інформувати водіїв про подальший маршрут руху.



Рисунок 1 – Схема відведення транспортного потоку

Для реалізації відведення транспортного потоку дуже важливим є якісне інформування водіїв про нові умови руху. В цьому сенсі доцільно крім стандартних дорожніх знаків розробити знаки індивідуального проектування, які б наочно демонстрували зміни в організації руху.

Для реалізації відведення частки транспортного потоку пропонується встановити індивідуально розроблений знак для покращення поінформованості водіїв про нові умови руху (див рис. 2).



Рисунок 2 – Знак індивідуального проектування

Узагальнюючи, застосування дорожніх знаків індивідуального проектування потребує детального проектування, вибору матеріалів та розмірів, правильного монтажу та періодичного технічного обслуговування.

Як видно з графіка (рис. 2), найнижчі середні значення простою вагонів досягається при використанні 5-х локомотивів. Тривалість обороту одного вагону знизиться на півгодини у порівнянні з існуючим варіантом роботи і складатиме 14,4 години. При залученні 6-ти або 7-ми локомотивів тривалість простою не зазнає суттєвих змін у порівнянні з використанням 5-ти

локомотивів, навіть трохи зростає. Це пов'язано з тим фактором, що ці локомотиви задіяні і при навантаженні і може затрачуватися додатковий час на їх переміщення з фронтів відвантаження готової продукції.



Рисунок 2 – Графік залежності тривалості простою вагонів від кількості використовуваних локомотивів

УДК 004.9 : 656.072

Кузькін О.Ф.<sup>1</sup>, Харитонов М.В.<sup>2</sup>, Стріжко В.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> проф. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-312м НУ «Запорізька політехніка»

## ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ІНДУСТРІАЛЬНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Під *індустріальною революцією* розуміють фундаментальні зміни умов праці та образу життя людей та громадянського суспільства внаслідок стрімких та якісних змін у галузі техніки та виробничих технологій. На даний час людство переживає період четвертої індустріальної революції, яка розпочалася на початку 21-го століття та характеризується впровадженням процесів автоматизації та цифровізації у різні сфери повсякденної діяльності людини. Поширення таких процесів призводить до збільшення кількості операцій, що виконуються автоматизованими машинами та механізмами, зменшення потреби у людській праці та суттєво змінює життя та умови праці людини [1].

Громадський транспорт (ГТ) є однією з найважливіших галузей економіки, що забезпечує мобільність та можливість пересування більшої частини людства. Він повинен функціонувати з належним рівнем якості транспортних послуг незалежно від впливу зовнішніх чинників, оскільки є об'єктом критичної інфраструктури. Процеси цифрової трансформації та пов'язані з ними нові бізнес-моделі, розпочавшись з широкого застосування

інформаційних та автоматизованих сервісів продажу квитків, продовжують на даний час стрімко розвиватися та впроваджуватися, залучаючи нові цифрові технології у всі складові ГТ – інфраструктуру, утримання та технічне обслуговування рухомого складу, процеси організації перевезень та транспортного обслуговування пасажирів [2]. Результатом цифрової трансформації на ГТ є поява та розвиток «розумних» систем ГТ, що є підсистемою «розумних» транспортних систем. У таких системах передбачається широке використання таких цифрових технологій, як штучний інтелект, інтернет речей, хмарні обчислення та великі дані, блокчейн, під'єднані та автоматизовані транспортні засоби.

До ключових напрямків цифрової трансформації на ГТ можна віднести розвиток та впровадження таких систем:

а) управління транспортними процесами та експлуатацією пасажирських транспортних засобів (автоматизовані системи визначення місцеположення рухомого складу у реальному режимі часу; системи автоматизованого підрахунку пасажирів; системи геолокації; системи автоматизованого оперативного коригування розкладів руху та розподілу рухомого складу між маршрутами; впровадження технології транспортного обслуговування «мобільність як послуга»; системи предиктивного та віддаленого технічного обслуговування і самообслуговування; системи автоматичного діагностування причин технічних відмов; системи автоматизованого управління постачанням та складом запасних частин та матеріалів);

б) інформаційного забезпечення пасажирів та водіїв (системи інформування пасажирів про стан сервісу, час прибуття та відправлення транспортних засобів у реальному режимі часу; автоматизовані системи планування поїздок; використання цифрових пристроїв оперативного зв'язку водія для інформування усіх стейкхолдерів у реальному режимі часу);

в) автоматичного збирання плати за проїзд (контактні та безконтактні способи оплати з використанням терміналів, смартфонів, смарт-карток);

г) «розумні» транспортні засоби та інфраструктура (автономні транспортні засоби та автоматизовані депо; системи попередження зіткнень; системи асистування водіїв).

Втім, впровадження цифрових технологій на ГТ створює не лише нові можливості, а й низку ризиків та проблем, якими є:

а) недостатня обізнаність користувачів (пасажирів) у сучасних цифрових технологіях;

б) збереження анонімності персональних даних пасажирів при використанні технологій хмарних обчислень та обробки великих даних;



в) вивільнення значної частки працівників транспортних підприємств внаслідок впровадження автоматичних транспортних засобів, з одночасним ризиком збільшення інтенсивності праці та перевантаження обов'язками;

г) неготовність персоналу транспортних підприємств до цифрових змін.

Останнє потребує підготовки управлінців, що є фахівцями як з транспорту, так і з цифрових технологій. Саме на підготовку таких фахівців спрямований міжнародний освітній проект Erasmus+ KA2 Work4CE «Міждоменні компетенції для забезпечення здорової та безпечної роботи у 21-му столітті» (<https://work4ce.eu/>). В рамках проекту, серед іншого, передбачається розробка навчальних матеріалів дисципліни «Міські транспортні системи» підготовки магістрів спеціальності 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» на кафедрі «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mbowa, K., Aigbavboa, C., Akinshipe, O., & Thwala, D. W. (2021, April). An overview of key emerging technologies transforming public transportation in the Fourth Industrial Revolution era. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1107, No. 1, p. 012169). IOP Publishing.

2. Digital Transformation and Social Dialogue in Urban Public Transport in Europe. Final report. URL: <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/10/Final-report-Digital-transformation-and-social-dialogue-in-urban-public-transport-EN.pdf> (дата звернення: 03.04.2023)

УДК 656.01

Каплуновська А.М.<sup>1</sup>, Зайко Ю.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-812 сп НУ «Запорізька політехніка»

## ПРАВОПОРУШЕННЯ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЮРИДИЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА НИХ

Правопорушення – це протиправне суспільно небезпечне діяння (дія або бездіяльність) особи, що спричиняє юридичну відповідальність. [1]

Юридична відповідальність – це різновид соціальної відповідальності, який закріплений у законодавстві і забезпечуваний державою юридичний обов'язок правопорушника пізнати примусового позбавлення певних цінностей, що йому належать. Її мета – захист справедливості і носить компенсаційний характер.

Юридична відповідальність за порушення транспортних зобов'язань, полягає в застосуванні до правопорушника (боржника) в інтересах кредитора встановлених законом або договором санкцій майнового характеру: відшкодування збитків, виплати неустойки (штрафу, пені). Перша застосовується у всіх випадках порушення зобов'язання при відсутності інших вказівок у законі, друга – лише тоді, коли вона встановлена для конкретного зобов'язання у нормативному порядку чи договором. [2]

А якщо учасники перевезення порушують обов'язки та та буксують їх, то це є підставою для пред'явлення уповноваженою особою претензій і позовів до правопорушника. Претензії можуть пред'являтися протягом шести місяців, а претензії щодо сплати штрафів і премій – протягом сорока п'яти днів. Перевізник зобов'язаний розглянути заявлену претензію і повідомити заявника про задоволення чи відхилення її протягом трьох місяців, а щодо претензії з перевезення у прямому змішаному сполученні – протягом шести місяців. Претензії щодо сплати штрафу або премії мають бути розглянуті протягом сорока п'яти днів. Якщо претензію відхилено або відповідь на неї не одержано в строк, заявник має право звернутися до суду протягом шести місяців із дня одержання відповіді або закінчення строку, встановленого для відповіді. [3]

Обставини, що можуть зумовити матеріальну відповідальність перевізників, відправників, одержувачів вантажів і пасажирів та бути підставою для пред'явлення претензії і позову, засвідчуються комерційними актами (обов'язкові реквізити: назва документа; номер, дата і місце складання; швидкість перевезення вантажів; номер і дата накладної; назви пунктів відправлення і призначення; назви відправника і одержувача; відомості про засоби транспорту та відповідні відмітки в накладній; результати перевірки вантажу; опис ушкодження і стан вантажу із позначенням нестач або надлишків; висновки експертизи; додаткові відомості та відмітки; підписи осіб, що склали комерційні акт) та актами загальної форми (обов'язкові реквізити: назва документа; дата складання акта; повні найменування виконавця і замовника, їх банківські реквізити; перелік робіт/послуг, їх вартість; одиниці виміру; посади осіб, які відповідають за виконання господарської операції та правильність її оформлення; період, у якому надавалися послуги; особистий підпис або інші дані, що дають змогу ідентифікувати особу, яка брала участь у проведенні господарської операції).

Комерційний акт складається для засвідчення нестачі, псування чи пошкодження вантажу або багажу, виявлення вантажів без супровідних документів і документів без вантажу, повернення перевізникові вкраденого вантажу (багажу), непередання вантажу залізницею на під'їзну колію протягом 24 годин після оформлення в товарній конторі видачі вантажу за

документами. Акти загальної форми складаються для засвідчення інших порушень договору перевезення.

Транспортні організації несуть майнову відповідальність за збереження прийнятого до перевезення вантажу з моменту його прийняття до моменту видачі вантажоодержувачеві. [4]

Є дві основні підстави звільнення особи, яка порушила зобов'язання, від відповідальності. Такими обставинами є випадок та непереборна сила. Їх доведення покладається на особу, яка порушила зобов'язання.

Під випадком розуміються будь-які діяння, не викликані чийось наміром або необережністю.

Такий підхід щодо суб'єктивної неможливості передбачити, а отже і попередити діяння, що викликало невиконання або неналежне виконання зобов'язання, дозволяє відмежувати випадок від непереборної сили та стихійних явищ.

Непереборна сила – це надзвичайна або невідворотна за даних умов подія. Як підстава звільнення особи, що порушила зобов'язання, від відповідальності непереборна сила характеризується двома ознаками. По-перше, це зовнішня до діяльності сторін обставина, яку сторони, хоча б навіть і передбачили, але не могли попередити. До таких обставин, як правило, відносять стихійні лиха (землетрус, повінь, пожежі) та соціальні явища (війни, страйки, акти владних органів тощо). По-друге, ознакою непереборної сили є її надзвичайність, що означає, що це не рядова, звичайна обставина, яка хоча і може спричинити певні труднощі для сторін, але не виходить за рамки буденності (таяння снігу в горах, щорічні сезонні мусонні дощі тощо), а екстраординарна подія, яка не є звичайною[5].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поняття «Правопорушення» [Електроний ресурс]. - Режим доступу: <https://uahistory.co/pidruchniki/remeh-the-basis-of-legal-studies-9-class-2017/7.php>
2. Поняття та види юридичної відповідальності за порушення зобов'язань, пов'язаних з транспортними правовідносинами. [Електроний ресурс]. - Режим доступу: <https://buklib.net/books/24527/>
3. Претензії та позови. Строки розгляду претензій [Електроний ресурс]. - Режим доступу: <https://i.factor.ua/ukr/law-56/section-333/article-7572/>
4. Комерційний акт та Акт загальної форми; їх обов'язкові реквізити; Підстави складання а також відповідальність за договором перевезення [Електроний ресурс]. - Режим доступу:

<https://buhplatforma.com.ua/article/7521-yak-pravilno-sklasti-akt-vikonanih-robotakt-nadanih-poslug>

5. Підстави звільнення від відповідальності. Непереборна сила та стихійні явища [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://legalexpert.in.ua/komkodeks/gk/79-gk/979-617.html>

УДК 656.01

Каплуновська А.М.<sup>1</sup>,Тюрін Д.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-311 НУ «Запорізька політехніка»

## **МІСЦЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРАВА В СИСТЕМІ ПРАВА УКРАЇНИ**

По-перше, транспортне право – не окрема галузь права, яка регулює певний тип правовідносин, а сукупність різних правових норм, які регулюють різні види правовідносин (переважно майнові та управлінські), що виникають у зв'язку з діяльністю транспорту.

