

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«___»_____ 2026 р.
Зав. кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)
Володимир ДІДУР
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів з розробкою пристрою для відновлення розподільних валів»

Виконав: студент 4 курсу, групи 42-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Стороженко Артем Іванович
(прізвище та ініціали)

Керівник доцент Петриченко Є.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет інженерних технологій та професійної освіти
 Кафедра агроінженерії

Освітня програма «Бакалавр»
 Спеціальність 208 «Агроінженерія»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Володимир ДІДУР
 «__» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Стороженку Артему Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів з розробкою пристрою для відновлення розподільних валів»

керівник проекту Петриченко Євгеній Анатолійович, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 01 ” травня 2026 р. № 01-06/129

2. Строк подання студентом проекту 18.05.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту: характеристика технологічного процесу технічного обслуговування дизельних двигунів; особливості ремонту дизельних двигунів; призначення та умови роботи розподільного вала дизельного двигуна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз стану досліджуваного питання; експериментальні дослідження; питання охорони праці; техніко-економічне обґрунтування проекту.

5. Ілюстративний матеріал: підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: мета і завдання дослідження; особливості ремонту корпусних деталей та відновлення отворів; напрями удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту МТП; будова та принцип роботи пристрою; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 26 вересня 2025 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	15.10.2025 р.	
2.	Розділ 1. Загальний розділ	19.11.2025 р.	
3.	Розділ 2. Конструкторсько-технологічний розділ	18.12.2025 р.	
4.	Розділ 3. Охорона праці	12.02.2026 р.	
5.	Розділ 4. Техніко-економічна частина	09.03.2026 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини проекту	15.04.2026 р.	
7.	Представлення проекту керівнику на перевірку	18.05.2026 р.	

Студент

(підпис)Стороженко А.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)Петриченко Є.А.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 Значення технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів.....	6
1.2 Характеристика технологічного процесу технічного обслуговування дизельних двигунів	7
1.3 Особливості ремонту дизельних двигунів.....	9
1.4 Призначення та умови роботи розподільного вала дизельного двигуна	10
1.5 Обґрунтування необхідності розробки пристрою для відновлення розподільних валів.....	11
1.6 Удосконалений технологічний процес відновлення розподільного вала	13
2. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Виявлення дефектів елементів двигуна внутрішнього згоряння	15
2.2 Визначення обсягу робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту	23
2.3 Передремонтне діагностування двигунів і засоби діагностики	27
2.4 Складання основних складальних одиниць двигуна.....	29
2.5 Обґрунтування вибору пристрою та принцип його дії	33
2.6 Регулювання пристрою (пристосування)	36
2.7 Розрахунок пружини.....	36
2.8 Порядок роботи на запропонованому пристрої, наведеному в конструкторському розділі	38
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
3.1 Загальні вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів	40
3.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	40
3.3 Вимоги безпеки до робочого місця	41
3.4 Вимоги безпеки під час роботи з пристроєм для відновлення розподільних валів.	42
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	44
4.1 Мета техніко-економічного обґрунтування	44
4.2 Розрахунок економії від відновлення розподільного вала	44
4.3 Розрахунок економії трудових витрат	45
4.4 Розрахунок собівартості відновлення розподільного вала	46
4.5 Розрахунок ціни відновлення розподільного вала	47

	5
4.6 Розрахунок строку окупності пристрою.....	48
4.7 Графік накопичення економічного ефекту.....	49
ВИСНОВОК.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Значення технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів

Дизельні двигуни широко застосовуються в автомобільній, тракторній, дорожньо-будівельній та сільськогосподарській техніці завдяки високому коефіцієнту корисної дії, значному крутному моменту на малих обертах, економічності та здатності працювати в умовах тривалого навантаження. Надійність дизельного двигуна безпосередньо залежить від своєчасного технічного обслуговування, якості діагностування, правильності регулювань і своєчасного усунення дефектів деталей кривошипно-шатунного, газорозподільного, паливного та мастильного механізмів [1, 2].

У процесі експлуатації дизельний двигун працює в умовах високих температур, знакозмінних механічних навантажень, тертя, дії продуктів згоряння палива, вібрацій та забруднення мастильних матеріалів. Такі умови поступово призводять до зношування поверхонь тертя, втрати герметичності з'єднань, погіршення роботи паливної апаратури, зниження компресії та порушення фаз газорозподілу [3, 4].

Особливе місце в забезпеченні працездатності дизельного двигуна займає газорозподільний механізм. Його робота визначає своєчасність відкривання та закривання впускних і випускних клапанів, якість наповнення циліндрів повітрям, повноту згоряння палива та ефективність відведення відпрацьованих газів. Однією з основних деталей цього механізму є розподільний вал, який під час роботи зазнає значних контактних навантажень у місцях взаємодії кулачків із штовхачами або коромислами [5].

Порушення технічного стану розподільного вала призводить до зміни фаз газорозподілу, зменшення висоти підйому клапанів, нерівномірної роботи двигуна, підвищення витрати палива, збільшення димності відпрацьованих газів і зниження потужності. Тому вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів із розробкою пристрою для відновлення розподільних валів є актуальним завданням ремонтного виробництва [6, 7].

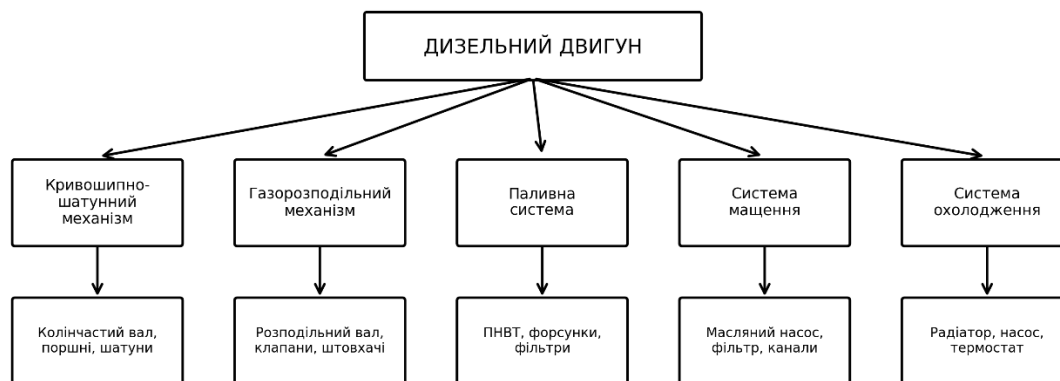


Рисунок 1.1 – Структурна схема основних систем дизельного двигуна

У ремонтному виробництві важливо не лише усунути наявну несправність, а й забезпечити відновлення ресурсу деталей до рівня, близького до нового виробу. Це досягається правильним вибором способу ремонту, застосуванням спеціалізованого обладнання, контролем розмірів, відновленням геометричної точності та дотриманням вимог охорони праці [8].

1.2 Характеристика технологічного процесу технічного обслуговування дизельних двигунів

Технічне обслуговування дизельного двигуна являє собою систему профілактичних заходів, спрямованих на підтримання його працездатності, попередження раптових відмов і зменшення інтенсивності зношування деталей. Основними видами робіт при технічному обслуговуванні є зовнішній огляд, очищення, контроль герметичності, перевірка рівня мастила та охолоджувальної рідини, діагностування паливної апаратури, контроль тиску мастила, перевірка компресії, регулювання клапанних зазорів і перевірка стану приводів [2, 9].

Технологічний процес технічного обслуговування дизельного двигуна доцільно будувати за такою послідовністю:

1. приймання машини або двигуна на обслуговування;
2. очищення зовнішніх поверхонь від пилу, мастила та технологічних забруднень;
3. попередній огляд двигуна та виявлення зовнішніх дефектів;
4. діагностування основних систем;
5. виконання регульовальних і кріпильних робіт;
6. заміна або очищення фільтрувальних елементів;
7. контроль роботи двигуна після обслуговування;

8. оформлення технічної документації.

Важливою умовою якісного технічного обслуговування є попереднє діагностування двигуна. Воно дає можливість визначити фактичний технічний стан агрегату без повного розбирання, зменшити трудомісткість ремонту, скоротити простої техніки та попередити розвиток прихованих несправностей [10].



Рисунок 1.2 – Загальна схема технологічного процесу технічного обслуговування дизельного двигуна

До основних діагностичних параметрів дизельного двигуна належать тиск стиску в циліндрах, тиск мастила, температура охолоджувальної рідини, рівномірність роботи циліндрів, димність відпрацьованих газів, витрата палива, зазори в клапанному механізмі та рівень вібрації. За результатами діагностування приймається рішення про подальше обслуговування, поточний ремонт або повне розбирання двигуна [4, 11].

Таблиця 1.1 – Основні операції технічного обслуговування дизельного двигуна

№	Операція	Мета виконання	Очікуваний результат
1	Очищення зовнішніх поверхонь	Видалення пилу, мастила та бруду	Полегшення огляду та ремонту

2	Перевірка герметичності	Виявлення витоків мастила, палива й охолоджувальної рідини	Запобігання аварійним відмовам
3	Контроль рівня мастила	Забезпечення нормального мащення деталей	Зменшення зношування
4	Перевірка фільтрів	Очищення мастила, повітря та палива	Стабільна робота двигуна
5	Регулювання клапанів	Відновлення правильних фаз газорозподілу	Зниження шуму та витрати палива
6	Контроль паливної апаратури	Перевірка подачі та розпилення палива	Підвищення економічності
7	Контрольний запуск	Перевірка результатів обслуговування	Підтвердження працездатності двигуна

1.3 Особливості ремонту дизельних двигунів

Ремонт дизельних двигунів проводиться у разі виявлення відмов або граничного зношування деталей. На відміну від технічного обслуговування, ремонт передбачає часткове або повне розбирання двигуна, дефектування деталей, відновлення або заміну зношених елементів, складання, регулювання та випробування [8, 12].

Залежно від обсягу робіт ремонт дизельних двигунів поділяють на поточний і капітальний. Поточний ремонт спрямований на усунення окремих несправностей без повного відновлення ресурсу двигуна. Капітальний ремонт передбачає повне розбирання, контроль усіх основних деталей, відновлення посадкових поверхонь, заміну деталей, що не підлягають відновленню, та випробування двигуна після складання [3].

Типовий технологічний процес ремонту дизельного двигуна включає такі етапи:

- приймання двигуна в ремонт;
- очищення та миття;
- зовнішній огляд;
- розбирання на вузли та деталі;
- дефектування деталей;
- сортування деталей на придатні, ремонтпридатні та непридатні;
- відновлення деталей;
- комплектування;

- складання;
- регулювання;
- обкатування та випробування.

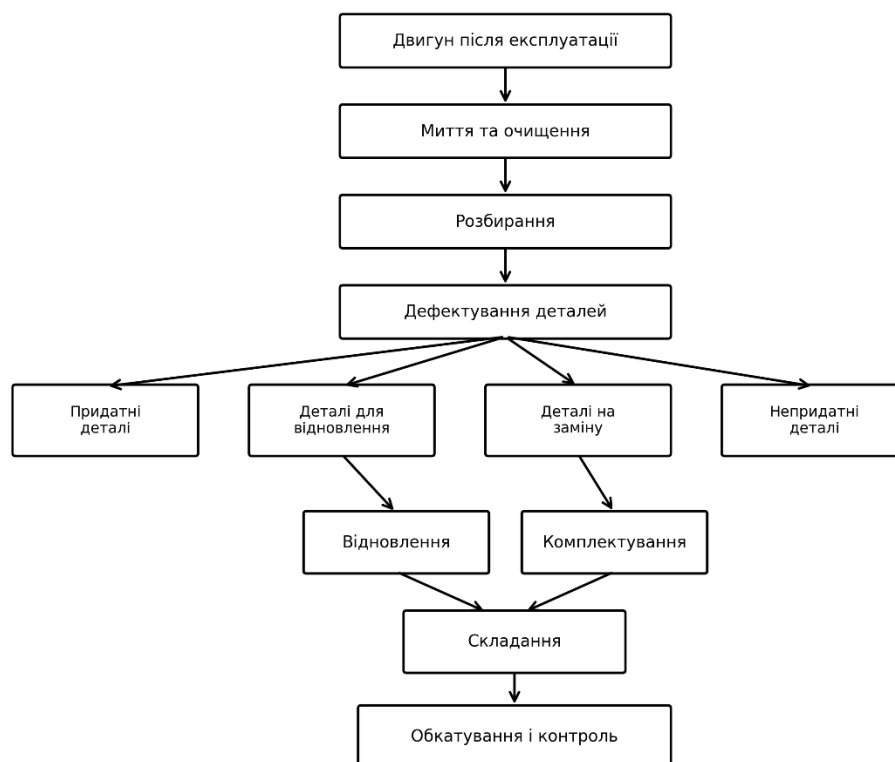


Рисунок 1.3 – Послідовність ремонту дизельного двигуна

Одним із важливих етапів ремонту є дефектування деталей. Його мета полягає у визначенні фактичного стану кожної деталі, ступеня її зношування, наявності тріщин, задирів, корозії, деформацій, порушень твердості та інших дефектів. За результатами дефектування складається маршрут відновлення або приймається рішення про заміну деталі [6, 13].

1.4 Призначення та умови роботи розподільного вала дизельного двигуна

Розподільний вал є однією з основних деталей газорозподільного механізму дизельного двигуна. Він призначений для керування відкриванням і закриванням клапанів відповідно до робочого циклу двигуна. У конструкції розподільного вала виділяють опорні шийки, кулачки, торцеві поверхні, шестерню або елемент приводу, а також канали чи поверхні для мащення [5].

Під час роботи кулачки розподільного вала взаємодіють зі штовхачами або роликами. У зоні контакту виникають значні питомі тиски, що спричиняє поступове зношування профілю кулачка. Опорні шийки працюють у підшипниках ковзання, тому їхній стан залежить від якості мастила, чистоти мастильної системи, правильності зазорів

і відсутності перекосів [7].

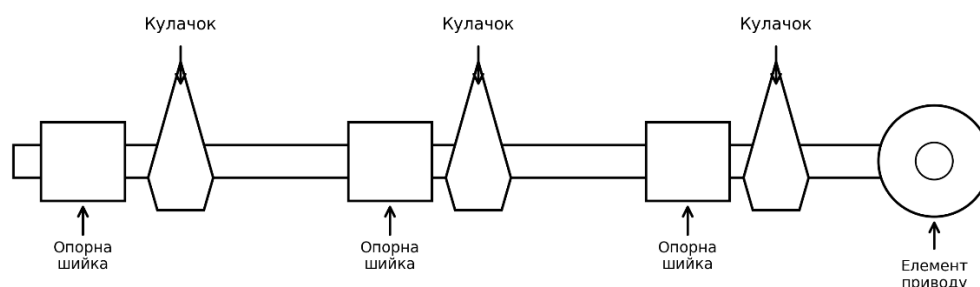


Рисунок 1.4 – Основні елементи розподільного вала

Основними дефектами розподільних валів дизельних двигунів є:

- зношування профілю кулачків;
- зменшення висоти кулачка;
- утворення рисок і задирів на робочій поверхні;
- зношування опорних шийок;
- овальність і конусність шийок;
- викривлення осі вала;
- тріщини;
- пошкодження шпонкових пазів або різьбових ділянок;
- порушення твердості поверхневого шару.

