

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

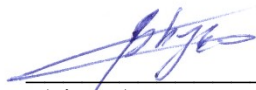
ПРИЩЕПА ДАНІІЛ ОЛЕГОВИЧ

**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ НА ОСНОВІ
ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДОВОГО
ОБЛАДНАННЯ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ Д. О. Прищеп

Науковий керівник –  _____ к.т.н., доцент О. О. Ревякіна
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

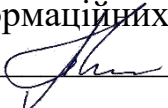
Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Прищепя Даніїл Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Ревякіна Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Оптимізація технології ремонту двигунів на основі впровадження сучасного
діагностичного стендового обладнання
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти Прищеп Д. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Ревякіна О. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Оптимізація технології ремонту двигунів на основі впровадження сучасного діагностичного стендового обладнання» виконана на 69 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерела.

У роботі висвітлено наступні питання:

- розглянуто особливості, будову й компонування двигуна вантажного автомобіля на прикладі двигуна RACCAR MX-13;
- обґрунтовано особливості ремонту та технічного обслуговування двигуна, основні види ремонтних робіт, порядок їх виконання та послідовність технічного обслуговування;
- розроблено послідовність виконання технологічного процесу відновлення двигунів вантажного автомобіля;
- проведено аналіз існуючих конструкцій стендів, призначених для збирання та розбирання двигунів;
- розроблено стенд для монтажу та демонтажу двигуна вантажного автомобіля, зроблені відповідні висновки.

Одним із ефективних шляхів вирішення цих завдань є оптимізація технології ремонту двигунів шляхом використання сучасного діагностичного стендового обладнання. Впровадження сучасних діагностичних стендів забезпечують комплексну перевірку роботи двигуна у різних режимах, моделюючи реальні умови експлуатації та дозволяючи оперативно приймати рішення щодо ремонту або заміни вузлів.

Таким чином, оптимізація технології ремонту з використанням стендового обладнання сприяє підвищенню продуктивності ремонтних цехів, зменшенню часу простою техніки та покращенню загальної ефективності виробничих процесів.

Ключові слова: ремонт двигуна, стендове обладнання, технологія обслуговування агрегатів, технічна діагностика.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ.....	7
1.1 Конструктивні особливості двигуна вантажного автомобіля.....	7
1.2 Причини зміни технічного стану двигунів.....	13
1.3 Особливості ремонту та технічного обслуговування двигуна.....	16
Висновки до розділу I.....	25
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	26
2.1 Розробка технологічного процесу відновлення двигунів.....	26
2.2. Підбір обладнання та інструментів для виконання технологічного процесу ремонту.....	30
2.3 Діагностика технічного стану деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна.....	35
Висновки до розділу II.....	40
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....	41
3.1 Існуючі конструкції стендів для збирання і розбирання двигуна.....	41
3.2 Розробка стенду для монтажу та демонтажу двигуна вантажного автомобіля.....	48
3.3 Розрахунок параметрів конструкції та визначення енергетичних засобів.....	54
Висновки до розділу III.....	60
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
4.1 Вимоги з охорони праці на підприємстві з ремонту автомобілів.....	61
4.2 Загальні правила протипожежної безпеки.....	64
4.3 Безпека праці при використанні стендового обладнання при ремонті двигунів.....	66
Висновки до розділу IV.....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70

ВСТУП

Ремонт двигунів внутрішнього згоряння є складним і багатоступеневим процесом, який потребує високої точності та узгодженості виконуваних операцій. Сучасні двигуни відрізняються складною конструкцією та широким застосуванням електронних систем управління, що значно ускладнює процес їхнього технічного обслуговування та ремонту. Впровадження сучасного діагностичного стендового обладнання дозволяє значно підвищити точність виявлення несправностей, скоротити час проведення діагностики та зменшити ймовірність помилок, що виникають при традиційних методах контролю технічного стану двигуна.

Технологічні процеси ремонту двигунів включають низку операцій, починаючи від розбирання та очищення деталей і закінчуючи їхнім регламентним контролем і випробуванням. Використання стендів для діагностики на різних етапах дозволяє більш детально оцінити працездатність окремих вузлів і агрегатів, а також визначити необхідні параметри регулювання та ремонту. Це забезпечує більш ефективне планування робіт, підвищує якість відновлення двигуна і збільшує термін його експлуатації.

Таким чином, впровадження сучасного стендового обладнання у технологію ремонту двигунів створює умови для оптимізації робочих процесів, підвищення ефективності діагностики та забезпечення високої якості виконаних ремонтних робіт.

Такий підхід відкриває можливості для розвитку сучасних сервісних станцій та підвищення професійної компетенції спеціалістів у сфері обслуговування двигунів внутрішнього згоряння.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Конструктивні особливості двигуна вантажного автомобіля

Двигуни серії PACCAR MX-13 – це 12,9-літрові рядні шестициліндрові дизельні агрегати, розроблені для важких вантажних автомобілів (зокрема DAF, Kenworth та Peterbilt). Вони поєднують високу потужність, паливну економічність та надійність завдяки використанню сучасних матеріалів (рис. 1.1, рис.1.2) [10].

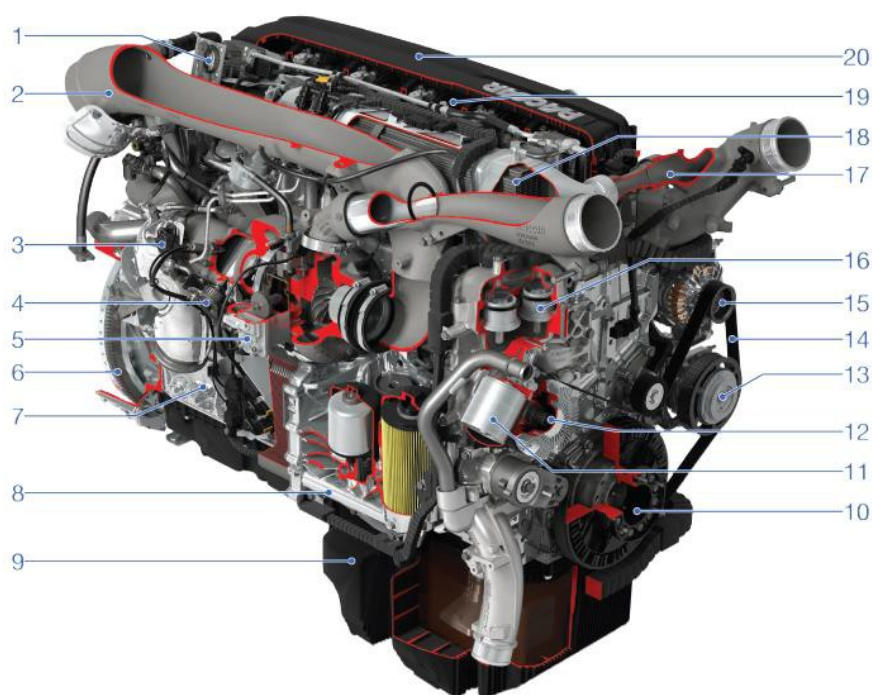


Рис. 1.1. Будова і компонування двигуна PACCAR MX-13 (ліва сторона):
 1 – клапан EGR; 2 – патрубок забору повітря; 3 – сьома форсунка; 4 – клапан гальма-уповільнювача; 5 – турбокомпресор із змінною геометрією; 6 – маховик; 7 – блок двигуна; 8 – масляний блок з фільтрами; 9 – піддон; 10 – колінчастий вал; 11 – фільтр системи охолодження; 12 – насос системи охолодження; 13 – компресор системи кондиціонування повітря (тільки для вантажних автомобілів); 14 – поліклиновий ремінь; 15 – генератор; 16 – корпус термостата; 17 – дифузор EGR; 18 – охолоджувач EGR; 19 – MX Engine Brake; 20 - клапанна кришка.

