

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«11» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Мушкету Івану Петровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення гільз циліндрів ЯМЗ-236М2, з дослідженням ефективності роботи паливних фільтрів двигунів внутрішнього згоряння.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року № 4/7-899

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес відновлення.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Гільза циліндрів ЯМЗ-236М2 – 1А1.

Блок-картер в зборі – 1А1.

Існуючі способи відновлення гільз циліндрів ДВЗ – 1А1.

Компановка агрегатного верстату АСН-9 – 2А1.

Результати наукових досліджень – 2А1.

Планування дільниці – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 11.11.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.11.2022	
2	Технологічний розділ	23.11.2022	
3	Конструкторський розділ	25.11.2022	
4	Науково-дослідний розділ	02.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2022	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2022	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	23.12.2022	

Студент

_____ (підпис)

Мушкет І.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гевко І.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення гільз циліндрів ЯМЗ-236М2, з дослідженням ефективності роботи паливних фільтрів двигунів внутрішнього згорання.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 67 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 4 сторінки додатків.

Ключові слова: дефектування, розточування, гільза, розбирання, відновлення.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Розробка технологічного процесу дефектування гільзи.....	8
1.2 Складання таблиці основних спряжень для розбирання вузла, що ремонтується.....	10
1.3 Складання таблиці дефектів та технологічних маршрутів відновлення гільз.....	10
1.4 Аналіз існуючих способів відновлення гільз циліндрів.....	12
1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	14
2.1 Обґрунтування та розробка структурної послідовності базового та розробленого технологічних процесів відновлення.....	14
2.2 Обґрунтування та вибір установлювальних баз при виконанні операцій.....	21
2.3 Обґрунтування та вибір технологічного оснащення, ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів.....	21
2.4 Нормування часу виконання операцій базового та розробленого технологічних процесів.....	22
2.5 Аналіз технологічного процесу та наукова організація виконання робіт на дільниці, що проектується.....	23
2.6 Розробка дільниці по відновленню гільз циліндрів.....	24
2.7 Режим роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу.....	25
2.8 Розрахунок і підбір обладнання поточної лінії.....	25
2.9 Розрахунок силової електроенергії.....	66
2.10 Визначення ефекту від розробки пристосування для розточування та хонінгування гільз.....	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	39
3.1 Методика та обладнання для застосування методу аналогій для оцінки стану фільтруючого елемента фільтра тонкого очищення.....	39
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	49
4.1 Оцінка зміни ресурсу фільтра тонкого очищення в залежності від	

	6
пробігу транспортного засобу.....	49
4.2 Результати дослідження димності дизельних двигунів, укомплектованих фільтрами з різним пробігом.....	52
4.3 Результати експлуатаційних досліджень автомобілів, укомплектованих фільтрами тонкого очищення з пробігом більше 10000 км.....	54
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
5.1 Заходи по створенню безпечних умов праці.....	56
5.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.....	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
БІБЛІОГРАФІЯ.....	65
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми магістерської роботи не викликає сумніву, оскільки гільзи циліндрів ДВЗ є однією з лімітуючих деталей циліндро-поршневої групи, в процесі експлуатації швидко зношуються і потребують відновлення.

Дана магістерська робота носила системно-спрямований характер наукових досліджень, в задачі якої входила розробка способу обтиснення термічним методом гільз циліндрів, проектування установки для відновлення, дослідження зміцнюючий ефект відновленої робочої поверхні та зроблена спроба з'ясування фізики процесу відновлення запропонованим способом.

Мета даної роботи – проаналізувати умови роботи гільз циліндрів двигунів внутрішнього згорання, з'ясувати сутність способу відновлення деталей термічною обробкою й експериментально дослідити ефект зміцнення робочої поверхні деталі.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Розробка технологічного процесу дефектування гільзи

Гільзи повинні бути чистими, без слідів накипу та інших забруднень. На внутрішній поверхні гільзи не допускається риски, задирки, тріщини та інші пошкодження; допускається не більше трьох газових раковин довжиною не більше 2 мм, глибиною не більше 1 мм на відстані між суміжними раковинами не менше 30 мм, також точкова пористість як результат викришування графіту величиною до 0,2 мм. Раковини на ділянці нижче 5 мм від верхнього і вище 65 мм від нижнього торців гільзи не допускається.

Гільзи, вставлені для перевірки в блок циліндрів без ущільнюючих кілець, повинні повертатись вільно, без заїдань.

У вільному стані допуск круглості та профілю поздовжнього перерізу внутрішнього діаметра гільз 0,04 мм, на ділянках 15 мм від нижнього і верхнього торців 0,06 мм.

Твердість внутрішньої поверхні нових і ремонтних гільз по пристосуванню 2018TP повинна бути 40 HRC_{min}. Підлягають перевірці всі ремонтні гільзи, вибірно нові.

Допускається биття відносно внутрішнього діаметру:

- діаметрів верхнього нижнього посадкових поясків не більше 0,08мм; при замірі в одній площині – не більше 0,06 мм;
- діаметру опорного бурта не більше 0,1 мм;
- нижнього торця опорного бурта не більше 0,03 мм на крайніх точках;
- внутрішніх діаметрів канавок під гумове кільце не більше 0,2 мм.

Биття поверхні опорного бурта відносно осі верхнього і нижнього посадкових поясків не повинне перевищувати 0,05 мм на крайніх точках. На поверхні опорного бурта забоїни не допускаються.

Спрацьовані гільзи циліндрів приймають на відновлення, якщо їх внутрішній діаметр в місці найбільшого спрацьовання не перевищує

номінальний розмір більше чим на 0,5 мм, якщо виникла в результаті деформації верхнього і нижнього посадочних поясків не перевищує 0,1 мм.

Гільзи циліндрів не приймаються на відновлення при зломах, тріщинах, задирках внутрішньої поверхні глибиною більше 0,2 мм, вм'ятинах від удару робочих поверхнях, а також якщо є корозійний спрацювання.

Овальність і конусність поверхонь поясків допускається не більше 0.04 мм.

Допускається зменшення нижнього граничного значення діаметра пояска на 0.02 мм.

Овальність і конусність поверхонь дзеркала гільз допускається не більше 0.02 мм. На довжині 32 мм від нижнього торця овальність і конусність поверхні дзеркала гільзи допускається до 0.03 мм.

На ділянці 15 мм від верхнього і 9 мм від нижнього торців поверхні дзеркала гільзи допускаються:

а) овальність, послаблення і відхилення розміру не більше 0.05 мм в результаті зачищення слідів виходу інструменту з головним переходом на розмір поверхні дзеркала гільзи;

б) збільшення шорсткості до $Ra = 125\text{мкм}$.

Гільзи циліндрів не повинна мати раковин, тріщин, пористості і інших виключень, крім наступних випадків:

а) на поверхні верхнього і нижнього торців допускаються газові раковини в кількості не більше 2 штук, розміром не більше 1 мм на відстані не менше 2 мм від фасок;

б) на ділянках 5 мм від верхнього і 65 мм від нижнього торців допускається не більше 2 мм і глибиною при відстані між рядом розташованих раковин не менше 30 мм.

в) зміщення протилежних газових раковин на внутрішній та зовнішній поверхні гільзи циліндрів має бути не менше 15 мм.

На поверхні дзеркала гільзи подряпини, зрізи і задирки не допускаються. На поверхні нижнього торця бурта гільзи забоїни не допускаються. На поверхні верхнього торця гільзи допускається спіральна риска шириною не більше 0.2 мм і глибиною не більше 0.1 мм як результат виходу інструменту.

На поверхні між поясками гільзи допускається кавітаційні пошкодження глибиною до 1.5 мм.

1.2 Складання таблиці основних спряжень для розбирання вузла, що ремонтується

Таблиця 1.1 Монтажні спряження

№п/п	Спряжені деталі		Розмір по кресленню, мм	Натяг (-), зазор (+), мм	
	назва	позначення		по кресленню	допустимий
1	Блок-картер (верхній посадковий пояс)	60-01002.20 72-01002.00	$153^{+0,040}$	+0,043 +0,123	0,20
	Гільза циліндра	60-01102.01	$153^{-0,043}_{-0,083}$		
2	Блок-картер (нижній посадковий пояс)	60-01002.20 72-01002.00	$151^{+0,040}$	+0,043 +0,123	0,20
	Гільза циліндра	60-01102.01	$151^{-0,043}_{-0,083}$		
3	Блок-картер Гільза циліндра (висота буртика)	60-01002.20 72-01002.00 60-01102.01	$12 \pm 0,035$ $12,13^{-0,027}$ $P_1 12,5 \pm 0,035$ $P_2 12,5 \pm 0,035$	+0,068 +0,165	+0,04

1.3 Складання таблиці дефектів та технологічних маршрутів відновлення гільз

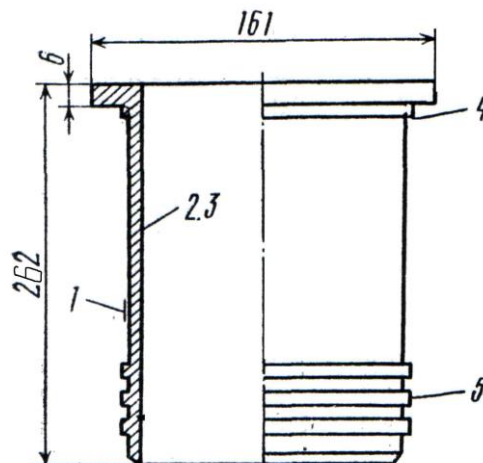


Рисунок 1.1 – Основні дефекти гільзи

Таблиця 3.2 Дефектування деталі

Дефект, що контролюється		Розмір, мм		Способи та засоби контролю		Висновок
дефект	Найменування дефекту	по кресленню	допустимий	назва	Позначення чи похибка вимірювання	
–	Тріщини, зломи, сколення	Не допускається		Огляд Дефектоскоп	– ПМД–70	Бракувати
1	Кавітаційні раковини	Наскрізні раковини не допускаються		Огляд	–	Ремонтувати
2	Поздовжні риски, задирки, корозія	Не допускається		Огляд	–	Ремонтувати (гільзи ремонтного розміру бракувати)
3	Знос, овальність, конусність	$130^{+0,04}$ Ремонтний розмір $130,70^{+0,04}$ Овальність, конусність внутрішньої поверхні 0,02 поясків 0,06	130,04 130,74 0,03 0,08	Нутромір	100–160 ГОСТ 9244–75 8144-13004Д 8144-13074Д ОСТ 70.0001.024–80	Ремонтувати (гільзи ремонтного розміру бракувати)
4	Знос верхнього посадкового пояса	$153_{-0,090}^{-0,050}$ Овальність конусність: 0,02	152,80 0,04	Мікрометр	МК 175-2 ГОСТ 6507–78	Ремонтувати
5	Знос нижнього посадкового пояса	$151_{-0,009}^{-0,005}$	150,80	Мікрометр	МК 175-2 ГОСТ 6507–78	Ремонтувати
6	Знос опорного буртика	Висота буртика: $12,10^{+0,03}$ Ремонтний розмір $11,70^{+0,03}$	12,00 11,60	Мікрометр	МК 25-2 ГОСТ 6507–78	Ремонтувати

На основі перерахованих дефектів гільз циліндрів складаємо маршрут відновлення.

I маршрут.

Спрацювання внутрішньої поверхні до діаметра більше 130.16мм.

II маршрут.

Спрацювання внутрішньої робочої поверхні до діаметра більше 130.16 мм. Спрацювання посадочних поясів.

III маршрут.

Спрацювання внутрішньої робочої поверхні до діаметра більше 130.16 мм. Спрацювання опорного бурта по висоті до розміру менше 10.2 мм. Спрацювання посадочних поясів.

IV маршрут.

Спрацювання внутрішньої робочої поверхні до діаметра більше 130.16 мм. Кавітаційні руйнування.

На основі аналізу дефектів найбільш часто зустрічаються дефекти згруповані в маршруті III, на який і розроблений технологічний процес відновлення деталі.

1.4 Аналіз існуючих способів відновлення гільз циліндрів

Ремонтними підприємствами України накопичений великий досвід роботи по відновленню зношених гільз циліндрів. З усього різноманіття способів відновлення можна виділити чотири основні схеми технологічних процесів:

- механічна обробка під ремонтний розмір;
- нанесення додаткового шару матеріалу на робочу поверхню деталі;
- зміна геометричних розмірів деталі термічною обробкою з різними способами нагрівання й охолодження.

Найпоширеніший спосіб відновлення гільз – це спосіб механічної обробки під ремонтний розмір. Процес відновлення цим способом є найпростішим і найдешевшим. Але кількість разів відновлення обмежена, не більше трьох раз. До того ж він потребує наявності деталей відповідного ремонтного розміру, що робить цей спосіб відновлення дорожчим.

Наступний спосіб відновлення – гільзування. Спрацьовану гільзу розточують, а потім всередину запресовують чавунну вставку циліндричної форми. На перший погляд спосіб досить простий, але він потребує високої

точності підгону деталей одна до іншої. До того ж вставка повинна мати високу зносостійкість і в загалі задовольняти всі властивості пред'явлені до гільз.

Спосіб наплавлення металевої стрічки на внутрішню поверхню гільзи є одним з найскладніших та дорогих з усіх відомих способів відновлення.

Хромування гільз. Електролітичний спосіб відновлення відомий своїм точним керуванням, проте його вартість досить висока і довготривалий.

Метод термопластичного обтиснення. Гільзу розміщують в матрицю. Внутрішню поверхню нагрівають індуктором за допомогою струмів високої частоти з наступним проточним її охолодження. Спосіб побудований на використанні природи матеріалу та особливостей структурних перетворень. Відновлення цим способом забезпечує відновлення деталі до номінальних розмірів. Проте при відновлення зустрічається брак деталей в наслідок нерівномірного нагрівання та недосконалого охолодження.