Таблиця 1.2 – Характерні дефекти розподільного вала та можливі способи їх усунення

Дефект	Причина виникнення	Спосіб усунення
Зношування кулачків	Недостатнє мащення, забруднення мастила, високі контактні навантаження	Наплавлення, шліфування, полірування
Зношування опорних шийок	Порушення зазору, абразивне зношування	Шліфування під ремонтний розмір, напилення, наплавлення
Задири на поверхні	Масляне голодування, перегрів	Зачищення, шліфування або відновлення покриття
Викривлення вала	Перевантаження, неправильне зберігання	Правлення з контролем биття
Тріщини	Втома металу, ударні навантаження	Бракування
Пошкодження шпонкового паза	Ослаблення кріплення шестерні	Відновлення паза або виготовлення нового

1.5 Обґрунтування необхідності розробки пристрою для відновлення

розподільних валів

У ремонтній практиці значна частина розподільних валів має локальні пошкодження, які не потребують повної заміни деталі. Найчастіше зношуються робочі поверхні кулачків і опорні шийки, тоді як основне тіло вала залишається придатним для подальшої експлуатації. У таких випадках доцільним є відновлення деталі за допомогою наплавлення, шліфування, полірування та контролю геометричних параметрів [6, 14].

Однак якість відновлення значною мірою залежить від точності базування вала, надійності його закріплення, можливості плавного обертання та зручності обробки пошкоджених поверхонь. Використання універсальних пристосувань не завжди забезпечує необхідну точність і повторюваність операцій, особливо під час обробки кулачків складного профілю. Тому розробка спеціального пристрою для відновлення розподільних валів є доцільною з технічної та економічної точки зору [12, 15].

Запропонований пристрій призначений для встановлення, центрування, фіксації та повороту розподільного вала під час виконання операцій дефектування, наплавлення, шліфування та контролю. Конструкція пристрою повинна забезпечувати:

- надійне базування розподільного вала по центрових отворах або опорних шийках;
- можливість повороту вала навколо власної осі;
- фіксацію кулачка у зручному положенні для обробки;
- зменшення ручної праці;
- підвищення точності відновлення;
- безпеку виконання робіт;
- простоту виготовлення в умовах ремонтної майстерні.

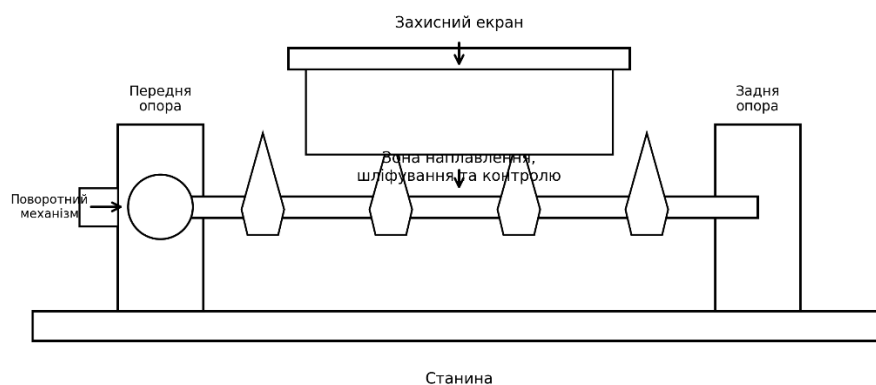


Рисунок 1.5 – Принципова схема пристрою для відновлення розподільного вала

Конструктивно пристрій може складатися зі станини, передньої та задньої опор,

центрувальних елементів, затискного механізму, поворотного вузла, фіксатора положення та захисного екрана. Станина забезпечує жорсткість конструкції, опори — правильне положення вала, а поворотний механізм дає змогу обробляти різні кулачки без повторного встановлення деталі.

1.6 Удосконалений технологічний процес відновлення розподільного вала

Удосконалений технологічний процес відновлення розподільного вала передбачає поєднання діагностичних, відновлювальних і контрольних операцій. Основна відмінність від традиційного процесу полягає у використанні спеціального пристрою, який скорочує час установлення деталі, підвищує точність базування та покращує умови праці ремонтника.

Технологічний процес відновлення розподільного вала можна подати у такій послідовності:

1. очищення розподільного вала від мастила, нагару та забруднень;
2. візуальний огляд і попереднє дефектування;
3. контроль биття, овальності та конусності опорних шийок;
4. вимірювання висоти кулачків;
5. перевірка твердості робочих поверхонь;
6. встановлення вала у пристрій;
7. відновлення зношених поверхонь наплавленням або напиленням;
8. попереднє шліфування;
9. остаточне шліфування профілю кулачків і шийок;
10. полірування робочих поверхонь;
11. контроль геометричних параметрів;
12. маркування та передача деталі на складання.

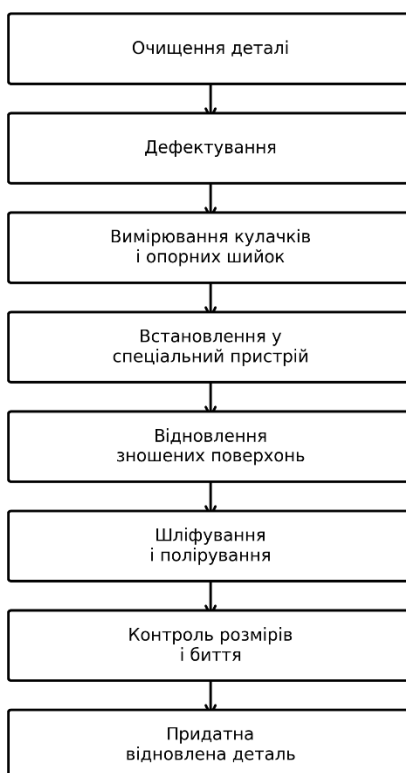


Рисунок 1.6 – Схема удосконаленого технологічного процесу відновлення розподільного вала

Таблиця 1.3 – Порівняння традиційного та удосконаленого процесу відновлення розподільного вала

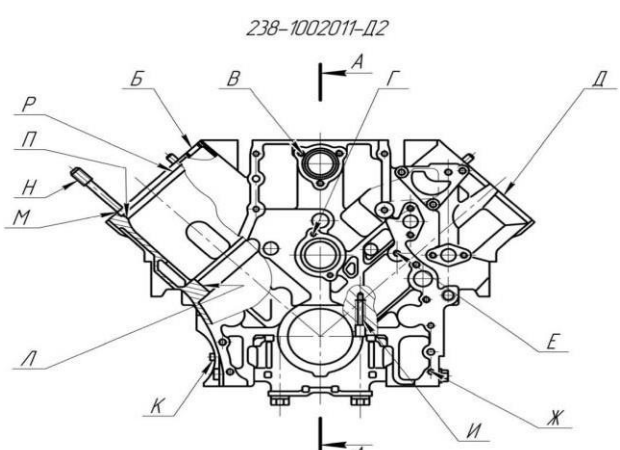
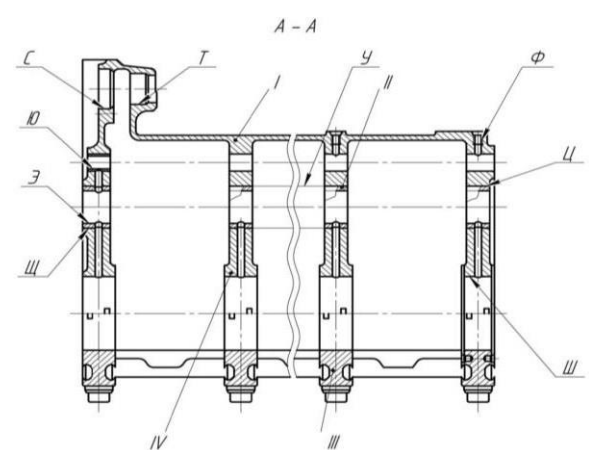
Показник	Традиційний процес	Удосконалений процес із пристроєм
Точність установлення деталі	Середня	Вища
Час базування вала	Значний	Скорочений
Рівень ручної праці	Високий	Знижений
Якість обробки кулачків	Залежить від кваліфікації виконавця	Більш стабільна
Безпека праці	Потребує додаткових заходів	Покращена завдяки фіксації та екранам
Можливість повторюваності операцій	Обмежена	Вища

Запропоноване удосконалення дозволяє підвищити якість ремонту, зменшити кількість повторних операцій, скоротити трудомісткість і забезпечити більш стабільне відновлення геометрії розподільного вала. Це особливо важливо для ремонтних підприємств, які обслуговують дизельні двигуни автотракторної та вантажної техніки [13, 15].

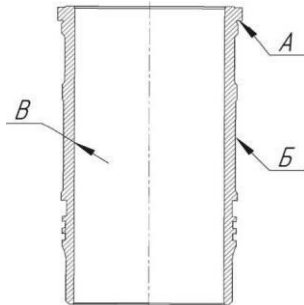
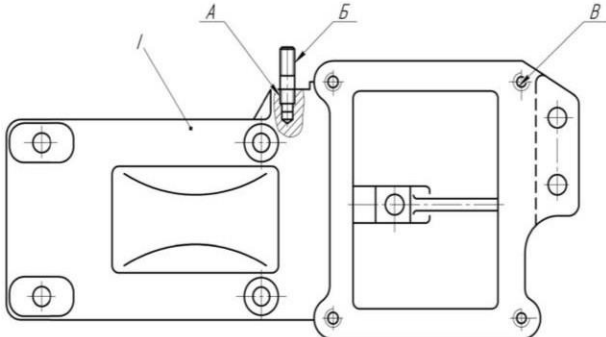
2. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

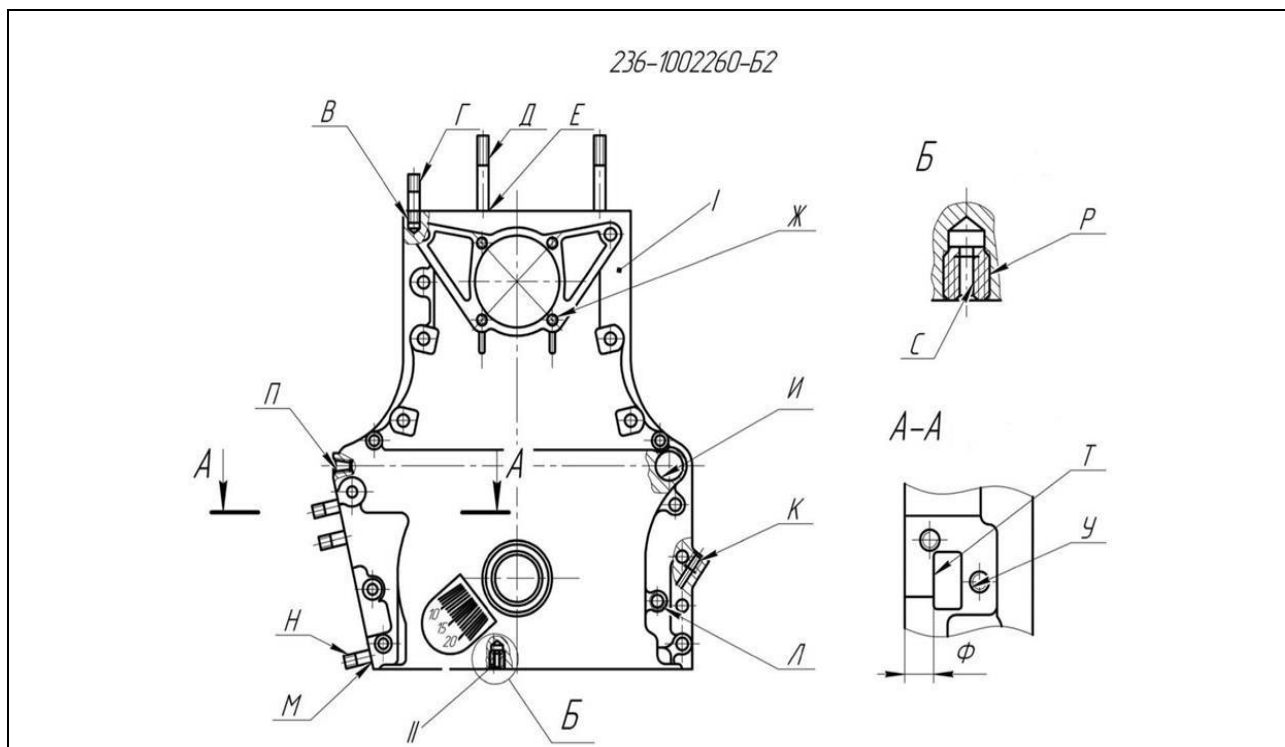
2.1 Виявлення дефектів елементів двигуна внутрішнього згоряння

Таблиця 2.1 – Відомість дефектів складових деталей

Блок циліндрів				
Розташування на зображенні	Можливий дефект	Виявлення дефекту і засоби контролю	Розмір або параметр, мм	Висновок
				
	Тріщини, які захватують отвори під приводними підшипниками валу паливн. насоса, під вкладишами кор. підшипників вала і під втулками розпод. вала	Інспекція. Лупа ЛП-1-4		Забракувати
	Тріщини на перегородках блоку	Інспекція		Забракувати
	Тріщини в площині посадки головки блоку	Інспекція. Лупа ЛП-1-4		«
	Відколи отворів для капітальних несучих вкладишів	Інспекція		«
	Тріщини на стінках сорочки охолодження і поздовжнього водного каналу	Інспекція. Стукіт мідним молотком		«
	Тріщини або уламки на площині кріплення картера масла або тріщини, які вловлюють отвори під нагнітальною трубою секції радіатора	Інспекція. Лупа ЛП-1-4		Заварити. Зварний шов
	Тріщини на бічних поверхнях блоку, які не поширюються на ребра жорсткості або перегородки	Інспекція		Заварка
	Тріщини або сміття, які в отворах під шпильками кріплення ГБЦ			Заварити. Зварний шов
Б, Д	Деформація площин під головками циліндрів	Інспекція. ШП-2-400.Зонд.0,05 мм	Допуск Б і Д: 0,05	Забракувати