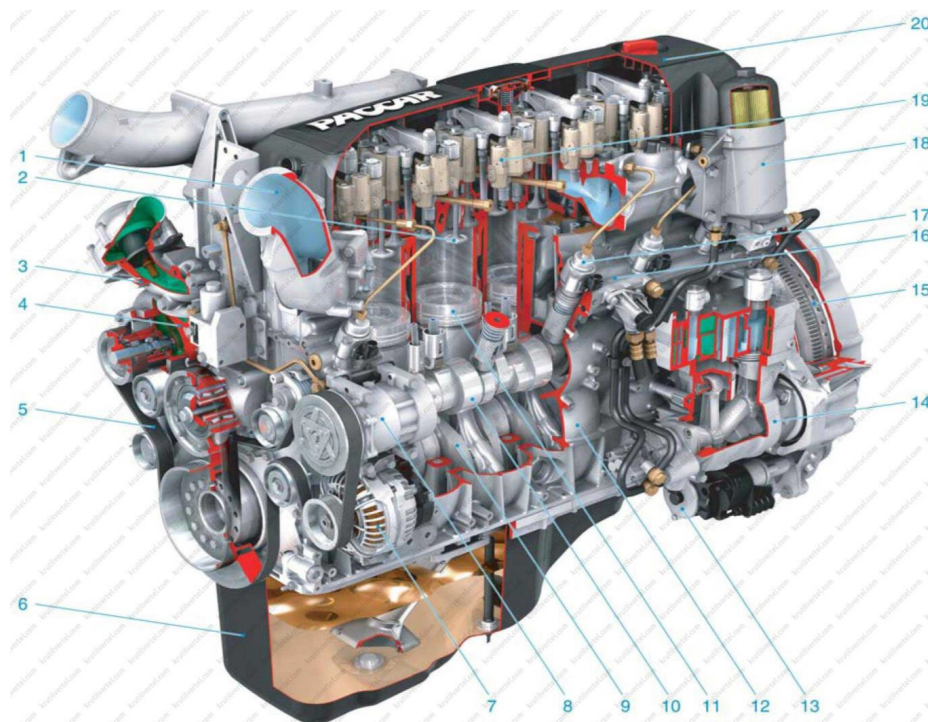


Рис. 1.2. Будова і компонування двигуна RACCAR MX-13 (права сторона):
 1 – трубопровід подачі повітря; 2 – клапан; 3 – кожух термостата; 4 – водяний насос; 5 – полікліновий ремінь; 6 – піддон; 7 – генератор; 8 – компресор кондиціонера (тільки для вантажних автомобілів); 9 – колінчастий вал; 10 – розподільний вал; 11 – поршень; 12 – блок циліндрів двигуна; 13 – стартер двигуна; 14 – повітряний компресор; 15 – маховик; 16 – паливний канал низького тиску; 17 – форсунка; 18 – паливний фільтр; 19 – MX Engine Brake; 20 – кришка головки блоку циліндрів.

Двигун RACCAR MX-13 Euro 6 з робочим об'ємом 12,9 літра обладнано передовою системою впорскування палива з паливорозподільною рампою, турбонагнітачем зі змінною геометрією та оптимізованою системою управління, що забезпечує високу ефективність роботи.

Для дотримання суворих екологічних норм стандарту Євро-6 двигун оснащено системою рециркуляції відпрацьованих газів (EGR), а також використовується у поєднанні з технологією SCR та активним сажовим фільтром (DPF) [10].

Двигуни серії RACCAR MX-13 забезпечують додатковий крутний момент на низьких обертах: на найвищій передачі у коробках передач із

прямою верхньою передачею та на двох найвищих передачах у коробках із підвищеною передачею. Це дозволяє покращити динамічні характеристики та одночасно зменшити витрату палива транспортного засобу. У таблиці 1.1 подано основні технічні характеристики двигуна.

Таблиця 1.1

Основні технічні характеристики двигуна RACCAR MX-13

Кількість циліндрів і їх розташування	6, вертикальне, рядне
Клапанів на циліндр	4
Діаметр циліндра і хід поршня, мм	130x162
Об'єм двигуна, л	12,9
Ступінь стиску	18,5:1
Система впуску повітря	Турбонаддув з інтеркулером
Оберти холостого ходу, об/хв.	500 +50 (- 25)
Максимальні оберти колін вала, об./хв.	2200
Максимальні оберти під час компресійного гальмування, об./хв.	2100
Порядок роботи циліндрів двигуна	1-5-3-6-2-4

Основна конструкція двигуна виконана таким чином: блок циліндрів відлитий із чавуну з компактним графітом (CGI) та має інтегрований корпус паливних насосів високого тиску. Використовуються гільзи з матеріалу підвищеної міцності та зносостійкості. У конструкції блоку реалізовано вдосконалену систему охолодження [6].

Головка блоку циліндрів є суцільною, з інтегрованим впускним колектором, виготовленим із чавуну з компактним графітом (CGI), та обладнана композитною кришкою клапанного механізму. Передбачено по чотири клапани на кожен циліндр.

Циліндрові гільзи – мокрого типу, оснащені антиполірувальним кільцем. Поршні мають систему масляного охолодження і комплектуються

трьома поршковими кільцями кожен. Колінчастий вал виготовлений методом штампування зі сталі та не має противаг. Масляний піддон картера виконаний із композитних матеріалів з метою зменшення маси; для зниження рівня шуму застосовано спеціальне гофрування. Система вентиляції картера є керованою та оснащена електронним управлінням [10].

Привід газорозподільного механізму розташований у задній частині двигуна. Завдяки спеціальному профілю зубців і матеріалу, з якого виготовлені шестерні, він характеризується зниженим рівнем шуму (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Конструкція приводу і ГРМ.

Паливopідкачувальний насос із оптимізованою системою подачі пального. Паливний модуль обладнаний змінним одноелементним фільтром з інтегрованим підігрівачем та автоматичною функцією відведення води. Система впорскування пального типу Common Rail із двома насосами високого тиску, інтегрованими в блок циліндрів двигуна.

Інтелектуальний дозувальний клапан на випуску (OMV) [15]. Форсунки з широким кутом розпилення (ATe), максимальний тиск упорскування 2500 бар. Система впуску повітря турбонаддув із проміжним охолодженням повітря, що надходить до циліндрів.

Турбокомпресор зі змінною геометрією (VTG) [1]. Проміжний охолоджувач алюмінієвий, однорядний, поперечного виконання. Алюмінієвий однорядний інтеркулер поперечного виконання. Система змащування: попередньо змонтований масляний модуль, що включає масляні фільтри, маслоохолоджувач, термостат, клапани та трубопроводи (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Система подачі масла на турбокомпресор.

Існують два різновиди масляних фільтрів: основний повнопоточний та відцентровий перепускний, який забезпечує подовжені міжсервісні інтервали.

Фільтрувальні елементи підлягають повній переробці. Маслоохолоджувач працює під контролем термостата, а його теплообмінник виготовлений із нержавіючої сталі. Масляний насос має високу ефективність і змінну продуктивність [7].

Повітряний компресор вирізняється низьким рівнем енергоспоживання та оснащений інтелектуальною системою регулювання подачі повітря Smart (SAC). Також застосовано комбінований насос рульового керування і паливоподачі, що приводиться в дію розподільчими шестернями. Гальмо-сповільнювач виконане у вигляді дросельної заслінки з електроприводом, розміщеної у випускному тракті відпрацьованих газів.

Система MX Engine Brake включає вбудоване компресійне гальмо типу VTG та BPV для регулювання гальмівного зусилля, оснащене інтелектуальним виконавчим механізмом з охолодженням і електронним керуванням. Інноваційні рішення, матеріали преміальної якості та розширений комплекс інтегрованих систем забезпечують підвищену надійність і тривалий термін служби автомобіля. Канали подачі охолоджувальної рідини та мастила, паливні магістралі низького тиску, а також корпус паливного насоса високого тиску інтегровані безпосередньо в блок циліндрів.

Конструкція блоку циліндрів виконана без бічних кришок, що сприяє максимальній жорсткості та зниженню рівня шуму. У монолітну головку блоку циліндрів інтегровано впускний колектор. Паливний насос у поєднанні з вологовідділювачем встановлюється безпосередньо на двигуні, що спрощує технічне обслуговування [10].

Експлуатаційні показники: двигуни RACCAR MX-13 вирізняються високим крутним моментом на низьких обертах і стабільною продуктивністю в широкому діапазоні частот обертання.

Додатково доступне гальмо двигуна MX Engine Brake гарантує надійний контроль автомобіля під час тривалих спусків. Його інтеграція до основної гальмівної системи підвищила рівень безпеки руху та зменшила зношування гальмівних колодок.

Повністю контрольований процес згоряння палива разом із впровадженими технологіями для досягнення наднизьких викидів відповідно до стандарту Євро-6 сприяє кращій паливній економічності.

Подача палива до спільної паливної рампи регулюється інтелектуальною системою дозування, яка забезпечує максимальну ефективність завдяки стисканню лише необхідного обсягу паливної суміші. У результаті гідравлічні втрати зводяться до мінімального рівня [5].

Щоб відповідати суворим стандартам Євро-6 щодо рівня шкідливих викидів, компанія DAF застосовує комплекс технологій доочищення

відпрацьованих газів, зокрема систему SCR (селективного каталітичного відновлення) та активний сажевий фільтр. Оптимальний склад вихлопних газів забезпечує необхідну температуру у фільтрі для ефективної регенерації накопичених сажових частинок. Випускний колектор і ключові елементи вихлопної системи мають теплоізоляцію, що дає змогу максимально використовувати пасивну регенерацію. Крім того, підвищена температура покращує роботу системи SCR, збільшує її продуктивність і зменшує витрати рідини AdBlue.