Транспортне право є однією з галузей цивільного права і займається правовими відносинами, пов'язаними з перевезенням пасажирів та вантажів, управлінням транспортними засобами, а також з іншими питаннями, що стосуються транспорту.

У системі права України, транспортне право є однією з галузей господарського права. Вона регулюється законодавчими актами України, зокрема Цивільним кодексом України, Кодексом законів про працю України, Законами України «Про автомобільний транспорт», «Про залізничний транспорт», «Про водний транспорт», «Про повітряний транспорт» та іншими.

Також транспортне право регулюється міжнародними договорами, укладеними Україною з іншими державами.

До галузі транспортного права належать також питання щодо технічного стану транспортних засобів, вимог безпеки дорожнього руху, порядку перевезення небезпечних вантажів, відшкодування збитків, заподіяних внаслідок дорожньо-транспортних пригод та інше.

Транспортне право взаємодіє з іншими галузями права, зокрема з митним правом, земельним правом, правом на нерухомість та іншими. Наприклад, земельне право визначає порядок використання земельних ділянок для будівництва автодоріг, а право на нерухомість регулює відносини щодо власності на транспортні засоби.

Застосування транспортного права вимагає від фахівців з цієї галузі знання різноманітних аспектів транспортної діяльності, а також здатності

аналізувати нормативно-правові акти та застосовувати їх у конкретних випадках. [1]

Важливою складовою транспортного права є регулювання міжнародних транспортних відносин. У зв'язку зі зростанням міжнародної торгівлі та зростанням міжнародного транспорту, значно зросла потреба у регулюванні міжнародних транспортних відносин. Для цього є різноманітні міжнародні договори та угоди, які регулюють міжнародний транспорт, такі як Міжнародна конвенція про дорожній знак, Міжнародна конвенція про дорожній рух, Міжнародна конвенція про перевезення вантажів та інші.

Також важливою складовою транспортного права є регулювання відносин між учасниками дорожнього руху та правил безпеки дорожнього руху. З метою забезпечення безпеки дорожнього руху встановлюються певні правила дорожнього руху, які повинні дотримуватися всіма учасниками дорожнього руху.

До інших аспектів транспортного права також належить визначення прав та обов'язків водіїв, власників транспортних засобів, пасажирів, а також інших учасників дорожнього руху. У цьому контексті транспортне право визначає порядок відповідальності за порушення правил дорожнього руху та нормативних актів, що регулюють транспортну діяльність.

Також транспортне право регулює питання створення та функціонування транспортної інфраструктури, зокрема, будівництво та експлуатацію автомобільних доріг, мостів, тунелів, залізниць та іншого виду транспортної інфраструктури. Важливою складовою транспортного права є також питання страхування відповідальності за шкоду, заподіяну при використанні транспортних засобів, а також забезпечення безпеки транспортних засобів та їх відповідність вимогам екологічної безпеки.

Крім того, транспортне право також регулює питання, пов'язані з міжнародним транспортом, зокрема, укладання міжнародних договорів, визнання іноземних посвідчень водія, відповідальність за порушення правил дорожнього руху в інших країнах. Транспортне право також має важливе значення для забезпечення національної безпеки, зокрема, регулюючи питання транспорту військового та спеціального призначення.

Загалом транспортне право має важливе місце у системі права України, оскільки воно регулює значну кількість питань, пов'язаних із транспортом та безпекою дорожнього руху. Це сприяє забезпеченню правового захисту інтересів учасників дорожнього руху та ефективному використанню транспорту як засобу транспортування людей та вантажів. [2]

Отже, транспортне право відіграє важливу роль у системі права України, регулюючи відносини, пов'язані з транспортом та забезпечуючи правову охорону інтересів учасників транспортних відносин. Завдяки правильному застосуванню транспортного права, можна забезпечити безпеку дорожнього руху, ефективне використання транспорту та забезпечення правової охорони інтересів усіх учасників дорожнього руху.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Транспортне право в системі права України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://pidru4niki.com/79993/pravo/transportne\\_pravo\\_sistemi\\_prava\\_ukrayini](https://pidru4niki.com/79993/pravo/transportne_pravo_sistemi_prava_ukrayini)
2. Поняття та види транспортних відносин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://pidru4niki.com/79994/pravo/ponyattya\\_vidi\\_transportnih\\_pravovidn\\_osin](https://pidru4niki.com/79994/pravo/ponyattya_vidi_transportnih_pravovidn_osin)

УДК 656.2

Трушевський В.Е.<sup>1</sup>, Веремєнко Л.А.<sup>2</sup>, Калмиков Т.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студ. гр. Т-812м НУ «Запорізька політехніка»

### СОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРАВОВИХ НОРМ, ЩО МАЮТЬ БЛАНКЕТНУ ДИСПОЗИЦІЮ

Специфіка транспортних правопорушень полягає у тому, що для багатьох адміністративних проступків та злочинів у сфері транспорту відповідальність передбачено згідно зі статтями кримінального та адміністративного кодексів, що мають диспозицію бланкетної форми.

Така особливість зумовлюється значною кількістю підзаконних актів, що стосуються транспорту, та регламентують його діяльність. Причиною такої зарегульованості є підвищена небезпека для людей, що її являє собою будь-який транспортних засіб.

Так, наприклад, при складанні адміністративних матеріалів за порушення у сфері безпеки дорожнього руху при проведенні дорожніх робіт у межах червоних ліній вулиць, порушники притягаються до відповідальності за порушення п. 32.1 Правил дорожнього руху.

У п. 32.1 Правил дорожнього руху є кілька підпунктів. При цьому у постанові про адміністративне правопорушення часто не вказується, який саме пункт порушено. Методом виключення доводиться здогадуватися, що йдеться про порушення абзацу другого п. 32.1 Правил дорожнього руху: з органами Національної поліції узгоджуються також інші питання забезпечення безпеки дорожнього руху, передбачені законодавчими актами.

Цей пункт є бланкетною нормою, отже, з метою забезпечення права на оскарження, у постанові слід навести конкретний нормативний акт та пункт, який по суті був порушений.

Згідно до Листа Верховного суду України від 01.01.2006р. «Практика розгляду судами кримінальних справ про злочини, пов'язані з порушенням

вимог законодавства про охорону праці» (абз. 9), при кваліфікації протиправних дій за статтями, що мають бланкетну диспозицію, необхідно встановити не лише те, які саме законодавчі та інші нормативно-правові акти порушено при вчиненні певного діяння, а й визначити, вимоги яких статей, пунктів, параграфів не дотримано. Оскільки ст. 140 КУпроАП має бланкетну диспозицію, то записи, що містять лише номери ДСТУ, у постанові про адміністративне правопорушення є неприпустимими.

Реалізація бланкетної форми може бути різною: часто застосовується загальна групова ознака правопорушень (наприклад, порушення Правил дорожнього руху пішоходами», «порушення вимог дорожніх знаків»), або більш широке визначення («порушення правил, норм і стандартів, що стосуються забезпечення безпеки дорожнього руху при утриманні автомобільних доріг і вулиць, залізничних переїздів, інших дорожніх споруд»).

Тут можна виділити також випадки, у яких статті адміністративного кодексу, що мають бланкетну диспозицію, посилаються на вимоги Правил дорожнього руху, викладені у бланкетній формі. У свою чергу, Правила дорожнього руху посилаються на галузеві нормативи, державні стандарти та державні будівельні норми.

Судова практика оскарження постанов по адміністративних та кримінальних справах підтверджує, що повне розкриття усіх посилальних норм при складанні матеріалу є обов'язковим.

Таким чином, з метою встановлення протиправності дій чи біздіянь, які містять у собі об'єктивна сторона правопорушення, при складанні постанови бланкетні норми повинні повністю розкриватися по своїй суті для надання можливості безпосереднього порівняння правових норм та об'єктивного складу правопорушення для прийняття рішення про притягнення до адміністративної чи кримінальної відповідальності.

## СЕКЦІЯ «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

УДК 621.43:623.746.-519

Слинько Г.І.<sup>1</sup>, Демянков В.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-419 НУ «Запорізька політехніка»

### СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИЛОВИХ УСТАНОВОК В БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ «БАЙРАКТАР»

«Байрактар ТБ2» – це турецький ударний оперативно-тактичний середньовисотний безпілотний літальний апарат (БПЛА) з двигуном внутрішнього згоряння та повітряним гвинтом штовхаючого типу. «Байрактар ТБ2» з чотирма керованими боєприпасами на підвісці може перебувати у повітрі від 12 до 24 годин. Максимальна дальність керування – до 150 км. Це дозволяє БПЛА вести постійне чергування в повітрі і після виявлення цілей швидко висуватися для пуску ракет. Час реакції буде набагато меншим, ніж у авіації, що дозволяє ефективно вражати цілі, доступні лише у короткий час. «Байрактар ТБ2» розроблено та виробляється приватною компанією «Байкар Макіна». Безпілотник оснащений чотиритактним чотирициліндровим двигуном внутрішнього згоряння «Ротакс 912» робочим об'ємом 1352 см<sup>3</sup> з карбюраторним сумішоутворенням потужністю 73,5 кВт (100 к. с.) при максимальних обертах 5800 хв<sup>-1</sup>. Максимальний крутний момент 128 Н·м досягається при 5100 хв<sup>-1</sup>. Двигун має повітряну систему охолодження циліндрів та рідинну систему охолодження головок циліндрів. Двигун має систему мащення з сухим картером, розташування циліндрів опозитне, обладнаний електронною дубльованою системою запалювання. Живлення – автомобільним паливом з октановим числом не нижче 95. Для кріплення до рами двигун має вісім різьбових отворів у картері. Ресурс двигуна до першого капітального ремонту, а також міжремонтний ресурс 2000 мотогодин або 15 років експлуатації.

Важкий БПЛА «Байрактар Акинджі», оснащений українським турбогвинтовим двигуном АІ-450С, здійснив перший політ у 2019 році. На «Акинджі» також можуть встановлюватись інші двигуни виробництва ДП «Івченко-Прогрес» та АТ «Мотор Січ» – АІ-322Ф, АІ-25ТЛТ, МС-500. Різноманітність двигунів для «Акинджі» – це особливість платформи. Безпілотник може бути у різних виконаннях: розвідувальний, ударна версія та морського базування. Для кожної версії – власний двигун.

В грудні 2022 року відбувся перший політ безпілотника проекту MIUS-A з українським двигуном АІ-25ТЛТ, який буде близьким до надзвукової



швидкості. MIUS-B отримає в 2,5 рази потужніший двигун – український AI-322F або турецький TEI TF-6000, і буде надзвуковим. Передбачається, що БПЛА MIUS запускатиметься з борту універсального десантного корабля TCG Anadolu (L-400) без допомоги катапультної системи. Дослідний зразок БПЛА надійшов на виробництво і отримав назву «Байрактар Кізілема», в перекладі «Золоте яблуко».

УДК 621.43

Слинько Г.І.<sup>1</sup>, Сухонос Р.Ф.<sup>2</sup>, Смоляний О.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студ. гр. Т-411сп НУ «Запорізька політехніка»

## **ОСОБЛИВОСТІ ДВИГУНІВ ІЗ ЗУСТРІЧНИМ РУХОМ ПОРШНІВ І ШАЙБОВИМ МЕХАНІЗМОМ INNENGINE E-REX І REX-B**

Інженери компанії INNengine (Іспанія) розробили двигун внутрішнього згорання (ДВЗ), який має ряд альтернативних конструктивних рішень, порівняно з традиційним поршневим ДВЗ, і високі ефективні показники.

Двигуни серії REX оснащено шайбовим механізмом (альтернатива кривошипно-шатунному механізму), і ці двигуни представники компанії-розробника називають одноктактними, оскільки за один повний оберт пластини-«шайби» – аналогу колінчастого валу – двигун в 4 рази продуктивніший відносно 4-тактного двигуна, і вдвічі продуктивніший відносно 2-тактного. Насправді, представлений двигун працює за двотактним принципом, оскільки повний цикл відбувається за два рухи поршня.