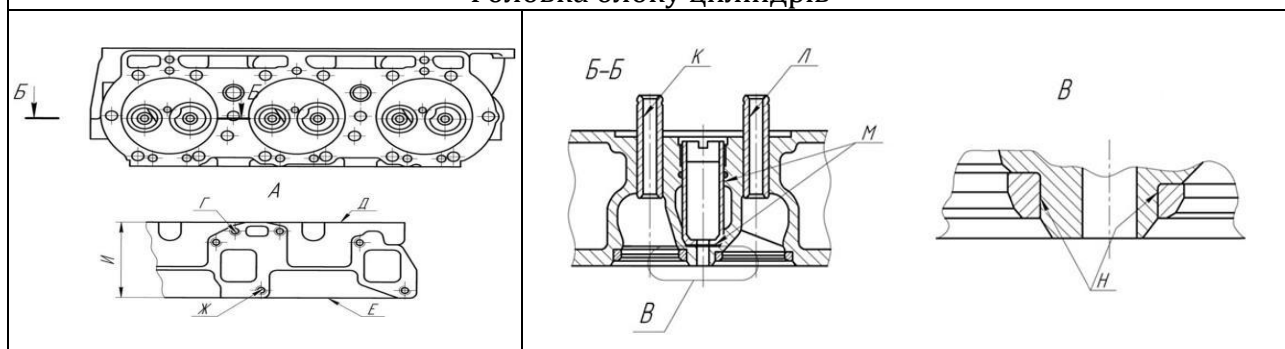
	Деформація отворів під гільзи циліндрів	Нутромір NI 100- 160-1		«
Л	Нижче		151,20	«
П	Верх		153,08	«
Л	Кавітаційне руйнування нижнього отвору під гільзою циліндра	Інспекція		«
Ш	Знос або деформація отворів під вкладиші	Інспекція. Нутро- мір NI 100-160	0116+0,021	Забракувати
Э	Знос втулкових отворів під шийками розподільного вала	Нутромір NI 50- 100	054+0,03	Замінити втулки і експлуатувати отвори до номінального або категоричного ремонтного розміру
	Знос отворів для підшипників вала веденої шестерні паливного насоса:	Нутромір NI 50- 100		Забракувати
Т	Внутрішній		52+0,03	
С	Відкритий		62+0,03	
	Поверхневий знос під корпусом паливн. насоса	Інспекція. Адаптації	R=56±0,л	Зварний шов
Ю	Знос втулкового отвору під вісь поверхні Ю	Нутромір NI 18- 50-1	22,09	замінити втулку
Ш	Деформація поверхонь для вкладишів кор. підшипників	Інспекція. Адаптації	0,05	Забракувати
Ц	Розпушування втулок розподільного вала	Перевірка посадки легкими ударами молотка		Замінити втулки
Р	Корозійний знос опорної поверхні під плечем гільзи циліндра	Інспекція		Обробляти опорні поверхні до усунення дефекту
К	Ослаблення посадки штифта кріплення стартера	Перевірка посадки легкими ударами молотка Нутромір 6-10	9-0,035 -,065	Замінити пін
М	Послаблення посадки шпильок, що кріплять головку блоку	Інспекція. Пробуючи посадку вручну.	M16x2-2H5C	Замінити шпильку
	Обрив різьблення не більше двох витків:			
В. Г	M8-6H	Інспекція	Відкалібрувати різь. Встановлення різьбової вставки	
Ж	M10 x 1-6H	«		«
-	M12-6H	«		«
-	M12 x 1,25 – 6H	«		«
Е	M14 – 6H	«		«
-	M14 x 1,5 – 6H	«		«
Н	M16 x 1,5 – 6H	«	Відкалібрувати різь. Замінити шпильку	
И	M18x1,5 – 6H	Інспекція	Відкалібрувати різь. Встановлення різьбової вставки	

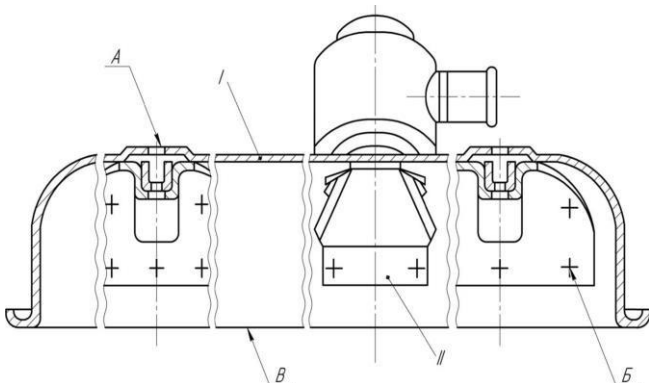
-	K1/4"	«	Обрізаємо кінець і поглиблюємо нитку	
-	K3/4"	«		«
-	KG1/4"	«		«
Гільза циліндрів				
				
	Тріщини або сміття	Огляд. Лупа ЛП-1-4		Забракувати
Б	Кавітаційно-корозійне руйнування або накіп на зовнішній поверхні гільзи	Інспекція		Забракувати
В	Знос або потертості на внутрішній поверхні гільзи	Інспекція. Нутромір NI 100-160-1	Задири не допускається	Забракувати
А	Удари або вм'ятини на опорному плечі	Інспекція. Лупа ЛП-1-4	Обробляйте до усунення дефекту в межах номінального розміру опорного плеча	
Верхня кришка блоку				
				
	Тріщини або сміття	Інспекція		Забракувати
А	Ослаблення посадок шпильки	Тестування ручного монтажу	Встановіть різбову вставку. Нарізати різблення ремонтного розміру для установки ремонтної шпильки	
	Обрив різблення не більше одного обороту:	Інспекція		Відкалібрувати різь.
Б	M8x1-6h			Встановлення різбової вставки
В	M10-3H6H			
Кришка розподільного механізму				



	Тріщини або сміття на отворах болтів кріплення кришки	Інспекція		Заварити. Зварний шов
	Тріщини або уламки, відмінні від зазначених у дефектів	«		Забракувати
	Кавітаційне руйнування стінок водного каналу:	Інспекція. Штангенциркуль 1-125-0,1-1		Заварка
И	вході	32,0		
Т	на виході	$14,1 \pm 1,5$		
В, Е	Ослаблення посадок шпильки	Тестування	M10 x1,5	Замініть шпильку.
Ж, М		ручна посадка	Нарізати різьблення ремонтного розміру для установки ремонтної шпильки	
	Обрив різьблення не більше одного обороту:	Інспекція	Калібрувати нитку	
С, Г	M8-6H	«		«
Д, Н	M10x1-4h	«		«
Л	M10-6H	«		«
У	M10-3H6H	«	Калібрувати нитку	
К	M14x1,5-6H	«		«
Р	M14-3H6H	«		«
П	K 3/8"	«	Обрізаємо кінець і поглиблюємо нитку	

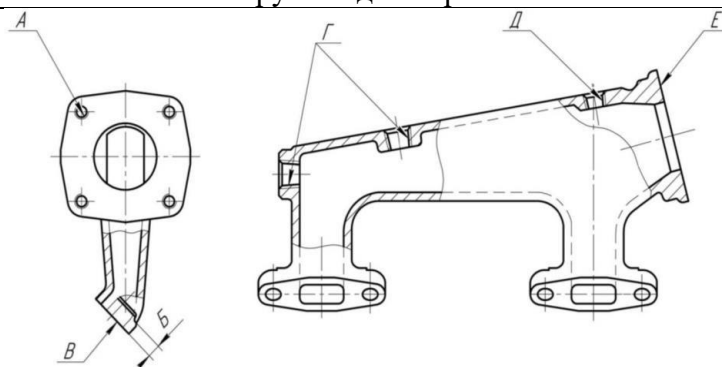
Головка блоку циліндрів



	Тріщини на стінках сорочки охолодження, газопроводів або на площині, що прилягає до блоку циліндрів	Інспекція. Випробув. на герметичність тиском 0,3 – 0,4 МПа протягом 2 хв	Витік води не допускається	Заварка
	Тріщини, захватні отвори для направляючих втулок клапанів, чашки форсунок і сідла клапанів	Інспекція. Випробув. на герметичність тиском 0,3 – 0,4 МПа протягом 2 хв або гасова проба 2 хв		Забракувати. Інші заварюють
	Тріщини на сідлах клапанів	Інспекція		Забракувати
М	Порушення герметичності в місці установки ущільнювача сопла скла	Інспекція. Випробув. на герметичність тиском 0,3 – 0,4 МПа протягом 2 хв або гасова проба 2 хв	Витік води не допускається	Замінити кільце ущільнювача, мідну шайбу або скло
Д, Е	Деформація площини зчеплення головки з блоком	Плита 2-1-1000 630. Лінія-150. Щупи 0,02 і 0,05 мм	Допуск роботи до Д і Е при довжині 100 - 0,02	Обробляти до зникнення дефекту
К, Л	Знос отворів направляючої втулки клапана	Нутромір 10-18	12+0,019	замінити втулку
Н	Послаблення сидіння сідла клапанів	Випробування посадки легкими ударами молотка		Забракувати
Д, Е	Корозійне руйнування поверхні в районі водопровідних ям	Інспекція	Зварювання, зварювання і обробка до рівня основного металу	
Г, Ж	Обрив різьблення не більше одного обороту під шпильками кріпильних колекторів, дерев'яних труб і форсунок	«		Калібрувати нитку
Кришка головки блоку циліндрів з ребрами і сапуном				
				
	Тріщини або розриви на стінках кришки	Інспекція	Тріщини довжиною 50	Заварка

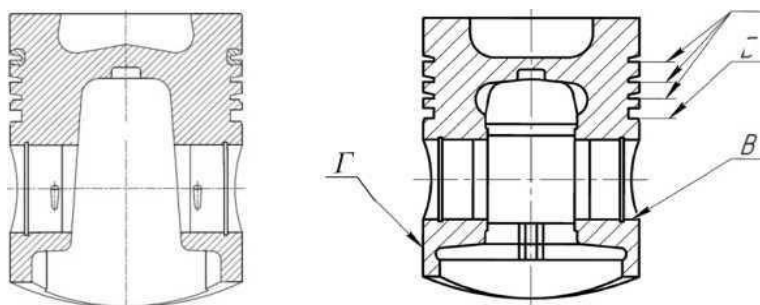
Б	Руйнування зварних швів для кріплення ребер на кришці	Стукіт молотком	Зварювання окремих ділянок за допомогою зварювання в вуглекислому газі	
	Вм'ятини на кришці	Інспекція	Вм'ятини 2 глибокі без різких переходів	Регулюють
В	Деформація площини контактування до гол. цил.	Плита 1000х630. Зонд 0,5 мм	Допуск площинності поверхні В 0,5 при навантаженні 785 Н (80 кгс), нанесений на поверхні А 196 Н (20 кгс)	

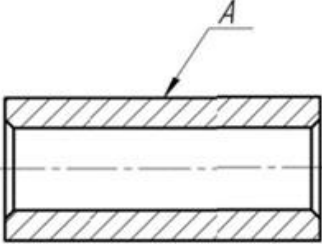
Труба водяна права

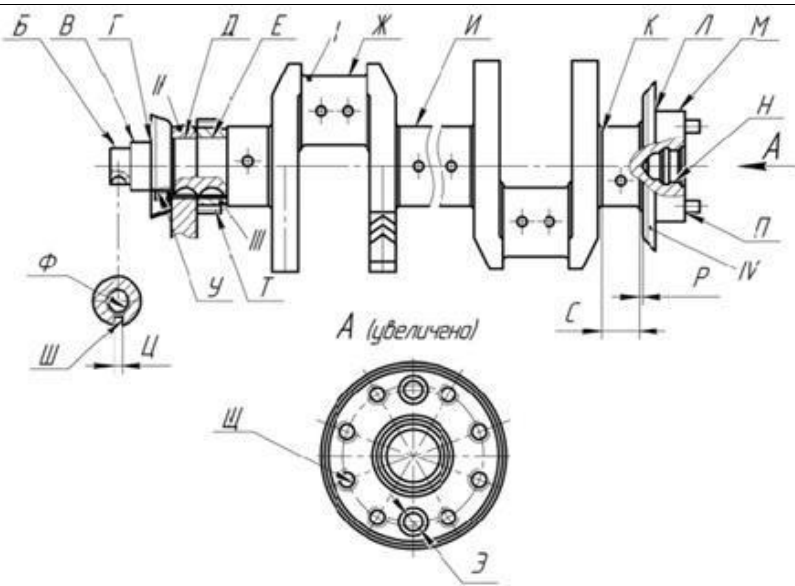


	Тріщини на поверхнях труби або кавітаційне руйнування водної порожнини на фланцях	Інспекція		Заварка
	Тріщини або сміття на фланцях кріплення труби	«		Заварити. Зварний шов
	Тріщини або уламки, відмінні від зазначених у дефектах	Інспекція		Забракувати
Е	Деформація поверхні кріплення фланця до термостата	Інспекція. Тарілка 2-1-1000х630. Зонд 0,3 мм	Допуск площинності у верхній частині Е: 0,15	Обробляти до усунення дефекту
В	Деформація труб монтажних фланцевих поверхонь	Те ж	Допуск площинності на поверхні В 0,3	Те ж
	Обрив різьблення не більше одного обороту:			
А	М8-6Н	Інспекція	Калібрувати різь	
Д	К1/4" (для 236-1003290-V і 238-1003290-V)	«	Обрізаємо кінець і поглиблюємо нитку	
Г	К3/8"	«		«

Поршень



	Тріщини або уламки країв дна на формуючому, випалюванні і плавленні дна, потертості на робочій поверхні і в отворах під пальцем	Інспекція. Лупа ЛП-1-4		Забракувати
В	Знос поршневого пальчикового отвору	Нутромір 50-100	50+0,011 +0,002	Забракувати
Г	Знос робочої поверхні поршня	Кронштейн СР 150		«
	Знос поршневого паза:	Набір щупів		
А	під компресійними кільцями,		0,10...0,17	«
Б	під кільцем для видалення масла,		0,063. .. 0,107	«
Поршневий палець				
				
	Тріщини, потертості або фарбування на зовнішній поверхні пальця	Огляд. Лупа ЛП-1-4		Забракувати
А	Кольори ходу або корозії на робочій поверхні пальця	Інспекція		«
А	Подряпини, шишки або шишки на поверхнях пальця	«	Обробляйте поверхні до усунення дефекту в межах номінального розміру пальця по зовнішньому діаметру	
А	Знос пальців по зовнішньому діаметру	50—0,008		Забракувати
Шатунний вузол				

А	Знос втулкового отвору під штифтом поршня	Нутромір 50-100	$50+0,040$ $+0,031$	замінити втулку
Б	Хулігани або знос отвору для вкладишів	Інспекція. Нутромір 50-100	Задири не допускаються	Забракувати
Колінчастий вал				
				