1.2 Причини зміни технічного стану двигунів

На стан двигуна значно впливають умови експлуатації. Робота при високих навантаженнях, часті різкі прискорення, їзда з перевантаженням або в умовах високої температури та пилового середовища прискорюють деградацію деталей.

Неправильне або рідке технічне обслуговування, недостатній контроль за рівнем і якістю мастила та охолоджувальної рідини призводить до прискореного зносу вузлів та корозії металевих поверхонь.

На технічний стан двигуна значно впливають умови експлуатації. Часті запуски та зупинки, робота на високих обертах, перевантаження, різкі зміни режимів роботи створюють підвищені механічні навантаження. Недотримання правил технічного обслуговування, несвоєчасна заміна фільтрів, ременів чи мастила також прискорюють зниження ресурсу.

Крім того, природне старіння матеріалів ущільнювачів, гумових елементів, ізоляції з часом погіршує герметичність і надійність роботи [1].

Для підтримки двигуна у працездатному стані важливо своєчасно проводити технічне обслуговування, використовувати рекомендовані матеріали та дотримуватися правил експлуатації, що дозволяє значно продовжити його ресурс та зменшити ймовірність аварійних поломок.

Основними постійними факторами, що впливають на зміну технічного стану двигуна та інших окремих агрегатів транспортного засобу, є:

- знос приблизно 40 % випадків відмов;
- пластична деформація 26-30 %;
- руйнування через втому матеріалу близько 18 %;
- інші типи руйнувань: тріщини 12 %, температурні ушкодження 12 %, поломки 5 %, інші 4 %. Найсуттєвіший вплив серед цих чинників має саме знос складальних одиниць [3].

Знос – це процес поступових змін характеристик виробу, який виникає під дією механічних, теплових та корозійно-механічних впливів, що залежать від режимів та умов експлуатації.

В результаті цього процесу відбувається власне зношування, яке найчастіше вимірюють у одиницях довжини (мікрометрах або міліметрах), хоча іноді його оцінюють за масою (міліграмах, грамах тощо).

Процес зносу під час експлуатації можна умовно поділити на три етапи.

Перший етап пов'язаний із пригонкою (припрацюванням) з'єднань деталей і починається при невеликому пробігу двигуна.

Цей період характеризується швидким збільшенням зносу, оскільки відбувається вирівнювання мікрошорсткостей на контактних поверхнях деталей. Закінчення припрацювання відбувається після обкатки нового двигуна і супроводжується стабілізацією процесу зношування та встановленням між деталями оптимального зазору, який називають номінальним.

Другий період роботи двигуна, або період природного зносу, - це тривалий етап нормальної експлуатації, під час якого деталі поступово зношуються. Інтенсивність зносу залежить від багатьох чинників: погіршення умов експлуатації прискорює його, тоді як проведення регулювань та покращення умов (наприклад, заміна масла або зменшення навантажень) уповільнюють наростання зносу.

Незважаючи на це, загальна тенденція залишається незмінною: знос продовжує збільшуватися до досягнення допустимих меж. Подальша експлуатація двигуна відбувається за збільшених зазорів, підвищених динамічних навантажень та погіршеного змащування, що спричиняє прискорене зношування деталей [5].

Третій період роботи з'єднань у двигуні називають періодом аварійного зносу. У цей час робота деталей може призвести до відмови, тому необхідний пильний контроль. Знос при цьому не повинен перевищувати граничних значень.

Номинальні зазори та знос встановлюються конструкцією двигуна, а допустимі й граничні величини визначаються теоретично, виходячи з умов міцності деталей, ефективності змащування та надійності з'єднань.

Знос деталей класифікують на чотири типи:

- механічний відбувається через механічні дії, що призводять до зміни форми та розмірів деталей без істотних фізичних або хімічних змін матеріалу (наприклад, при роботі поршня).
- фізико-механічний поєднує механічний знос із значними фізичними змінами поверхні деталей, такими як тріщини або викришування.
- хіміко-механічний характеризується одночасним механічним зносом та хімічними змінами структури матеріалу деталей, наприклад, корозією.
- комплексний включає механічний знос, що супроводжується одночасними суттєвими фізичними та хімічними змінами форми і структури матеріалу деталей.

Отже, зміна технічного стану двигунів є закономірним процесом, який зумовлюється поєднанням фізичних процесів зношування, впливом температури, якістю експлуатаційних матеріалів та умовами використання. Своєчасне технічне обслуговування, правильна експлуатація й контроль основних параметрів дозволяють значно уповільнити ці процеси та продовжити строк служби двигуна.

1.3 Особливості ремонту та технічного обслуговування двигуна

З метою економії часу і ресурсів на виконання ремонту двигуна, передбачається його розбирання безпосередньо на автомобілі при необхідності заміни гільз. Такий метод ремонту можна застосувати за умови відсутності необхідності ремонту колінчастого вала, або його суміжних вузлів.

Конструкція двигуна і його розташування дозволяють виконати технологічний процес зняття піддона, ГБЦ, поршнів з шатунами, гільз безпосередньо на встановленому двигуні.

Перед розбиранням потрібно виконати декілька підготовчих операцій: зняти захист двигуна, відключити клеми АКБ, злити охолоджувальну рідину, злити моторну оливу, відкрутити і зняти навісне обладнання та інші компоненти, що можуть перешкоджати в розбиранні двигуна, відключити подачу палива, всі роз'єми герметично закрити, щоб уникнути попадання бруду в систему. Також обов'язково потрібно відключити всі електричні компоненти.

Під час зливання спецрідин потрібно завжди бути уважним і обережним, пам'ятати про деякі основні правила:

- якщо охолоджувальна рідина нагріта, у системі охолодження виникає підвищений тиск;
- кришку заливної горловини слід відкривати обережно, щоб випустити надлишковий тиск;
- заборонено відкривати кришку, коли двигун працює;
- охолоджувальна рідина є токсичною, тому необхідно уникати її контакту зі шкірою;
- якщо рідина потрапила на шкіру, її потрібно витерти папером або тканиною та ретельно промити уражене місце водою з милом;

- у разі потрапляння рідини чи її парів у дихальні шляхи слід вийти на свіже повітря та відпочити кілька хвилин;
- охолоджувальна рідина становить небезпеку для довкілля, тому після використання її слід утилізувати як промислові хімічні відходи;
- щоб запобігти пошкодженню блоку циліндрів двигуна, забороняється заливати охолоджувальну рідину в прогрітий двигун.

При зливанні охолоджувальної рідини з радіатора спочатку необхідно перекрити крани подачі антифризу до системи опалення кабіни, щоб запобігти повному зливу всієї охолоджувальної рідини.

Далі зняти кришку заливної горловини розширювального бачка для скидання надлишкового тиску в системі охолодження. Під зливну пробку радіатора встановити відповідну ємність. Після цього злити рідину через зливний отвір радіатора. По завершенні процедури встановити зливну пробку на місце та затягнути її з рекомендованим моментом 4 Н·м.

Перед початком зливання масла необхідно послабити затяжку кришок масляного фільтра, щоб забезпечити повний відтік масла з контуру. Автобус слід встановити на оглядову канаву. Рекомендується виконувати злив при робочій температурі двигуна через зливну пробку, розташовану в піддоні. Після повного стікання масла встановити зливну пробку на місце та затягнути її з моментом 60 Н·м.

Злив охолоджувальної рідини та моторної оливи з теплообмінника [10]. Підставити ємність під теплообмінник і відкрутити пробку 2 для зливання охолоджувальної рідини.

Після повного витікання рідини встановити пробку назад і закрити (рис. 1.5). Пробка 1 призначена для зливу моторної оливи. Рекомендований момент затягування зливних пробок 15 Н·м.

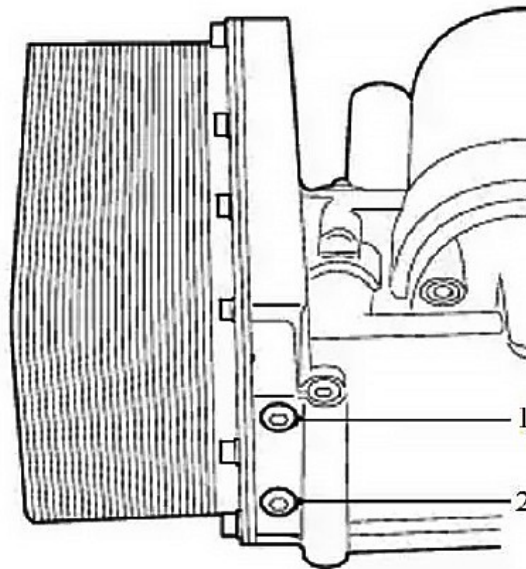


Рис. 1.5. Зливні отвори на теплообміннику.