Двигун має наступну конструкцію (див. рис. 1). Блок циліндрів виготовлений з алюмінієвого сплаву і має циліндричну форму, а всередині розташовані 4 циліндри. З кожного боку двигуна встановлена пластина (шайба), на якій є вигини певної форми, яка виконує обертальний рух. В пази на шайбі вставляються поршні, і вже потім вся ця конструкція вставляється в блок двигуна. Зі зворотного боку конструкція аналогічна. Пластини з'єднані між собою, тому в цьому двигуні 4 циліндри і 8 поршнів. Блок циліндрів двигуна достатньо компактний та легкий.

В стінці кожного циліндра виконано 2 отвори: для свічки запалювання і форсунок, а в кожному поршні є спеціальні канавки для кращого сумішоутворення.

Канали для впуску та випуску розташовані в дальніх крайніх точках циліндра. Це забезпечує здійснення якісного продування циліндра.

Через специфічну форму пластини поршні довше затримуються у верхній мертвій точці (порівняно у кривошипно-шатунним механізмом), що

дозволяє ефективніше спалювати паливовітряну суміш, а також у нижній мертвій точці, що збільшує час на вихід відпрацьованих газів.



Рисунок 1 – Загальний вид двигуна INNengine REX з шайбовим механізмом і зустрічним рухом поршнів

У двигунах INNengine серії REX застосовано ще одну перспективну технологію – можливість змінювати ступінь стиснення при роботі двигуна за рахунок спеціального штока між пластинами. Це здійснюється за рахунок невеликого повороту пластини по відношенню до іншої, тим самим можна підлаштовувати двигун під різні типи палива (зокрема і під водень) для отримання максимальної ефективності.

Переваги двигунів серії REX у порівнянні з традиційними ДВЗ того ж літражу: простіший за конструкцією, менший за розмірами, має більш високий ККД, потужніший. Двигун REX задовільняє діючим екологічним нормам, легкий за масою, система мащення реалізована по каналах, як у 4-тактних двигунів, кількість вібрацій зведена до мінімуму, адже поршні спрямовані один до одного, тобто вони рухаються в протилежних напрямках і тому сили та моменти інерції компенсуються.

Зараз компанія INNengine має дві моделі двигунів з шайбовим механізмом: E-REX і REX-B125.

Двигун E-REX робочим об'ємом  $500 \text{ см}^3$  має потужність 88 кВт і при цьому вага двигуна 35 кг. Цей двигун встановили на автомобіль Mazda MX-5 (рисунок 2) і провели дорожні випробування. Побудовано 3 прототиби такого двигуна.

Двигун REX-B125 в першу чергу призначений для літальних апаратів. Його маса становить 4,59 кг, робочий об'єм  $125 \text{ см}^3$ , а потужність 16,7 кВт при роботі на бензині. Габаритні розміри блоку двигуна всього 21,5 x 14,5 x 14,5 см. Двигун REX-B125 можна придбати за 3470 € і саме для його масового виробництва зараз налагоджуються виробничі потужності, що в подальшому може забезпечити зниження ціни.



Рисунок 2 – Загальний вид двигуна INNengine REX у підкапотному просторі автомобіля

Як висновок, зазначимо, що до практичної реалізації технології ДВЗ з шайбовим механізмом ще дуже багато питань. Невідомий ресурс такого двигуна, які режими його роботи і т. д. Але і ДВЗ у його звичайному та знайомому нам вигляді з'явився не відразу та розвивався досить довго. Якщо двигун INNengine і не замінить традиційний ДВЗ в майбутньому, то він може стати його гарною альтернативою для спеціальних задач, як наприклад силової установки малогабаритної техніки або літальних апаратів.

УДК 539.43:620.179.16

Беженів С.О.<sup>1</sup>, Пахолка С.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup>нач. цеха № 20 АТ «Мотор Січ»

### **ПРО ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ АКУСТОЕМІСІЙНОГО МОНІТОРИНГУ МАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ ПЕРІОДИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Існуючий стан теорії та практики визначення характеристик опору втомі не забезпечує адекватного співставлення результатів різних дослідників, що перешкоджає розвитку теорії процесу втомі. Виникає нагальна потреба більш чіткого визначення уявлення «втомне руйнування», а також розробки ефективних фізичних методів його ідентифікації. Одним з таких методів може виступити акустоемісійний моніторинг матеріалів виробів у процесі їх втомних випробувань.

Метою роботи ставили дослідження можливості визначення моменту руйнування матеріалів в умовах багаточиклової втоми на основі даних моніторингу процесу методом акустичної емісії (АЕ).

Аналізувалася поведінка сигналів акустичної емісії від випробуваних на втому зразків жароміцних сплавів на основі нікелю у різних частотних діапазонах від початку циклічного навантаженні до моменту їх руйнування. Результати було представлено у вигляді втомних акустограм.

В ході досліджень виявлено, що на втомних акустограмах можна чітко виділити чотири стадії втомного руйнування матеріалу. Перша стадія з низьким рівнем потоку сигналів АЕ характеризує стадію інкубаційного періоду пасивного накопичення пошкоджень на рівні кристалевої ґратки матеріалу. Друга стадія характеризується високими темпами зростання активності АЕ в низькому та середньому діапазонах частот, що свідчить про активні структурні зміни в матеріалі. Для третьої стадії характерним є змінювання співвідношення темпів зростання потоку сигналів АЕ: потік сигналів середніх частот підвищується, а низьких – зменшується. Це може бути зумовлено утворенням та стабільним ростом макротріщини. На четвертій стадії катастрофічного руйнування має місце різке підвищення потоку сигналів АЕ високої частоти з подальшим різким падінням швидкості рахування АЕ у всіх частотних діапазонах.

Одержані результати АЕ моніторингу дають можливість більш точно визначати момент руйнування матеріалу, а також прогнозувати його поведінку в умовах дії циклічних навантажень.

УДК 539.4.015:539.43

Корнійчук Д.Ф.<sup>1</sup>, Беженов С.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студ. гр. ІФз-21 Ісп НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup>канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ТЕРМІЧНО МАСИВНИХ ВИРОБІВ З ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ 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 високовуглецеві (від 0,6 до 1,3 % вуглецю). Такі сталі використовують при виготовленні промислового обладнання, в машинобудуванні, для виробництва інструментів. Також їх застосовують для виготовлення точних вимірювальних приладів. Недоліком сталей такого класу є те, що вироби з

них погано піддаються зварюванню.. Проте рівномірність фізичних властивостей уздовж перерізу виробу у значній мірі залежить від рівномірності температурного поля, що утворюється в процесі нагрівання виробу до заданих температур в процесі термічної обробки. 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 високовуглецевих сталей з урахуванням кінцевої нерівномірності температурного поля уздовж перерізу виробів циліндричної форми, а також енерговитрат та витрат часу на здійснення технологічної операції нагрівання.

Розглядали процес перенесення теплоти теплопровідністю від поверхні виробу необмеженої довжини до його центру за незмінних умов зовнішнього теплообміну, що є нестационарною одномірною задачею з граничними умовами III-го роду. Досліджували процес нагрівання термічно масивних виробів від початкової температури  $t_0 = 20$  °C до температури гартування ( $t_{|x/L=1} = 800$  °C) з різними режимами теплообміну.

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

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

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  $\alpha_\Sigma$ , який змінювали від  $\alpha_{\Sigma (min)} = 180$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) до  $\alpha_{\Sigma (max)} = 230$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), що відповідало діапазону значень критерію Біо від 0,542 до 0,766.

За результатами досліджень встановлено, що найбільш істотний вплив на всі параметри ефективності процесу нагрівання високовуглецевих 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 майже на порядок, час процесу нагрівання та споживання теплової енергії зменшується приблизно однаково на 48 %.

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

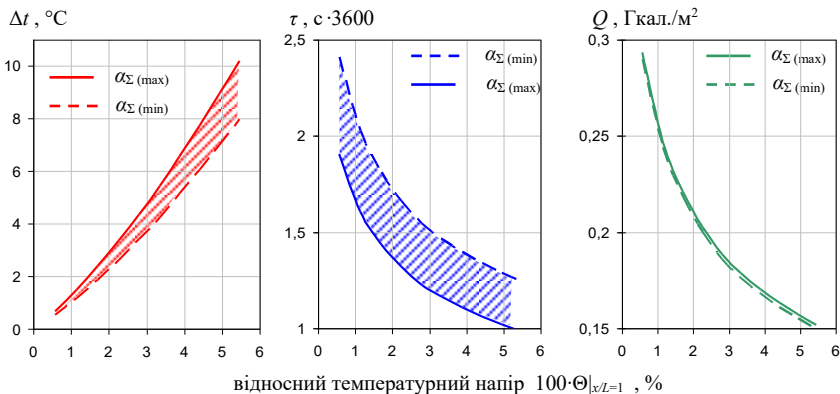


Рисунок 1 – Залежності ефективних параметрів процесу нагрівання термічно масивних виробів з високовуглецевих сталей від відносного температурного напору

УДК 621.431

Русило С.В.<sup>1</sup>, Беженев С.О.<sup>2</sup>, Сухонос Р.Ф.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>студ. гр. Т-412м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup>канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup>старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

## ПРО ЗМЕНШЕННЯ ДЕТОНАЦІЙНИХ ЕФЕКТИВ В БЕНЗИНОВИХ КОМБІНОВАНИХ ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ШЛЯХОМ ВПОРСКУВАННЯ ВОДИ

Детонаційні явища в бензинових двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) мають однозначно негативний ефект. Вони виникають внаслідок низького октанового числа палива і посилюються по мірі перегріву двигуна. Найбільш гостро така проблема стоїть в комбінованих ДВЗ – двигунах за наддувом. Збільшення тиску в циліндрі невідворотно призводить до зростання температури, що пришвидшує детонацію. Для двигунів з високим тиском наддуву (і вже зменшеним ступенем стиснення порівняно з атмосферними ДВЗ) використання високооктанових бензинів (А-98, А-100) не вирішує проблему. Одним з дієвих способів зменшення температури є впорскування води.

Метою роботи ставили аналіз особливостей процесів подачі води в робочий циліндр ДВЗ з іскровим запаленням.

Основними є такі способи подачі води до циліндра: перед компресором; після компресора (або у впускний колектор перед його розгалуженням); та у впускні патрубки впускного колектора.

Перші два способи не забезпечують рівномірного розподілу води по циліндрам, особливо у колекторах з різною довжиною від місця впорскування води до впускних клапанів. Останній спосіб є найбільш вартісний, оскільки вимагає збільшеної кількості форсунок.

Подача води на впуск здійснюється не весь час, а тільки тоді, коли тепловий стан двигуна наближається до границі детонації. Кількість води, що подається, залежить від навантаження двигуна, витрати палива та частоти обертання. Контролер витрати води отримує цю інформацію та видає сигнал про тривалість впорскування води.

Таким чином, подача води до камери згорання сприяє сповільненню процесу згорання, що значно зменшує ймовірність виникнення детонації. На малих та середніх обертах двигуна це забезпечує більш повне згорання паливоповітряної суміші. Проте, окрім позитивних антидетонаційних якостей, впорскування води має і недоліки, зокрема корозію металевих деталей системи впуску.

УДК 621.412

Мазін В.О.

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

## **ВИКОРИСТАННЯ ДВИГУНА СТІРЛІНГА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ**

В сучасних газотурбінних установках продукти згорання на виході після розширення мають високу температуру, теплову складову їх енергії можна використати, наприклад, для вироблення електроенергії, що представляє практичний інтерес. Реалізувати ідею можна за допомогою теплоенергетичної установки на базі двигуна Стірлінга.

Цикл двигуна Стірлінга у порівнянні з іншими двигунами найбільш близький до циклу Карно. Пропонується використовувати вторинні енергоресурси що скидаються разом з продуктами згорання в навколишнє середовище для підігріву робочого тіла двигуна Стірлінга. Метою є підвищення ефективності використання палива. У роботі розглядається двигун Стірлінга типу Альфа.