	Тріщини або сміття	Інспекція. Дефектоскоп	Задири не допускається	Забракувати
	Знос або розриви на шій:	Інспекція. Кронштейн СР 125	Перехід до розміру ремонту категорії	
Ж	Шатун	$88-0,22$	Задири не допускається	
И	Корінні	$110-0,22$		
В	Розрив різьблення М16х1,5-4N5H не більше одного обороту	Інспекція		Калібрувати нитку
К	Довжина зносу задньої корін. шийки за довжиною	Інспекція. Калібр	56,20	Забракувати
	Знос шийки під манжетами	Інспекція.		Обробляйте до усунення дефекту
В	передньої	$64-0,2$		
М	задньої	$140 \pm 0,014$		
Б	Знос шийки під шківом	Кронштейн СР 75	50,01	Хромувати та обробити в розм. креслення
Д	Знос шийки під переднім противагою	«	$71+0,089$ $+0,059$	«
Е	Знос шийки під шестернею	Кронштейн СР 75	$72+0,078$ $+0,059$	«
Н	Знос отвору підшипника	Супорт. НИ 50-100-1	52,05 62,05	Забракувати
П	Ослаблення прилягання встанов. штифтів	Перевірка посадки легкими ударами молотка	$22-0,019$ $-0,042$	Заміна шпильок
Ш	Знос шпонкових пазів	Калібр	$10-0,015$ $-0,065$	Зварювання і обробка до розмірів креслення

Д	Ослаблення посадки противаги	Перевірка посадки легкими ударами молотка		замінити противагу
Т	Знос зубців шестерень по товщині	Калібр	$S = 3,926^{-0.07}$ 0.1	замінити шестерню
Е	Ослаблення посадки шестерні	Перевірка посадки легкими ударами молотка -		«
Г	Ослаблення посадки переднього масляного відбивача	«		Міняємо масляний відбивач
Л	Ослаблення посадки заднього масляного відбивача	Перевірка посадки легкими ударами молотка	Розмір Р 0,5... 1,5	Заміна заднього масляного відбивача
	Обрив різьблення не більше двох витків:	«		Калібрувати нитку
Щ	M16x1,5-6H			
Ф	M24x2-6H			
У	Розрив різьблення M68x2-6g не більше одного обороту	«		«

2.2 Визначення обсягу робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту

Таблиця 2.2 – Початкові дані для розрахунку

Облікова кількість обладнання	90	Нормативні періоди	
Добовий пробіг	300 км	ТО-1	4000 км
Кількість робочих днів	250	ТО-2	16000
Тривалість зміни	8 год.	КР	300000 км

2.2.1 Розрахунок фактичної періодичності пробігу до проведення ТО-1, ТО-2 та капітального ремонту

$$L f(TO - 1) = L_{ss} * m_1, \quad (2.1)$$

$$\text{де } m_1 = L_{TO - 1} / L_{ss}$$

$$L f(TO - 2) = L f(TO - 1) * m_2, \quad (2.2)$$

$$\text{де } m_2 = L_{TO - 2} / L f(TO - 1)$$

$$L f(KR) = L f(TO - 2) * m_3, \quad (2.3)$$

$$\text{де } m_3 = L_{KR} / L f(TO - 2)$$

$$m_1 = 4\,000 \text{ км} / 300 \text{ км} = 13.$$

$$Lf(TO - 1) = 300 \text{ км} * 13 = 3900 \text{ км.}$$

$$m2 = 16\,000 \text{ км} / 3900 = 4.$$

$$Lf(TO - 2) = 3900 \text{ км} * 4 = 15600 \text{ км.}$$

$$m3 = 300\,000 \text{ км} / 15600 \text{ км} = 19.$$

$$Lf(KR) = 15600 \text{ км} * 19 = 296400 \text{ км.}$$

2.2.2 Визначення річного пробігу одного автомобіля

$$L_{\text{рік (авт)}} = L_{\text{сс}} * D, \quad (2.4)$$

$$L_{\text{рік (авт)}} = 300 \text{ км} * 250 = 75000 \text{ км.}$$

Розрахунок річного пробігу автомобілів конкретної марки:

$$L_{\text{рік (авт)}} = Q * L_{\text{рік (авт)}} * A_i, \quad (2.5)$$

$$L_{\text{рік (авт)}}1 = 0,81 * 75000 \text{ км} * 90 = 5467500 \text{ км}$$

Визначення кількості ТО-2 за рік:

$$N(TO - 2)_g = A_i * (L_{\text{рік (авт)}} / Lf(TO - 2)) - (L_{\text{рік (авт)}} / Lf(KR))$$

$$N(TO - 2)_g = 90 * (75000 \text{ км} / 15600) - (75000 / 296400) = 409$$

Визначення кількості ТО-1 за рік:

$$N(TO - 1)_g = A_i * (L_{\text{рік (авт)}} / Lf(TO - 1)) - N(TO - 2)_g \quad (2.6)$$

$$N(TO - 1)_g = 90 * (75000 \text{ км} / 3900 \text{ км}) - 409 = 1321$$

Встановлення кількості діагностувань Д-1 та Д-2 протягом року:

$$N(D - 1)_g = 1,1 N(TO - 1)_g + N(TO - 2)_g \quad (2.7)$$

$$N(D - 2)_g = 1,2 N(TO - 2)_g \quad N(D - 1)_g = 1,1 * 1321 + 409 = 1862$$

$$N(D - 2)_g = 1,2 * 1321 = 1585$$

Розрахунок добової програми обслуговування і діагностики автомобілів:

$$N_{\text{добу}} = N(TO) d / \text{ДРГ}, \quad (2.8)$$

$$N_{\text{днів}}(TO - 2) = 409 / 250 = 2; N_{\text{днів}}(TO - 1) = 1321 / 250 = 5$$

$$N_{\text{добу}}(D - 1) = 1862 / 250 = 7; N_{\text{добу}}(D - 2) = 1585 / 250 = 6$$

2.2.3 Розрахунок питомих витрат праці на технічне обслуговування і поточний ремонт

Визначення питомої трудомісткості ТО-1 і ТО-2:

$$t(TO - 1) = t_{n(TO - 1)} * K2 * K5 \quad (11) \quad t(TO - 1) = t_{n(TO2K2K5)}, \quad (2.9)$$

$$K5 = K'5 * K''5, \quad (2.10)$$

$$K5 = 1,0 * 1,0 = 1,0$$

$$t(TO - 1) = 7,5 \text{ осіб} * \text{год} * 1,15 * 1,0 = 8,625 \text{ осіб} * \text{год}.$$

$$t(TO - 2) = 24,0 \text{ осіб} * \text{год} * 1,15 * 1,0 = 27,6 \text{ осіб} * \text{год}.$$

Обчислення коефіцієнта КСР4 та питомих витрат праці на поточний ремонт:

$$KSTR4 = \text{сума } Ai * K4 / \text{сума } Ai \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} \text{КСР4} &= 63/90 = 0,7 \\ t \text{ tr} &= tn(tr) * K1 * K2 * K3 * KSR4 * K5, \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$t \text{ tr} = 5,5 * 1,0 * 0,9 * 1,0 * 0,7 * 1,0 = 3,465 \text{ осіб} * \text{год}/1000$$

2.2.4 Обчислення річного обсягу технічного обслуговування ТО-1

$$\text{sum}T(TO - 1) = T(TO - 1)g + Trrs(TO - 1)g + Td - 1(TO - 1)g, \quad (2.13)$$

$$T(TO - 1)g = N(TO - 1)g * t \text{ TO} - 1 \quad (2.14)$$

$$Trrs(TO - 1)g = b_1 * T(TO - 1)g, \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned} TD - 1(TO - 1)g &= T(TO - 1)g * C1/100 \\ T(TO - 1)g &= 1321 * 8,625 = 11393,62 * \text{год}. \end{aligned} \quad (2.16)$$

$$TTRS(TO - 1)g = 0,17 * 11393,62 = 1936,91 * \text{год}. \text{ТД} - 1$$

$$(TO - 1)g = 11393,62 * 10/100 = 1139,36 \text{ осіб} * \text{год}.$$

$$T(TO - 1) = 11393,62 + 1936,91 + 1139,36 = 14469,89 \text{ осіб} * \text{год}.$$

2.2.5 Визначення річного обсягу робіт з ТО-2

$$\begin{aligned} \text{sum}T(TO - 2) &= T(TO - 2)g + Trrs(TO - 2)g - \\ &\quad - T(so)g - Td - 2(TO - 2)g, \end{aligned} \quad (2.17)$$

$$T(TO - 2)g = N(TO - 2)g * t \text{ TO} - 2 \quad (2.18)$$

$$Trrs(TO - 2)g = b_2 * T(TO - 2)g, \quad (2.19)$$

$$T(co)g = t_{co} * N(co)g \quad (2.20)$$

$$N(co)g = 2Ai \quad (2.21)$$

$$tc = C3 * t \text{ TO} - 2, \quad (2.22)$$

$$TD - 2(TO - 2)g = T(TO - 2)g * S2/100, \quad (2.23)$$

$$T(TO - 2)g = 409 * 27,6 = 11288,4 \text{ осіб} * \text{год}.$$

$$TTRS(TO - 2)g = 0,17 * 11288,4 = 1919 * \text{год}.$$

$$N(co)g = 2 * 90 = 180; t_{co} = 0,2 * 27,6 = 5,52 \text{ осіб} * h.$$

$$T(co)g = 5,52 * 180 = 993,6 \text{ осіб * год.}$$

$$TД - 2 (TO - 2)г = 11288,4 * 10/100 = 1128,84 \text{ осіб * год.}$$

$$sumT (TO - 2) = 11288,4 + 1919 - 993,6 - 1128,84 = 11084,96 \text{ осіб*год.}$$

2.2.6 Визначення річного обсягу робіт з поточного ремонту

$$T(tr)g = AI * L_{пik} * ttr/1000 \quad (2.24)$$

$$T(tr)g_{post} = sumT(tr)g * S4/100 - (sumTtrs(TO - 1)g + \\ + sumTtrs(TO - 2)g + sumTD - 1(tr)g/2 + sumTD - 2(tr)g/2). \quad (2.25)$$

$$sumTD - 1(tr)g = T(tr)g * C'1/100 \quad (2.26)$$

$$sumTD - 2(tr)g = T(tr)g * C'2/100 \quad (2.27)$$

2.2.7 Визначення річного обсягу цехових (дільничних) робіт.

$$Ttrech = T(tr)g * C5/100 \quad (2.28)$$

$$T(tr)g = 90 * 7500 * 3,465 / 1000 = 23186,25 \text{ осіб * год.}$$

$$sumTD - 1(tr)g = 23186,25 * 1/100 = 231,86 \text{ осіб * h.}$$

$$sumTD - 2(tr)g = 23186,25 * 1/100 = 231,86 \text{ осіб * h.}$$

$$T(tr)g_{post} = 23186,25 * 50/100 - (1936,91 + 1919 + 231,86 / 2 + 231,86 / 2) = 7505,23 \\ \text{чол.* год.}$$

$$Ttrzech = 23186,25 * 50/100 = 11593 \text{ осіб * год.}$$

2.2.8 Обчислення річного обсягу виробничих робіт

$$sumT(D - 1)g = T(D - 1)g + TD - 1(tr)g/2 \quad (2.29)$$

$$T(D - 1)g = N(D - 1)g * t_{D - 1} \quad (2.30)$$

$$t_{D - 1} = TД - 1 / (TO - 1)г / N(TO - 1)г \quad (2.31)$$

$$t_{D - 1} = 1139,36 / 1321 = 0,862 \text{ чол.* год.}$$

$$T(D - 1)g = 1862 * 0,862 = 1605 \text{ осіб * h.}$$

$$sumT(D - 1)г = 1605 + 231,86 / 2 = 1720 \text{ осіб * год.}$$

$$sumT(D - 2)g = T(D - 2)g + TD - 2(tr)g/2,$$

де $T(D - 2)d$ - річний обсяг робіт D-2.

$$T(D - 2)g = N(D - 2)g * t_{D - 2} \quad (2.32)$$

$$t_{D - 2} = TD - 2(TO - 2)г / N(TO - 2)г \quad (2.33)$$

$$t - 2 = 1128,84 / 409 = 2,76 \text{ осіб * год.}$$

$$T(D - 2)g = 1585 * 2,76 = 4374,6 \text{ осіб * h.}$$

$$sumT(D - 2)г = 4374,6 + 231,86 / 2 = 4490,53 \text{ осіб * год.}$$

Обчислення необхідної кількості основних постів у зоні поточного ремонту:

$$n_1 = T(tr)g_{post} * \varphi / Drabg * T_{cm} * C * \eta_n * P_n \quad (2.34)$$

$$n_1 = 7505,23 * 1,04 / 250 * 8 * 0,85 * 2 * 2 = 1,7 \approx 2.$$

Розрахунок резервної кількості постів зони ТР:

$$n_2 = n_1 * (\varphi - 1), \quad (2.35)$$

$$n_2 = 2 * (1,04 - 1) = 0,08.$$

Обчислення загальної кількості робочих постів у зоні поточного ремонту:

$$n_{tr} = n_1 + n_2 \quad (40) \quad n_{tr} = 2 + 0,08 = 2,08.$$

2.3 Передремонтне діагностування двигунів і засоби діагностики

Передремонтне діагностування двигуна дає можливість своєчасно встановити технічний стан його вузлів і агрегатів, обґрунтувати доцільність ремонту та зменшити обсяг розбирально-відновлювальних робіт. Необхідність проведення такої діагностики виникає у разі появи таких ознак несправності ДВЗ:

1. підвищене споживання моторної оливи;
2. інтенсивне димлення відпрацьованих газів;
3. збільшення витрати палива та зниження коефіцієнта корисної дії двигуна;
4. ускладнений запуск двигуна в зимовий період;
5. прорив газів із циліндрів у картер;
6. потрапляння охолоджувальної рідини до картера.

До основних діагностичних параметрів дизельних двигунів, за якими визначають потребу в ремонті, належать:

1. ефективна потужність на колінчастому валу — 132 кВт (180 к. с.);
2. питома витрата палива — 161 г/кВт·год;
3. тиск оливи в головній масляній магістралі за температури 75–100 °С, не

менше:

- при частоті обертання 2100 хв⁻¹ — 0,4 МПа;
- при мінімальній частоті холостого ходу — 0,1 МПа;
- 4. витрата оливи на угар — до 0,2 %;
- 5. мінімально стійка частота обертання колінчастого вала — понад 650 хв⁻¹;
- 6. гранично допустима температура охолоджувальної рідини — понад 100 °С;
- 7. прогин ременів при зусиллі 40 Н у середині вітки, не більше:

- приводу рідинного насоса — 7...12 мм;
- приводу генератора — 10...15 мм;
- приводу компресора — 4...8 мм.

На працездатність двигуна найбільше впливає технічний стан його деталей і систем, а вирішальне значення має зношення елементів циліндро-поршневої групи. Саме стан цих деталей значною мірою визначає потребу в ремонті двигуна. Використання діагностичних засобів дає змогу оцінити фактичний стан механізмів і систем без повного розбирання агрегату.

2.3.1 Діагностика систем змащення та охолодження двигуна

Перевірку системи змащення виконують за допомогою приладу КІ-5472. Цей прилад призначений для контролю тиску оливи та перевірки точності показань штатного показчика на панелі приладів. До його складу входять еталонний манометр зі шкалою 1–10 МПа, трійник та гнучкий маслопровід із наконечником. За допомогою трійника і маслопроводу прилад приєднують до масляної магістралі двигуна паралельно штатному датчику або показчику.