Послідовність технологічних операцій під час розбирання двигуна [13]:

1. Демонтувати клапанну кришку разом із прокладкою. Перед початком робіт необхідно ретельно очистити зовнішню поверхню двигуна, щоб запобігти потраплянню забруднень усередину під час розбирання.

2. Від'єднати всі електричні з'єднання двигуна та зняти джгут проводки.

3. Демонтувати опори коромисел. Якщо їх заміна не передбачається, потрібно зробити відповідні позначки для подальшого встановлення на попередні місця. Залежно від положення колінчастого вала частина опор може перебувати під дією зусилля пружин клапанів.

Щоб уникнути пошкодження деталей, знімати опори слід у розвантаженому стані. Для цього необхідно повернути колінчастий вал приблизно на $1/3$ оберту та, використовуючи спеціальний інструмент (табл. 1.1), виконати демонтаж опор коромисел без натягу у визначеній послідовності:

- опорні елементи коромисел першого та шостого циліндрів;
- опорні елементи коромисел другого та п'ятого циліндрів;
- опорні елементи коромисел третього та четвертого циліндрів.

4. Демонтувати шість штанг приводу випускних клапанів та шість штанг приводу впускних клапанів.

5. Від'єднати повітряні магістралі від компресора та зняти сам компресор.

6. Закріпити на головці блоку циліндрів спеціальний кронштейн, призначений для її подальшого демонтажу.

7. Демонтувати шість паливних форсунок. Слід враховувати, що через підвищений тиск у паливному баку під час зняття форсунок паливо може потрапити в циліндри. Тому перед початком робіт обов'язково першою відкручують кришку паливного бака:

– зняти ущільнювальну заглушку 1 (рис. 1.6), розташовану в задній частині головки блоку циліндрів, для продування зворотного паливного каналу. Після завершення продування заглушку необхідно одразу встановити на місце;

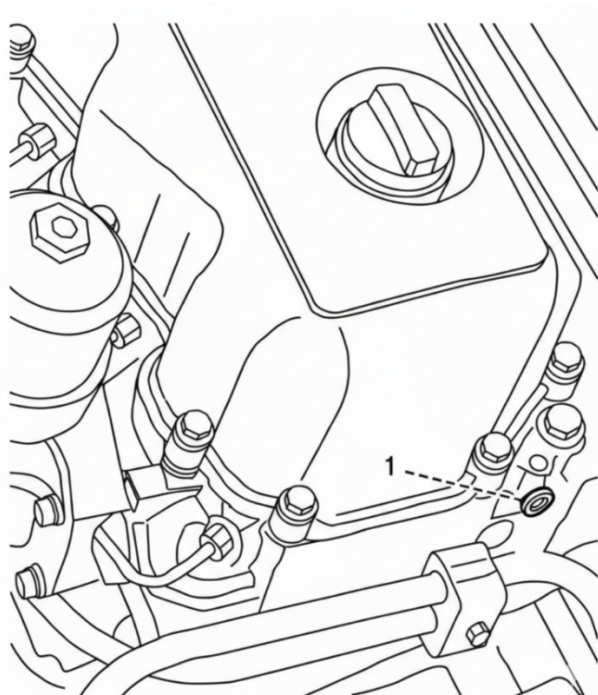


Рис. 1.6. Заглушка з ущільненням.

– відкрутити болт 2, що кріплять скобу форсунок 1 (рис. 1.7);

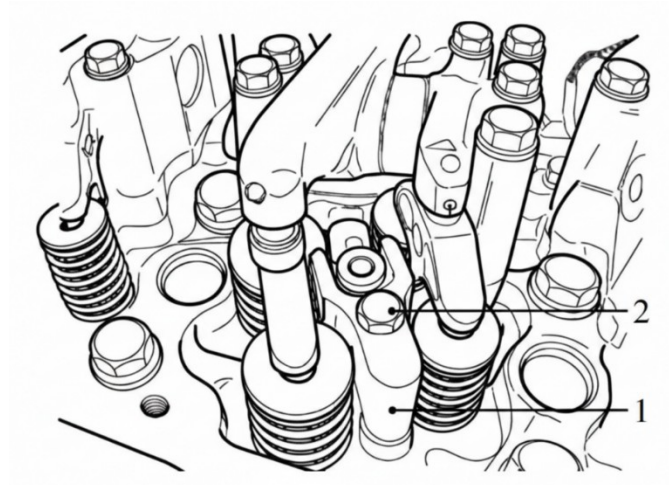


Рис. 1.7. Кріплення форсунки.

– від'єднати роз'єми форсунок та демонтувати форсунки, застосовуючи виключно спеціальні інструменти (. рис. 1.8);

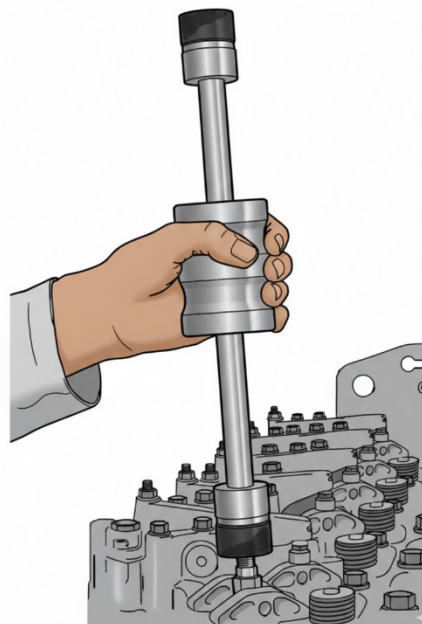


Рис. 1.8. Зняття форсунки зворотнім молотком.

– змонтувати кронштейн 4 на головці блоку циліндрів зі сторони маховика та зафіксувати його болтами 5;

– на підсилювач крутного моменту 3 встановити ударну втулку 1 спеціального інструмента, після чого змонтований вузол надягти на болт кріплення ГБЦ;

- приєднати динамометричний ключ 2 до підсилювача крутного моменту 3;
- демонтувати головку блоку циліндрів за допомогою підкатного крана;
- розмістити головку блоку циліндрів на попередньо підготовлених відповідних опорах;
- видалити прокладку ГБЦ.

8. Відгвинтити болти кріплення головки блоку циліндрів у визначеній послідовності (рис. 1.9). Рекомендується застосовувати спеціальний інструмент (рис. 1.10).

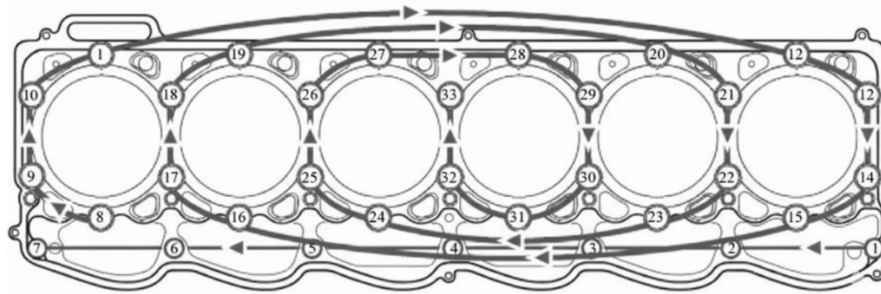


Рис. 1.9. Послідовність відкручування болтів кріплення головки блока циліндрів.

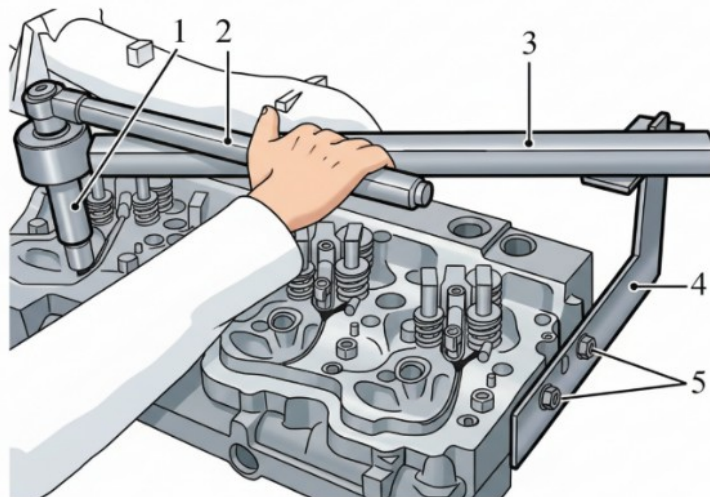


Рис. 1.10. Інструмент для відкручування болтів кріплення ГБЦ: 1 – ударна втулка; 2 – динамометричний ключ; 3 – підсилювач крутного моменту; 4 – кронштейн; 5 – болти кронштейна.