Принцип дії двигуна Стірлінга заснований на різниці температур. Для його роботи можна використовувати будь-які джерела теплоти. У даному випадку в якості гарячого джерела використовуються вторинні енергоресурси (продукти згорання газотурбінної установки).

Переваги двигуна Стірлінга: екологічна чистота, значно нижчий рівень шуму ніж у двигунах внутрішнього згорання – оскільки відсутнє вибухове згорання палива [2]. Недоліком Стірлінга є занадто габаритні тепло-передавальні поверхні через необхідність передачі великої кількості теплоти. Гарячий

теплообмінник працює в напружених умовах теплопередачі при високих тисках, що вимагає застосування якісних і дорогих матеріалів.

Стірлінг Альфа типу являє собою два циліндри, з'єднаних між собою через нагрівач і холодильник. Робоче тіло поперемінно переміщається з одного циліндра в інший, при цьому нагрівається і охолоджується до температури гарячого і холодного джерел відповідно. Для підвищення ККД двигуна між нагрівачем і холодильником розташований регенератор.

Регенератор – це теплообмінник з пористого матеріалу. Він виконує роль тимчасового акумулятора, що поглинає теплоту коли через нього протікає гаряче робоче тіло, і віддає цю теплоту коли протікає холодне робоче тіло [3].

В сучасних газотурбінних установках температура вихідних газів становить 500...600 °С і ця теплота використовується для підігріву робочого тіла двигуна Стірлінга.

Для розрахунку двигуна Стірлінга необхідні наступні вихідні дані:

- температура в нагрівачі  $T_{\Gamma} = 750 \text{ K}$ ;
- температура в холодильнику  $T_{\text{X}} = 293 \text{ K}$ ;
- потужність двигуна  $N = 100 \text{ кВт}$ .

В ході розрахунку дійсна потужність двигуна склала  $N_{\text{д}} = 80 \text{ кВт}$  з урахуванням втрат унаслідок теплопровідності насадки регенератора, на недорекуперацію і на гідравлічний опір. Коефіцієнт корисної дії двигуна Стірлінга склав 0,35.

У двигуні Стірлінга теплота димових газів перетворюється в корисну механічну енергію, яка може приводити електрогенератор, встановлений на одному валу з двигуном Стірлінга. Оскільки електричний ККД генератора дорівнює 0,98...0,99 (майже 1), то корисна вироблена електроенергія становитиме близько 80 кВт.

Двигун Стірлінга працює на вторинних енергоресурсах і палива не споживає. У порівнянні з дизель генератором, він має меншою гучністю роботи і не утворює продуктів згоряння.

Таким чином отримується додаткова енергія з теплоти продуктів згоряння, що призводить до підвищення коефіцієнтів корисної дії газотурбінної установки і використання палива.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Уокер, Г. Двигатели Стирлинга. Пер. с англ. [Текст] / Г. Уокер. – М. : Машиностроение, 1985. – 408 с.
2. Ридер, Г. Двигатели Стирлинга [Текст] / Г. Ридер, Ч. Хупер. – Пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 464 с.
3. Круглов, М. Г. Двигатели Стирлинга [Текст] / М. Г. Круглов – М. : Машиностроение, 1977. – 150 с.



УДК 621.412

Мазін В.О.

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

## ВИБІР ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА СТІРЛІНГА

Двигун Стірлінга запатентований 27 вересня 1816, проте «двигуни гарячого повітря» тоді вже існували і відомі ще з кінця XVII століття. Р. Стірлінг додав до прототипу регенератор, який він сам називав «економ». Винахідник керувався чисто богоугодними міркуваннями, оскільки парові машини того часу часто вибухали, а запропонована машина відрізнялася безпекою.

Регенератор збільшив продуктивність двигуна за рахунок утримання теплоти на час охолодження робочого тіла. Конструктивно регенератор являє собою камеру, заповнену пористим матеріалом – дротом, гранулами або ін. Газ що проходить через наповнювач в одну сторону віддає теплоту регенератору, а при русі у зворотний бік відбирає її. Функції регенератора можуть виконувати також витискувач і відповідний циліндр – це сприяє зменшенню розмірів і ваги машини.

У виробництво двигун Стірлінга впроваджений лише у 1843 році. В теперішній час відомі двигуни такого типу потужністю від декількох Вт до сотень МВт при ККД 0,38...0,42. Значний внесок у розвиток двигуна Стірлінга привнесла фірма «Філіпс».

В якості робочого тіла найбільш часто використовуються гази: повітря, водень і гелій. У дослідях випробовувалися також фреони, двоокис азоту, зріджений пропан-бутан і вода, яка залишається в рідкому стані протягом усього циклу. «Стірлінги» на рідкому робочому тілі відрізняються малими розмірами, високою питомою потужністю і великим робочим тиском. Існують також «стерлінги» на двофазному робочому тілі, вони теж характеризуються високими питомою потужністю і робочим тиском.

Існує три основних конструктивних схеми:  $\alpha$ -Стірлінг – має два поршні в окремих циліндрах, гарячий і холодний. Гарячий циліндр знаходиться у теплообміннику з високою температурою, холодний циліндр – в теплообміннику з низькою температурою. Регенератор встановлюється між гарячою і холодною частинами, з'єднується з ними трубками. У двигунів такого типу відношення потужності до об'єму досить велике, але висока температура «гарячої» частини створює певні технічні труднощі.

У  $\beta$ -Стірлінгів усього один циліндр: гарячий з одного кінця і холодний з іншого. Усередині циліндра рухаються робочий поршень (з нього знімається потужність) і витискувач що розділяє гарячу і холодну порожнини. Газ перекачується з холодної частини циліндра в гарячу через регенератор.

Регенератор може бути зовнішнім – як частина теплообмінника, так і поєднуватися з витискувачем і відповідною частиною циліндра.

$\gamma$ -Стірлінг має 2 циліндри з робочим поршнем і витискувачем, в холодному циліндрі рухається робочий поршень – з нього знімається потужність, другий циліндр гарячий з одного кінця і холодний з іншого, в ньому рухається витискувач. Регенератор може бути зовнішнім – в такому випадку він з'єднує гарячу і холодну частини гарячого циліндра, і внутрішнім – функції виконує витискувач.

Існує також багато інших різновидів двигуна Стірлінга, що не підпадають під наведену класифікацію. Як правило це екзотичні варіанти, що не представляють практичного інтересу.

Двигун Стірлінга має переваги, які змушують конструкторів і дослідників займатися їх розробкою. «Всеядність»: як усі двигуни зовнішнього згоряння (із зовнішнім підводом теплоти), двигун Стірлінга працює при будь-якому перепаді температур, наприклад, між різними шарами води в океані, від сонця, ядерного або ізотопного нагрівача, вугільної або дров'яної печі і т.д. Простота конструкції: двигуну не потрібні системи газорозподілу і запуску. Збільшений ресурс: досягає десятків і сотень тисяч годин безперервної роботи. Ефективність і економічність: кращі зразки двигуна Стірлінга мають ККД 0,38...0,42. Екологічна чистота: в двигуні Стірлінга використовується теплота, виділена в окремому пристрої – камері згоряння, теплота підводиться до робочого тіла двигуна у вигляді теплопередачі; процес згоряння сталий при значному надлишку повітря і відповідно практично повному згорянні палива. Мала гучність: двигун Стірлінга не має вихлопу газу з циліндрів і рівень його шуму незрівнянно малий у порівнянні з поршневіми двигунами; стірлінги з ромбічним механізмом – ідеально збалансовані пристрої з гранично низьким рівнем вібрацій, що важливо, наприклад для підводних човнів.

Недоліки є також. Порівняно великі габарити і матеріаломісткість: в систему охолодження двигуна Стірлінга відводиться практично вся теплота (відводу з відпрацьованими газами немає), тобто робоче тіло необхідно інтенсивно охолоджувати, тому, у порівнянні з ДВЗ, потрібно майже подвоєний за продуктивністю радіатор і це основна причина недоліку. Для отримання порівнянних з ДВЗ характеристик цикл доводиться здійснювати при високому тиску (понад 10 МПа) а в якості робочого тіла використовувати водень або гелій. Теплообмін робочого тіла здійснюється через стінки теплообмінників (а не безпосередньо як у ДВЗ); ККД виявляється менше прогнозованого через обмежену теплопровідність стінок і велику площу теплообміну – відповідно більше втрати теплоти і об'єм робочого тіла що не бере участі в роботі (т. зв. шкідливий простір); Гарячий теплообмінник (нагрівач) працює в напружених умовах теплопередачі при високому тиску, що вимагає застосування високоякісних дорогих матеріалів. При запуску двигун повільно відгукується на зміну теплового потоку і потрібну

потужність видає не відразу – оскільки джерело теплоти зовнішнє. Специфічні способи регулювання потужності (відмінні від ДВЗ): застосування буферної ємності змінного об'єму, зміна середнього тиску робочого тіла і фазного кута між робочим поршнем і витискувачем (в останньому випадку відгук двигуна на керуючу дію практично миттєвий).

УДК 658.264

Євсєєва Н.О.<sup>1</sup>, Афенко А.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Е-510 НУ «Запорізька політехніка»

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ**

Теплопостачання – одна з найбільш енерговитратних галузей економіки, включає постачання теплом житлових, громадських та промислових будівель (споруд) для забезпечення комунально-побутових (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання) і технологічних потреб споживачів. Місто Запоріжжя - крупний індустріальний та культурний центр півдня України, адміністративний центр Запорізької області, у якому сконцентровано близько 75 % загальнообласного промислового виробництва та 43 % населення області. Місто розташоване на головній водотранспортній магістралі України – р. Дніпро. Територія міста у адміністративних межах складає 331,5 км<sup>2</sup>, з них забудовані території дорівнюють 176,0 км<sup>2</sup>, або 53 %. Біля 17 % території міста займають промислові підприємства та комунально-складські об'єкти. Щільність населення складає 2467 чол./км<sup>2</sup>. Територія міста поділяється на 7 адміністративних районів. Населення міста складає приблизно 765,1 тис. чол. Централізована система теплопостачання міста Запоріжжя є однією з найбільших в Україні та забезпечує теплом більш 70 % жителів Запоріжжя. Система централізованого теплопостачання міста Запоріжжя поділена на сім районів, згідно з адміністративним розділенням міста. Всього на балансі на 7 підприємствах теплових мереж знаходиться 48 котелень, загальною встановленою потужністю 2401,9 Гкал/год. Приєднана потужність 1113,0 Гкал/год. Протяжність теплових мереж близько 638,0 км.

Джерелами централізованого теплопостачання на розрахунковий період прийняті існуючі опалювальні котельні міста за умови їх часткової модернізації. У системі централізованого теплопостачання м. Запоріжжя характерним є використання як джерела теплової енергії потужних опалювальних котелень із водогрійними котлами. Для джерел теплової енергії як основний вид палива використовується природний газ, резервним

паливом є мазут. Крім того, експлуатуються 16 насосних станцій та 52 центральних теплових пункти (ЦТП), на яких здійснюється підігрів води для потреб гарячого водопостачання. Існуючі схеми теплопостачання споживачів від котельень мають різноманітний характер. У Дніпровському, Заводському, Хортицькому і Шевченківському районах – це, у основному, централізовані чотиритрубні системи подачі теплоносія з приготуванням гарячої води безпосередньо у котельнях. У Комунарському, Олександрівському та Вознесенівському районах – це, у основному, закриті двотрубні системи.

Підключення систем гарячого водопостачання споживачів до розподільних мереж забезпечується за допомогою центральних теплових пунктів (ЦТП), індивідуальних теплових пунктів (ІТП) і групових пунктів приготування гарячої води (бойлерних). Всі котельні (за невеликим винятком) забезпечують виробництво теплової енергії для опалення та гарячого водопостачання споживачів.

Загальна структура теплових мереж котельень – це розвинена схема розподілу теплової енергії з оптимальними гідравлічними режимами. Від котла теплопроводи опалення та гарячого водопостачання (магістральні і розподільні) прокладені у підземних прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах, також має місце надземне прокладання. Загальна довжина теплових мереж у двотрубному обчисленні становить 638,4 км, них у аварійному стані – 3,8 км. Зношування системи транспортування теплової енергії до споживачів (магістральних і розподільних мереж) становить близько 71,0 %. Характер підключеного навантаження – опалювальне (близько 85 %) і навантаження ГВП (близько 15 %). Котельні забезпечують цілорічне гаряче водопостачання споживачів у необхідних обсягах. Річний обсяг відпуску тепла на ГВП споживачів становить 20...40 % (для різних котельень) річного обсягу відпустки тепла на опалення. Як основний вид палива на котельнях використовується природний газ середнього тиску.