Стан системи охолодження також визначають шляхом діагностування. Контроль герметичності виконують із використанням пристрою SWD-2. У його конструкції передбачені редуктор, повітряний циліндр, гвинтовий клапан, повітряний вентиль, манометр, наповнювальна чаша та двосторонні крани. За закритих кранів у повітряному циліндрі створюють тиск у межах 0,15–0,20 МПа.

Під час закритого крана-регулятора повітря надходить у верхню порожнину наповнювача. Нижню порожнину з'єднують з індикатором через відповідний кран, а тиск, за якого відбувається відкривання клапана, фіксують манометром. Далі індикатор приєднують до нижньої порожнини, а повітря подають у верхню, після чого повторно визначають тиск спрацювання. Таким способом встановлюють тиск відкривання повітряного клапана пробки системи охолодження.

2.3.2 Діагностика пневматичної системи двигуна

Для контролю герметичності з'єднань пневматичної системи двигуна застосовують спеціальний пристрій, який дає змогу проводити перевірку без демонтажу двигуна. Послідовність виконання діагностики така:

1. корпус пристрою встановлюють у корпус повітроочисника замість

фільтрувального елемента та фіксують гайкою, плоскою шайбою й гумовою ущільнювальною прокладкою;

2. у горловину пристрою поміщають димоутворювальний матеріал і підпалюють його; після початку інтенсивного виділення диму горловину закривають кришкою;

3. через регулятор тиску в системі створюють надлишковий тиск 10–200 кПа. Після появи диму з колектора колінчастий вал провертають стартером доти, поки дим не перестане виходити. Місця негерметичності легко визначаються за появою диму назовні. Якщо виток не спостерігається, систему вважають герметичною.

2.4 Складання основних складальних одиниць двигуна

2.4.1 Блок циліндрів

Перед початком складання блока циліндрів усі канали, отвори та різьбові гнізда необхідно ретельно продути стисненим повітрям. У глухих різьбових отворах не допускається наявність оливи, охолоджувальної рідини чи інших сторонніх речовин.

1. Перед установленням заглушок масляних каналів на перші два-три витки різьби слід нанести герметик «Анагерм-100» або «Анатерм-114».

2. Прокладки заглушок водяних каналів потрібно покрити герметиком «Анатерм-505Д».

3. До початку загального складання двигуна в блок мають бути встановлені гільзи циліндрів, а також перевірено правильність прилягання вкладишів до блока.

Вкладиші, що використовувалися раніше, необхідно встановлювати на ті самі місця, де вони знаходилися до розбирання. Для цього орієнтуються на маркування серійних номерів циліндрів, нанесене під час розбирання на неробочих торцевих поверхнях гільз. Гільзи повинні бути зорієнтовані маркуванням у бік передньої частини двигуна.

Виступання гільз над площиною роз'єму блока має становити 0,06–0,16 мм. Різниця цього показника між гільзами одного комплекту не повинна перевищувати 0,06 мм.

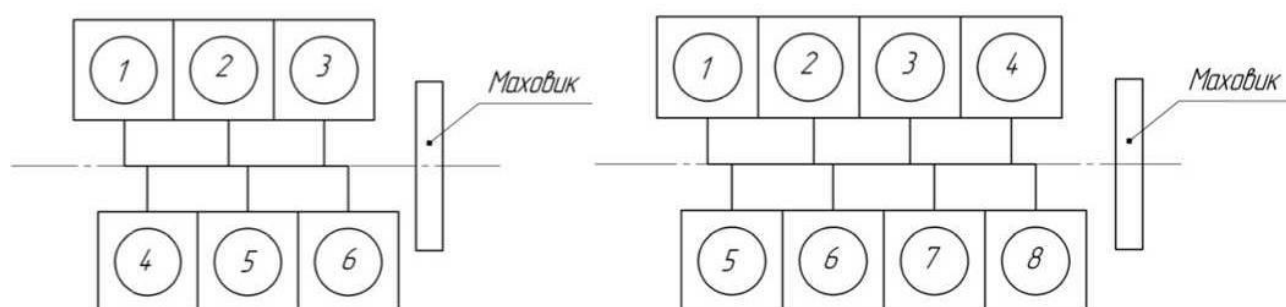


Рисунок 2.1 – Схема розташування та нумерації циліндрів

Головка блока циліндрів з колекторами. Випускні клапани 3 (рисунок 2.2) та впускні клапани 5, що були в експлуатації, необхідно встановлювати в ті самі напрямні втулки головки 7, у яких вони працювали до розбирання. Монтаж здійснюють відповідно до розміщення клапанів у касетах під час розкомплектування.

Випускні клапани повинні вільно обертатися та переміщуватися у напрямних втулках без заїдань і заклинювання.

Перед складанням головки блока циліндрів конічні поверхні клапанів 3 і 5 слід притерти до відповідних поверхонь сідел 9 і 8 із застосуванням притиральної пасти. Притирання виконують до появи суцільного матового кільця шириною не менше 1,5 мм по всьому колу контакту.

Після завершення притирання головку блока циліндрів 7, клапани 3 і 5, а також сідла клапанів 9 і 8 потрібно ретельно промити до повного видалення залишків пасти, після чого продути стисненим повітрям. Після виконання притирання перестановка клапанів і сідел між собою не допускається.

Якість притирання клапанів до сідел перевіряють на герметичність. Для цього в канали головки блока з установленими та зафіксованими клапанами по черзі заливають дизельне паливо і витримують його протягом однієї хвилини.

Перед установленням у напрямні втулки стержні клапанів 3 і 5 необхідно змастити моторною оливою.

Поршні та шатуни, що встановлюються повторно, повинні належати до того самого комплекту, з яким вони працювали в гільзах циліндрів до розбирання.

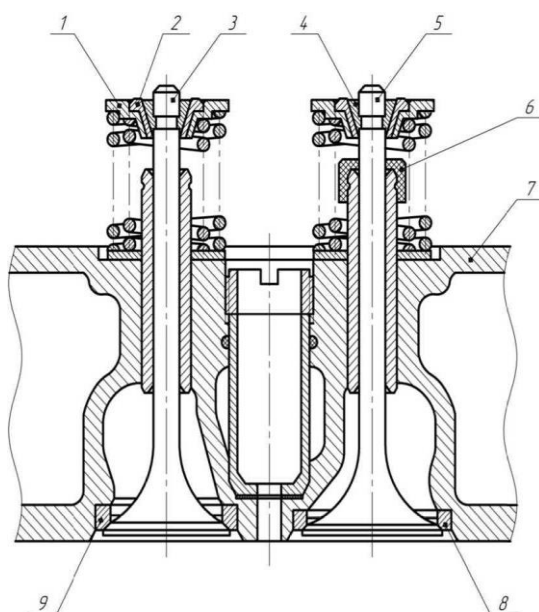


Рисунок 2.2 – Головка блока циліндрів з колекторами

Під час складання нового поршня з відновленим шатуном попереднє маркування серійного номера циліндра на шатуні необхідно видалити, якщо воно не відповідає позначенню на поршні, після чого нанести нове маркування.

Поршневий палець 5 (рис. 2.3) повинен вільно обертатися у втулці 7 без заїдань. Перед з'єднанням поршня 7 із шатуном останній слід нагріти в оливі до температури 353–373 К (80–100 °С). Палець 5 має входити в отвори бобишок поршня вільно, без перекосів і заклинювання.

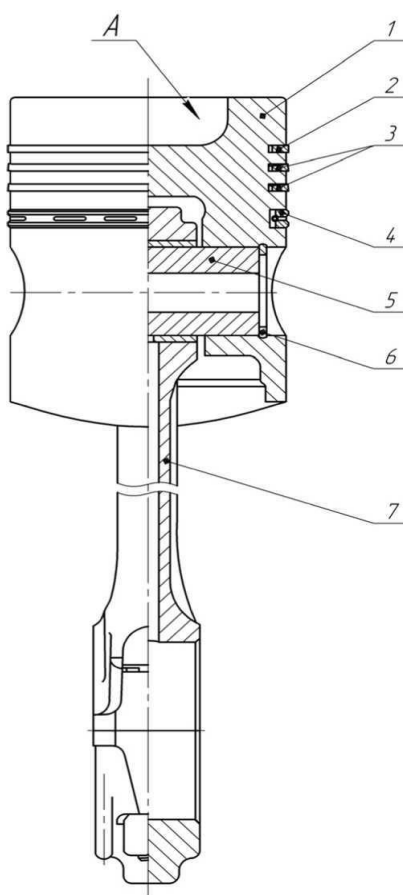


Рисунок 2.3 – Конструкція поршневого комплекту

Після встановлення поршневого пальця 5 у поршень його необхідно зафіксувати стопорними пружинними кільцями 6.

Поршень 1 слід орієнтувати таким чином, щоб камера згоряння А, розташована в днищі поршня, була зміщена в бік довгого болта кришки шатуна.

Поршневі кільця 2, 3, 4 підбирають до гільз циліндрів так, щоб зазор у замку кілець, установлених у гільзу перпендикулярно до її осі на відстані не менше 25 мм від верхнього торця, відповідав таким значенням: для верхнього компресійного кільця 2 — 0,50–0,75 мм; для другого компресійного кільця 3 і маслоснімного кільця 4 — 0,45–0,70 мм.

Після монтажу кілець необхідно перевірити легкість їх переміщення в канавках поршня. Якщо вісь поршня розташована горизонтально, кільця повинні вільно пересуватися в пазах під дією власної маси, без заїдань.

Замки поршневих кілець під час складання слід розташовувати в різних напрямках, протилежно один до одного.

Колінчастий вал. Заглушки 4 (рис. 2.4) необхідно запресовувати в отвори колінчастого вала так, щоб розмір А становив 5–6 мм. Після цього їх потрібно закернити у трьох рівномірно розміщених по колу точках.

Перед напресуванням шестерню 3 і противагу 2 слід нагріти до температури 378–428 К (135–185 °С).

Гайку 1 кріплення шестерні 3 та противаги 2 необхідно затягнути моментом 180–300 Н·м, після чого зафіксувати, відігнувши виступ стопорної шайби в паз гайки.

Задній масло відбивач 5 повинен бути напресований на шийку вала таким чином, щоб розмір В знаходився в межах 0,5–1,5 мм.

Штифти 6 слід упресувати в вал так, щоб розмір В становив 18–20 мм.

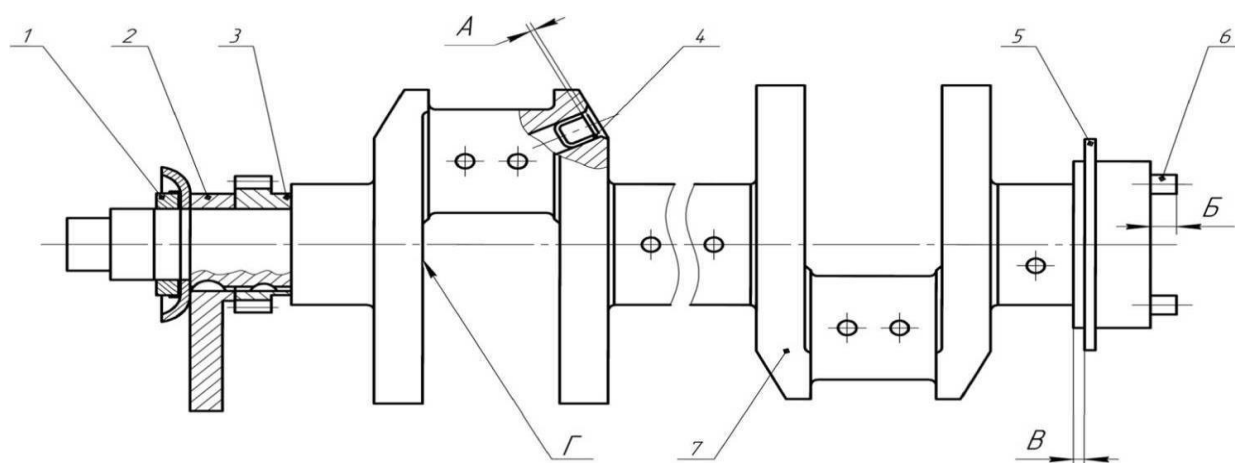


Рисунок 2.4 – Колінчастий вал 238-1005008-Г2

Розподільний вал. Болти 7 (рисунок 2.5), якими шестерню 1 розподільного вала кріплять до веденої шестерні 2 приводу паливного насоса, необхідно затягувати моментом 32–44 Н·м. Допускається використання замість болтів 7 болтів 310110-П2 без пружинних шайб. У такому разі перед загвинчуванням на перші два-три витки різьби слід нанести герметик «Унігерм-9», «Анатерм-114» або «Анатерм-202», а затягування виконувати моментом 44–56 Н·м.

Гайку 6 кріплення шестерні потрібно затягнути з моментом 270–320 Н·м, після чого зафіксувати відгинанням двох виступів стопорної шайби 4 на грані гайки.

Зазор А між упорним фланцем 2 і шийкою вала повинен знаходитися в межах 0,06–0,21 мм. Установлений фланець 2 має вільно обертатися на шийці вала без заїдань і заклинювання.

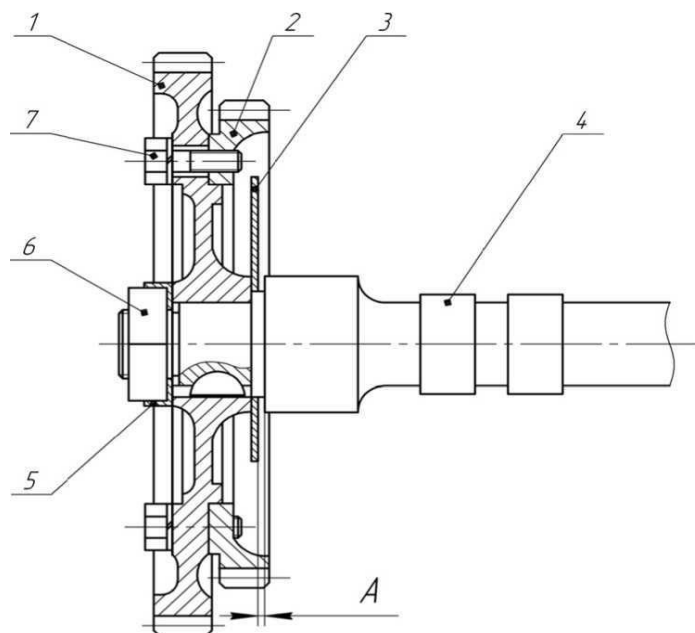


Рисунок 2.5 – Конструкція розподільного вала 238-1006010-B5

1 – шестерня приводу 236-1006214-Г2; 2 – шестеренний насос верхнього підведення 236-1029116-А; 3 – упорний фланець розподільного вала 236-1006236-В; 4 – вал розподільний 238-1006015-Г3; 5 – шайба стопорна 312580-П2; 6 – гайка 311412-П2; 7 – болт 310130-П2;

А – монтажний розмір.