Даний спосіб дозволяє скоротити тривалість процесу відновлення, зменшити кількість браку та забезпечує і навіть перевищує якість поверхонь деталей в порівнянні з вище згаданим способом.

Суть способу полягає в нагріванні деталі до температури фазових перетворень, утримуванні деякий час і наступному комбінованому спреєрному охолодженні змінної інтенсивності.

1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Провести теоретичні дослідження мікроструктур по товщині стінки гільз циліндрів ДВЗ. Описати процес та механізм пластичної деформації матеріалу деталі в процесі обтиснення.

Розробити дільницю по відновленню гільз циліндрів ДВЗ. Розрахувати основне обладнання відділень, визначити їх площу і потреби в енергоносіях.

Розрахувати основні техніко-економічні показники роботи дільниці.

Провести дослідження ефективності роботи паливних фільтрів двигунів внутрішнього згорання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування та розробка структурної послідовності базового та розробленого технологічних процесів відновлення

У будь-якій деталі машини, що надійшла на відновлення, як правило, знаходиться декілька дефектів, котрі необхідно усунути у випадку, якщо вони перевищують допустимі норми.

Для складання маршрутних та операційних технологічних карт потрібно обґрунтувати спосіб відновлення, найбільш раціональний для кожного дефекту.

При виборі способу відновлення потрібно врахувати наступні фактори:

- матеріал і термічну обробку поверхні, що відновлюється;
- характер та розмір граничного зносу;
- розміри поверхні, що відновлюється та її конструктивні особливості;
- умови роботи деталі у вузлі; витрати на відновлення та ін.

Необхідно встановити можливість застосування одного чи декількох способів для відновлення кожної з дефектних поверхонь деталей в залежності від їх технічного стану. На основі технологічного критерію визначається перелік можливих способів відновлення даної поверхні, при цьому відсіваються, очевидно, непридатні.

З придатних способів перевага віддається способу, що має найбільш високий коефіцієнт економічної доцільності.

За базовий процес відновлення обираємо найпоширеніший спосіб в ремонтному виробництві – метод ремонтних розмірів.

Відновлення гільзи цим способом проводимо наступній послідовності:

- 1) очищення;
- 2) дефектування;
- 3) токарна;
- 4) токарна;
- 5) металізація;
- 6) токарна;

- 7) токарна;
- 8) шліфування;
- 9) чистове шліфування;
- 10) чорнове хонінгування;
- 11) чистове хонінгування;
- 12) фінішна;
- 13) очищення;
- 14) контрольна.

1. Очищення від асфальтно-смолистих забруднень проводимо в мийній машині П – 1×12×10×10, ОМ – 4267.

2. Дефектація гільз циліндрів проводиться при температурі 20 °С, маркувати деталі годні без ремонту - емаллю ПФ - 133 зеленою ГОСТ 926-82, деталі браковані – емаллю ПФ - 133 червоною ГОСТ 926-82, деталі, які підлягають ремонту – емаллю ПФ - 115 білою ГОСТ 6465-76.

3. Обточити зовнішню поверхню гільзи циліндра на токарному напівавтоматі ЕМ 140А Н 330 – 5 до діаметра 152.6_{-0.05} мм на довжині 25 мм, до діаметра 142.3_{-0.05} мм на довжині 147 мм, до діаметра 150.8 мм на довжині 58 мм.

4. Нарізка гвинтової канавки здійснюється на токарному верстаті 1А616 на зовнішній поверхні гільзи на довжині 65 мм і 28 мм відповідно до діаметрів 150.8_{-0.1} мм і 152.6_{-0.1} мм.

Режим обробки:

- подача 1.75 мм/об;
- частота обертання шпинделя 56 об/хв.

Твердість поверхні не нижча HRC = 33...36.

5. Металізацію здійснюємо на електрометалізаційному верстаті ОКС 11244 на довжині 28 мм до діаметра 155.8_{-0.8} мм, на довжині 65 мм до діаметра 152.8 мм.

Режим обробки:

- сила зварного струму – 350А;
- напруга дуги – 30В;

- подача присадочного металу – 4.7 м/хв.;
- частота коливань – 0.06 С;
- подача супорта – 7.8 мм/об.

6. Точити зовнішню поверхню на довжині 28 мм до діаметра $152.1_{-0.09}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра $151,1_{-0.09}$ мм, на токарному напівавтоматі ЕМ – 140 АН 330 – 6. Охолоджуюче середовище – 5% емульсія.

Режим обробки:

- подача $S_1 = 0.16$ мм/об і $S_2 = 0.25$ мм/об;
- частота обертання 200 об/хв.

Шорсткість оброблюваної поверхні $Ra=6.3$ мкм.

7. Розточування робочої поверхні під ремонтний розмір здійснюється на верстаті 278Н. Розточити спрацьовану внутрішню поверхню на довжині 262 мм до розміру $\varnothing 130,6^{+0,04}$ мм Режим обробки: частота обертання шпинделя $n = 250$ об/хв.; швидкість обертання 10 м/хв. Конусність овальність, еліптичність внутрішньої поверхні допускаються не більше 0.1мм.

8. Шліфування зовнішньої поверхні на довжині 28 мм до діаметра $153_{-0,05}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра $151_{-0,05}$ мм. Режим роботи: подача 0,05 мм/об швидкість шліфування 2м/с; частота обертання деталі 50 об/хв.

9. Чистове шліфування зовнішньої поверхні на довжині 28 мм до діаметра $153_{-0,09}^{-0,05}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра $151_{-0,09}^{-0,05}$ мм. Режим роботи: припуск 0,02 мм; подача 0,01 мм/об; швидкість різання 47,5 м/хв. Охолоджуюче середовище – 5% емульсія.

10. Чорнове попереднє хонінгування здійснюється на верстаті 3К 83У. Хонінгувати внутрішню робочу поверхню діаметра $130.60^{+0.04}$ мм на довжині 262 мм до діаметру $130,7_{-0,04}$ мм. Режим обробки: частота обертання шпинделя $n = 250$ об/хв.; швидкість обертання 10 м/хв. Конусність овальність, еліптичність внутрішньої поверхні допускаються не більше 0.1мм.

11. Чистове хонінгування здійснюється на верстаті 3К 83У. Хонінгувати робочу поверхню діаметра $130.70_{-0,04}$ мм на довжині 262 мм до діаметра $130,7^{+0,04}$ мм. Режим обробки: частота обертання шпинделя $n = 100$ об/хв.; швидкість обертання $V = 30$ м/хв.

12. Фінішну обробку гільз циліндрів проводимо на відокремлено-розточувальному верстаті 2 Е 78 ПН з одночасним нанесенням середовища ТСМ – 0.1. Внутрішню поверхню $\varnothing 130^{+0.04}$ мм на довжині 262 мм в розмірі $\varnothing 130.0^{+0.02}$ мм. Режим обробки: подача 0.05 мм/об; частота обертання шпинделя $n = 600$ об/хв. Конусність овальність внутрішньої поверхні допускаються не більше 0.02 мм. Шорсткість оброблюваної поверхні $Ra=0.64\mu\text{m}$.

13. Очищення деталей від технологічних забруднень проводити в установці для миття і сушіння деталей РК – 254.

14. Конусність, овальність внутрішньої поверхні допускається не більше 0.1 мм.

Розглянемо запропонований нами спосіб відновлення гільз методом термічного обтиснення із комбінованим спреєрним охолодженням змінної інтенсивності.

Відновлення гільзи цим способом проводимо наступним чином:

- 1) очищення;
- 2) дефектування;
- 3) токарна;
- 4) термічне обтиснення (відновлення);
- 5) токарна;
- 6) металізація;
- 7) токарна;
- 8) токарна;
- 9) шліфування;
- 10) чистове шліфування;
- 11) хонінгування;
- 12) чистове хонінгування;
- 13) фінішна;
- 14) очищення;
- 15) контрольна.

1. Очищення від асфальтно-смолистих забруднень проводимо в мийній машині П – $1 \times 12 \times 10 \times 10$, ОМ – 4267.

2. Дефектація гільз циліндрів проводиться при температурі 20°C , маркувати деталі годні без ремонту - емаллю ПФ - 133 зеленою ГОСТ 926-82, деталі браковані – емаллю ПФ - 133 червоною ГОСТ 926-82, деталі, які підлягають ремонту – емаллю ПФ - 115 білою ГОСТ 6465-76.

3. Обточити зовнішню поверхню гільзи циліндра на токарному напівавтоматі EM 140A H 330 – 5 до діаметра $152.6_{-0.05}$ мм на довжині 25 мм, до діаметра $142.3_{-0.05}$ мм на довжині 147 мм, до діаметра $150.8_{-0.05}$ мм на довжині 58 мм.

4. Електроконтактне нагрівання і спреїєрне охолодження гільзи проводиться на установці МТП-150 до максимального внутрішнього діаметру $129.70 \pm 0,05$ мм.

Режим обробки:

- сила струму – 35 кА;
- сила точного струму – 5А;
- напруга – 4В;
- температура нагрівання гільзи – $800 \dots 850^{\circ}\text{C}$;
- охолоджуюче середовище – вода при температурі 26°C .

Конусність, овальність внутрішньої поверхні допускається не більше 0.1 мм.

5. Нарізка гвинтової канавки здійснюється на токарному верстаті 1А616 на зовнішній поверхні гільзи на довжині 65 мм і 28 мм відповідно до діаметрів $150.8_{-0.1}$ мм і $152.6_{-0.1}$ мм.

Режим обробки:

- подача 1.75 мм/об;
- частота обертання шпинделя 56 об/хв.

Твердість поверхні не нижча $\text{HRC} = 33 \dots 36$.

6. Металізацію здійснюємо на електрометалізаційному верстаті ОКС11244 на довжині 28 мм до діаметра $155.8_{-0.8}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра 152.8 мм.

Режим обробки:

- сила зварного струму – 350А;

- напруга дуги – 30В;
- подача присадочного металу – 4.7 м/хв.;
- частота коливань – 0.06 С;
- подача супорта – 7.8 мм/об.

7. Точити зовнішню поверхню на довжині 28 мм до діаметра $152.1_{-0.09}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра $151,1_{-0.09}$ мм, на токарному напівавтоматі ЕМ – 140 АН 330 – 6. Охолоджуюче середовище – 5% емульсія.

Режим обробки:

- подача $S_1 = 0.16$ мм/об і $S_2 = 0.25$ мм/об;
- частота обертання 200 об/хв.

Шорсткість оброблюваної поверхні $Ra=6.3$ мкм.

8. Розточування робочої поверхні до номінального розміру здійснюється на верстаті 278Н. Розточити внутрішню поверхню діаметра $129,70 \pm 0,05$ на довжині 262 мм до розміру $\varnothing 129,80^{+0,05}$ мм

Режим обробки: частота обертання шпинделя $n = 250$ об/хв.; швидкість обертання 10 м/хв. Конусність овальність, еліптичність внутрішньої поверхні допускаються не більше 0.1мм.

9. Шліфування зовнішньої поверхні на довжині 28 мм до діаметра $153_{-0,05}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра $151_{-0,05}$ мм.

Режим роботи:

- подача 0,05 мм/об швидкість шліфування 2м/с;
- частота обертання деталі 50 об/хв.

10. Чистове шліфування зовнішньої поверхні на довжині 28 мм до діаметра $153_{-0,09}^{-0,05}$ мм, на довжині 65 мм до діаметра $151_{-0,09}^{-0,05}$ мм.

Режим роботи:

- припуск 0,02 мм;
- подача 0,01 мм/об;
- швидкість різання 47,5 м/хв.

Охолоджуюче середовище – 5% емульсія.

Твердість поверхні гільзи не нижче НВ 217...255.

11. Попереднє хонінгування здійснюється на верстаті 3К 83У.
Хонінгувати робочу поверхню до діаметра $129.90^{+0.05}$ мм на довжині 262мм.

Режим обробки:

- частота обертання шпинделя $n = 100$ об/хв.;
- швидкість обертання $V = 30$ м/хв.

12. Чистове хонінгування здійснюється на верстаті 3К 83У.
Хонінгувати внутрішню робочу поверхню до діаметра $130^{+0.04}$ мм на довжині 262 мм.

Режим обробки:

- частота обертання шпинделя $n = 125$ об/хв.;
- швидкість обертання $V = 47$ м/хв.

Шорсткість зворотної поверхні $Ra = 0.05$ мкм.

13. Фінішну обробку гільз циліндрів проводимо на відокремлено-розточувальному верстаті 2 Е 78 ПН з одночасним нанесенням середовища ТСМ – 0.1. Внутрішню поверхню $\varnothing 130^{+0.04}$ мм на довжині 262 мм в розмірі $\varnothing 130.0^{+0.02}$ мм.

Режим обробки:

- подача 0.05 мм/об;
- частота обертання шпинделя $n = 600$ об/хв.

Конусність овальність внутрішньої поверхні допускаються не більше 0.02 мм. Шорсткість оброблюваної поверхні $Ra=0.64$ мкм.

14. Очищення деталей від технологічних забруднень проводити в установці для миття і сушіння деталей РК – 254.

15. Контроль відновлених гільз циліндрів проводиться при температурі 20°C . На ділянках 15 мм від верхнього і 9 мм від нижнього торця овальність і відхилення розміру не більше 0.05 мм, на цій ділянці шорсткість допускається $Ra=1.25$ мкм.