Прогрес технологій утеплення будинків і перехід країн ЄС на нові нормативи енергетичної ефективності будинків шляхом їх термомодернізації створив якісно нову ситуацію для України і для Запоріжжя – втрати теплової енергії у житлових і бюджетних будівлях у 3 рази перевищують технічно досяжні та економічно обґрунтовані норми (рис. 1). Питомі витрати теплової енергії у будинках Запоріжжя перебувають у інтервалі 190...300 кВт·год/м<sup>2</sup>·рік, у той час, як середні норми для будинків ЄС становлять 60...80 кВт·год/м<sup>2</sup>·рік. Фактично, дві третини теплової енергії, що надходить у будинки Запоріжжя, у сучасному уявленні є втратами, які можуть бути знижені при переході на питомі норми споживання 60...80 кВт·год/м<sup>2</sup>·рік. При цьому, зниження обсягів виробництва тепла складе близько 65 % або приблизно 1,6 мільйона Гкал у рік.

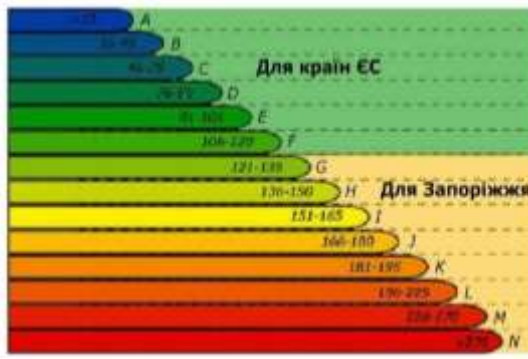


Рисунок 1 – Стандартизована витрата теплової енергії для країн ЄС та України

Головними завданнями підвищення ефективності теплопостачання м. Запоріжжя є:

- термомодернізація будинків, що дозволить знизити потреби у природному газі на 60...70 % і перейти на виробництво теплової енергії з використанням місцевого палива і енергії;
- монопаливна схема міських котельень витісняється мультипаливною схемою з використанням біопалива, міського сміття, міських деревинних відходів;
- переходу із централізованої схеми на помірковано централізовану схему теплопостачання;
- використання потенціалу утилізації прихованої теплоти повітря, геотермальних вод, муніципального скидного тепла (системи вентиляції, стічні води, метан очисних споруд);
- закриття ряду малих, нерентабельних котельних, з підключенням навантаження до великих, ефективних;
- заміна парових котлів, які залишилися на котельнях, переданих місту від виробничих підприємств, на більш ефективні водогрійні;
- заміна котлів великої потужності на менш потужні та сучасні.

Головним висновком є, що можливості суттєвого підвищення технічної та економічної ефективності діючої системи теплопостачання міста Запоріжжя є модернізація системи теплопостачання та термомодернізацією будівель. Головним напрямом розвитку систем генерації, транспорту та розподілу тепла має стати зниження рівнів споживання природного газу за рахунок підвищення ефективності його використання, розвитку систем теплопостачання на базі електричної енергії, вугілля, позабалансових, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, природних теплових ресурсів, тощо.

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

Система охолодження сучасного двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) являє собою складну гідродинамічну систему, від працездатності якої залежить нормальне функціонування ДВЗ в цілому. Вона призначена для підтримки відповідного теплового режиму роботи двигуна, шляхом примусового відводу теплоти від більш нагрітих частин двигуна і передачі її навколишньому середовищу. Вона запобігає перегріву двигуна, а також не допускає його переохолодження.

Для забезпечення належного функціонування системи охолодження необхідний правильний її розрахунок на стадії проектування двигуна. З огляду на великий досвід двигунобудування, рішення задачі підтримки заданої температури охолоджуючої рідини, на сьогоднішній день, є великою проблемою і вирішується досить легко. В сучасних умовах, що вимагають від конструкторів ДВЗ і енергетичних установок максимальної економічності і екологічності, а також надійності і довговічності, на перший план вже виходить максимальне скорочення часу прогріву двигуна, а також суворе дотримання в вузьких межах оптимальної температури охолоджуючої рідини, тим самим забезпечуючи оптимальну температуру в камері згорання. Для цього необхідно правильне розуміння процесів, що відбуваються в системі охолодження і застосування надійного математичного апарату для опису цих процесів.

Температура газів в камері згорання в момент займання суміші перевищує 2700 К. Така температура при відсутності штучного охолодження призвела б до сильного нагрівання деталей двигуна та його руйнації, взагалі порушення теплового балансу впливає як знос двигуна, так і на економічність його роботи в плані витрат ПММ. Тому система охолодження двигуна є однією з основних систем автомобіля. Система охолодження забезпечує охолодження деталей, що стикаються з гарячими газами. Охолодження може проводитися водою, повітрям, а також маслом і паливом (охолодження поршнів, насос-форсунок). Залежно від прийнятого способу охолодження до цієї групи входять різні пристрої і механізми для підведення охолоджувача до деталей і теплогазообмінників.

При повітряному охолодженні не потрібні радіатор, водяний насос і трубопроводи, відпадає небезпека «розморожування» двигуна взимку при заправці системи охолодження водою. Тому, незважаючи на підвищену витрату потужності, на приведення в дію вентилятора і утруднений пуск при низькій

температурі, повітряне, охолодження застосовують на легковому автомобілі ЗАЗ-968М «Запорожець» і ряді зарубіжних автомобілів.

Пік застосування двигунів повітряного охолодження в автомобілебудуванні припав на шістдесяті роки двадцятого століття. У той період в світі випускалося максимальну кількість автомобілів з повітряним охолодженням двигуна. Найбільш відомі моделі концерну Volkswagen – такі як знаменитий «Жук», Transporter T1 і T2 і інші. Моделі, побудовані на основі такого двигуна, будували американські інженери з GM (Chevrolet Corvaір), французькі (Citroën 2CV, GS і GSA) і японські (Honda 1300). Окремої згадки гідні автомобілі з двигунами повітряного охолодження іншого німецького концерну – Porsche. Одна з найбільш відомих моделей, що випускається і в наш час Porsche 911, Tatra, протягом довгого часу оснащувалася двигуном з повітряним охолодженням. Завдяки генію Фердинанду Порше, потужними двигунами повітряного охолодження оснащувалися тільки автомобілі цієї компанії.

Зате широкого використання повітряна система охолодження отримала на мототранспорті і техніці, оснащеної 2-тактними моторами (бензопили, мотокоси, мотоблоки і т. д.). Рідинна система охолодження заповнюється водою або антифризом (сумішшю води з етиленгліколем), що не замерзають при температурі до 233 К (-40 ° С).

При надмірному охолодженні двигуна збільшуються втрати тепла з охолоджувальною рідиною, в повному обсязі випаровується й згорає паливо, яке в рідкому вигляді проникає в піддон картера і розріджує масло. Це призводить до зниження потужності і економічності двигуна і швидкого зносу деталей. При перегрів двигуна відбувається розкладання і коксування, масла, що прискорюють відкладення нагару, внаслідок чого погіршується відвід тепла. Через розширення деталей зменшуються температурні зазори, збільшуються тертя і знос деталей, погіршується наповнення циліндрів. Температура охолоджуючої рідини при роботі двигуна повинна бути 360...375 К (85...100 ° С).

Залежно від способу охолодження розрізняють наступні види систем охолодження: рідинна (закритого типу), повітряна (відкритого типу) та комбінована. В системі рідинного охолодження тепло від нагрітих частин двигуна відводиться потоком рідини. Повітряна система для охолодження використовує потік повітря. Комбінована система об'єднує рідинну і повітряну системи. В наші дні автомобіль став невід'ємною частиною життя людини, тому за рахунок модернізації системи охолодження легкових автомобілів можна домогтися більш тривалої експлуатації автомобіля. Це пов'язано з тим, що система охолодження сприяє меншому зносу деталей двигуна.

Проведено оцінку впливу насоса охолоджуючої рідини з приводом від електродвигуна на ефективні показники двигуна, тому ці дослідження і модернізація системи охолодження є актуальним питанням. Це дозволяє знизити затрати енергії двигуна та покращити економічні показники.

УДК 621.43.045

Рябошапка Н.С.<sup>1</sup>, Мороз М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-412м НУ «Запорізька політехніка»

## **ВИКОРИСТАННЯ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ЛАЗЕРНИХ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ БЛОКІВ КЕРУВАННЯ**

Сучасний автомобіль складається з чотирьох основних агрегатів: двигуна внутрішнього згорання, кузова, шасі та ходової частини. Ці агрегати складаються з різних функціональних систем, які забезпечують виконання головної функції автомобіля – перевезення вантажів та пасажирів. Для того щоб перевезення були безпечними, а для пасажирів і комфортними, щоб агрегати, вузли, блоки, системи працювали безвідмовно, на автомобілях широко використовуються електротехнічні пристрої та засоби електронної автоматики.

Нещодавно мікропроцесорні системи запалювання, електронні системи управління гідравлічними гальмами, системи упорскування бензину, бортова самодіагностика вважалися останніми досягненнями в області автомобільного приладобудування. Тепер їх відносять до класичних систем і встановлюють майже на кожен серійний автомобіль. У наші дні знову розроблювальні моделі автомобілів додатково починають встановлювати абсолютно нетрадиційні бортові автоматичні системи, до яких належать: інформаційна система водія з мікропроцесорним забезпеченням; супутникова навігаційно-пошукова система; радарні й ультразвукові системи захисту автомобіля від зіткнень і угону; системи підвищення безпеки і комфорту людей у салоні; система круїз-контролю; система «електронна карта»; мультиплексна електропроводка. Паралельно проводяться пошуки більш ефективних комп'ютерних технологій для обробки інформації в бортових електронних системах. Розроблено і вже знаходять застосування так звані мовні функціональні перетворювачі, що працюють із нечіткими підмножинами лінгвістичних змінних, виражених окремими словами або цілими реченнями природною або штучною мовою. При деякому ускладненні логічних і арифметичних операцій в мікроЕОМ це дозволяє підвищити точність і швидкість обробки сигналів.

Електронна система автоматичного управління двигуном (ЕСАУ-Д) складається з датчиків для постійного контролю за його параметрами і параметрами навколишнього середовища, електронного блоку керування (ЕБК) на основі мікропроцесора і виконавчих пристроїв, за допомогою яких ЕБК керує двигуном по закладеній у його пам'ять програмі та у відповідності з інформацією від датчиків. Електронне управління необхідно для задоволення



високих вимог щодо екологічності, паливної економічності, експлуатаційних характеристиках, зручності обслуговування і діагностики, що висуваються до сучасних автомобільних двигунів законодавчо і споживачами.

Сучасна мікропроцесорна система запалювання з низькорівневим багатоканальним розподілом енергії по свічках є найбільш досконалим вирішенням проблеми примусового електроіскрового займання суміші в циліндрах поршневого ДВЗ.

Найближчим часом можливе використання лазерних свічок запалювання, які працюють безпосередньо від електронної схеми управління без проміжного енергоносія. Це дозволить значно підвищити надійність і ККД системи запалювання, а також позбавити її від високочастотних електроіскрових перешкод на інші вузли і блоки бортової електронної автоматики.

Головна властивість такої системи – це можливість тривалої роботи в екстремальних температурних умовах. Від класичної свічки лазерна відрізняється відсутністю іскри. Суміш в циліндрі запалюється концентрованими імпульсами світла. В свічці поєднуються висока потужність лазера і невеликі розміри. Дія лазера укладена у випромінюванні довгої черги пікосекундних імпульсів (близько 800) на частоті 100 Гц. Свічки з кількома лазерними пучками можуть фокусувати світлову енергію в центр камери згоряння, що є найкращими умовами для якісного згорання палива. З лазерними свічками контроль часу, за який подається лазерний імпульс, буде високоточним.