2.5 Обґрунтування вибору пристрою та принцип його дії

Для відновлення розподільних валів методом плазмового наплавлення пропонується застосування пристрою ОКС-11233, встановленого на базі токарного верстата 16К20, який було спеціально переобладнано для виконання таких робіт.

Модернізація верстата передбачає:

- монтаж порошкового живильника;
- встановлення плазмотрона та механізму коливань;
- удосконалення приводу поздовжнього супорта з розміщенням на ньому блоку керування механізмами.

Вузол формування плазми створено на основі установки плазмового напилення УПП-5-68, яку було доопрацьовано для роботи в режимі наплавлення. Для наплавлення кулачків розподільного вала по всій їх поверхні розроблено спеціальний пристрій із

копіювальним механізмом, що забезпечує рівномірне відновлення профілю з усіх боків. Це пристосування закріплюється на обертачі установки.

Пристрій працює таким чином. Розподільний вал, що підлягає відновленню, угвинчують у різьбовий отвір базового вала копіра 12, після чого фіксують гвинтом у пазу шпонки та закріплюють у патроні обертача 1. Вільний кінець вала підтримується заднім центром. Копіювальна поверхня за допомогою пружини та пазів у втулці встановлюється відносно тієї поверхні деталі, яка потребує відновлення.

До копіра 12 підводять каретку 4 з опорним елементом і опускають її на копіювальну поверхню. Опорний елемент може бути виконаний у формі конуса, піраміди або клина, при цьому контакт із копіювальною поверхнею здійснюється по точці або по лінії.

Робоча каретка 4 оснащена плазмовим пальником 10. За допомогою поздовжнього супорта 9 та змонтованого на ньому механізму коливань 7 із поводковим елементом 11 вона переміщується по напрямній 13 уздовж розподільного вала до ділянки, яка підлягає наплавленню.

Від патрона 1 обертальний рух передається через копір 12 до оброблюваної деталі. Опорний елемент, спираючись на копіювальну поверхню, що обертається, приводить у рух раму 6 з напрямною 13, а отже і плазмовий пальник 10. Копіювання профілю відновлюваного вала відбувається завдяки вертикальному переміщенню пальника, узгодженому з обертанням деталі.

Колівальний рух робочої каретки 4 передається від механізму коливань 7 через поводковий елемент 11. Присадний матеріал із порошкового живильника подається трубкою безпосередньо до плазмотрона.

Автоматичне регулювання кутової швидкості здійснюється за допомогою командоапарата 5. Для зменшення тиску опорного елемента на копіювальну поверхню копіра 12 у конструкції передбачено використання противаг.

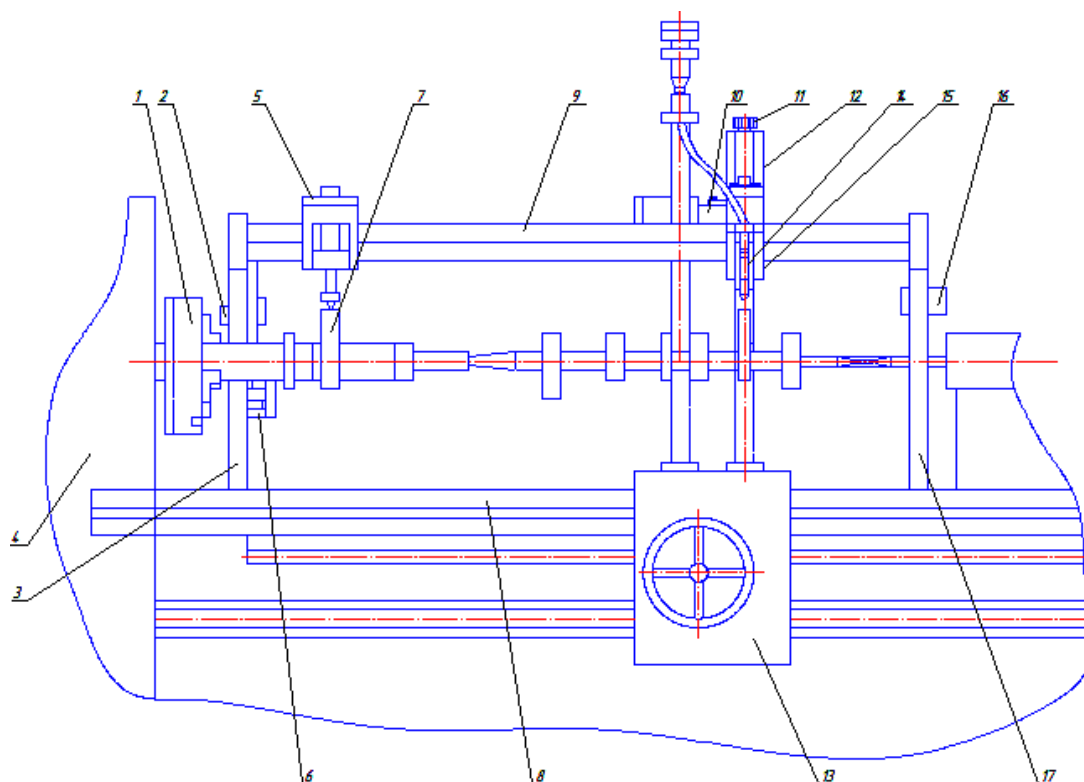


Рисунок 2.6 – Плазмовий пристрій для відновлення деталей:

1 – патрон обертача; 2 – механізм поперечних коливань; 3 – обертач; 4 – каретка; 5 – командоапарат; 6 – станина верстата; 7 – механізм поздовжніх коливань; 8 – робоча каретка; 9 – поздовжній супорт; 10 – плазмовий пальник; 11 – поводок; 12 – копір; 13 – напрямна; 14 – кришка плазмотрона; 15 – стійка для газових балонів.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики пристрою

Найменування показників	Характеристика
1. Число оборотів приводу, об./хв.	0-12
2. Характер регулювання	плавний
3. Діаметр обробки циліндричної деталі, мм	10-100
4. Довжина оброблюваної деталі, мм	1400
5. Максимально можлива висота кулачків, мм	10
6. Час заміни копіра, хв.	0,45
7. Максимально можливий ексцентриситет оброблюваної поверхні, мм	10
8. Витрата порошкового матеріалу, г/хв.	8-30
9. Амплітуда коливань плазмотрона, мм	до 25
10 Частота коливань в хвилину	40-80
11. Характер регулювання коливань	плавний

2.6 Регулювання пристрою (пристосування)

Налаштування положення плазмотрона відносно оброблюваної деталі виконують шляхом його вертикального переміщення в робочій каретці за допомогою регулювального гвинта. Відстань від торця захисного сопла плазмотрона до поверхні деталі повинна становити 10–12 мм.

Поздовжні осі плазмотрона та опорного елемента мають збігатися з поздовжньою віссю розподільного вала. Таке регулювання здійснюють за допомогою гвинтового механізму. Розміщення механізму коливань на супорті повинно забезпечувати передавання руху робочій каретці як під час наплавлення циліндричної частини вала, так і при відновленні кулачків.

Для цього опорний елемент установлюють на циліндричній поверхні кулачка-копіра, а нижню частину П-подібної вилки розміщують із зазором 1,5–2 мм від нижньої площини робочої каретки. При цьому верхня частина вилки має входити в зачеплення з верхнім пальцем каретки, а нижня — з нижнім пальцем.

Після цього кулачок-копір повертають до моменту контакту опорного елемента з його вершиною. У такому положенні пази вилки повинні залишатися зчепленими з пальцями каретки, причому верхня частина вилки не повинна торкатися каретки.

Регулювання командоапарата полягає у виборі такого положення кінцевого вимикача, за якого автоматично змінюється режим оброблення. Це положення відповідає моменту переходу опорного елемента з циліндричної поверхні на ділянку, що формує початок профілю кулачка.

Переналагодження пристрою виконують шляхом заміни копіра в патроні 1 обертача, а також додаткового налаштування положення опорного елемента і плазмотрона за допомогою відповідних механізмів.

2.7 Розрахунок пружини

Пружина стиску призначена для забезпечення підпружинення центрів розподільних валів у місцях їх закріплення на верстаті. Початкове зусилля, яке створюється пружиною через опорні гвинти, забезпечує плавне та надійне притискання до копіювальної поверхні вала.

$$P_{\text{поч}} = P_1 = \frac{Q_{\text{ВП}}}{2} + \frac{Q_{\text{Г}}}{2} = \frac{10}{2} + \frac{4}{2} = 7 \text{ кг} \quad (2.1)$$

Матеріал пружини — дріт марки П-ІІ за ГОСТ 5047-49.

Тимчасовий опір розтягуванню $G_{\text{ВР}} = 145 \text{ кг/мм}^2$.

Гранично допустиме напруження при крученні $\tau=0,44$.

$$G_{BP} = 0,44 \cdot 145 = 63,8 \text{ кг/мм}^2$$

1. Обчислюємо найбільше дотичне напруження в критичних точках поперечного перерізу витків пружини (по внутрішньому волокну), кг/мм²:

$$\tau_{max} = k \cdot \frac{M_K}{W_P} = \frac{2 \cdot k \cdot P \cdot R}{\pi r^3} \quad (2.2)$$

Отже:

$$\tau_{max} = \frac{2 \cdot 1,16 \cdot 7 \cdot 18}{3,14 \cdot 2^3} = 11,6 \text{ кгс/мм}^2$$

2. Розраховуємо найбільше допустиме зусилля, що діє на пружину, кгс:

$$P_{max} = \frac{\pi d^3}{8 \cdot k \cdot D} \cdot [\tau] \quad (2.3)$$

3. Визначаємо розрахунковий діаметр дроту:

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P_{max} \cdot C}{[\tau]}} = 1,6 \sqrt{\frac{1,16 \cdot 38,4 \cdot 9}{63,8}} = 4 \text{ мм} \quad (2.4)$$

4. Обчислюємо середній діаметр пружини:

$$D = c \cdot d = 9 \cdot 4 = 36 \text{ мм} \quad (2.5)$$

5. Крок витків приймаємо в межах:

$$h = \frac{36}{3} = 12 \text{ мм} \quad (2.6)$$

Повна кількість витків пружини:

$$i0 = 9,5 \text{ витків}$$

Робоча кількість витків пружини:

$$i = i0 - 2 = 9,5 - 2 = 7,5 \text{ витків} \quad (2.7)$$

Довжина пружини у стисненому стані до повного змикання витків:

$$Nd = (i0 - 0,5) \cdot d = (9,5 - 0,5)4 = 36 \text{ мм} \quad (2.8)$$

Допустима довжина пружини, стисненої максимальним навантаженням, при рекомендованому зазорі між витками $\delta_p = 0,1 \cdot d = 0,4 \text{ мм}$, становить 40 мм.

Довжина пружини у вільному стані:

$$H0 = Nd + i(n - d) = 36 + 7,5(12 - 4) = 96 \text{ мм} \quad (2.9)$$

6. Визначаємо величину осьового переміщення $[\lambda]$ при навантаженні $P_1 = 5 \text{ кгс}$:

$$\lambda_1 = \frac{8 \cdot P \cdot c^3 \cdot i}{G \cdot d} = \frac{8 \cdot 5 \cdot 9^3 \cdot 7,5}{8 \cdot 10^3 \cdot 4} = 6,8 \text{ мм} \quad (2.10)$$

7. Обчислюємо осьове переміщення пружини при навантаженні $P_2 = 7 \text{ кгс}$:

$$\lambda_2 = \frac{8 \cdot 7 \cdot 9^3 \cdot 7,5}{8 \cdot 10^3 \cdot 4} = 9,6 \text{ мм} \quad (2.11)$$

8. Розраховуємо кінцеву силу стискання пружини P_3 при деформації $\lambda_3 = 52,5$ мм:

$$P_3 = \frac{\lambda_3 \cdot G \cdot d}{8 \cdot c^3 \cdot i} = \frac{52,5 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 4}{8 \cdot 9^3 \cdot 7,5} = 38,4 \text{ кгс} \quad (2.12)$$

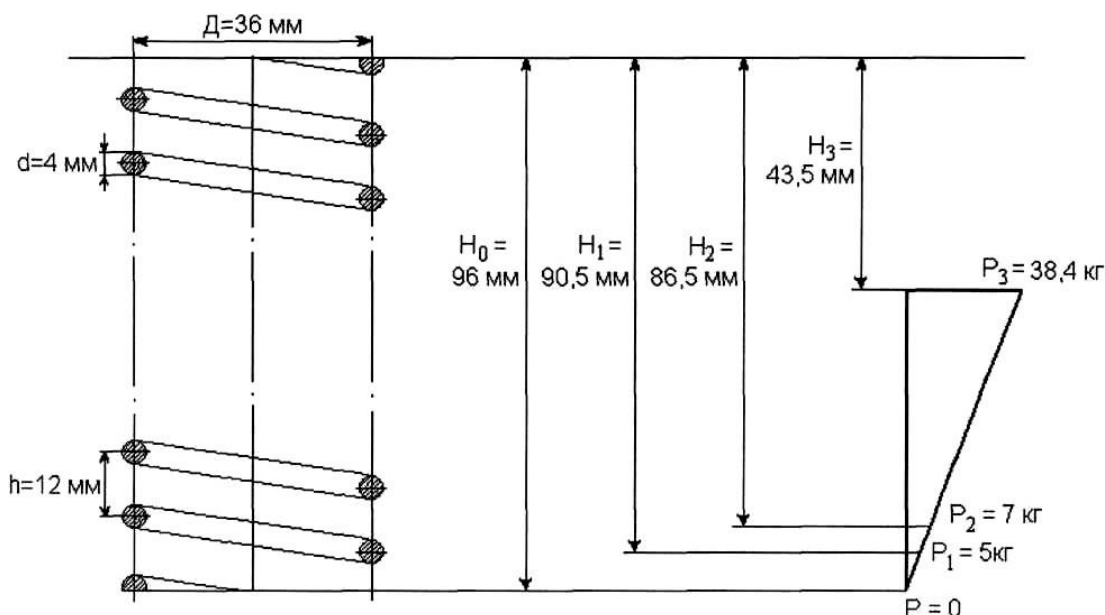


Рисунок 2.7 – Епюра навантаження пружини

2.8 Порядок роботи на запропонованому пристрої, наведеному в конструкторському розділі

У даному підрозділі пропонується така послідовність виконання робіт на пристрої для плазмового наплавлення розподільних валів:

1. Засипати попередньо висушений присадний порошок у бункер живильника.
2. Установити розподільний вал у центрах верстата та відрегулювати положення плазмового пальника на потрібну висоту.
3. Відкрити вентиля балонів і за допомогою редукторів встановити необхідний тиск газів, що подаються до пульта керування.
4. Увімкнути подачу води та перевірити її проходження через пальник із подальшим відведенням у каналізацію.
5. Підключити до електромережі пульт керування.
6. Увімкнути токарний верстат, очистити місце наплавлення металевією щіткою або шліфувальною шкіркою, після чого встановити потрібну частоту обертання деталі та крок наплавлення.
7. Відрегулювати силу струму чергової та робочої дуг.
8. Увімкнути місцеву витяжну вентиляцію.
9. Подати живлення на джерело струму.