2.2 Обґрунтування та вибір установлювальних баз при виконанні операцій

При виконанні технологічної операції відновлення внутрішньої робочої поверхні гільз циліндрів вибираємо в якості установочних баз посадочні пояски гільзи.

При виконанні технологічної операції відновлення опорного бурта і посадочних поясків гільз циліндрів вибираємо в якості установочних баз внутрішню поверхню гільзи.

2.3 Обґрунтування та вибір технологічного оснащення, ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів

Для відновлення гільз циліндрів запропонованим способом за допомогою наступні операції.

Інструменти і обладнання, яке застосовується для відновлення гільз наступні: машина мийна П – 1×12×10×10 (15429), напівавтомат спеціальний токарно-гідрокопіювальний ЕМ 14 АН 330-5 інструмент – спеціальний резерв, копир Н330-5, установка МТП-250, токарний верстат 1А 616, інструмент – оправка цехова, різець – 2660 – 0503 1.5ВКЗМ, верстат електрометалізований ОКС-11244, напівавтомат спеціальний безцентрово-шліфувальний ВШ – 4166, пристрій 708731 – 1109, верстат токарно-гвинторізальний 16К 20П, інструмент – оправка 70 – 7111 – 1022, установка для миття і сушіння конструкцій РК – 254.

Вибираємо верстати і інструмент, керуючись тим, щоб верстат був високопродуктивний, а інструмент забезпечував необхідну точність обробки.

2.4 Нормування часу виконання операцій базового та розробленого технологічних процесів

Таблиця 2.2. Норми часу на виконання технологічних операцій для базового технологічного процесу відновлення.

№ операції	Найменування операції	T_0	T_B	$T_{оп}$	$T_{доп}$	$T_{пз}$	T_n
005	Мийна	0,006	1,1	1,106	0,022	25	1,20
010	Дефектація					10	2,40
015	Токарна	2,03	0,40	2,43	0,19	15	2,69
020	Токарна	4,43	0,20	4,63	0,37	10	5,04
025	Металізація						3
030	Токарна	3	0,70	3,70	0,29	10	4,03
035	Токарна	6,16	0,70	6,86	0,55	10	7,45
040	Шліфувальна	1,30	2	3,30	0,29	10	3,64
045	Шліфувальна	2,60	4	6,60	0,59	10	8,63
050	Хонінгування	1,10	1	2,10	0,19	10	2,34
055	Хонінгування	1,20	1	2,20	0,19	10	2,44
060	Фінішна	7,48	0,38	7,95	0,62	9	8,5
065	Очищення					25	1,5
070	контрольна					15	1,3

Таблиця 2.3 Норми часу на виконання технологічних операцій для розробленого технологічного процесу відновлення.

№ операції	Найменування операції	T_0	T_B	$T_{оп}$	$T_{доп}$	$T_{пз}$	T_n
005	Мийна	0,006	1,1	1,106	0,022	25	1,20
010	Дефектація					10	2,40
015	Токарна	2,03	0,40	2,43	0,19	15	2,69
020	Обтиснення	3	0,50	3,50	0,28	15	7,53
025	Токарна	4,43	0,20	4,63	0,37	10	5,04

030	Металізація						3
035	Токарна	3	0,70	3,70	0,29	10	4,03
040	Токарна	6,16	0,70	6,86	0,55	10	7,45
045	Шліфувальна	1,30	2	3,30	0,29	10	3,64
050	Шліфувальна	2,60	4	6,60	0,59	10	8,63
055	Хонінгування	1,10	1	2,10	0,19	10	2,34
060	Хонінгування	1,20	1	2,20	0,19	10	2,44
065	Фінішна	7,48	0,38	7,95	0,62	9	8,5
070	Очищення					25	1,5
075	Контрольна					15	1,3

2.5 Аналіз технологічного процесу та наукова організація виконання робіт на дільниці, що проектується

Відновлення гільз циліндрів ДВЗ можливе в умовах сучасного ремонтного підприємства, так як для здійснення технологічного процесу необхідне складне енергонасичене обладнання.

Проект дільниці по відновленню гільз циліндрів по суті є проектом поточно-механізованої лінії.

Обґрунтування прийнятої програми ремонту гільз циліндрів. Згідно виробничого плану ремонту двигунів на 2005 рік планується виконати капітальний ремонт 5600 шт. двигунів СМД – 60, 4000 шт. двигунів ЯМЗ-236 та 2800 шт. двигунів ЯМЗ-238.

Визначаємо програму для відновлення гільз N_3 :

$$N_3 = N_p \cdot n \cdot \eta_p,$$

$$\eta_p = 0,9.$$

$$N_3 = (5600 \cdot 6 + 4000 \cdot 6 + 2800 \cdot 8) \cdot 0,9 = 72000 \text{ шт.}$$

Річна програма відновлення гільз циліндрів N_{δ_2} з урахуванням коефіцієнта відновлення η_p становить 72000 шт.

Знаючи трудомісткість капітального ремонту двигуна, можна визначити трудомісткість ремонту гільз циліндрів, яка для дизельних двигунів складає 11% від загальної трудомісткості ремонту двигуна.

Визначаємо трудомісткість капітального ремонту гільз циліндрів відносно двигуна:

$$T_2 = T_{\text{дв}} \cdot 0.11 = 54.32 \cdot 0.11 = 5.97 \text{ люд.-год.}$$

Загальний обсяг робіт на ділянці відновлення гільз складає:

$$T_3 = T_2 \cdot N_{\text{р\textcircled{d}}} = 5,97 \cdot 12400 = 74028 \text{ люд.-год.}$$

2.6 Розробка ділянки по відновленню гільз циліндрів

Розподіляємо трудомісткість капітального ремонту гільз циліндрів і результат зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розподіл трудомісткості капітального ремонту

№ п/п	Найменування операції	Трудомісткість	
		на одиницю, хв.	на програму, люд.-год.
1	Мийна	2,32	2784,00
2	Дефектація	5,40	6480,00
3	Токарна	2,95	3542,94
4	Термічна	4,25	5103,00
5	Токарна	5,63	6750,54
6	Металізація	3,13	3754,74
7	Токарна	4,50	5394,60
8	Токарна	8,34	10003,50
9	Шліфувальна	4,05	4855,95
10	Шліфувальна	8,09	9711,90
11	Хонінгування	2,70	3237,30
12	Хонінгування	2,45	2943,00
13	Фінішна	9,55	11459,88
14	Очищення	1,22	1464,00
15	Контрольна	2,88	3456,00
Всього		61,69	74028,00

Трудомісткість на одиницю визначається по формулі:

$$T = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{н.з.}}}{H},$$

Норма наробітку визначається за формулою:

$$H = \frac{T_{зм} \cdot T_{н.з.}}{T_{ум}}$$

2.7 Режим роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу

Режим роботи підприємства характеризується кількістю робочих днів за рік, числом змін роботи.

Визначаємо номінальний річний фонд часу за формулою:

$$\Phi_H = D_P \cdot n - D_n \cdot (n - n_1),$$

$$\Phi_H = 253 \cdot 8 - 9 \cdot (8 - 6) = 2006, \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу праці працюючих менший за номінальний річний фонд на час втрат, що пов'язані з відпустками, виконанням державних та інших суспільних обов'язків.

$$\Phi_\partial = \Phi_H - (\alpha_0 + \alpha_V + \alpha_\partial + \alpha_z + \alpha_n) \cdot t_c,$$

$$\Phi_\partial = 2006 - (18 + 30 + 3 + 0,5 + 1,3) \cdot 8 = 1584, \text{ год.}$$

Річний фонд часу робочого місяця визначаємо за формулою:

$$\Phi_{\partial.p.m} = \Phi_\partial \cdot n_p \cdot c$$

$$\Phi_{\partial.p.m} = 2006 \cdot 1 \cdot 2 = 4012, \text{ год.}$$

Визначаємо дійсний річний фонд праці обладнання:

$$\Phi_{o.\partial.} = \Phi_{\partial.p.m} \cdot c \cdot \eta,$$

Для ремонтних майстерень при двохзмінній праці $\eta = 0.97 \dots 0.95$.

$$\Phi_{o.\partial.} = 2006 \cdot 2 \cdot 0.95 = 3811.4, \text{ год.}$$

2.8 Розрахунок і підбір обладнання поточної лінії

Розраховуємо число одиниць основного обладнання.

1. Мийних машин:

$$n_{об} = \frac{T}{\Phi_{o.\partial.} \cdot \eta},$$

$$\eta = 0.85.$$

$$n_{об} = \frac{2784}{3811,4 \cdot 0,85} = 0,85.$$

Приймаємо 1 шт.

2. Установок для електроконтактного нагрівання:

$$n_{об} = \frac{T}{\Phi_{од} \cdot \eta} = \frac{5103}{3811,4 \cdot 0,85} = 1,58.$$

Приймаємо 2 шт.

3. Металізаційних станків:

$$n = \frac{3754,74}{3811,4 \cdot 0,85} = 1,16.$$

Приймаємо 1 шт.

Виконуємо розрахунок металоріжучого обладнання:

$$\partial_p = \frac{N_3 \cdot t_{ум}}{\Phi_{дрм} \cdot 60 \cdot K_6},$$

K_6 – коефіцієнт перевиконання норм часу (приблизно 1.08...1.1)).

4. Токарна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 2,62}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 0,71.$$

Приймаємо 1 станок.

2. Токарна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 5}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 1,36.$$

Приймаємо 2 станка.

6. Токарна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 4}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 1,09.$$

Приймаємо 1 станок.

8. Токарна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 7,41}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 2,01.$$

Приймаємо 1 станок.

7. Шліфувальна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 3,60}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 0,97.$$

Приймаємо 1 станок.

8. Шліфувальна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 7,19}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 1,95.$$

Приймаємо 2 станка.

9. Хонінгувальна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 2,70}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 0,73.$$

Приймаємо 1 станок.

10. Хонінгувальна

$$\partial_p = \frac{72000 \cdot 2,45}{4012 \cdot 60 \cdot 1,1} = 0,67.$$

Приймаємо 1 станок.

11. Визначаємо кількість обладнання для фінішної обробки:

$$n = \frac{T}{\Phi_{од.} \cdot K_3},$$

$K_3 - 0.8 \dots 0.95;$

$$n = \frac{11459,88}{3811,4 \cdot 0,85} = 3,54.$$

Приймаємо 4 шт.

Останнє обладнання приймаємо за технологічною необхідністю.

Таблиця 2.5 Обладнання на ділянці по ремонту гільз циліндрів ДВЗ

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість	Марка	Габаритні розміри		Встановлена потужність, кВт	Зайнята площа, м ²
				Довжина, мм	Ширина, мм		
1	Установка електроконтакт на	2	МТП-150	1580	1400	100	4,42
2	Напівавтомат токарно-копіювальний	2	ЕМ140А	2870	1450	22	8,32

3	Токарний станок	2	1А616	2818	1212	9.4	6,83
4	Станок електрометалізаційний	1	ОКС11244	2456	1900	0.2	4,67
5	Розточувально-хонінгувальний станок	1	АСН-9	3600	3600	12	12,96
6	Станок спеціальний безцентровий шліфувальний	3	ВШ-416Б П-1- 12×10×10	4030	3270	17	39,53
7	Мийна машина	1	ОМ-4267	9550	3700	11.0	35,33
8	Установка для миття і сушіння конструкцій	4	РК-254	3000	2000	8.0	24,00
9	Стіл монтажний	4	ОРТ-1468	1200	800	–	3,84
10	Дефектоскоп магнітний	1	ДМП-2	780	490	8.0	0,38
11	Контейнер для вибракуваних деталей	4	7.7875	800	800	–	2,56
12	Шафа для вимірювального інструменту	2	04.02.046	860	360	–	0,60
13	Візок	3	ГТ-250	940	654	–	1,88
14	Тумбочка для інструменту	4	04.02.044	600	402	–	0,96
15	Піддон для ящиків	2		1500	700	–	2,10
16	Шафа для зберігання консерваційного мастила	1		1500	680	–	1,02
17	Транспортер ланцюговий	1	–	1800	200	1.5	3,60
18	Підставка для деталей	8	–	800	800	–	5,12
19	Транспортер ланцюговий	1	–	1800	200	1	2,10
20	Стіл пересувний	6	–	1300	850	–	6,63
21	Установка для сушіння	1	РК-254	2500	1000	6.0	2,50
22	Стелаж накопичувач	3	–	3000	800	–	7,20

Визначаємо площу ділянки за формулою:

$$F = f_{об} \cdot K_3,$$

$$K_3 = 3,$$

$$F=176,17 \cdot 3=528,51 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площу ділянки 540 м².

Розраховуємо коефіцієнт завантаженості по кожній операції:

$$\eta_{3_i} = \frac{\partial_{pi}}{\partial_{npi}},$$

1. Мийна

$$\eta_{\zeta} = \frac{0,85}{1} = 0,85.$$

2. Термічна

$$\eta_{\zeta} = \frac{1,58}{2} = 0,79.$$

3. Металізаційна

$$\eta_{\zeta} = \frac{1,16}{1} = 1,16.$$

4. Токарна

$$\eta_{\zeta} = \frac{0,71}{1} = 0,71.$$

5. Токарна

$$\eta_{\zeta} = \frac{1,36}{2} = 0,68.$$

6. Токарна

$$\eta_{\zeta} = \frac{1,09}{1} = 1,09.$$

7. Шліфувальна

$$\eta_{\zeta} = \frac{0,97}{1} = 0,97.$$

8. Шліфувальна

$$\eta_{\zeta} = \frac{1,95}{2} = 0,98.$$

9. Хонінгувальна

$$\eta_{\zeta} = \frac{0,70}{1} = 0,70.$$

10. Хонінгувальна

$$\eta_{\zeta} = \frac{0,73}{1} = 0,73.$$

11. Хонінгувальна

$$\eta_{\zeta} = \frac{0,67}{1} = 0,67.$$

12. Фінішна

$$\eta_{\zeta} = \frac{3,54}{4} = 0,89.$$

Знаходимо середній коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\bar{\eta}_3 = \frac{\sum_{i=1}^m \partial_{Pi}}{\sum_{i=1}^m \partial_{npi}},$$

$$\bar{\eta}_{\zeta} = \frac{0,85 + 1,58 + 1,16 + 0,71 + 1,36 + 1,09 + 0,97 + 1,95 + 0,70 + 0,73 + 0,67 + 3,54}{1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 4} = 0,79.$$

Даний коефіцієнт завантаження відповідає масовому типу виробництва.