В результаті використання лазерних свічок запалення можливе підвищення характеристик двигуна: екологічності, потужності, економічності, надійності.

УДК 621.313.12 : 621.43

Рябошапка Н.Є.<sup>1</sup>, Грачов П.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-412м НУ «Запорізька політехніка»

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА НА ЕФЕКТИВНІ ПОКАЗНИКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

В даний час досягнення науково-технічного прогресу призвели до активної інтеграції до складу бортової мережі автомобіля складних електротехнічних та електронних комплексів та систем, спрямованих на підвищення рівня безпеки, комфорту, функціональності, екологічності автомобіля. При цьому відбувається значне зростання навантаження на систему його електропостачання.

Витрата палива багато в чому визначається потужністю генераторної установки та акумуляторної батареї у різних режимах руху автомобіля. Експериментальні дослідження показують, що збільшення максимального струму

віддачі установки до 20 А призводить до збільшення витрати палива двигуном на 10...15 %.

Тому сьогодні стає питання оптимізації роботи систем електрообладнання, що впливають на ефективні показники автомобільного двигуна внутрішнього згорання.

Витрата палива на привід генераторної установки на сучасних автомобілях із бензиновими двигунами у місті досягає 20 % від загальної витрати палива. Це значення розраховується з таких показників:

- питома витрата палива двигуном внутрішнього згорання (0,3...0,5 л/(кВт·год));
- ККД генераторної установки, що знаходиться в діапазоні від 0,4 до 0,5;
- потужність приймачів електричної енергії в режимі місто - зима - ніч (0,4...0,6 кВт);
- середня швидкість руху автомобіля, що становить менше 22 км/год;
- витрата палива легковим автомобілем середнього класу, що становить 10...12 л на 100 км.

Тому можна вважати, що перспективою для зниження витрати палива є оптимізація роботи генераторної установки. У сучасних системах електропостачання автотранспортних засобів метою управління є обмеження напруги генератора на певному рівні залежно від частоти обертання генератора та струму споживачів електроенергії.

Зі зростанням температури рівень напруги налаштування регулятора напруги автоматично зменшується. У традиційній системі електропостачання акумуляторна батарея не встигає компенсувати втрату заряду в процесі пуску двигуна внутрішнього згорання через швидке зростання температури (у підкапотному просторі температура підвищується до 50 °С після пуску і напруга налаштування знижується з 15 В до 13 В). Тому необхідно підтримувати підвищену напругу, триваліший час. Останнім часом проводиться розробка адаптивних систем електропостачання автотранспортних засобів.

Для адаптивних систем зазвичай використовується один із наступних керованих параметрів:

- раціональна витрата палива двигуном на привід генераторної установки;
- раціональний рівень стабільності напруги в бортовій мережі;
- забезпечення заданого зарядного стану акумуляторної батареї (певна міра зарядженості).

Зазначені параметри визначають якість роботи основних систем електроустаткування автотранспортних засобів.

Один із можливих варіантів системи електропостачання, що забезпечує заданий рівень стабільності напруги на приймачах електроенергії полягає в тому, що при включенні одного з потужних приймачів електроенергії система керування збільшує оберти холостого ходу двигуна з 550 хв<sup>-1</sup> до 1000 хв<sup>-1</sup>. Цим досягається збільшення потужності, що виробляється генератором на оборотах холостого ходу

двигуна автомобіля, і, отже, зниження струму розряду та підвищення напруги акумуляторної батареї в даному режимі.

Таким чином, огляд основних шляхів підвищення паливної економічності автотранспортних засобів та дослідження систем електропостачання в експлуатації показує, що найбільш перспективним для підвищення паливної економічності та зниження впливу двигунів внутрішнього згорання на навколишнє середовище є:

- оптимізація принципів взаємодії генератора та акумуляторної батареї;
- удосконалення обладнання для експлуатаційних досліджень різних систем електрообладнання автомобіля.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія [Текст] / За заг. ред. А. М. Редзюка. – К. : ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.

2. Кравченко, О. П. Analysis of Operating Reliability of a Starter-Generator Systems in Cars [Текст] / О.П. Кравченко, В.С. Титаренко, В.П. Шумляківський // SWorldJournal. – № 1 (08-01). – Р. 123–129. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-08-01-063>

УДК 504.064.4

Рябошайка Н.С.

старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ**

В печі обпалювання при проведенні IV періоду нагріву заготовок та при проведенні теплотехнічної витримки (останні 7 годин обпалювання) паливник працює із суттєвим недопалом палива. В період прискореного нагріву недопал складає не менш 30 %, в період витримки – 40 %. З теплотехнічної точки зору керування тепловим режимом печі зі штучно організованим недопалом небажано.

З метою розробки рекомендацій щодо проведення процесу обпалювання без недопалу палива проведено два обчислювальних експерименти нагріву заготовок. В першому випадку недопал відсутній (рисунок 1), в другому випадку витрата палива протягом відповідного розрахункового етапу скорочена на величину недопалу (рисунок 2).

Таким чином, при забезпеченні нормальної роботи пального устрою відбудеться суттєвий перегрів заготовок зі збільшенням перепаду температур по їх об'єму, а також зменшення витрати палива на величину недопалу, що хоча зменшує різницю між розрахунковими та експериментальними даними, проте

теж призводить до перегріву заготовок на 100...150 К та збільшенню перепадів температур в заготовці.

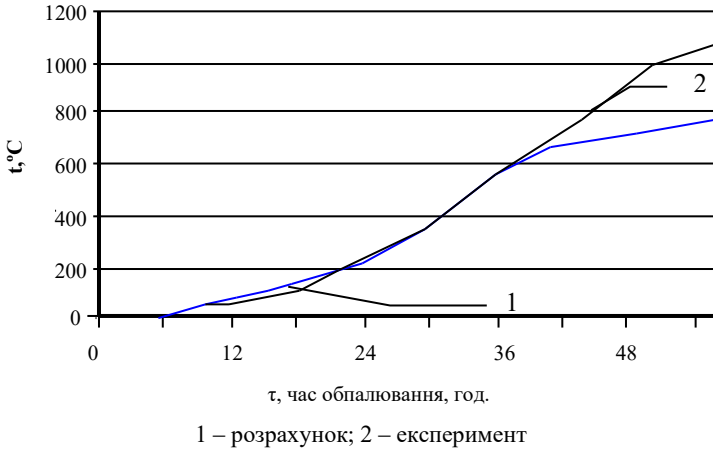


Рисунок 1 – Графіки зміни температури в контрольній точці при відсутності недопалу

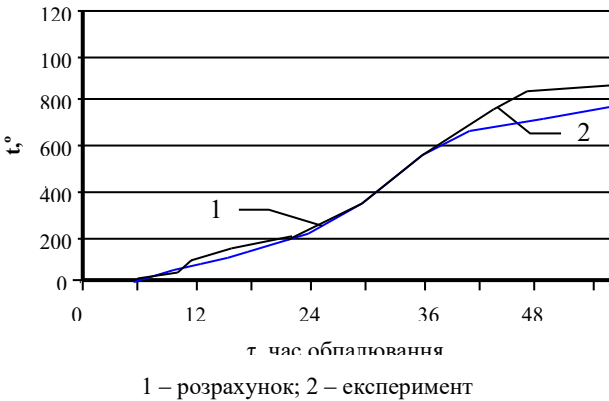


Рисунок 2 – Графіки зміни температури в контрольній точці при зменшеній витраті палива

Аналіз процесу теплопередачі від зони генерації до зони технологічного процесу (заготовки) через засипку показав, що при температурі робочої камери ~700 °C відношення теплового опору засипки і зовнішнього теплового опору починає зменшуватись. В результаті вплив процесу переносу теплоти до поверхні контейнера збільшується. Необхідно враховувати, що на цей момент в засипці існує суттєва нерівномірність

розподілу температури, перепади якої досягають 250...300 К та впливають на швидкість нагріву заготовок. Тому уповільнення нагріву заготовок до необхідного технологічного рівня тільки за рахунок зменшення витрати палива без зменшення температури горіння досягти неможливо.

Таким чином можна зробити висновки:

- в обпалювальних печах вуглеграфітових заготовок регулювання температурного режиму печі без організації штучного недопалу створити практично можливо тільки при суттєвому збільшенні часу обпалювання;

- кладка таких печей повинна бути мало інерційна в тепловому відношенні та виготовлятися з вогнетривких матеріалів з низькими значеннями питомої теплоємності та густини;

- для забезпечення повного згорання палива і обпалювання легких речовин, що виділяються в процесі, печі необхідно обладнати виносними топками та камерами підготовки грійної суміші, що відділені від робочого простору печі.

УДК 629.33

Слинько В.В.<sup>1</sup>, Пачколіна В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. 07-з-22м-02 НЮУ ім. Ярослава Мудрого

## **ДИВЕРСИФІКАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

Воєнний стан негативно позначився на тенденціях розвитку автомобільної промисловості України. Існує проблема неможливості забезпечення виробництва належних обсягів металургійної продукції через руйнування металургійних комбінатів і заводів (ПрАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь», Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча). Внаслідок руйнувань станом на кінець травня 2022 року обсяги виробництва металургійної продукції не досягли 20 % від рівня попереднього року [1]. Актуальність дослідження полягає в тому, що російське вторгнення на територію України спричинило і продовжує спричиняти значні зміни у виробництві та економіці в цілому. Автомобільна промисловість є однією з ключових галузей господарства, яка в умовах воєнних інтенсивних дій сьогодні має концентруватися на виробництві військової техніки для забезпечення потреб фронту.

Деякі автомобільні заводи переорієнтувалися на виготовлення збройних машин, проте, слід зауважити, що науково-технічний рівень сучасного воєнного обладнання та зброї є таким, що, за винятком деяких її видів, випуск у вигляді, який передбачає сучасний стан на лінії фронту, є дуже проблематичним [2].

В Україні розташовано понад 20 світових автомобільних компаній, таких як Bosch, Fujikura, Eurocar, Prettl, Aptiv, а також понад 30 автомобільних заводів. В українській автомобільній промисловості працює понад 60 тисяч робітників. Хоча більшість компаній розташовані поблизу західного кордону з Угорщиною, Словаччиною та Польщею, воєнні дії перервали постачання [3]. Автомобільна промисловість у всьому світі має пристосовуватися та знаходити шляхи до розв'язання серйозних проблем, що виникли через російське вторгнення. Глобальне виробництво, частина якого знаходиться в регіоні збройного конфлікту, розриває ланцюги постачань і припиняє виробництво автомобілів в Україні та за її межами. Звіти заводів передбачають загострення кризи електронних чіпів, оскільки деяка важлива сировина надходить з регіону. Автозапчастини не складають значної частини українського експорту, але світова автомобільна промисловість залежить від них. Серед автозапчастин, які виробляються в Україні є кабелі – на них припадає 2,3 % продукції, що продається за кордоном. Експорт у 2021 році досяг 1,6 млрд дол. JGTS та українські кабельні аксесуари включають Porsche та MAN, Lamborghini, Mercedes та інші відомі марки автомобілів. За даними Державної служби статистики України експорт у першому півріччі 2022 року становив 22,7 млрд дол., що на 7,2 млрд дол. менше, ніж у 2021 році. Зростання експорту в першому півріччі цього року становило 36,9 % проти 48,1 % у березні та червні [4].

Станом на сьогодні в Україні відсутнє автомобілебудування повного циклу. Усі легкові транспортні засоби, що виходять з українських підприємств та отримують маркування «зроблено в Україні» – це великовузлове складання так званим методом SKD, або ж переобладнання імпортованих автомобілів чи шасі під спеціальні потреби [5]. З великих заводів сьогодні працює лише один – закарпатський «Єврокар», що в основному складає автомобілі бренду Skoda. Ще до початку повномасштабної війни об'єми виробництва не були великими, кілька тисяч легковиків в рік. Після вторгнення завод кілька місяців не працював, і зараз пробує відновити виробничий процес. Інший великий завод «ЗАЗ» у Запоріжжі останні кілька років займався великовузловим складанням автомобілів з машинокомплектів. Очевидно, що така бізнес-модель більше не має майбутнього, а, враховуючи ще і близькість до лінії фронту (та перебування та тимчасово окупованих територіях низки важливих партнерських підприємств), відновлення роботи заводу наразі проблематичне.