10. Відкрити вентиль подачі плазмоутворювального і транспортуючого газів та за показами манометра і ротаметра встановити їх необхідну витрату.
11. За допомогою тумблера увімкнути пульт керування.
12. Натисканням кнопки «Пуск» на пульті увімкнути привід порошкового живильника та встановити потрібну витрату наплавлювального порошку.
13. Тумблером, розташованим на пульті керування, увімкнути двигун порошкового живильника.
14. Увімкнути коливальний механізм і налаштувати необхідну частоту коливань.
15. За допомогою контактора або рубильника увімкнути пряму дугу, розпочати процес наплавлення і, за потреби, скоригувати силу струму реостатами.
16. Увімкнути поздовжню подачу верстата. Після завершення наплавлення необхідно:
 - вимкнути пристрій;
 - припинити подачу порошку;
 - перекрити подачу всіх газів до пальника;
 - вимкнути контактор, що забезпечує живлення прямої дуги;
 - вимкнути механізм коливання пальника;
 - зняти розподільний вал.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів

Охорона праці під час технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів є важливою складовою організації ремонтного виробництва. Роботи з дизельними двигунами пов'язані з дією механічних, термічних, хімічних, електричних та ергономічних небезпечних факторів. Працівники можуть контактувати з гарячими поверхнями, мастильними матеріалами, паливом, обертовими деталями, підйомно-транспортним обладнанням, абразивним інструментом і зварювальними установками [16].

Правила охорони праці на автомобільному транспорті є чинними в Україні та поширюються на суб'єктів господарювання, які організовують або виконують роботи на автомобільному транспорті, зокрема роботи з технічного обслуговування й ремонту машин. Крім того, система управління охороною праці може будуватися відповідно до ДСТУ ISO 45001:2019, який є ідентичним міжнародному стандарту ISO 45001:2018 і встановлює вимоги до систем управління охороною здоров'я та безпекою праці.

До виконання робіт із ремонту дизельних двигунів допускаються працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, навчання безпечним методам роботи, перевірку знань, медичний огляд у встановлених випадках і мають відповідну кваліфікацію. Робітник повинен знати будову двигуна, правила користування інструментом, порядок застосування засобів індивідуального захисту, правила пожежної безпеки та порядок дій у разі аварійної ситуації [16, 17].

3.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Під час ремонту дизельних двигунів і відновлення розподільних валів можуть виникати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі частини обладнання;
- обертові заготовки та інструмент;
- гострі крайки деталей;
- підвищена температура поверхонь;
- дія мастил, палива, розчинників і мийних рідин;
- підвищений рівень шуму;
- вібрація;
- пил і металеві частинки під час шліфування;

- ультрафіолетове випромінювання під час зварювальних робіт;
- небезпека ураження електричним струмом;
- підвищена фізична напруга під час переміщення важких деталей.

Таблиця 3.1 – Небезпечні фактори та заходи їх попередження

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Заходи безпеки
Обертові частини пристрою	Травмування рук, захоплення одягу	Захисні кожухи, фіксація заготовки, заборона роботи в рукавицях біля обертових деталей
Гарячі поверхні	Опіки	Використання рукавиць, попереджувальні знаки, охолодження деталі
Мастила та паливо	Подразнення шкіри, пожежна небезпека	Вентиляція, спецодяг, герметична тара
Шліфувальний пил	Ураження органів дихання та очей	Окуляри, респіратор, місцева витяжка
Електрообладнання	Ураження струмом	Заземлення, справна ізоляція, періодична перевірка
Підйом важких деталей	Травми спини, падіння вантажу	Підймальні пристрої, стропування, робота удвох

Особливу увагу необхідно приділяти операціям шліфування та наплавлення. Під час шліфування утворюються абразивний пил і металеві частинки, які можуть пошкодити очі та органи дихання. Під час наплавлення виникають висока температура, випромінювання, іскри та небезпека займання легкозаймистих матеріалів. Тому робоче місце має бути обладнане захисними екранами, вентиляцією та первинними засобами пожежогасіння [17, 18].

3.3 Вимоги безпеки до робочого місця

Робоче місце для ремонту дизельних двигунів і відновлення розподільних валів повинно бути організоване так, щоб забезпечити безпечне розміщення обладнання, зручний доступ до деталі, достатнє освітлення, справність інструменту та можливість швидкого видалення відходів.

Освітлення виробничих приміщень має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Цей норматив є чинним в Україні з 01.03.2019 та замінив попередній ДБН В.2.5-28-2006. Для ремонтних робіт важливим є поєднання загального та місцевого освітлення, оскільки дефектування розподільних валів потребує якісного візуального контролю поверхонь.

Робоче місце повинно мати:

- рівну неслизьку підлогу;
- достатню площу для переміщення працівника;
- справне місцеве освітлення;
- вентиляцію;
- шафу або стелаж для інструменту;
- ємності для збирання відпрацьованого мастила;
- засоби пожежогасіння;
- попереджувальні знаки;
- захисні екрани в зоні шліфування та наплавлення.

Забороняється захаращувати проходи, залишати інструмент на краях верстаків, працювати несправним обладнанням, використовувати пошкоджені електричні кабелі, а також виконувати ремонтні операції без закріплення деталі.

3.4 Вимоги безпеки під час роботи з пристроєм для відновлення розподільних валів

Пристрій для відновлення розподільних валів повинен відповідати вимогам безпеки, бути стійким, мати надійну систему закріплення деталі та не допускати самовільного обертання вала під час обробки. Перед початком роботи необхідно перевірити справність опор, центрувальних елементів, затискного механізму, поворотного вузла та фіксатора.

Перед установленням розподільного вала працівник повинен переконатися, що деталь очищена від мастила та бруду, не має тріщин, а її маса не перевищує допустимого навантаження на пристрій. Установлення важких валів необхідно виконувати з використанням підйомного обладнання або за участю двох працівників.

Під час роботи забороняється:

- торкатися обертових частин пристрою;
- змінювати положення вала без зупинки обробки;
- працювати без захисного екрана;
- використовувати пошкоджені шліфувальні круги;
- залишати пристрій без нагляду під час роботи;
- виконувати регулювання при ввімкненому приводі;
- очищувати деталь руками під час обертання.

Працівник повинен використовувати спецодяг, захисні окуляри, рукавиці під час

монтажу й демонтажу деталі, респіратор при шліфуванні, а також захисний щиток або маску при наплавленні. Спецодяг має бути застібнутий, без звисаючих частин, які можуть бути захоплені обертовими елементами.

Визначено основні небезпечні та шкідливі фактори, які виникають під час технічного обслуговування й ремонту дизельних двигунів, а також під час відновлення розподільних валів. Запропоновані заходи безпеки передбачають правильну організацію робочого місця, використання засобів індивідуального захисту, справність обладнання, надійне закріплення деталі та дотримання вимог пожежної безпеки. Виконання цих заходів дозволяє зменшити ризик травматизму, покращити умови праці та підвищити якість ремонтних робіт.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Мета техніко-економічного обґрунтування

Метою техніко-економічної частини є визначення доцільності впровадження удосконаленого технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів із застосуванням пристрою для відновлення розподільних валів. Економічна ефективність запропонованого рішення досягається за рахунок скорочення трудомісткості ремонту, зменшення витрат на придбання нових деталей, підвищення якості відновлення, зниження кількості повторних ремонтів і збільшення ресурсу відремонтованого двигуна [12, 15].

Для розрахунку приймаємо такі вихідні дані.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для економічного розрахунку

Показник	Позначення	Значення
Кількість розподільних валів, що відновлюються за рік	N	60 шт.
Вартість нового розподільного вала	C_H	8500 грн
Вартість відновлення одного розподільного вала	C_B	3200 грн
Трудомісткість відновлення без пристрою	T_6	8,0 люд.-год
Трудомісткість відновлення з пристроєм	T_n	5,5 люд.-год
Годинна тарифна ставка ремонтника	C_T	120 грн/год
Вартість виготовлення пристрою	K	28500 грн
Додаткові річні витрати на обслуговування пристрою	$B_{об}$	2500 грн
Планова рентабельність	P	25 %
Податок на додану вартість	ПДВ	20 %

4.2 Розрахунок економії від відновлення розподільного вала

Економія від відновлення одного розподільного вала порівняно з придбанням нового визначається за формулою:

$$E_1 = C_H - C_B \quad (4.1)$$

Підставляємо значення:

$$E_1 = 8500 - 3200 = 5300 \text{ грн}$$

Отже, відновлення одного розподільного вала дозволяє отримати економію 5300 грн порівняно з придбанням нової деталі.

Річна економія від відновлення визначається за формулою:

$$E_p = E_1 \cdot N \quad (4.2)$$

$$E_p = 5300 \cdot 60 = 318000 \text{ грн}$$

Таким чином, за річної програми 60 розподільних валів загальна економія становить 318000 грн.

4.3 Розрахунок економії трудових витрат

Економія трудомісткості на одному розподільному валі визначається за формулою:

$$\Delta T = T_6 - T_n \quad (4.3)$$

$$\Delta T = 8,0 - 5,5 = 2,5 \text{ люд. - год}$$

Річна економія трудових витрат:

$$\Delta T_p = \Delta T \cdot N \quad (4.4)$$

$$\Delta T_p = 2,5 \cdot 60 = 150 \text{ люд. - год}$$

Економія заробітної плати за рахунок скорочення трудомісткості:

$$E_{зп} = \Delta T_p C_T \quad (4.5)$$

$$E_{зп} = 150 \cdot 120 = 18000 \text{ грн}$$

Отже, застосування пристрою дозволяє скоротити трудомісткість на 150 люд.-год за рік і отримати економію заробітної плати 18000 грн.

Таблиця 4.2 – Порівняння трудомісткості відновлення

Варіант технології	Трудомісткість на 1 вал, люд.-год	Річна трудомісткість, люд.- год
Без спеціального пристрою	8,0	480
Із застосуванням пристрою	5,5	330
Економія	2,5	150

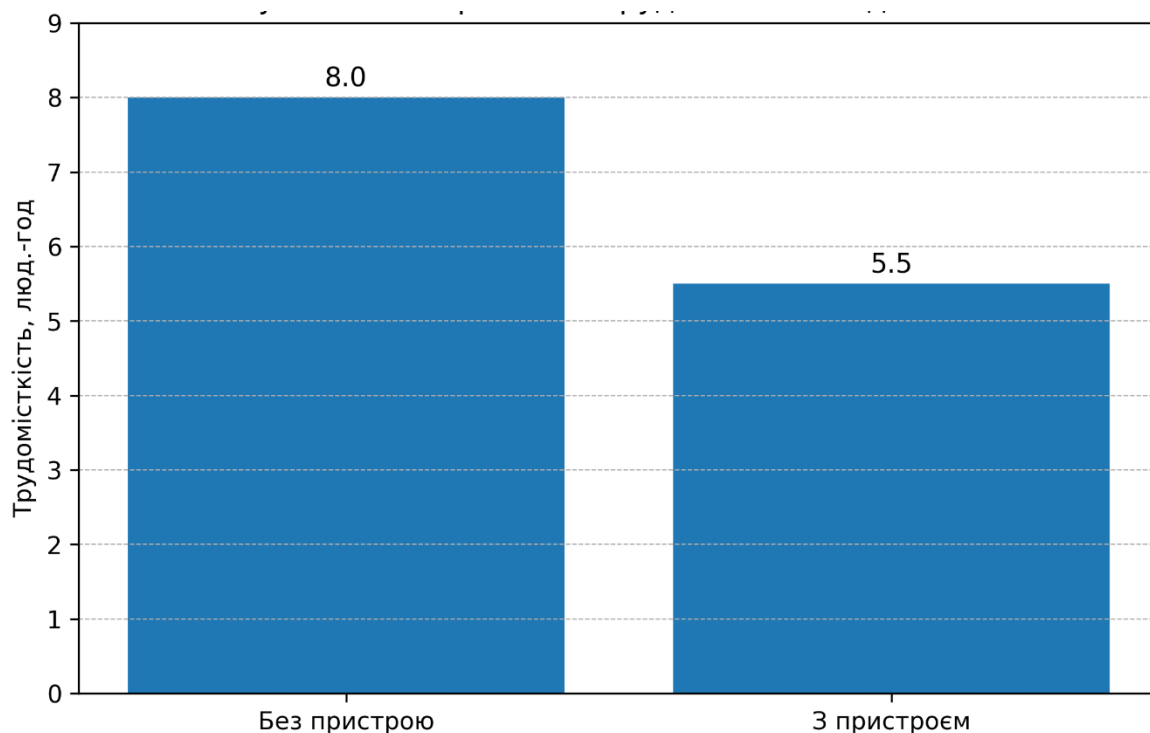


Рисунок 4.1 – Графік порівняння трудомісткості відновлення розподільного вала

4.4 Розрахунок собівартості відновлення розподільного вала

Собівартість відновлення розподільного вала складається з витрат на матеріали, заробітну плату, електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати.

Собівартість можна визначити за формулою:

$$C_B = C_M + C_{ЗП} + C_{ел} + C_{ам} + C_H \quad (4.6)$$

де C_M — витрати на матеріали, грн;

$C_{ЗП}$ — витрати на заробітну плату, грн;

$C_{ел}$ — витрати на електроенергію, грн;

$C_{ам}$ — амортизаційні витрати, грн;

C_H — накладні витрати, грн.