Розраховуємо розмір партії деталей:

$$n_{np} = \frac{F_{mic} \cdot 60}{S \cdot t_n \cdot K_3},$$

$$F_{mic} = \frac{\Phi_{дрм}}{12} = \frac{4012}{12} = 334,3, \text{ год.},$$

$$t_n = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\rho i}}{m} = \frac{1,2 + 2,4 + 2,62 + 3,78 + 5 + 4 + 2,29 + 3,60 + 7,19 + 2,40 + 2,18 + 8,49 + 1,22 + 2,88}{15} = 3,28 \text{ год.}$$

$$n_{np} = \frac{334,3 \cdot 60}{2 \cdot 3,28 \cdot 1} = 3058, \text{ шт.}$$

Розраховуємо середній такт запуску деталей даного найменування, шт.:

$$\bar{C}_3 = \frac{\Phi_{дрн} \cdot 60 \cdot \eta}{N_3},$$

$$\eta = 0,85 \dots 0,9.$$

$$\bar{C}_3 = \frac{4012 \cdot 60 \cdot 0,9}{72000} = 3,01, \text{ хв/шт.}$$

Необхідну кількість робочих місць визначаємо за формулою:

$$n = \frac{T_n}{C_3},$$

1. Мийна

$$n = \frac{1,2}{3,01} = 0,40; C_p=1 \text{ шт.}$$

2. Дефектувальна

$$n = \frac{2,40}{3,01} = 0,8; C_p=1 \text{ шт.}$$

3. Термічна

$$n = \frac{3,85}{3,01} = 1,28; C_p=2 \text{ шт.}$$

4. Металізація

$$n = \frac{3}{3,01} = 0,99; C_p=1 \text{ шт.}$$

5. Токарна

$$n = \frac{3,85}{3,01} = 1,28; C_p=2 \text{ шт.}$$

6. Токарна

$$n = \frac{5,05}{3,01} = 1,68; C_p=2 \text{ шт.}$$

7. Токарна

$$n = \frac{4,04}{3,01} = 1,34; C_p=2 \text{ шт.}$$

8. Хонінгувальна

$$n = \frac{2,29}{3,01} = 0,76; C_p=1 \text{ шт.}$$

9. Хонінгувальна

$$n = \frac{2,40}{3,01} = 0,80; C_p=1 \text{ шт.}$$

10. Хонінгувальна

$$n = \frac{2,18}{3,01} = 0,72; C_p=1 \text{ шт.}$$

11. Шліфувальна

$$n = \frac{3,60}{3,01} = 1,20; C_p=2 \text{ шт.}$$

12. Шліфувальна

$$n = \frac{7,19}{3,01} = 2,39; C_p=3 \text{ шт.}$$

13. Фінішна

$$n = \frac{8,49}{3,01} = 2,82; C_p=3 \text{ шт.}$$

14. Очищення

$$n = \frac{1,22}{3,01} = 0,41; C_p=1 \text{ шт.}$$

15. Контрольна

$$n = \frac{2,88}{3,01} = 0,95; C_p=1 \text{ шт.}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.6:

Таблиця 2.6 – Результати розрахунків

№ п/п	Операції	Позначення	Кількість робочих місць	Розряди працю.		%озаванта ж.	Графік-регламент Ч _{р.к.} =216 хв
				C _p	C _{пр}		
1	Мийна	ОМ-4267	0,40	1	2	40	-----
2	Дефектовочна	ДМП-2	0,80	1	2	80	-----
3	Термічна	МТП-150	1,28	2	4	128	-----
4	Металізація	ОКС11244	0,99	1	2	99	-----
5	Токарна	1А616	1,28	2	3	128	-----
6	Токарна	ЕМ140А	1,68	2	3	168	-----
7	Токарна	1А616	1,34	2	3	134	-----
8	Хонінгування	3К83У	0,76	1	2	76	-----
9	Хонінгування	3К83У	0,80	1	2	80	-----
10	Хонінгування	3К83У	0,72	1	2	72	-----
11	Шліфування	ВШ-416Б	1,20	2	3	120	-----
12	Шліфування	ВШ-416Б	2,39	3	4	239	-----
13	Фінішна	2Е78-254	2,82	3	4	282	-----
14	Очищення	РК-254	0,41	1	2	41	-----
15	Контроль	Стіл	0,95	1	3	95	-----

Визначаємо необхідну кількість промислових працюючих по кожному місцю:

$$m_{np} = \frac{T}{C_3},$$

1. Мийна

$$m_{np} = \frac{2,32}{3,01} = 0,77.$$

Приймаємо 1 люд.

2. Дефектувальна

$$m_{np} = \frac{5,40}{3,01} = 1,79.$$

Приймаємо 2 люд.

3. Токарна

$$m_{np} = \frac{2,95}{3,01} = 0,98.$$

Приймаємо 1 люд.

4. Термічна

$$m_{np} = \frac{4,25}{3,01} = 1,41.$$

Приймаємо 2 люд.

5. Токарна

$$m_{np} = \frac{5,63}{3,01} = 1,83,$$

Приймаємо 2 люд.

6. Металізаційна

$$m_{np} = \frac{3,13}{3,01} = 1,04.$$

Приймаємо 1 люд.

7. Токарна

$$m_{np} = \frac{4,50}{3,01} = 1,50.$$

Приймаємо 2 люд.

8. Хонінгувальна

$$m_{np} = \frac{2,58}{3,01} = 0,85.$$

Приймаємо 1 люд.

9. Шліфувальна

$$m_{np} = \frac{4,05}{3,01} = 1,35.$$

Приймаємо 2 люд.

10. Шліфувальна

$$m_{np} = \frac{8,09}{3,01} = 2,69.$$

Приймаємо 3 люд.

11. Хонінгувальна

$$m_{np} = \frac{2,70}{3,01} = 0,90.$$

Приймаємо 1 люд.

12. Хонінгувальна

$$m_{np} = \frac{2,45}{3,01} = 0,81.$$

Приймаємо 1 люд.

13. Фінішна

$$m_{np} = \frac{9,55}{3,01} = 3,17.$$

Приймаємо 4 люд.

14. Очищення

$$m_{np} = \frac{1,22}{3,01} = 0,40.$$

Приймаємо 1 люд.

15. Контрольна

$$m_{np} = \frac{2,88}{3,01} = 0,95.$$

Приймаємо 1 люд.

За проведеними розрахунками отримали кількість працюючих робітників, $R_{осн}=25$ чол.

Оскільки цех працює в дві зміни, тоді кількість основних працюючих $R_{осн}=50$ чол.

Складаємо штатну відомість основних працівників:

Таблиця 2.7 – Штатна відомість основних працівників

№ п/п	Найменування професій	Розряд робіт	Кількість працюючих
1	Мийник	2	1
2	Дефектувальник	4	2
3	Токар	4	1
4	Терміст	4	2
5	Токар	4	2
6	Електрозварювальник	4	1
7	Токар	3	2
8	Токар	4	1
9	Токар	3	2
10	Токар	3	3
11	Токар	4	1
12	Токар	4	1
13	Токар	4	4
14	Довідник	4	1
15	Контролер	4	1

Визначаємо кількість допоміжних працівників:

$$R_{доп} = 11\% \cdot R_{осн},$$

$$R_{доп} = 0,11 \cdot 50 = 5,50 \text{ чол.}$$

Приймаємо $R_{доп}=6$ чол.

Складаємо штатну відомість допоміжних працюючих:

Таблиця 2.8 – Штатна відомість допоміжних працюючих

№ п/п	Найменування професій	Розряд робіт	Кількість працюючих
1	Слюсарі з ремонту і обслуговування обладнання	4	2
2	Електромонтер	3	2
3	Транспортні робітники	2	2

Визначаємо кількість ІТР, СКП, і МОП.

$$ИТР = 14\% \cdot (R_{осн} + R_{доп}),$$

$$ИТР = 0,14 \cdot 56 = 7,84$$

Приймаємо 8 чол.

Складаємо штатний розклад ІТР.

Таблиця 2.9 – Штатна відомість ІТР

п/п	Посада	Кількість працюючих
	Начальник цеху	1
	Зам. начальника цеху	1
	Змінний майстер	2
	Технолог	2
	Нормувальник	2

$$СКП = 5\% \cdot (R_{осн} + R_{дон}),$$

$$СКП = 0,05 \cdot 56 = 2,8$$

Приймаємо 3 чол.

Складаємо штатний розклад СКП.

Таблиця 2.10 – Штатна відомість СКП

№ п/п	Найменування професії	Кількість
1	Бухгалтер	1
2	Табельник	3

$$МОП = 3\% \cdot (R_{осн} + R_{дон}),$$

$$МОП = 0,03 \cdot 56 =$$

Приймаємо 2 чол.

Складаємо штатний розклад МОП.

Таблиця 2.10 – Штатна відомість МОП

№ п/п	Найменування професії	Кількість
1.	Прибиральниця	2

2.9 Розрахунок силової електроенергії

Розрахунок річної потреби в електроенергії проводимо через коефіцієнт попиту за формулою:

$$N_a = K_c \cdot \sum N_{уст} \cdot \Phi_{од},$$

Металообробні станки.

$$K_c = 0.18.$$

$$N_a = 0,18 \cdot (9,4 \cdot 2 \cdot 3811 + 22 \cdot 2 \cdot 3811 + 4 \cdot 3 \cdot 3811 + 17 \cdot 3 \cdot 3811) = 86296,28 \text{ кВт}$$

Мийні машини.

$$K_c = 0.25.$$

$$N_a = 0,25 \cdot 3811 \cdot (11 + 8 + 6) = 23818 \text{ кВт}$$

Електроконтактна установка.

$$K_c = 0,5$$

$$N_a = 0,5 \cdot 3811 \cdot 100 \cdot 2 = 381100 \text{ кВт}$$

Металізаційний станок.

$$K_c = 0.8$$

$$N_a = 0.8 \cdot 0.2 \cdot 3811 = 609.76 \text{ кВт.}$$

2.10 Визначення ефекту від розробки пристосування для розточування та хонінгування гільз

Визначення собівартості розробки і виготовлення установки на ділянці визначається за виразом:

$$C_y = B_n + B_m + B_{\mathcal{M}} + B_{nv} + SB_{me} + SB_{ce} + SЗ_{од} + SB_{соц} + SP_{уст} + Ц_v;$$

Визначення витрат на проектування конструкції здійснюється за виразом:

$$B_{\Pi} = T_{кон} \cdot З_{сг} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{соц}) \cdot (1 + 0,01 \cdot \Pi_{св});$$

$$T_{кон} = 220 \text{ люд.год.};$$

$$З_{сг} = 2,27 \text{ грн.};$$

$$\Pi_{св} = 12\%;$$

$$B_n = 220 \cdot 2,27 \cdot 1,39 \cdot 1,12 = 777,47 \text{ грн.}$$

Визначення витрат на розробку технологій виготовлення здійснюється за виразом:

$$З_{сг} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{соц}) \cdot (1 + 0,01 \cdot \Pi_{св});$$

Приймаємо $T_T = 80$ год.

$$B_m = 80 \cdot 2,27 \cdot 1,39 \cdot 1,12 = 282,71 \text{ грн.}$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються для виготовлення установки визначається за виразом:

$$B_m = SM \cdot \Pi_m \cdot A_m;$$

$$\Pi_m = 1,8 \text{ грн/кг};$$

$$A_m = 1,1;$$

$$M = 56 \text{ кг};$$

$$B_m = 56 \cdot 1,8 \cdot 1,1 = 110,88 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробів, які використовуються під час виготовлення установки виконується за виразом:

$$B_{не} = \sum (S_n \cdot \Pi_m \cdot a_m)$$

$$B_{не} = (4 \cdot 12 \cdot 1,1) + (4 \cdot 23 \cdot 1,1) + (4 \cdot 16 \cdot 1,1) = 224,40 \text{ грн.}$$

Визначимо собівартість розробки і виготовлення установки:

$$C_y = 777,47 + 282,71 + 110,88 + 224,40 = 1395,46 \text{ грн.}$$

Визначення балансової вартості установки здійснюється за виразом:

$$B_e = K_n \cdot C_y,$$

$$B_e = 1,2 \cdot 1395,46 = 1674,55 \text{ грн.}$$

Визначення економічного приросту за рік від впровадження установки здійснюється за виразом:

$$E_p = (C_{баз}^0 - C_n^0) \cdot N,$$

$$E_p = (1675 - 1674,55) \cdot 72000 = 32400 \text{ грн.}$$

Визначення строку окупності капітальних вкладень здійснюється за виразом:

$$T_{ок} = \frac{C_y}{E_p},$$

$$T_{ок} = \frac{1674,55}{32400} = 0,052 \text{ року.}$$

Отже, строк окупності капітальних вкладень приблизно становить 14 днів.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Методика та обладнання для застосування методу аналогій для оцінки стану фільтруючого елемента фільтра тонкого очищення

Розглянемо фільтрацію палива в системі подачі палива двигуна внутрішнього згорання. Вона характеризується пульсацією палива з частотою, що залежить від кількості форсунок і обертів двигуна.