Є і позитивні наслідки диверсифікації автомобільної промисловості в Україні під час війни. Почали виникати нові ініціативи громадян, спрямовані на підтримку економіки України та фронтних потреб. За допомогою іноземних інвестицій Кременчуцький завод «Альфатекс» розпочав складання комерційної автотехніки Daup. У виробництво запущено моделі вантажопідйомністю від 3,5 т до 12 т. За словами директора заводу, ідея налагодити виробництво вантажних авто з'явилася після набрання чинності змінами до Закону України № 922-VIII

«Про публічні закупівлі». Тепер держава може закуповувати комунальну та спеціальну техніку, в якій щонайменше 10 % вітчизняних складових. У планах заводу – довести локалізацію до 40 % до 2028 року. У Полтаві стартувало виробництво всюдиходів «Торнадо». Вже зібрано два такі транспортні засоби для найекстремальніших умов. Його колісна база дорівнює 2,3 м, а шини досягають 1,65 м у діаметрі. Він може перевозити до тонни вантажу або сімох пасажирів з багажем, а також в салоні можна облаштувати три спальних місця. «Торнадо» також може буксирувати причіп, а спереду є можливість встановити ківш. Розробники вважають, що всюдихід можуть використовувати ДСНС та сільськогосподарські підприємства.

Висновки. Таким чином, диверсифікація автомобільної промисловості в умовах воєнного стану проходить за підтримки місцевих ініціатив та іноземних інвестицій, базуючись на нормативних актах, виданих уповноваженими органами влади в Україні. Більшість сфер господарства сьогодні орієнтовано на задоволення потреб Збройних Сил України, а також підтримання процесів експортного постачання продукції з метою поповнення бюджету країни. Автомобільна промисловість виступає однією з міцних підвалин продовження виробництва, адаптувавшись під вимоги воєнного часу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Федотова, Ю. В. Основні тенденції зовнішньоекономічної діяльності України в умовах воєнного стану [Текст] / Ю. В. Федотова // Інтернет-конф. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова : матеріали, 2023. – С. 20–23.

2. Гилка, У. Л. Аналіз суперечливих економічних поглядів до проблеми будівництва доріг і виробництва сучасної зброї в Україні в умовах воєнного стану: баланс пріоритетів та реальність [Текст] / У. Л. Гилка // Сучасні підходи до вискооефективного використання засобів транспорту. – 2022. – №2. – С. 393–396.

3. Deniza, C. Ukraine conflict stalls the automotive industry's engine / C. Deniza [Електронний ресурс]. – Сайт «Business Review». – 2022. – URL: <https://business-review.eu/business/ukraine-conflict-stalls-the-automotive-industrys-engine-228644>.

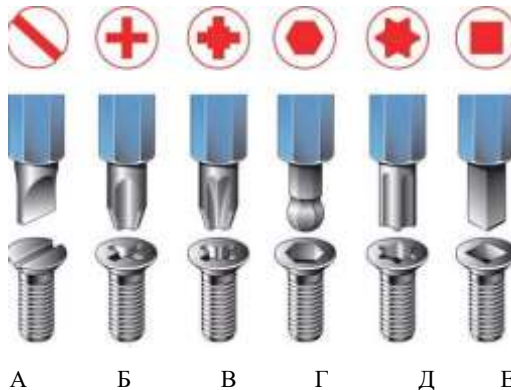
4. Харчук, О. Головні експортно-імпорتنі операції в період війни в Україні [Текст] / О. Харчук, М. Василенко // Управління та адміністрування в умовах протидії гібридним загрозам національній безпеці : III Міжнар. наук.-практ. конф., 22 листопада 2022 р. : Матеріали. – Київ, 2022. – С. 226–228.

5. Буцацький, С. Чи можливо відновити автомобілебудівництво в Україні? [Електронний ресурс] – Сайт «Auto24» – 2022. URL: [https://auto.24tv.ua/chy\\_mozhlyvo\\_vidnovyty\\_avtomobilebudivnytstvo\\_v\\_ukraini\\_n40612](https://auto.24tv.ua/chy_mozhlyvo_vidnovyty_avtomobilebudivnytstvo_v_ukraini_n40612).

## ЕРГОНОМІЧНІСТЬ РІЗНИХ ТИПІВ ВИКРУТОК

**Викрутки** є базовими інструментами для складання/розбирання різноманітних технічних приладів і механізмів. Вони служать для провертання гвинтів зі спеціальними пазами різних типів на голівках (закручування і викручування). Викрутка збільшує і передає обертальні рухи руки на маленьку, спеціально заточену робочу частину (шліц), яка вставляється в головку гвинта. Зазвичай викрутка складається з двох частин: рукоятка з одного боку і шліц з іншого.

На найпростіший тип викруток (з плоским, прямим шліцем) попит буде існувати ще довгий час. Цей попит обумовлений випуском кріплення з прямим шліцем. Існують різні розміри подібної викрутки, довжина лез яких 40...250 мм, ширина кінчиків дорівнює ширині леза або ж має лезо, яке розширюється, а потім звужується. Головний параметр даного типу викрутки – розмір жала, задається він тільки двома показниками, наприклад, 0,5x4 (товщина жала 0,5 мм, ширина 4 мм). Хрестовидні викрутки здобули масового поширення з початком використання автоматичного інструменту. Викрутки під фігурні головки є результатом конкурентної патентної боротьби промислових гігантів США та Європи.



А – плоска; Б – хрестова; В – хрестоподібна з насічками; Г – шестигранна;  
Д – зіркоподібна; Е – квадратна

Рисунок 1 – Види викруток



**Обмежувач крутного моменту викрутки.** Конструктивно динамометрична викрутка виглядає, як більш простий аналог – є зручна рукоятка, подовжена робоча частина для затягування гвинта з можливістю зміни насадки (біти). Однак є відмінність – це наявність обмежувача крутного моменту. Цей механізм використовується в якості захисту від надання надто високого тиску у процесі закручування.

Обмежувач моменту затягування гвинта представляється у вигляді муфти. При роботі з моментною викруткою використовується спеціальна вимірювальна шкала з розподілами, які вказують на певні характеристики затяжки. Під час роботи механізм обмежувача спрацює, коли зусилля затягування буде достатнім (спосіб індикації може бути різним, але найчастіше ви почуєте клацання).

**Ручні динамометричні викрутки.** Викрутки ручні з регульованим крутним моментом – це зручний для роботи інструмент, який застосовується для закручування з'єднань гвинтового типу.

Цей тип інструмента захистить від випадкового зриву різьблення і інших поломок кріплень. Візуально особливостей не спостерігається, але також є обмежувач у вигляді муфти і установча шкала в нижній частині рукоятки. Для роботи використовуються біти різноманітної форми (наприклад, хрестоподібні або інші). Варто виділити такі характеристики :

- діапазон регулювання значення затягування 0,3...4 Н·м;
- показник віхилення – не більш 6 %;
- зручна для роботи рукоятка, яка зазвичай буває чотири- або шестигранної форми.

**Шкальні динамометричні викрутки.** Основна перевага, яку має викрутка з регулюванням затягування, полягає в можливості здійснення контрольованої затяжки. Майстер при роботі з цим інструментом має можливість постійно відстежувати встановлене значення затяжки на спеціальній шкалі.

**Динамометричні викрутки граничного типу.** Граничні діелектричні викрутки дуже зручні в роботі. Вони використовуються на масових виробництвах і сфері обслуговування. Крім цього, варто відзначити наступне:

- точне контролювання зусилля затягування з'єднань;
- похибка не більше 3%, що в рази підвищує точність роботи;
- відмінне зчеплення дозволить провести операцію без зайвих пошкоджень пазів.

Блокуюча муфта-обмежувач має роторний пристрій. За рахунок наявності механізму блокування в роботі дотримуються встановлені майстром межі затяжки. За рахунок наявності шліци стає можливим використання різних біт.

Електронні динамометричні викрутки. Електронна викрутка – це не зовсім інший тип динамометричного ручного інструменту, а його сучасний різновид.

Даний тип викруток оснащений електронним динамометром, який гарантує більш високу точність створюваного зусилля.

Управління зручне і просте. Всі значення контрольовані. Період, необхідний для виконання якісної затяжки, також відстежується, а по його завершенню спрацьовує індикатор.

Єдиний недолік полягає у масивності конструкції стає неможливим працювати у важкодоступних місцях – це через форми рукоятки.

**Електричні динамометричні викрутки.** Електричні викрутки, які дозволяють зробити процес монтажу / демонтажу або ремонту обладнання продуктивнішим і заощадити робочий час. На відміну від описаної раніше викрутки з динамометром, електричний прилад має Г-подібну конструкцію і оснащений акумуляторною батареєю. Зовні можна відзначити схожість з портативним акумуляторним шурупвертом, однак більш компактних розмірів.

Щодо цього типу викруток можна відзначити такі особливості:

- компактні розміри і незначну вагу;
- є перемикач швидкостей, що дозволяє більш точно контролювати зусилля;
- управління (старт/відключення) проводиться за рахунок натискання кнопки.

Пневматичні викрутки з контролем моменту. Викрутка пневматична – це інструмент, який дозволяє не тільки на високій швидкості вкрутити елемент кріплення, а й відрегулювати прикладену силу. Установка параметрів роботи проводиться зовні – на корпусі є спеціальні кнопки. За рахунок конструкції корпусу рука в роботі не втомлюється.

У конструкції є фрикційна муфта, яка контролює частоту обертання. Також робоча частина може здійснювати оберти в обидві сторони (в залежності від внесених майстром налаштувань і необхідності). Зовні конструкція може бути різною – є Г-подібні моделі і модифікації, які схожі на стандартні викрутки з дещо потовщеною рукояткою.

**Висновок.** За останні десятиліття з'явилося велике різноманіття різних типів і видів викруток які можна використати у тій або іншій ситуації. На зміну старим приходять нові інноваційні високоергономічні викрутки. З переліченого списку викруток можна самостійно підібрати інструмент під власну експлуатацію як для використання на виробництві або у побуті.

УДК 621.355

Сухонос Р.Ф.<sup>1</sup>, Демянков В.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. Т-419 НУ «Запорізька політехніка»

## **ОСОБЛИВОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ**

Акумуляторна батарея (акумулятор, АКБ) – це хімічне джерело електричного струму, що складається з об'єднання кількох окремих елементів живлення. Залежно від способу підключення (послідовного або паралельного), використання кількох елементів дозволяє отримати більшу напругу або більшу силу струму.

Існує багато типів акумуляторів, що відрізняються матеріалом електродів та електроліту. З усієї їх різноманітності в автомобільному транспорті як стартерні переважно використовуються свинцево-кислотні. Це зумовлено тим, що акумулятори цього типу мають більшу, в порівнянні з іншими, енергоємність, а також здатність за короткий момент часу віддавати великий струм. Недоліком таких АКБ є те, що і кислота, і свинець – шкідливі речовини. Корпуси всіх свинцевих акумуляторів виготовляються з міцної кислотостійкої пластмаси, щоб забезпечити максимальну безпеку під час транспортування та експлуатації.

Як матеріал для електродів використовується свинець не в чистому вигляді, а з різноманітними добавками. В залежності від цього, АКБ ділять на кілька типів.

- традиційні («сурьм'янисті»);
- малосурьм'янисті;
- кальцієві;
- літій-іонні.

«Сурьм'янисті» АКБ містять у складі свинцевих пластин  $\geq 5\%$  сурьми. Часто їх називають класичними, традиційними.

Сурьму додають у свинець, щоб збільшити міцність пластин. Але через це значно прискорюється процес електролізу, який починається вже при 12 В. Через гази, які виділяються, здається, що вода в АКБ кипить. Через те, що вода випаровується назовні у великій кількості, змінюється концентрація електроліту і оголюються верхні краї електродів. Для компенсації води, яка «википіла», в АКБ заливають дистильовану воду.

Акумулятори з високим вмістом сурьми потребують постійного обслуговування. Це викликано тим, що доводиться досить часто, не рідше одного разу на місяць, проводити перевірку щільності електроліту та заливати воду.