Приймаємо такі складові:

Таблиця 4.3 – Структура собівартості відновлення одного розподільного вала

Стаття витрат	Значення, грн	Частка, %
Матеріали для наплавлення та шліфування	850	26,6
Заробітна плата	660	20,6
Електроенергія	190	5,9
Амортизація обладнання	300	9,4
Накладні витрати	1200	37,5
Разом	3200	100,0

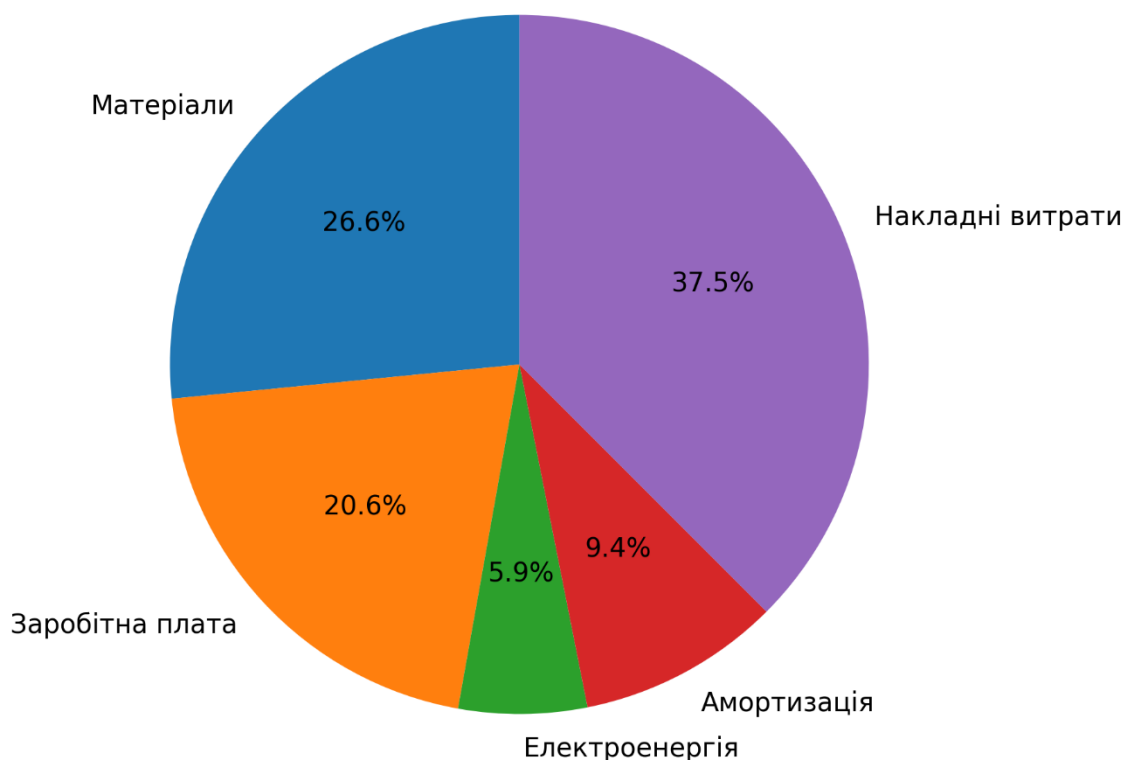


Рисунок 4.2 – Структура собівартості відновлення розподільного вала

Найбільшу частку в собівартості становлять накладні витрати та матеріали. Це пояснюється необхідністю використання електродних або наплавлювальних матеріалів, шліфувального інструменту, мийних засобів, а також витратами на утримання ремонтної ділянки.

4.5 Розрахунок ціни відновлення розподільного вала

Виробничу ціну відновлення розподільного вала з урахуванням планової рентабельності та ПДВ можна визначити за формулою:

$$Ц_{\text{в}} = C_{\text{в}} (1 + P/100) \cdot (1 + \text{ПДВ}/100) \quad (4.7)$$

де P — планова рентабельність, %;

$$Ц_{\text{в}} = 3200 \left(1 + \frac{25}{100}\right) \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 4800 \text{ грн}$$

Отже, розрахункова ціна відновлення розподільного вала становить 4800 грн. Вона є нижчою за вартість нового вала, що підтверджує економічну доцільність відновлення.

Економія для споживача при заміні купівлі нового вала на відновлення:

$$E_{\text{сп}} = Ц_{\text{н}} - Ц_{\text{в}} \quad (4.8)$$

$$E_{\text{сп}} = 8500 - 4800 = 3700 \text{ грн}$$

Таблиця 4.4 – Порівняння вартості нового та відновленого розподільного вала

Показник	Значення, грн
Вартість нового розподільного вала	8500
Ціна відновлення розподільного вала	4800
Економія для споживача	3700

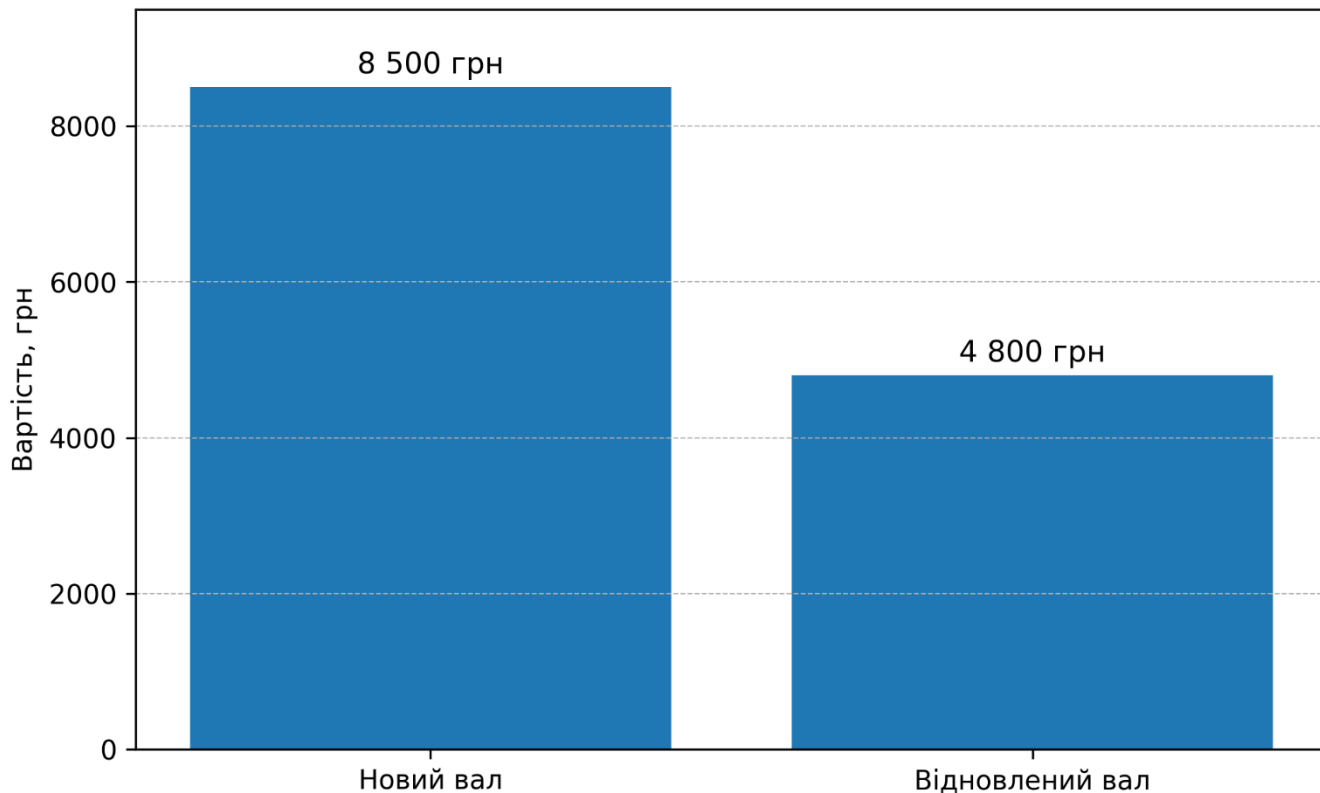


Рисунок 4.3 – Порівняння вартості нового та відновленого розподільного вала

4.6 Розрахунок строку окупності пристрою

Строк окупності пристрою визначається відношенням капітальних вкладень до річного економічного ефекту:

$$T_{\text{ок}} = K/E_{\text{рч}} \quad (4.9)$$

де $E_{\text{рч}}$ — чистий річний економічний ефект, грн.

Чистий річний економічний ефект визначаємо як різницю між річною економією та додатковими витратами на обслуговування пристрою:

$$E_{\text{рч}} = E_{\text{р}} + E_{\text{зп}} - B_{\text{об}} \quad (4.10)$$

$$E_{\text{рч}} = 318000 + 18000 - 2500 = 333500 \text{ грн}$$

Строк окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{28500}{333500} = 0,085 \text{ року}$$

У місяцях:

$$T_{\text{ок}} 0,085 \cdot 12 = 1,02 \text{ місяці}$$

Отже, строк окупності пристрою становить приблизно 1 місяць, що свідчить про високу економічну ефективність його впровадження.

Таблиця 4.5 – Основні економічні показники проєкту

Показник	Значення
Річна програма відновлення	60 шт.
Економія на одному валі порівняно з новим	5300 грн
Річна економія від відновлення	318000 грн
Економія заробітної плати	18000 грн
Додаткові витрати на обслуговування пристрою	2500 грн
Чистий річний економічний ефект	333500 грн
Вартість виготовлення пристрою	28500 грн
Строк окупності	0,085 року / 1,02 місяця

4.7 Графік накопичення економічного ефекту

Для наочного відображення ефективності впровадження пристрою розрахуємо накопичений економічний ефект за місяцями. Річний чистий економічний ефект становить 333500 грн, тоді середньомісячний ефект:

$$E_m = \frac{333500}{12} = 27791,7 \text{ грн}$$

Таблиця 4.6 – Накопичений економічний ефект

Місяць	Накопичений економічний ефект, грн
1	27792
2	55583
3	83375
4	111167
5	138958
6	166750
7	194542
8	222333
9	250125
10	277917
11	305708
12	333500

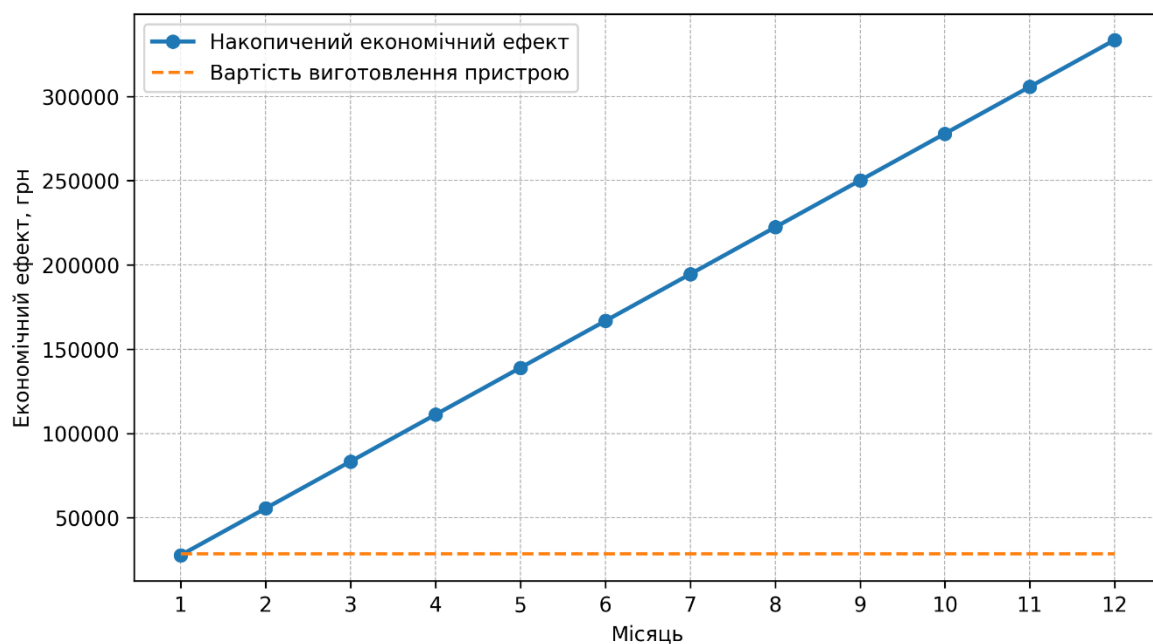


Рисунок 4.4 – Графік накопичення економічного ефекту протягом року

З графіка видно, що капітальні вкладення у виготовлення пристрою окупаються вже протягом першого-другого місяця експлуатації. Подальше використання пристрою забезпечує стабільний економічний ефект.

ВИСНОВОК

Дана кваліфікаційна робота присвячена темі: «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів з розробкою пристрою для відновлення розподільних валів».

У загальному розділі наведено аналіз конструктивних особливостей дизельних двигунів, розглянуто їх основні вузли та механізми, а також принцип роботи газорозподільного та кривошипно-шатунного механізмів. Особливу увагу приділено характеристиці розподільного вала та його ролі у забезпеченні ефективної роботи двигуна.

У технологічному розділі описано процес діагностування технічного стану деталей двигуна, виконано дефектування основних елементів, а також визначено обсяг ремонтних робіт. Проведено аналіз методів технічного обслуговування і ремонту дизельних двигунів, розглянуто сучасні засоби діагностики та визначено оптимальну періодичність проведення технічних робіт.

У конструкторському розділі обґрунтовано вибір спеціального пристрою для відновлення розподільних валів, розглянуто принцип його роботи та особливості конструкції. Наведено опис процесу регулювання пристрою та порядок його використання під час виконання ремонтних операцій. Також виконано розрахунок окремих елементів конструкції, зокрема пружини, що входить до складу запропонованого пристосування.

Окремий розділ присвячено питанням безпеки життєдіяльності та охорони праці, де розглянуто основні вимоги до організації безпечних умов праці під час виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту дизельних двигунів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 28 с.
2. ДСТУ 4276:2004. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 17 с.
3. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Київ : Вища школа, 1994. 342 с.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ : Знання-Прес, 2003. 511 с.
5. Марков О. Д., Гайдар С. М. Автомобільні двигуни : навч. посіб. Київ : Каравела, 2018. 348 с.
6. Полянський С. К., Коваленко В. М. Технологія ремонту машин та обладнання. Київ : Либідь, 2017. 320 с.
7. Ремонт машин та обладнання : підручник / за ред. О. І. Сідашенка. Харків : Міськдрук, 2014. 742 с.
8. Технологія ремонту машин / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін. Харків : ХНТУСГ, 2005. 560 с.
9. Коваленко В. М. Діагностика і технічне обслуговування машин. Київ : Урожай, 2016. 280 с.
10. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів. Харків : ХНАДУ, 2010. 442 с.
11. Бойко М. Ф. Трактори та автомобілі. Ч. 1. Автотракторні двигуни. Київ : Вища освіта, 2001. 386 с.
12. Кукса Л. М., Дідур В. А. Надійність і ремонт машин. Київ : Аграрна освіта, 2012. 420 с.
13. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 48 с.
14. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : наказ МНС України від 09.07.2012 № 964. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12>
15. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137 с.

16. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.
17. Heywood J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. 2nd ed. New York : McGraw-Hill Education, 2018. 1056 p.
18. Stone R. Introduction to Internal Combustion Engines. 4th ed. London : Palgrave Macmillan, 2012. 516 p.
19. Ganesan V. Internal Combustion Engines. 4th ed. New Delhi : McGraw Hill Education, 2017. 768 p.
20. Pulkrabek W. W. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. 2nd ed. Upper Saddle River : Pearson Prentice Hall, 2004. 478 p.
21. Bosch Automotive Handbook. 10th ed. Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, 2018. 1750 p.
22. Mobley R. K. Maintenance Engineering Handbook. 8th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2014. 1250 p.
23. Campbell F. C. Elements of Metallurgy and Engineering Alloys. Materials Park : ASM International, 2008. 656 p.
24. Davis J. R. Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. Materials Park : ASM International, 2001. 279 p.