Введемо наступні припущення:

- пульсація палива змінюється за гармонійним законом;
- пульсація палива не залежить від забрудненості фільтруючого елемента фільтра;
- сила, створювана за рахунок розрідження на виході фільтра паливним насосом високого тиску (ПНВТ), прямопропорційна тиску, помноженому на площу перетину паливопроводу;
- фільтр повністю заповнений паливом (розглядається не перше включення фільтра).

Насправді форма імпульсу тиску палива за рахунок високої швидкодії форсунок буде близька до прямокутника (рис. 3.1). При цьому зі збільшенням забрудненості фільтра прямокутні фронти будуть завалюватися по обидва боки. Завалювання фронтів буде пов'язано, в першу чергу, з уповільненням відгуку фільтруючого елемента (мембрани) на зміну тиску - як при його підвищенні, так і зниженні з максимального рівня до мінімального.

Знайдемо максимальну швидкість зміни положення мембрани фільтра, що знаходиться в середовищі палива, при дії на нього змінної сили, яка визначається пульсацією тиску в паливопроводі з частотою, яка залежна від кількості форсунок і оборотів двигуна (рис. 3.2).

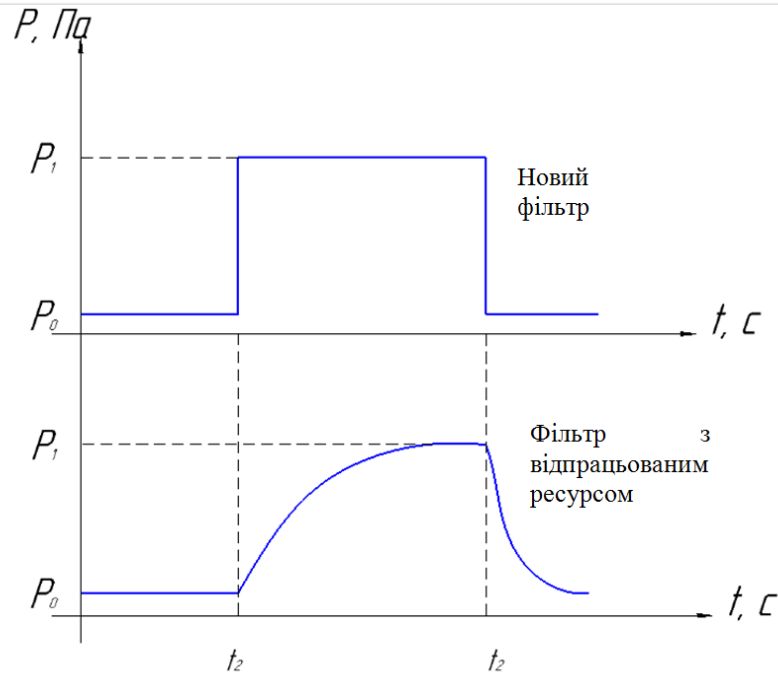


Рисунок 3.1 – Зміна форми імпульсу тиску палива, пов'язана із забрудненням фільтра і розтягуванням мембрани

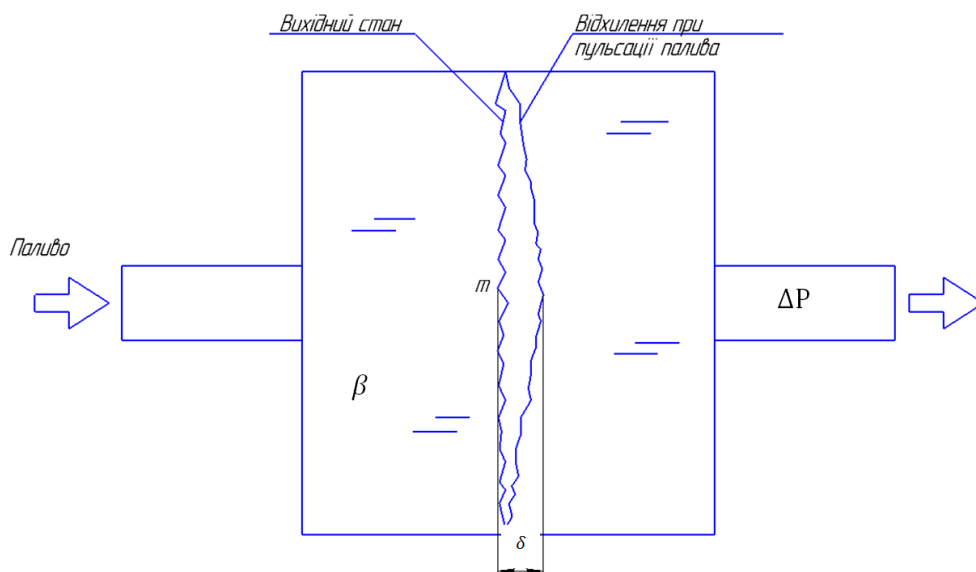


Рисунок 3.2 – Відхилення мембрани при пульсації тиску

При цьому, пульсація тиску ΔP пропорційна частоті обертання колінчастого вала ω і кількості форсунок n . Сила F , яка діє на мембрану, пропорційна пульсації тиску ΔP . Відхилення мембрани δ пропорційно пульсації тиску ΔP і жорсткості її кріплення k до стінок фільтра. Зміна маси мембрани m впливає на швидкість реагування відхилення мембрани на зміну тиску ΔP .

Перейдемо до наступної схеми фільтруючого елемента (рис. 3.3). уявімо мембрану як тіло з масою m , що знаходиться у в'язкій рідині

(коефіцієнт в'язкості β)¹. Коефіцієнт жорсткості k визначає жорсткість кріплення мембрани до стінок фільтра. Сила F виникає при кожній пульсації тиску в паливопроводі.

Користуючись правилами аналогій, складемо електричну схему: вона виглядає як коливальний контур, що містить зовнішнє джерело змінного струму (рисунок 3.4), закон зміни якого визначається законом пульсації палива.

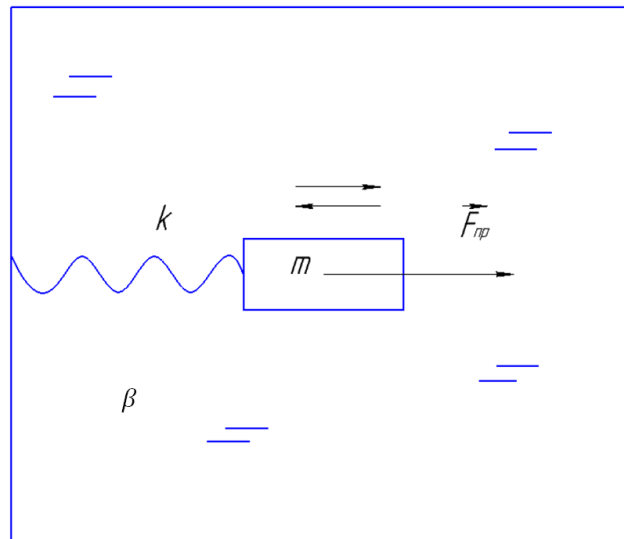


Рисунок 3.3 – Еквівалентна схема фільтруючого елемента (напрямок сили показано в момент створення розрідження)

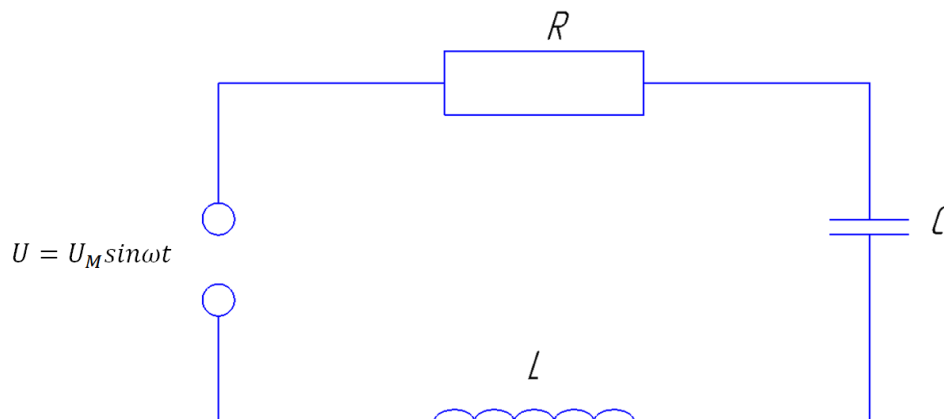


Рисунок 3.4 – Коливальний контур

Використовуємо закон Ома для ділянки кола для змінного струму і знайдемо максимальну силу струму:

$$\frac{U_M}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad (3.1)$$

Встановимо відповідності характеристик механічної та електричної схем (табл. 3.1):

$$F \rightarrow U, \quad (3.2)$$

$$m \rightarrow L, \quad (3.3)$$

$$k \rightarrow \frac{1}{c}, \quad (3.4)$$

$$\beta \rightarrow R, \quad (3.5)$$

Тоді

$$\vartheta \sim \frac{F}{\sqrt{\beta^2 + \left(\omega m \frac{k}{\omega}\right)^2}}, \quad (3.6)$$

Зміну коефіцієнта пружності (жорсткості) k кріплення мембрани до стінок корпусу і маси m мембрани можна визначити експериментально у нового фільтра і фільтра, який виробив свій ресурс. В'язкість палива задається технічними умовами, і також може бути оцінена експериментально. Для оцінки коефіцієнта пружності (жорсткості) k можна застосувати найпростішу схему вимірювання (рис. 4.5). З цією метою можна застосувати залежність, що описує силу пружності в залежності від зміщення пружини

$$F_{\text{пр}} = -k(\delta_2 - \delta_1), \quad (3.7)$$

Далі, обчислюючи тангенс кута нахилу прямої, можемо знайти шуканий коефіцієнт k і для нового фільтра, і аналогічно для фільтра, використавшого свій ресурс. Експеримент з вимірювання коефіцієнта пружності мембрани (рис. 3.6) показав наступне (табл. 3.2 - 3.4).



Рисунок 3.6 – Установа для вимірювання коефіцієнта пружності мембрани фільтрів:

1 - мікроскоп; 2 - мембрана фільтра, закріплена на столі мікроскопа; 3 – динамометр

Таблиця 3.2. Результати розрахунку коефіцієнта пружності мембрани нового фільтра

Номер випробування	Деформуюча сила (Н)	Положення покажчика	Абсолютна деформація (м)	Коефіцієнт пружності (Н / м)
1	0	4,8	0,000000000	
2	9,8	5,1	0,000057692	169866,667
3	19,6	5,4	0,000115385	169866,667
4	29,4	5,6	0,000153846	191100,000
5	39,2	5,9	0,000211538	185309,091
6	49	6,1	0,000250000	196000,000
			Середнє арифметичне	182428,485
			Коефіцієнт Стюдента (N = 5, P = 0,9)	2,1
			Абсолютна статична похибка	11340,755
			Відносна погрішність	6,217%

Таблиця 3.3 - Результати розрахунку коефіцієнта пружності мембрани фільтра з пробігом 10 тис. км

Номер випробування	Деформуюча сила (Н)	Положення покажчика	Абсолютна деформація (м)	Коефіцієнт пружності (Н / м)
1	0	6	0,000000000	
2	9,8	6,4	0,000076923	127400,000
3	19,6	6,7	0,000134615	145600,000
4	29,4	7,1	0,000211538	138981,818
5	39,2	7,4	0,000269231	145600,000
6	49	7,7	0,000326923	149882,353
			Середнє арифметичне	141492,834
			N = 5, P = 0,9	2,1
			Абсолютна статична похибка	8254,828
			Відносна погрішність	5,834%

Таблиця 3.4 - Результати розрахунку коефіцієнта пружності мембрани фільтра з пробігом 20тис. км (фільтр замінений)

Номер випробування	Деформуюча сила (Н)	Положення пказчика	Абсолютна деформація (м)	Коефіцієнт пружності (Н / м)
1	0	6	0,000000000	
2	9.8	6.5	0,000096154	101920,000
3	19.6	6.9	0,000173077	113244,444
4	29.4	7.3	0,000250000	117600,000
5	32.9	7.7	0,000326923	119905,882
6	49	8.1	0,000403846	121333,333
			Середнє арифметичне	114800,732
			Коефіцієнт Стьюдента (N = 5, P = 0,9)	2.1
			Абсолютна статична похибка	7348,629
			Відносна погрішність	6,401%

На рисунку 3.7 показаний зведений графік зміни коефіцієнта пружності мембрани фільтра в залежності від пробігу.