Нині АКБ цього типу практично не встановлюються на автомобілі. «Сурьм'янисті» батареї використовують на стаціонарних установках, де важливіша невибагливість джерел живлення і де немає особливих проблем з їх обслуговуванням.

Малосурьм'янисті АКБ не вимагають контролю та догляду, але в них все одно не вдалося абсолютно позбутися втрат води з електроліту. Вода потроху «википає», хоч і набагато в менших кількостях, ніж у звичайних сурьм'янистих акумуляторів. Величезним плюсом малосурьм'янистої батареї є її невибагливість до якості електроустаткування автомобіля. Навіть при перепадах напруги бортової мережі характеристики даного типу АКБ не змінюються так незворотно, як це буває з сучаснішими акумуляторами, наприклад, кальцієвими або гелієвими. Малосурьм'янисті акумулятори відрізняються мінімальною вартістю у порівнянні з іншими.

Одним із способів знизити інтенсивність википання води в акумуляторі було використання замість сурьми іншого матеріалу в решітках електродів – кальцію. Кальцієві акумуляторні батареї часто мають маркування Ca/Ca, що означає, що пластини обох полюсів містять у своєму складі кальцій.

Крім низької швидкості «википання» води, кальцієві акумулятори мають ще й знижений майже на 70 %, порівняно з малосурьм'янистими, рівень саморозряду. Це дозволяє кальцієвим батареям довше зберігати свої експлуатаційні властивості при тривалому зберіганні.

Одним із головних недоліків акумуляторів даного типу є примхливість щодо перерозряду. Досить 3...4 рази сильно їх розрядити, як незворотно знижується рівень енергоємності, тобто різко зменшується кількість струму, який батарея здатна накопичити. Акумулятор в таких випадках, як правило, просто змінюють. Ще одним недоліком є вища ціна кальцієвих акумуляторів.

Літій-іонні акумуляторні батареї вважаються найбільш перспективними як джерело електричного струму. Найважливішими перевагами літій-іонних акумуляторів є:

- висока питома ємність (ємність на одиницю маси).
- напруга від одного елемента живлення (4 В) вища, ніж напруга елемента традиційного кислотного АКБ (2 В);
- низький саморозряд.

Однак недоліки літій-іонних батарей поки що не дозволяють сьогодні масово їх використовувати як заміну класичних свинцево-кислотних АКБ.

Деякі недоліки літій-іонних акумуляторів:

- чутливість до температури повітря (за негативних температур здатність віддавати енергію різко знижується);
- число зарядів-розрядів поки що занадто мале (в середньому, близько 500);

– літій-іонні акумулятори «старіють». При їх зберіганні відбувається поступове незворотне зменшення ємності (протягом 2 років – близько 20 % ємності);

– літій-іонні акумулятори дуже чутливі до глибоких розрядів.

– недостатня потужність для використання в якості стартерної батареї (сили струму, що видає літій-іонний елемент, вистачає для живлення електронних приладів, але недостатньо для запуску двигуна).

Очікується, що найближчими роками інженерам вдасться частково зменшити ці недоліки, і тоді літій-іонні акумулятори стануть якісною заміною класичних кислотних АКБ.

Загалом, розробниками АКБ ведуться роботи зі збільшення енергоємності батарей, що призведе до скорочення питомої ваги, розмірів, а також щодо покращення екологічних показників при виробництві батарей.

Також акумулятор майбутнього, як очікує ряд вчених, не матимуть у своєму складі рідину (щоб нічого не вилилося при пошкодженні), матимуть довільну форму (щоб була можливість використовувати всі можливі порожнини автомобіля).

УДК 737.22 : 930.2

Сухонос Р.Ф.

старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

## **ОСОБЛИВОСТІ АТРИБУЦІЇ МЕДАЛЕЙ ЗАМОРСЬКИХ КАМПАНІЙ ФРАНЦІЇ 2-Ї ПОЛОВИНИ ХІХ СТОЛІТТЯ**

При прикладному знайомстві з предметами фалеристики Франції часто постає проблема атрибуції часу виготовлення того чи іншого зразка. Протягом ХІХ століття на переважній більшості з численних медалей пошани міністерств Другої імперії, а потім і Третьої республіки, вирізалось гравером чи карбувалось ім'я нагородженої особи, а також рік здійснення подвигу чи подання до нагородження. В той же час пам'ятні медалі за військовій кампанії залишались безіменними.

Вручення пам'ятних медалей військовим як в армії, так і на флоті часто затягувалось на роки. В таких обмежених за часом і людьми кампаніях як Друга опіумна війна, Перша і Друга франко-малагасійські війни, Перша і Друга франко-дагомейські війни, більшість військових отримали свої відзнаки за період в 1...2, максимум до 3-х років. А в масштабних конфліктах з великою кількістю залучених військ, таких як Мексиканська експедиція, Тонкінська кампанія, Боксерське повстання – до 7 років. Це легко відслідкувати за іменними дипломами, які вручались разом з медалями.

Практично одночасно з офіційними нагородженнями починалось виготовлення так званих «приватних» медалей (фр. fabrication privée). Вони були затребувані на випадок втрати офіційної медалі; в очікуванні офіційної медалі, яка «запізнюється»; а також для колекціонерів-фалеристів. Випускаються такі медалі дотепер, тому питання їх ідентифікації має значний практичний інтерес.

Так, у медалі за Другу опіумну війну в Китаї (рисунок 1, а), заснованої декретом імператора Наполеона III в 1861 р., головним фактором для розрізнення є ім'я медальєра, клейма і тип вушка медалі. Офіційні медалі виробництва паризького монетного двору (фр. Monnaie de Paris) виготовлені зі срібла, підписані ім'ям скульптора Альберта Барре – «BARRE», з великим округлим вушком, клеймами «голова орла» на вушку і «якір» на реверсі є артефактами своєї епохи. Медалі, підписані «SACRISTAIN F.», «E.FALOT», «E.F.», або зовсім без імені медальєра, а також медалі із вушком типу «маленька куля», – виготовлені приватно, і часто значно пізніше. Вони можуть супроводжуватися клеймами срібла: «голова кабана» (1870-і – 1960-і роки), «краб» (1960-і – 1980-і роки) (див. рис. 2), а також клеймами виробника.



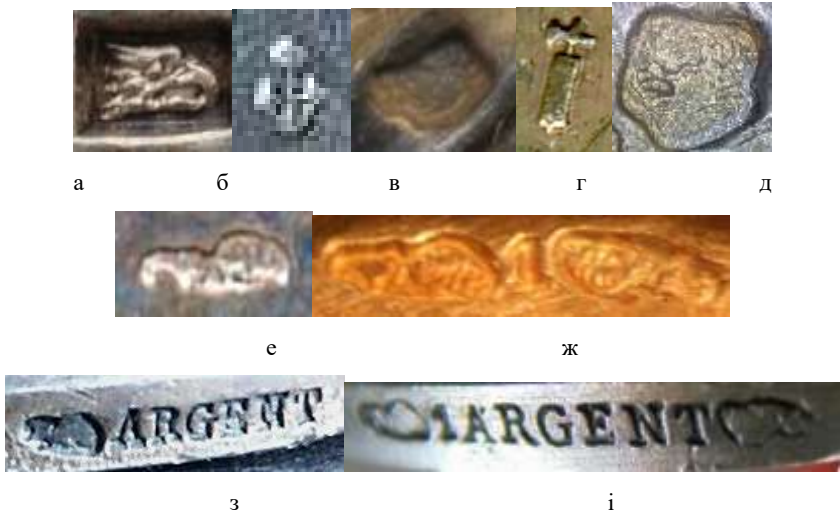
а – Médaille commémorative de l'expédition de Chine;

б – Médaille commémorative de l'expédition du Mexique

Рисунок 1 – Медалі часів Другої імперії

Оригінальна медаль за Мексиканську експедицію, встановлена декретом в 1863 році (рисунок 1, б), виготовлена на державному монетному дворі Парижа – також єдиного зразка: підписана «BARRE», з циліндричним вушком, має клейма «голова орла» і «якір» на реверсі. Одночасно незалежно від монетного двору також почався випуск приватних медалей, зокрема, підписаних «SACRISTAIN.F.», без клейм. Починаючи з 1863 року і до наших днів також інші фірми виготовляють схожі медалі, але з відмінностями: без імені скульптора; часто без клейм, з клеймами «голова кабана» або «краб»;

медалі з бронзи або посрібленої бронзи з відповідними клеймами на гурті («BRONZE» і «AB&Cie») виробництва Arthus Bertrand (1960-і роки).



а – «голова орла»; б – «якір»; в – «голова кабана»; г – «фасції»; д – «краб»; е – «ріг достатку» (~); ж – «~1~»; з – «~ARGENT»; і – «~1ARGENT~»

Рисунок 2 – Клейма на срібних нагородах Франції

Медалі за Тонкін (1885 р.), Мадагаскар (1886 р.), Дагомею (1892 р.) (рисунок 3, а, б, в) були засновані вже за часів Третьої республіки. І це одразу видно з нового дизайну медалі. Замість профілю імператора на аверсі медалі тепер портрет жінки – символу Франції, підписаний ім'ям скульптора «DANIEL DUPUIS».

На цих медалях виробництва монетного двору Парижа, починаючи з 1880 (за іншими даними з 1886) року, на реверсі медалі обов'язково ставилось клеймо «ріг достатку» (далі використано позначення «~»). Додатково на гурті могло бути клеймо:

- «~ARGENT» – з 1880 до 1913 року;
- «~ARGENT~» – з 1901 по 1913 р.;
- «~1ARGENT~», «~1ARGENT», «~1~» – з 1903 по 1972 р.;
- «~2ARGENT~», «~2~» – з 1921 по 1997 р.;
- «~1\*~» – з 1973 по 1996 р.

На офіційних медалях за Мадагаскар (1886 р.) і Дагомею (1892 р.) також має бути клеймо «фасції» (клеймо Жана Лагранжа – головного гравера монетного двору Парижа в 1880–1896 рр.).



а – Médaille commémorative de l'expédition du Tonkin; б – Médaille commémorative de Madagascar (1886 р., реверс); в – Médaille commémorative de l'expédition du Dahomey; г – Médaille commémorative de Madagascar (1896 р.) з пізнім кулястим вушком

Рисунок 3 – Медалі колоніальних кампаній часів Третьої республіки

Автор портрету медалі 2-ї кампанії за Мадагаскар (1896 р.) (рисунок 3, г) – Oscar Roty. Маркування офіційного випуску – «~ARGENT» на гурті медалі та на реверсі срібної накладки на стрічку. Більш пізні випуски монетного двору мають відповідні більш пізні клейма, зокрема «~1~», «~1ARGENT», «~1\*~», а приватні виробники ставили «голову кабана» та фірмове ромбовидне клеймо.

Загалом, на вказаних медалях Третьої республіки зустрічається 4 типи вушка:

- «оливка» (фр. olive) – оригінальна медаль монетного двору Парижа;
- «куля» (фр. boule) – більш пізні випуски монетного двору Парижа, приватні випуски;
- «подвійний конус» (фр. biconique) – більш пізні випуски монетного двору Парижа, приватні випуски;
- «циліндр» (фр. tubulaire) – приватні випуски.

Медалі приватних випусків часто не мають клейм, імені скульптора, можуть бути виготовлені не із срібла (мельхіор, посріблена бронза).

Дослідженню різновидів Médaille coloniale (1893 р.) присвячено фундаментальну працю Patrick Binet, тому детально її не розглядаємо. Але наведені вище дані про клейма монетного двору Парижа для колоніальної медалі і її планок також справедливі.

Загалом, можна стверджувати, що атрибуція предметів фалеристики за клеймами та особливостями виконання вушка дозволяє відокремлювати аутентичні предмети від предметів пізнішого виготовлення. Це потребує специфічних знань, великого масиву високоякісного фотографічного матеріалу для порівняння і кропіткої нумізматичної роботи.



Наукове електронне видання  
Можна використовувати в локальному та  
мережному режимах

## **ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2023**

### **Транспортний факультет**

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM);  
супровідна документація.  
Тираж 100 прим. Зам. № 364

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.