9. Відгвинтити болти та демонтувати масляний блок (рис. 1.11).

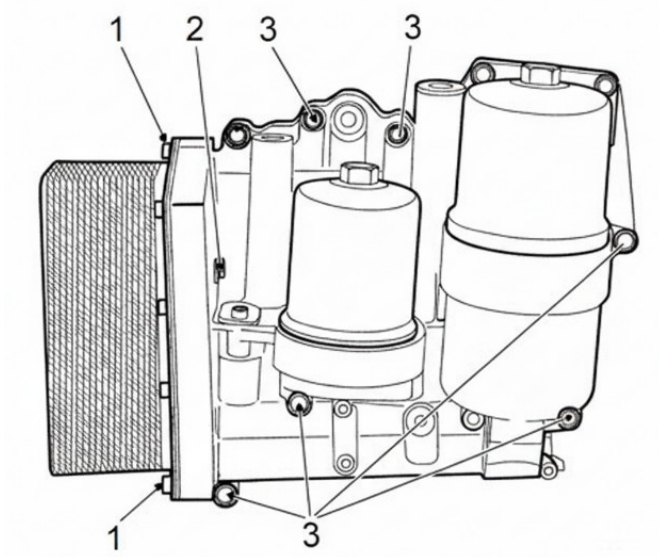


Рис. 1.11. Схема кріплення масляного блоку: 1 – болти фіксації теплообмінника; 2 – пробка; 3 – болти, якими масляний блок приєднується до картера двигуна.

10. Демонтаж піддона:

- від'єднати датчик рівня оливи та встановити під піддон опору;
- відкрутити всі кріпильні болти піддона;
- зняти притискне кільце 3 разом із піддоном 1 і прокладкою 2 (рис. 1.12).

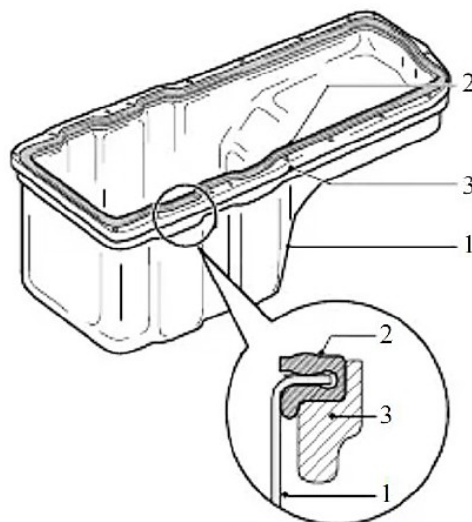


Рис. 1.12. Схема кріплення піддона: 1 – піддон; 2 – прокладка для ущільнення; 3 – притискне кільце.

11. Демонтувати маслозабірник (рис. 1.13):

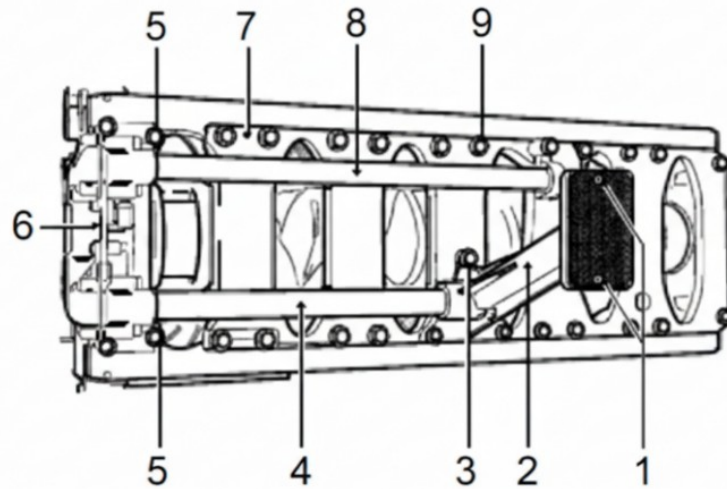


Рис. 1.13. Система маслозабору: 1, 3 – болти кріплення маслозабірника; 2 – маслозабірник; 4 – трубка подачі масла; 5 – болти кріплення кронштейна; 6 – кронштейн; 7 – масловідбивна плита; 8 – трубка зливу масла з насоса; 9 – болти кріплення плити.

- відкрутити болти 1 і 3, що фіксують маслозабірник 2;
- відсунути маслозабірник 2 та витягти його з всмоктувальної трубки 4;
- відкрутити болти 5, якими закріплений кронштейн 6 разом із трубками 4 і 8;
- зняти плиту 7, попередньо відкрутивши болти 9.

12. Демонтувати поршні разом із шатунами:

- відкрутити болти, що фіксують кришки шатунів. Слід пам'ятати, що кожна кришка призначена лише для свого шатуна, тому переставляти їх між собою категорично не допускається;
- витягнути поршні в зборі з шатунами;
- перевірити, чи не змістилися та не випали вкладиші, а також оцінити їхній технічний стан;
- повернути кришки шатунів на ті самі шатуни, яким вони відповідають;

- провести огляд поршнів і поршневих кілець;
- акуратно розмістити демонтовані деталі на стелажі.

13. Демонтувати гільзи з блока. Виробником передбачено застосування спеціального пристрою для зняття гільз (його можна використовувати як на знятому двигуні, так і безпосередньо на двигуні вантажного автомобіля):

- розмістити спеціальний інструмент 1 (рис. 1.14) усередині гільзи циліндра;

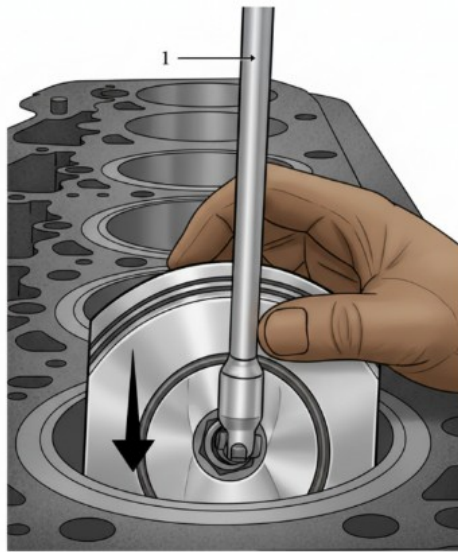


Рис. 1.14. Встановлення знімача в середину гільзи.

- закріпити нижню частину важеля 2 (рис. 1.15) на блоці циліндрів двигуна, перевірити правильність встановлення штифта важеля 2 в різьбовий отвір для болта ГБЦ. Потім за допомогою важеля 2 витягти гільзу з блоку циліндрів двигуна.

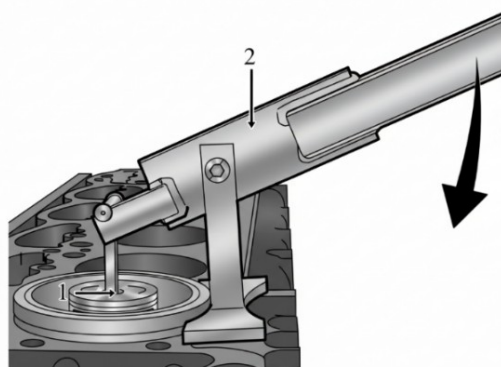


Рис. 1.15. Монтаж знімача на блок.

Вивчаючи особливості конструкцій сучасних автомобілів та процеси розбирання й ремонту двигунів, я запропонував конструкцію гвинтового знімача, який забезпечує можливість знімання гільз у двигунах навіть при обмеженому просторі над силовим агрегатом (рис. 1.16).



Рис. 1.16. Гвинтовий знімач гільз.

Подібна ситуація часто виникає під час ремонту двигунів, встановлених на автобусах.

Висновки до розділу I

В розділі проаналізовано особливості, будову й компонування двигуна вантажного автомобіля на прикладі двигуна RACCAR MX-13. Цей двигун характеризується високою ефективністю, надійністю та сучасними технічними рішеннями.

Розглянуто фактори, які впливають на зміну технічного стану двигунів. Визначено основні причини передчасного зносу та відмов агрегатів, що дозволяє робити висновки щодо необхідності своєчасного технічного обслуговування.