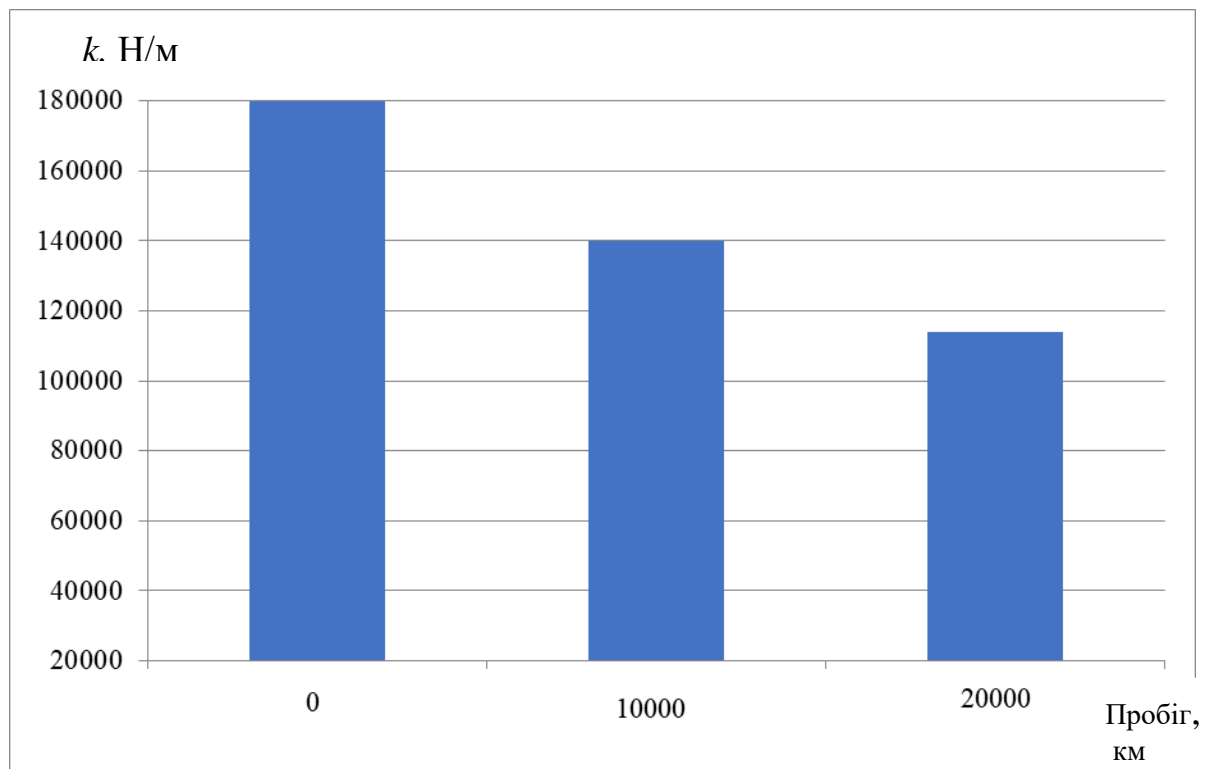


Рисунок 3.7 – Зміна коефіцієнта пружності мембрани фільтра від пробігу

В отриманому виразі (3.1) не можна безпосередньо замінити механічні аналоги на електричні за співвідношеннями (3.7), можна тільки оцінити

відхилення величин в заданих межах (наприклад, прийнявши за одиницю (або за 100%) початкове значення, а граничне розраховавши у відсотках від вихідного).

Прийmemo за вихідні наступні значення.

1. Паливний насос високого тиску, марка Denso HP3 артикул 2940000370, що включає паливопідкачуючий насос Feed pump (рис. 3.8). Частота обертання валу підкачуючого насоса $1000 \text{ хв}^{-1} (\approx 17 \text{ с}^{-1})$, при цьому прокачується об'єм палива $245 \pm 60 \text{ см}^3 / \text{хв}$.

2. Кінематична в'язкість дизельного палива: літнє $3\text{-}6 \text{ мм}^2 / \text{с}$, зимове $1,8\text{-}5 \text{ мм}^2 / \text{с}$, арктичне $1,5\text{-}4 \text{ мм}^2 / \text{с}$.

3. Розрідження в паливопроводі $\Delta P = 5000 \dots 12000 \text{ Н/м}^2$.

4. Площа паливопроводу $S = 38,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$.

5. Процес вимірювання мас фільтрів нового, з пробігом 10 тис.км і 20 тис.км представлений на малюнках 4.9 - 4.12.



Рисунок 3.8 – Паливопідкачуючий насос Feed pump



Рисунок 3.9 - Маса нового фільтра



Рисунок 3.10 - Маса нового фільтра після заповнення паливом і подальшої просушки

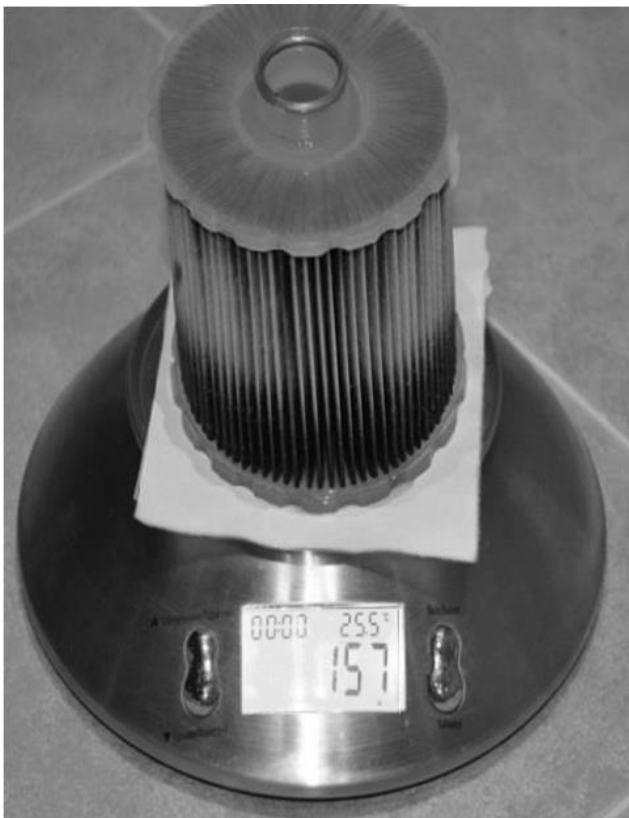


Рисунок 3.11 - Маса фільтра з пробігом 10 000 км



Рисунок 3.12 - Маса фільтра з пробігом 20 000 км

Тоді:

1. Частота пульсацій палива в паливопроводі дорівнює частоті обертання валу паливопідкачуючого насоса $1000 \text{ хв}^{-1} (\approx 17 \text{ с}^{-1})$;

2. Маса нового фільтра після заповнення паливом і наступної просушки $m_0 = 0,124 \text{ кг}$; з пробігом 10000 км $m_{10} = 0,127 \text{ кг}$; з пробігом 20000 км $m_{20} = 0,173 \text{ кг}$;

3. Коефіцієнт жорсткості нового фільтра $k_0 = 182428 \text{ Н/м}$; з пробігом 10000 км $k_{10} = 141492 \text{ Н/м}$; з пробігом 20000 км $k_{20} = 1144800 \text{ Н/м}$

4. Середнє значення коефіцієнта в'язкості літнього палива $\beta_{\text{л}} = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, зимового палива $\beta_{\text{з}} = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, арктичного палива $\beta_{\text{а}} = 2,75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

5. Сила, що діє на мембрану при створенні розрідження $F = P_{\text{ср}} S = 8,5 \cdot 10^3 \cdot 38,5 \cdot 10^{-6} \approx 0,33 \text{ Н}$.

На підставі цих даних, підставляючи їх в формулу (3.1) і використовуючи залежності (3.7), з використанням MSExcel 2007 року отримані залежності зміни швидкості реагування мембрани на параметри подачі палива і її засміченості.

Таблиця 3.6 – Розрахункові значення зміни швидкості реагування мембрани

Стан фільтра	Пробіг, тис. км	$\omega, \text{с}^{-1}$	$k, \text{Н/м}$	$m, \text{кг}$	$\beta, \text{м}^2/\text{с}$	F, Н	Швидкість руху мембрани, ν	
1	0	182480	17	0,124	Л	0,33	$4.34 \cdot 10^{-8}$	Літнє, зимове, арктичн
2	10	141482		0,157	З		$7.07 \cdot 10^{-8}$	
3	20	114800		0,173	А		$9.6 \cdot 10^{-8}$	

Як було зазначено вище, залежності можуть бути проаналізовані тільки на якісному рівні. З аналізу даних, наведених у таблиці, видно, що визначальним для швидкості коливань мембрани є її стан - розтягнутість фільтруючого елемента і його засміченість. При цьому закон зміни швидкості від стану фільтруючого елемента в період його експлуатації близький до лінійного (рис. 3.13).

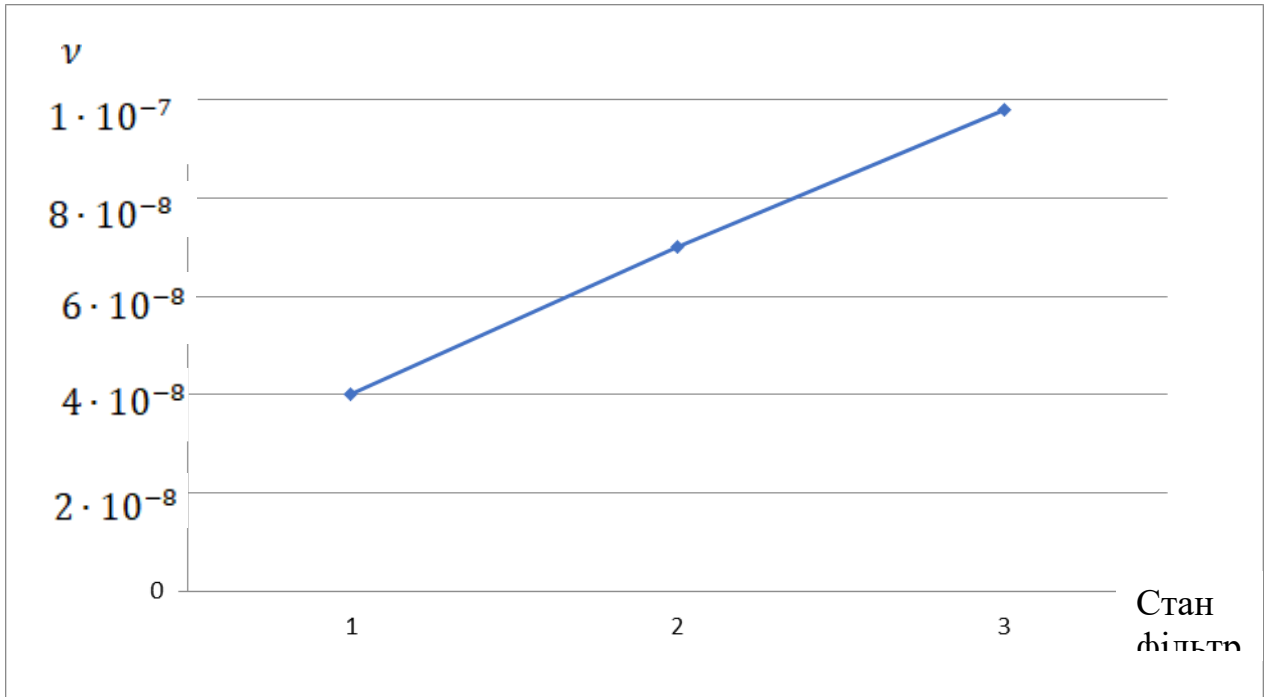


Рисунок 3.13 – Зміна швидкості руху фільтруючого елемента (мембрани) в залежності від пробігу та зміни параметрів k, ω, m, β, F

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Оцінка зміни ресурсу фільтра тонкого очищення в залежності від пробігу транспортного засобу

У конструкціях більшості фільтруючих елементів процес фільтрування супроводжується поступовим закупорюванням їх пір, при цьому ресурс фільтруючих елементів розглядається в період зміни розрідження від деякого початкового ΔP_0 до кінцевого ΔP_k за час $\tau_{\text{фе}}$. Закон фільтрування з поступовим закупорюванням пір виглядає наступним чином :

$$\Delta P_k = \frac{\Delta P_0}{(1 - m_q \tau_{\text{фе}})}; \eta = \frac{G_{\text{ф}}}{G_0} = \frac{G_{\text{ф}}}{V_H \tau_{\text{фе}} c_0 \rho_{\text{т}}}; m_q = \frac{\lambda_q \eta c_0 V_H \rho_{\text{т}}}{Q_{\text{ф}} \Psi_{\text{ср}} \rho_{\text{з}}}, \quad (4.1)$$

З першої формули можна виразити ресурс фільтруючого елемента

$$\tau_{\text{фе}} = \frac{1}{m_q} \left[1 - \left(\frac{\Delta P_k}{\Delta P_0} \right)^{-0.5} \right] \quad (4.2)$$

Як видно з вищенаведених формул, для оцінки стану фільтруючого елемента необхідно врахувати дуже багато чинників. Спробуємо знайти рішення, що спрощує цю оцінку. визначимо ΔP_k , ΔP_0 , $\tau_{\text{фе}}$ для фільтра тонкого очищення палива системи Common Rail. Розрідження в паливопроводі з встановленим в ньому фільтром тонкого очищення палива системи Common Rail, визначалося шляхом установки датчика калібратора тиску "Метран " (рис. 4.1) в системі живлення перед паливним насосом високого тиску марки Denso HP3.



Рисунок 4.1 – Вимірювання калібратором тиску "Метран" розрідження в паливопроводі системи Common Rail

Результати вимірювань розрідження в паливопроводі від пробігу автомобіля наведені на рисунках 4.2-4.3.

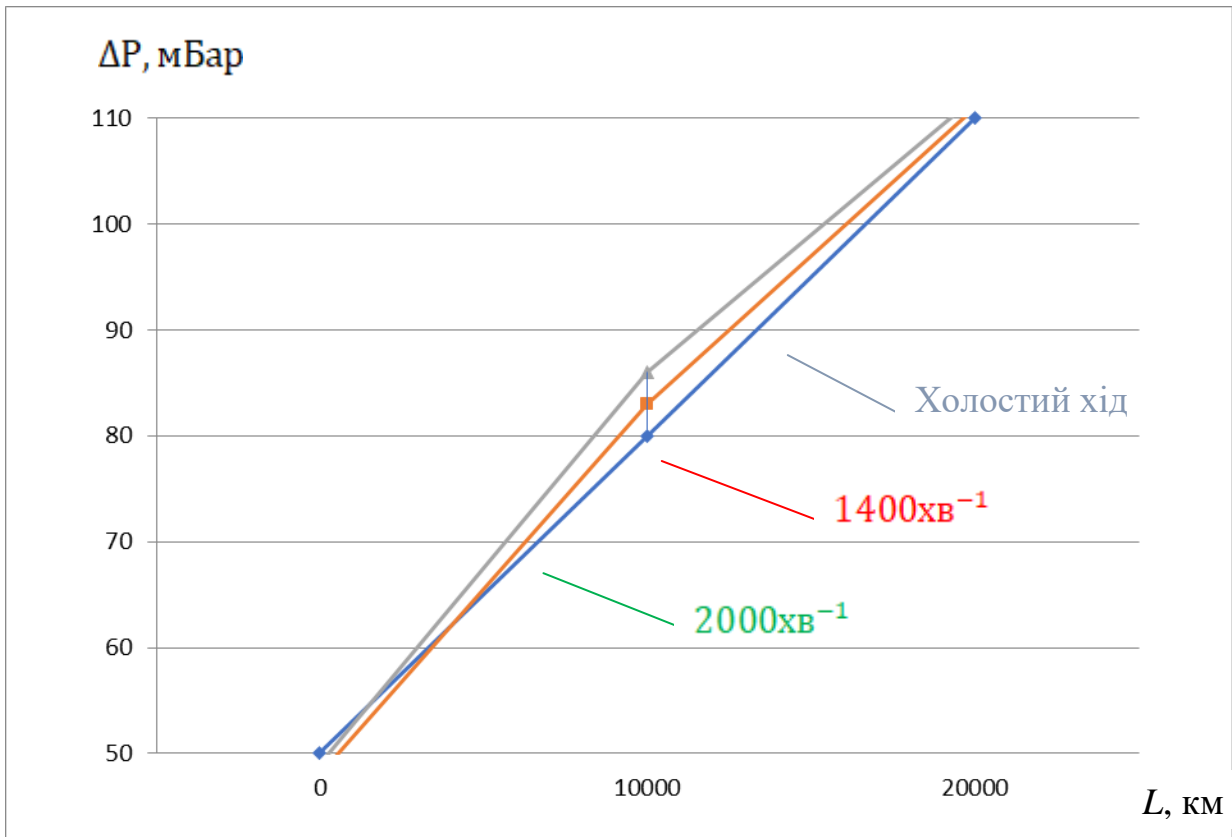


Рисунок 4.2 - Залежність розрідження ΔP в паливопроводі від пробігу L автомобіля

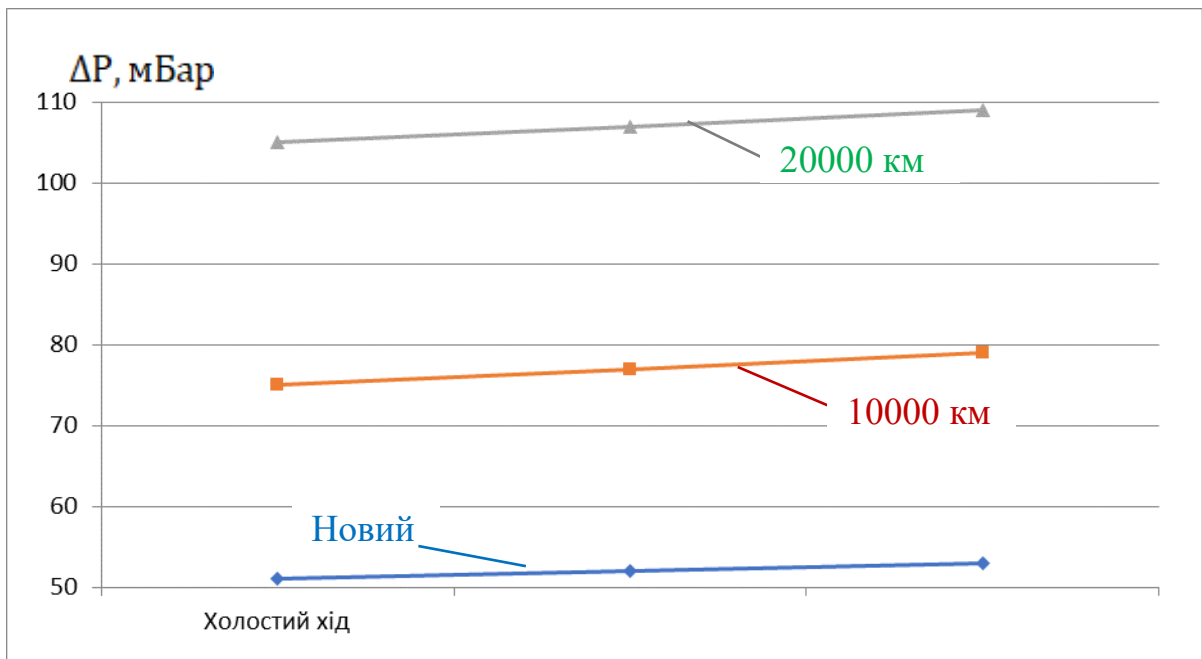


Рисунок 4.3 – Залежність розрідження ΔP в паливопроводі від обертів двигуна для фільтрів з різним пробігом

Залежності, наведені на графіку 4.2, можуть бути описані наступними рівняннями:

$$\text{- Для холостого ходу } \Delta P = 8.4 \cdot 10^{-8} L^2 + 1.7 \cdot 10^{-3} L + 50.5; \quad (4.3)$$

$$\text{- При } 1400 \text{ хв}^{-1} \Delta P = 7.2 \cdot 10^{-8} L^2 + 1.935 \cdot 10^{-3} L + 51.5; \quad (4.4)$$

$$\text{- При } 2000 \text{ хв}^{-1} \Delta P = 6.65 \cdot 10^{-8} L^2 + 2.03 \cdot 10^{-3} L + 52, \quad (4.5)$$

при цьому величина достовірності апроксимації графіків експериментальних залежностей не гірше, ніж 0,99. Таким чином, дозволяють оцінити розрідження в системі подачі палива Common Rail в залежності від пробігу транспортного засобу на трьох режимах: холостий хід, при частоті обертання колінчастого вала 1400 хв^{-1} і 2000 хв^{-1} .

Знайдемо початкові значення розрідження ΔP_0 для режиму холостого ходу, для чого перенесемо ΔP у формулі (3.8) в праву частину і згрупуємо з вільним членом:

$$8.4 \cdot 10^{-8} L^2 + 1.7 \cdot 10^{-3} L + (50.5 - \Delta P) = 0, \quad (4.6)$$

Визначимо дискримінант рівняння

$$D = (1.7 \cdot 10^{-3})^2 - 4 \cdot 8.4 \cdot 10^{-8} \cdot (50.5 - \Delta P) \geq 0, \quad (4.7)$$

Звідки $\Delta P \geq 42 \text{ мБар}$, що трохи нижче даних виробника системи Common Rail (48-49 мБар).

Знаходячи далі корені рівняння, можна помітити, що тільки один з них буде позитивним.

$$L = \frac{-17 + \sqrt{33.6 \cdot \Delta P - 1407.8}}{16.8} \cdot 10^4, \text{ км} \quad (4.8)$$

Шукана залежність $L = f(\Delta P)$, фактично представляє собою залежність ресурсу фільтруючого елемента паливного фільтра тонкого очищення від розрідження в паливопроводі $\tau_{\text{фе}} = f(\Delta P)$, наведена на рисунку 4.4. Оцінюючи це розрідження, яке є непрямим, але всеохоплюючим, параметром стану фільтруючого елемента і регламентується відповідною технічною документацією виробника, можна однозначно стверджувати, чи потрібна заміна фільтра тонкої очистки чи ні.

Аналогічні дії можна провести для двох інших режимів роботи двигуна.

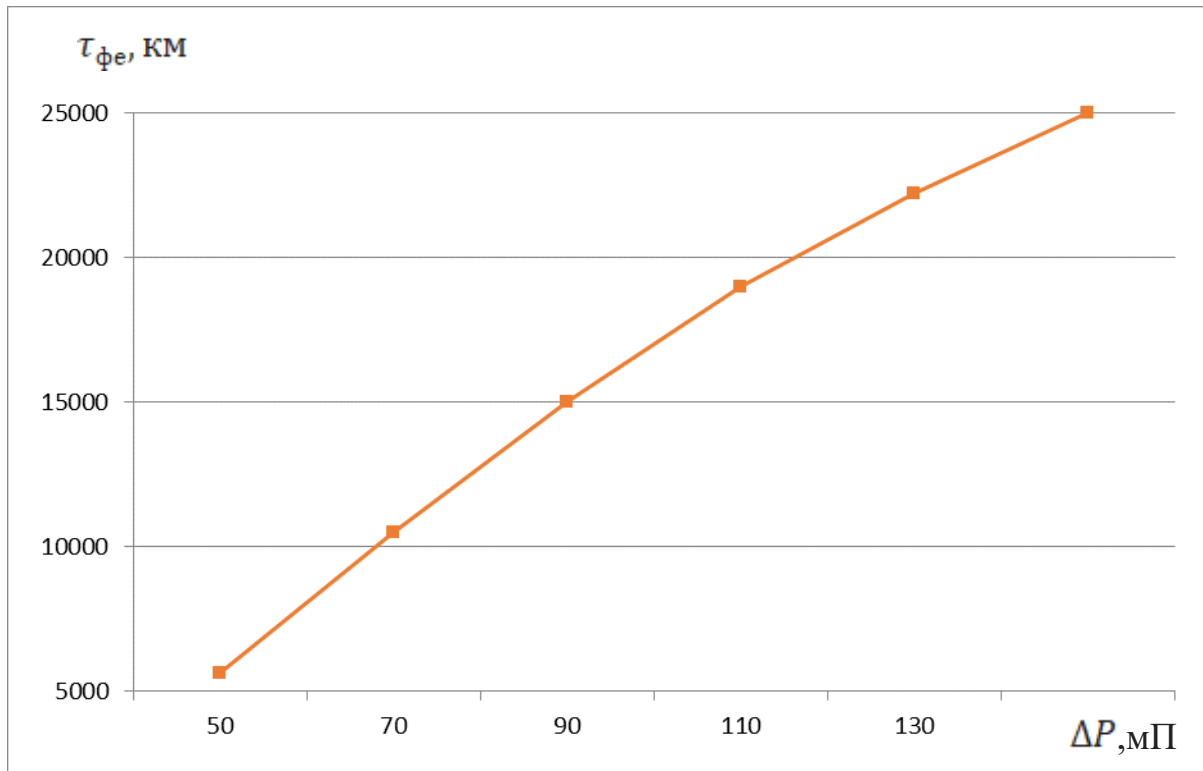


Рисунок 4.4 – Залежність ресурсу паливного фільтра тонкої очистки палива від розрідження ΔP в паливопроводі системи Common Rail

4.2 Результати дослідження димності дизельних двигунів, укомплектованих фільтрами з різним пробігом

Згідно з методикою, викладеною вище, були проведені випробування дизеля з фільтрами, що мають різний пробіг (5 тис.км, 10 тис. км, 15 тис.км), а також новим фільтром без пробігу.



Рисунок 4.5 – Фільтр встановлений на двигуні автомобіля

Газозабірний зонд з пробовідбірним шлангом розміщувався у вихлопній трубі автомобіля, фільтри по черзі встановлювалися на двигун (рис. 4.5).

На рисунках 4.6-4.9 показані виміри №3, №4, №5, а також всі шість вимірів, відповідно (перші три виміри при обчисленні $K_{ср}$ не враховуються, оскільки є калібрувальними).

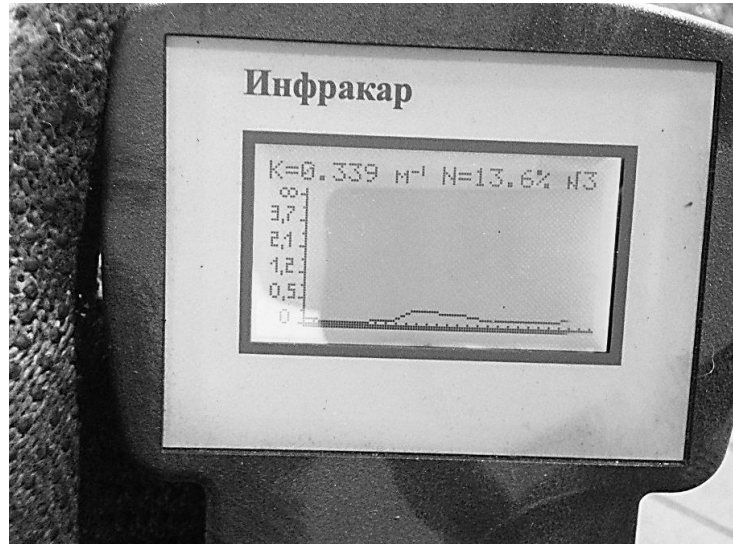


Рисунок 4.6 – Вимірювання димності №3

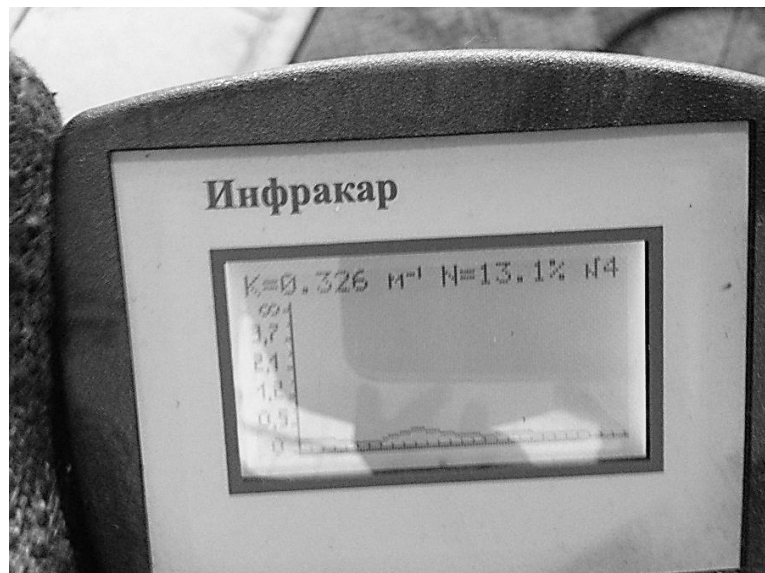


Рисунок 4.7 – Вимірювання димності №4



Рисунок 4.8 – Вимірювання димності №5



Рисунок 4.9 – Всі шість вимірювань димності

При проведенні досліджень не виявлено різниці в показниках димності двигуна в залежності від використання фільтра з тим чи іншим пробігом.