Обґрунтовано особливості ремонту та технічного обслуговування двигуна, основні види ремонтних робіт, порядок їх виконання та послідовність технічного обслуговування.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Розробка технологічного процесу відновлення двигунів

Приймання двигуна в ремонт здійснюється відповідно до встановлених технологічних умов приймання та видачі з ремонту і оформлюється приймально-здавальним актом. До цеху капітального ремонту надходить двигун другої комплектності без приладів системи живлення, електрообладнання та коробки передач. Приймання виконує представник ремонтного підприємства разом із представником замовника. Приймальник перевіряє комплектність двигуна та складає приймально-здавальний акт, який підписують обидві сторони. Після завершення процедури приймання двигун передають на склад ремонтного фонду.

Схему технологічного процесу ремонту двигунів КамАЗ-740 наведено на рисунку 2.1.



Рис. 2.1. Послідовність виконання робіт з ремонту.

Із ремонтного фонду двигун внутрішнього згоряння переміщують на дільницю розбирання та складання. Сам процес розбирання не потребує високої кваліфікації працівника, однак його значення у капітальному ремонті є надзвичайно важливим. Неналежна організація розбірних робіт може призвести до пошкодження деталей у процесі демонтажу.

Найпоширеніші види пошкоджень:

- тріщини;
- поломки;
- зрив різьби;
- забоїни на робочих поверхнях деталей.

Щоб підвищити якість розбирання, слід дотримуватися таких вимог: демонтаж окремих деталей має виконуватися у такій послідовності, яка спрощує проведення наступних операцій, із використанням спеціального інструменту та пристроїв відповідно до встановленого технологічного процесу.

Під час розбирання не допускається порушення взаємного положення таких деталей:

- картер зчеплення і блок циліндрів;
- шатун і кришка його нижньої головки;
- блок циліндрів і кришки корінних підшипників.

У процесі демонтажу вузлів витрати праці на розкручування різьбових з'єднань складають приблизно 40-50% від загальної трудомісткості розбірних операцій.

Для підвищення ефективності роботи необхідно забезпечити працівників гайковертами, оскільки використання механізованого інструменту дає змогу збільшити продуктивність праці у 4 рази.

Після виконання розбирання базові та основні деталі необхідно ретельно очистити й промити. Технологічний процес здійснюється відповідно до рисунка 2.2.

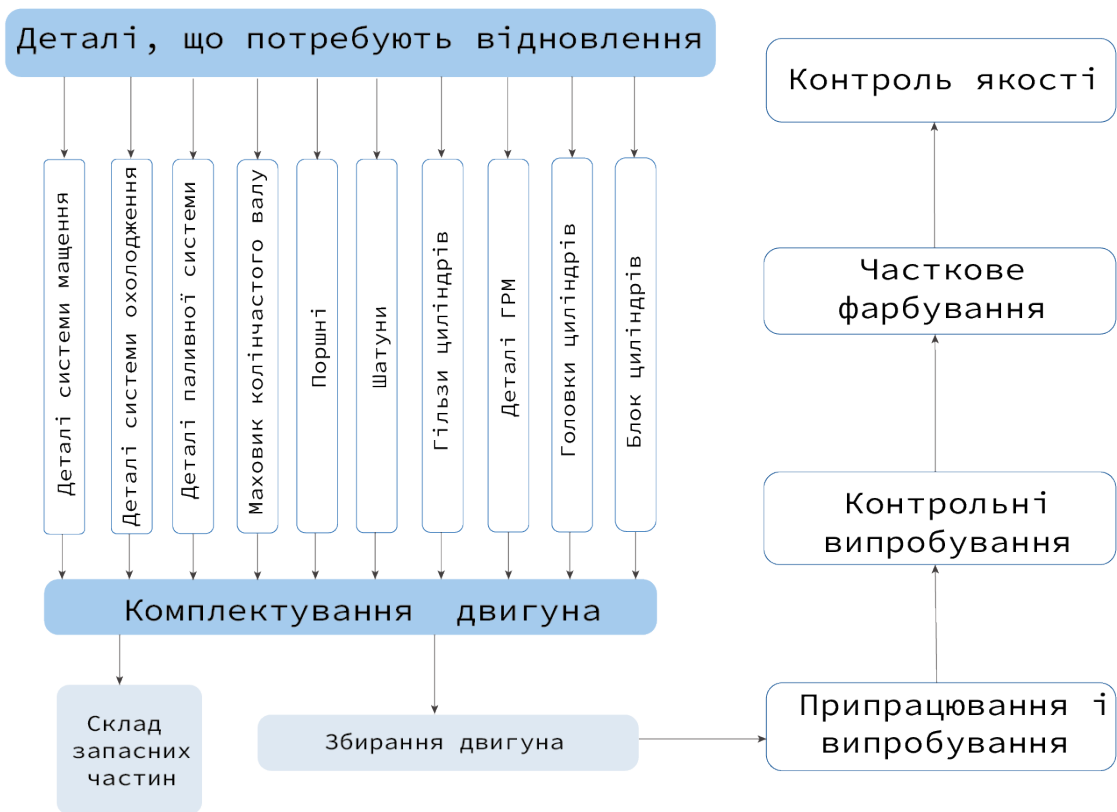


Рис.2.2. Послідовність виконання технологічних операцій під час ремонту двигуна.

Для очищення і миття габаритних деталей застосовують мийну машину струминного типу «Тайфун», у якій процес відбувається за рахунок гідродинамічної дії гарячого мийного розчину на оброблювану поверхню. Як мийний засіб використовують розчин «Лабомід-101» із концентрацією 60 г на 1 л води при температурі 90-95 °С.

Дрібні деталі промивають у спеціальному розчині. Після миття виконують подальше розбирання вузлів двигуна внутрішнього згоряння, зокрема колінчастого вала, головок циліндрів, осей коромисел (циліндропоршневої групи). Очищені деталі, що підлягають відновленню, передають до цеху ремонту двигунів на відповідні робочі пости.

Під час капітального або поглибленого поточного ремонту двигуна до деталей, які зазвичай вважаються придатними та не потребують відновлення, належать:

- крильчатка вентилятора;

- картер маховика;
- клапанні пружини;
- паливопроводи та трубки масляної системи;
- з'єднувальні патрубки системи охолодження.

Після проведення дефектації ці елементи передаються на етап комплектування та подальшого складання двигуна.

До деталей, що підлягають обов'язковій заміні, відносять:

- усі гумотехнічні вироби (78 позицій);
- поршневі кільця;– шестерню масляного насоса;
- розподільну шестерню колінчастого вала;
- заглушки масляних каналів;
- вкладиші корінних і шатунних підшипників;
- усі втулки;
- ущільнювальні компоненти водяного насоса.

Головними несправностями колінчастого вала є його викривлення, зношування шатунних і корінних шийок, а також знос отвору під підшипник ведучого вала коробки передач і отворів у фланці для болтів кріплення маховика.

Вигин колінчастого вала визначають на спеціальному стенді: вал установлюють на призмах, розміщених на плиті, або в центрах токарного верстата та перевіряють за допомогою індикатора.

Розподільчий вал виготовляють методом гарячого штампування зі сталі марки 18ХГТ. Його монтують у розвалі блоку циліндрів на п'яти опорних підшипниках.

Характерними дефектами розподільних валів є:

- зношування кулачків;
- зношування шийок вала;
- подряпини, задири та риски;
- биття (викривлення) вала;

- тріщини;
- пошкодження шпонкових пазів або посадкових місць;
- корозія поверхні.

Обкатування двигунів здійснюють на спеціальних стендах, оснащених електричним асинхронним приводом та приладами для визначення потужності, крутного моменту й витрати пального (рис. 2.3).