4.3 Результати експлуатаційних досліджень автомобілів, укомплектованих фільтрами тонкого очищення з пробігом більше 10000 км

Контроль стану для відібраних фільтрів з перевищеним (10000 км) пробігом відповідно до методики, показав наступне (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Результати вимірів розрядження після фільтрів тонкого очищення палива з виробленим ресурсом

Пробіг до початку випробувань, км	Початкове значення розрядження, мБар	Пробіг після закінчення випробувань, км	Кінцеві значення розрядження, мБар
9832	65	19823	119
10023	67	19024	117
11250	66	20891	120
10102	68	20754	120

Експеримент показав наступне:

– жоден з фільтрів в процесі випробувань не вийшов за межі допустимого розрядження (120 мбар);

– всі відібрані в процесі випробувань фільтри по закінченню другого терміну пробігу мали кінцеві значення розрядження на їх виході в допустимих межах (117-120 мБар).

Таким чином, термін експлуатації фільтрів тонкого очищення палива, які мають розрядження на виході, що не перевищують значень 70-71 мБар при пробігу 10000 км, може бути продовжений до досягнення 20000 км.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи по створенню безпечних умов праці

Безпека розроблених технологічних процесів відновлення гільз циліндрів ДВЗ, виробничого обладнання, стендів і пристосувань досягаються відповідністю їх вимогам ряду нормативних актів: ГОСТ 12.3.003, ГОСТ 12.3.025; ГОСТ 12.3.028.

Аналіз технологічного процесу ремонту двигунів показав, необхідність дотримання наступних основних заходів, направлених на забезпечення безпечних умов праці, перелік яких приведений нижче.

З метою попередження поразки електричним струмом на ділянці проведені наступні заходи:

все устаткування ділянки повинно бути оснащене і мати заземлення (контур). Загальний опір струму, що розтікається, не перевищує 40м;

рубильники обладнані захисними кожухами;

плавкі запобіжники встановленні в захисних шафах;

неізолювані струмоведучі частини електропроводу огороженні.

Відстань між струмоведучими частинами й огороженням не менше 0,6 м;

повинна виконуватися перевірка заземлення і занулення електроустановок згідно ССБТ ГОСТ 12.2.007-1-75 і ГОСТ 12.1.030-81;

забезпечено неможливість випадкового дотику до струмоведучих частин, що захищені завдяки ізоляції і розташовані в недоступних місцях із застосуванням запобіжних і загороджувальних пристроїв.

Технологічні процеси механічної і абразивної обробки розподільних валів здійснюється відповідно вимогам ГОСТ 12.3.025 і ГОСТ 12.3.028:

при виконанні механічних операцій для захисту від стружки застосовують стружконаправляючі пристрої. Встановлювати і знімати гільзу необхідно після відводу інструменту і повної зупинки деталі відповідно до ГОСТ 12.2.009-80.

При шліфувальних операціях дотримуються наступні правила техніки безпеки:

перед установкою абразивного круга перевіряється його цілісність, відсутність тріщин за ГОСТ 12.3.028-82;

кріплення круга повинне бути надійним за допомогою шайб і створювати в ньому внутрішнє напруження;

перед установкою круга необхідно його відбалансувати;

працюючим на верстатах, у зв'язку з застосуванням охолодних рідин подаються мазі і пасти для захисту рук;

установка і закріплення деталей виконується при повній їх зупинці та устаткуванні за правилами кріплення ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ, цей же ГОСТ регламентує і проведення вимірів поверхні;

обертів частини устаткування для токарської обробки і шліфування обгороджені захисними екранами з органічного скла, що просвічуються відповідно до ГОСТ 12.4.029-76, при цьому максимально припустимі кути відкриття кожухів шліфувальних кругів передбачені відповідно до ГОСТ 12.3.028-82 ССБТ;

робітники оснащені спецодягом за ГОСТ 12.4.029-76, спецвзуттям за ГОСТ 12.4.103-83 і спецокулярами за ГОСТ 12.4.001-80.

З метою забезпечення безпечного рівня наплавлювальних робіт проводяться наступні заходи:

робочі місця обладнані захисними екранами відповідно до ГОСТ 12.2.062-81;

робітники забезпечені спецодягом відповідно до ГОСТ 12.4.003-83, спецрукавицями відповідно до ГОСТ 12.4.010-75, спецокулярами відповідно до ГОСТ 12.4.001-80.

З метою недопущення нещасних випадків при транспортних роботах проводяться наступні заходи:

технологічне устаткування розташоване відповідно до прийнятого технологічного процесу і не допускає більш 5% перетинання вантажопотоків;

ширина проїзду на ділянці прийнята 3м і у відповідності зі СНиП 2.09.02-85;

границі проїзду пофарбовані у світлий тон. Установлені безпечні зони роботи підйомно-транспортного устаткування.

Для транспортування, зберігання деталей, заготовок і відходів виробництва використовується тара, яка експлуатується у відповідності з ГОСТ 12.3.010 – 82. Тара розрахована на необхідну вантажопід'ємність має написи про максимально допустиме навантаження. Періодично здійснюється контроль тари. Навантаження і розвантаження вантажів здійснюється відповідно вимогам ГОСТ 12.3.009–76 і ДНАОП 0.00–1.03–02.

Організація й обладнання робочих місць по термічній обробці металів відповідають вимогам ПВЕ, ДНАОП 0.00-1.21-98, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.007-76, ГОСТ 12.2.003-91.

Пульт забезпечений необхідними для нормальної експлуатації приладами, штурвалами й кнопками. Написи для приладів, штурвалів, кнопок тощо, які вказують на їх призначення чіткі і відповідають позначенню на схемі.

Прилади для аварійного відключення (рубильник, кнопки) виділені червоним кольором і покажчиками; доступ до них вільний.

Водоохолодження здійснюється безперервно з моменту включення установки до повного охолодження деталі після відключення. Блокування водоохолодження з пристроєм, який виключає напругу на установку, обов'язкове.

Підлога виконана із негорючих матеріалів. Зовнішні частини конструкцій пристосувань не мають гострих кутів і кромek (в технічній документації передбачена вимога по їх притупленню). Конструкції пристосувань забезпечують надійне з'єднання з верстатом.

5.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій

Концепцію захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій було схвалено Указом Президента України від 26 березня 1999 року № 284/99.

Концепція визначає загальну мету і завдання у сфері захисту громадян, які перебувають на території України, земельного, водного, повітряного простору в межах держави, об'єктів виробничого і соціального призначення, а також довкілля від надзвичайних ситуацій.

Причини виникнення та класифікація надзвичайних ситуацій. Щодня в світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей або до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями.

Загальні ознаки НС

- наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності
- заподіяння економічних збитків
- істотне погіршення стану довкілля.

До надзвичайних ситуацій, як правило, призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти тощо.

Аварії поділяються на дві категорії:

До I категорії належать аварії, внаслідок яких: загинуло 5 чи травмовано 10 і більше осіб; встався викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за санітарно-захисну зону підприємства; збільшилась концентрація забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі більш як у 10 разів; зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я значної кількості працівників підприємства чи населення;

До II категорії належать аварії, внаслідок яких: загинуло до 5 чи травмовано від 4 до 10 осіб; зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці (враховуються цех, дільниця з чисельністю працівників 100 осіб і більше).

Випадки порушення технологічних процесів, роботи устаткування, тимчасової зупинки виробництва в результаті спрацювання автоматичних захисних блокувань та інші локальні порушення у роботі цехів, дільниць і

окремих об'єктів, падіння опор та обрив дротів ліній електропередач не належать до аварій, що мають категорії.

Надзвичайні ситуації мають різні масштаби за кількістю жертв, кількістю людей, що стали хворими чи каліками, кількістю людей, яким завдано моральної шкоди, за розмірами економічних збитків, площею території, на якій вони розвивались, тощо.

Вагомість надзвичайної ситуації визначається передусім кількістю жертв та ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто рівнем системи «людина - життєве середовище» Виходячи з ієрархії систем, можна говорити про:

Індивідуальні надзвичайні ситуації, коли виникає загроза для порушення життєдіяльності лише однієї особи; надзвичайні ситуації рівня мікроколективу, тобто коли загроза їх виникнення чи розповсюдження наслідків стосується сім'ї, виробничої бригади, пасажирів одного купе тощо; надзвичайні ситуації рівня колективу; надзвичайні ситуації рівня мікроколективу; надзвичайні ситуації для жителів міста, району; надзвичайні ситуації для населення області; надзвичайні ситуації для населення країни; надзвичайні ситуації для жителів континенту; надзвичайні ситуації для всього людства.

Як правило, чим більшу кількість людей обходить надзвичайна ситуація, тим більшу територію вона охоплює. І навпаки, при більшій площі поширення катастрофи чи стихійного лиха від нього страждає більша кількість людей. Через це в основу існуючих класифікацій надзвичайних ситуацій за їх масштабом найчастіше кладуть територіальний принцип, за яким надзвичайні ситуації поділяють на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні (загальнопланетарні).

Сьогоднішня ситуація в Україні щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості надзвичайних ситуацій, важкість їх наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. До роботи в районі надзвичайної ситуації необхідно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів. Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків

перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів.

Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій за характером походження подій, котрі зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняє чотири класи надзвичайних ситуацій — надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного, військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на групи, які містять конкретні їх види.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру — це транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи їх загроза, аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру — це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру — це ситуації, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікацій, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, викрадення або захоплення зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо.

Надзвичайні ситуації воєнного характеру — це ситуації, пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнод-

іючих отруйних речовин, токсичних відходів, нафтопродуктів, транспортних та інженерних комунікацій тощо.

Рівень національної безпеки не може бути достатнім, якщо в загальнодержавному масштабі не буде вирішене завдання захисту населення, об'єктів економіки, національного надбання від надзвичайних ситуацій техногенного, природного або іншого характеру.

Загрози життєво важливим інтересам громадян, держави, суспільства поділяються на зовнішні та внутрішні і виникають під час надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру та воєнних конфліктів.

Основними завданнями захисту населення і територій під час надзвичайних ситуацій є:

- розроблення і реалізація нормативно-правових актів, додержання державних технічних норм та стандартів з питань забезпечення захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;
- забезпечення готовності органів управління, сил і засобів до дій, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям та реагування на них;
- розроблення та забезпечення заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- збирання та опрацювання інформації про надзвичайні ситуації;
- прогнозування та оцінка наслідків надзвичайних ситуацій;
- оповіщення населення про загрозу, виникнення надзвичайної ситуації;
- організація захисту населення (персоналу) та надання безкоштовної медичної допомоги;
- проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та організація життєзабезпечення постраждалого населення;
- здійснення заходів щодо соціального захисту населення;
- розроблення та забезпечення цільових і науково-технічних програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям та забезпечення сталого функціонування підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності та підпорядкування, а також підвідомчих їм об'єктів виробничого і соціального захисту в разі виникнення надзвичайних ситуацій;

- міжнародне співробітництво у галузі захисту населення від надзвичайних ситуацій.

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має проводитися спеціальний комплекс заходів. Він має такі складові: оповіщення та інформування; спостереження і контроль; укриття у захисних спорудах; евакуаційні заходи; інженерний захист; медичний захист; біологічний захист; радіаційний і хімічний захист.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У запропонованій магістерській роботі досліджено процес термічного обтиснення гільз циліндрів ДВЗ. Розроблено технологію процесу по їх відновленню на прикладі двигуна внутрішнього згорання сімейства СМД-60, СМД-62. Розроблений технологічний процес відновлення гільз циліндрів базується на застосуванні електроконтактного нагрівання та спреєрного охолодження змінної інтенсивності охолодження.

Розроблено дільниця по відновленню гільз циліндрів ДВЗ. Розраховано основне обладнання відділень, визначена їх площа і потреби в енергоносіях.

Розраховані основні техніко-економічні показники роботи дільниці.

Проведено дослідження ефективності роботи паливних фільтрів двигунів внутрішнього згорання

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
4. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
5. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.
7. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
8. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
9. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
10. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.

11. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.

12. Гевко І.Б Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.

13. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

14. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

15. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

16. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

17. Вплив силових параметрів керованої підвіски на стійкість руху КТЗ вздовж криволінійної ділянки / Б. І. Сокіл, О. Л. Ляшук, Р. В. Хорошун, М. Б. Сокіл // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 183-186.

18. Конспект лекцій (частина І)з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27

«Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

19. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.

20. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.

21. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.