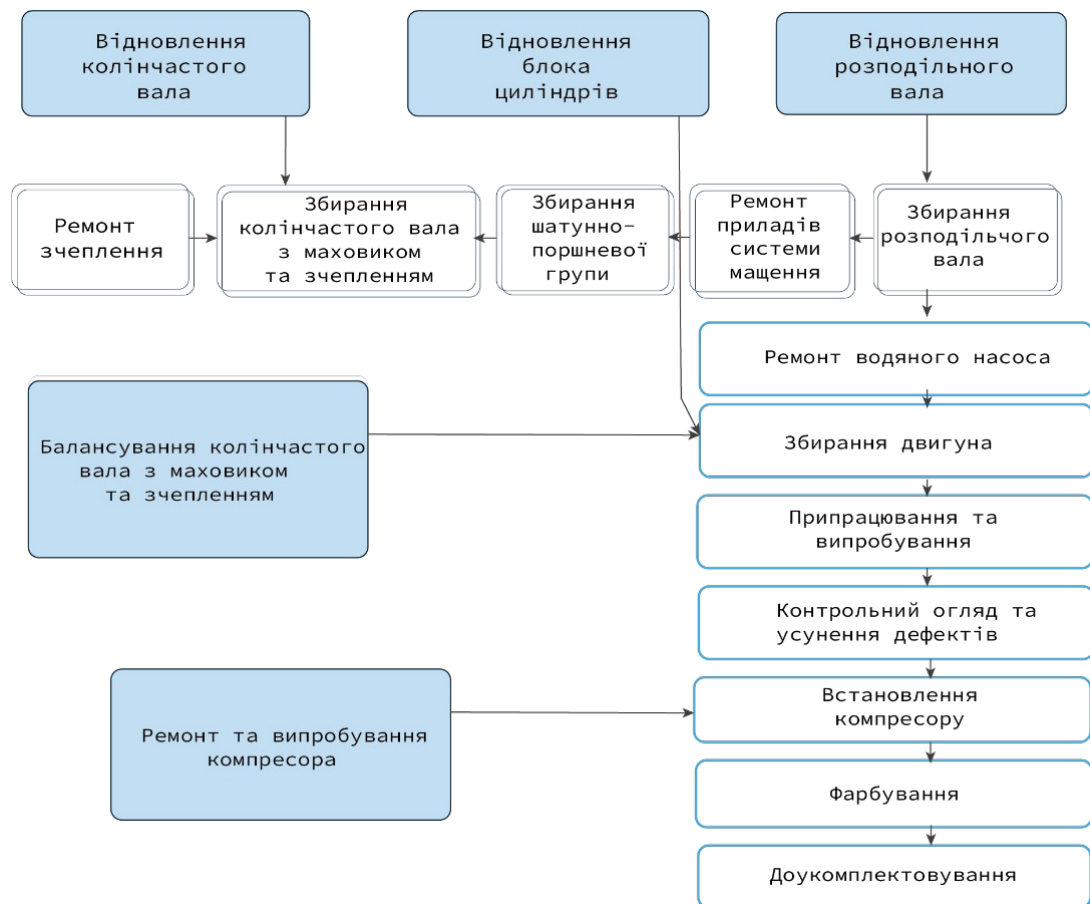


Рис. 2.3. Технологічний процес складання двигуна вантажного автомобіля.

2.2. Підбір обладнання та інструментів для виконання технологічного процесу ремонту

Залежно від характеру робіт і місця їх виконання поточний ремонт (ПР) здійснюють або безпосередньо на робочих постах, або на спеціалізованих виробничих ділянках (відділеннях). До постових робіт належать розбирально-складальні операції, що виконуються без зняття агрегатів з автомобіля, регулювальні та кріпильні роботи, усунення несправностей

гальмівної та інших систем, а також ліквідація незначних пошкоджень кузова, вузлів і агрегатів без їх демонтажу та розбирання [1, 6].

Робочі пости зони ТО і ПР оснащуються необхідним обладнанням, підйомними механізмами, пристроями та інструментами. Окремі види робіт, зокрема заміна форсунок, патрубків, свічок розжарювання тощо, не потребують використання підйомників і можуть виконуватися на підлогових постах або у відповідно обладнаних місцях із застосуванням пересувних домкратів та необхідного інструменту.

Усунення несправностей під час ремонту виконують шляхом заміни або відновлення елементів: для агрегатів окремих вузлів чи деталей; для автомобіля окремих агрегатів і вузлів, що потребують поточного або капітального ремонту. До основних агрегатів і їх базових деталей належать блок циліндрів двигуна, коробка передач, ведучий міст, рульовий механізм, балка переднього моста або поперечина незалежної підвіски, а також кузов [12].

За потреби працівник отримує запасні частини та інструмент на складі, де також зберігається технічна документація. Керування організоване за такою структурою: головний механік начальник ремонтної зони майстри з ремонту.

Будівля ремонтної зони зведена з цегли та поділена на три виробничі ділянки: ремонтне приміщення 1, ремонтне приміщення 2 і навіс. В'їзд до ремонтної зони 1 здійснюється через навіс, де за сприятливих погодних умов також виконують окремі ремонтні роботи. У самому приміщенні розташовані склад запасних частин, оглядова канава розміром $1,4 \times 8$ м та різноманітне технологічне обладнання.

Обладнання і оснащення, які використовуються для проведення операцій технологічного процесу, відіграють ключову роль у забезпеченні точності, ефективності та безпеки виробничих робіт. До основних категорій такого обладнання відносяться верстати, стенди, підйомно-транспортні засоби та спеціальні пристрої для контролю і регулювання параметрів

обробки деталей. Верстати служать для механічної обробки, свердління, фрезерування, шліфування та інших видів обробки матеріалів, забезпечуючи необхідні геометричні та якісні характеристики виробів.

Стенди застосовуються для діагностики, регулювання та випробувань вузлів і агрегатів, зокрема двигунів, паливних систем та електричних компонентів. Вони дозволяють моделювати роботу систем у різних умовах і здійснювати точну настройку параметрів без ризику пошкодження обладнання під час експлуатації [10].

Підйомно-транспортні пристрої, кранові установки, домкрати та спеціальні візки забезпечують зручне переміщення важких деталей, зменшуючи фізичне навантаження на працівників і підвищуючи безпеку робочого процесу.

Крім основного обладнання, важливе значення має оснащення, яке включає спеціальні інструменти, пристосування для фіксації деталей, вимірювальні прилади та пристрої для контролю якості.

Використання належного оснащення дозволяє точно позиціонувати деталі під час обробки, забезпечує правильність кріплення та стабільність виконання операцій.

Вимірювальні прилади, такі як штангенциркулі, мікрометри, індикатори та датчики, гарантують відповідність параметрів деталей технічним вимогам і стандартам (табл.2.1).

Таблиця 2.1

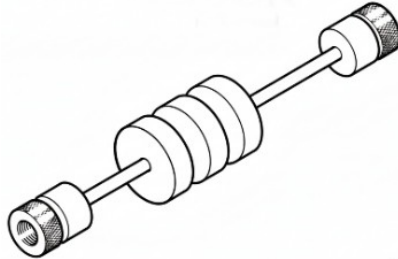
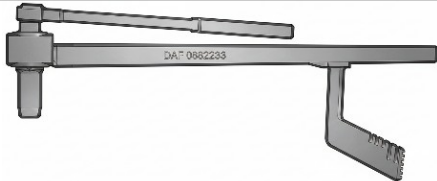
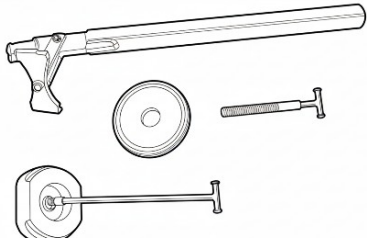
Інструменти та оснащення для ТО і ремонту двигуна

№ п/п	Назва, тип, основні характеристики	Зображення
1	Набір ключів універсальний	

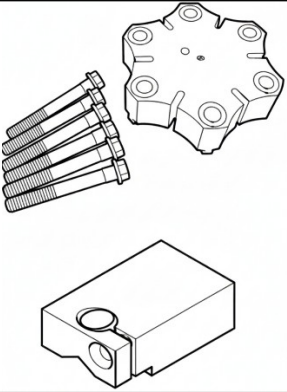
Продовження таблиці 2.1

2	Набір слюсарного інструменту універсальний	
3	Гумовий молоток	
4	Знімач поршневих кілець	
5	Обтискач для встановлення поршнів з кільцями в циліндри	
6	Штангенциркуль	
7	Мікрометр 0-25; 25-50	
8	Нутромір індикаторний	

Продовження таблиці 2.1

9	Набір щупів	
10	Ключ динамометричний	
11	Гвинтовий знімач гільз	
12	Ударний знімач (DAF 0694928) для форсунок	
13	Привідний підсилювач (DAF 0882233) для закручування та відкручування болтів головки циліндрів	
14	Набір (DAF 1453158) для провертання колінчастого вала	
15	Набір (DAF 0696707) для демонтажу і монтажу гільз	

Продовження таблиці 2.1

16	Пристосування (DAF 1809948) для вимірювання висоти гільзи	
----	---	---

Крім технічних характеристик, враховуються вимоги безпеки праці, ергономічність робочого місця, енергоефективність обладнання та можливість його обслуговування.

Правильно підібране обладнання та інструменти забезпечують раціональну організацію виробничого процесу, високу якість продукції, зменшення витрат часу і матеріалів та підвищення загальної ефективності виробництва.

2.3 Діагностика технічного стану деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна.

Очищення блоку циліндрів [4] передбачає насамперед видалення залишків матеріалу прокладки з його поверхні. Після цього необхідно ретельно перевірити поверхню ущільнення блоку циліндрів, а також оглянути різьбові отвори на наявність пошкоджень і тріщин. За потреби різьбові отвори слід додатково очистити. Завершальним етапом є очищення контактних поверхонь блоку циліндрів від бруду та мастила.

Очищення головки блоку циліндрів включає перевірку впускного колектора на наявність масляних забруднень і сторонніх частинок із подальшим очищенням у разі потреби. Далі потрібно видалити залишки матеріалу прокладки з головки блоку циліндрів і усунути всі сліди нагару.

Після цього контактні поверхні головки блоку циліндрів очищають від бруду та знежирюють.

Головку блоку циліндрів необхідно перевірити на наявність пошкоджень. Оцінювання технічного стану блоку циліндрів передбачає ретельний візуальний огляд його цілісності, вимірювання можливих деформацій, а також визначення ступеня зносу поверхонь циліндрів і отворів під корінні підшипники. Перед проведенням перевірки блок слід старанно очистити й промити всі внутрішні порожнини, особливо канали масляної системи, гарячим розчином каустичної соди температурою 75–85 °С.

У разі виявлення пошкоджень, таких як тріщини, пробоїни чи відколи, блок зазвичай замінюють.

Невеликі тріщини можна усунути шляхом заповнення епоксидним складом або заварюванням. Під час визначення деформацій перевіряють співвісність отворів під корінні підшипники та площинність роз'єму блоку з головкою циліндрів. Контроль неплоскостності здійснюють за допомогою лінійки, набору щупів або повірочної плити.

Лінійку встановлюють по діагоналях площини роз'єму та посередині в поздовжньому й поперечному напрямках, (рис. 2.4) після чого, підкладаючи щуп, вимірюють зазор між ним і лінійкою. Блок вважається придатним до подальшої експлуатації, якщо величина зазорів не перевищує 0,1 мм.

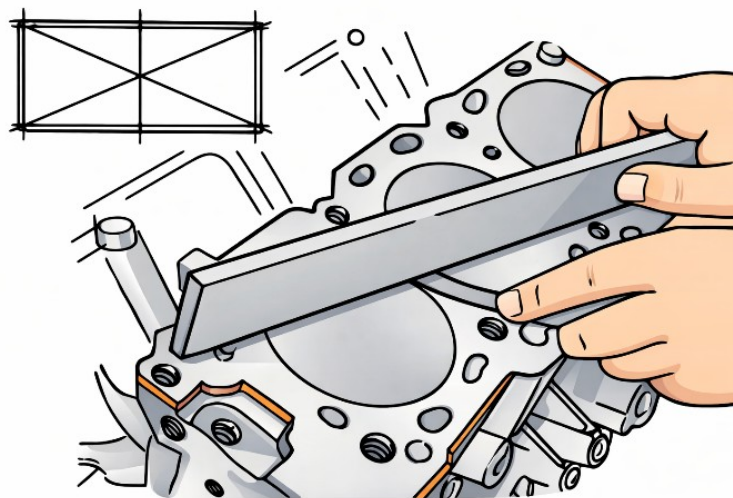


Рис. 2.4. Вимірювання площинності блоку.

Якщо зазор становить до 0,14 мм, площину роз'єму необхідно прошліфувати для усунення неплоскостності, а при значенні понад 0,14 мм блок циліндрів підлягає заміні.

Неспіввісність отворів корінних підшипників перевіряють за допомогою спеціальної оправки, яку вставляють у відповідні отвори. Якщо вона вільно проходить одночасно через усі отвори корінних підшипників, блок вважається придатним до подальшої експлуатації.

У разі, коли оправка не входить одночасно в усі отвори, блок циліндрів підлягає заміні на новий [5, 8]. Перед демонтажем гільз необхідно здійснити їхній візуальний огляд і виконати вимірювання діаметрів циліндрів із використанням індикаторного нутроміра (рис. 2.5). Якщо зношення отворів перевищує встановлені допустимі норми, гільзу замінюють або розточують до найближчого ремонтного розміру.

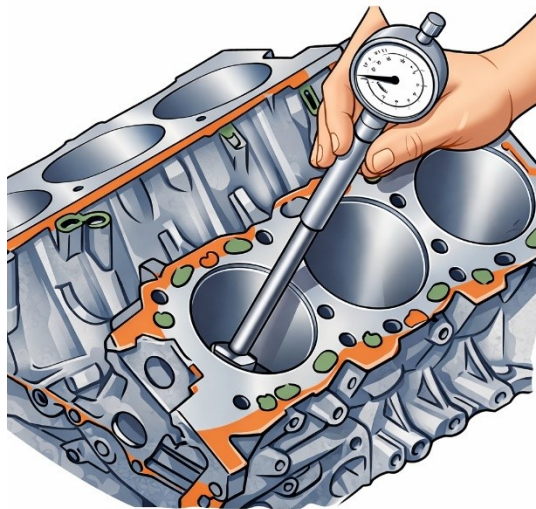


Рис. 2.5. Визначення діаметра циліндрів блоку.

Після виконання розточування в блок циліндрів установлюють поршні та поршневі кільця, що відповідають обраному ремонтному розміру.

Перевірити стан зони згоряння гільзи циліндрів відповідно до наведених параметрів. Якщо шар нагару «В» у верхній частині гільзи є нерівномірним «А» (рис. 2.6), необхідно перевірити стан поршня.

Оглянути зони шліфування отворів гільз «С» та зіставити їх із установленими нормами. Провести вимірювання внутрішнього діаметра і порівняти отримані результати з даними, наведеними в таблиці 2.2.

Визначити овальність і розрахувати її відносно значення відповідно до зазначених параметрів. Якщо хоча б один із вимірних показників не відповідає встановленим нормам, гільзу циліндра необхідно замінити.

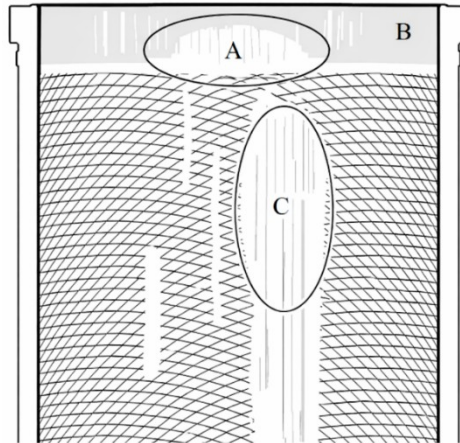


Рис. 2.6. Візуальна оцінка технічного стану гільзи: А – нерівномірний шар нагару; В – зона утворення нагару; С – зона шліфовки.

Таблиця 2.2

Критерії оцінки технічного стану гільз

№	Критерій	Умова
1	Ширина зони шліфування отвору гільзи «С» простягається від нижньої частини гільзи циліндрів угору до рівня розташування верхнього поршневого кільця.	не більше 15 мм
2	Внутрішній діаметр гільзи (номінальний)	129,99-130,01 мм
3	Відносна овальність A_x-B_x	не більше 0,01 мм

Перевірка технічного стану колінчастого вала проводиться для виявлення тріщин, ознак підвищеного зносу поверхні та стану різьби. Перед початком контролю вал необхідно зняти з двигуна та ретельно очистити. Також слід прочистити та продути порожнини масляних каналів після

відкручування їхніх пробок. Якщо під час візуального огляду виявляються тріщини, вал підлягає заміні.

У разі зриву різьби на не більше ніж дві нитки, її можна відновити прогоном. Далі проводиться вимірювання діаметрів корінних і шатунних шийок, на основі чого робиться висновок щодо можливості подальшого використання вала, перешліфування шийок до ремонтного розміру або заміни вала на новий [8].

Замір шийок здійснюється мікрометром по двох поясах у взаємно перпендикулярних площинах (рис. 2.7). Всі однойменні шийки під час перешліфовки обробляються до одного ремонтного розміру.

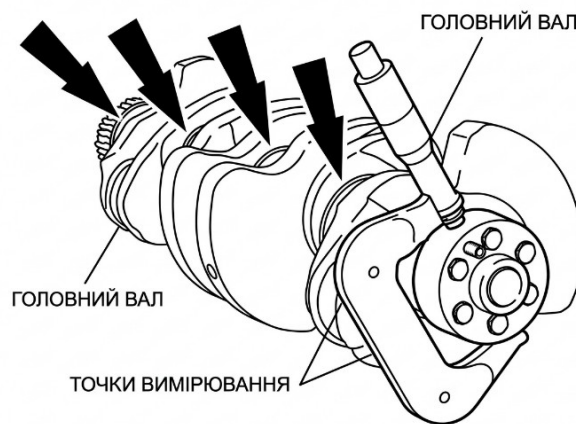


Рис. 2.7. Вимірювання шийок колінчастого вала.

Окрім цього, при оцінці технічного стану колінчастого вала визначається биття в місцях кріплення маховика та осі вала за допомогою мікрометричної індикаторної головки під час обертання колінчастого вала (рис. 2.8).

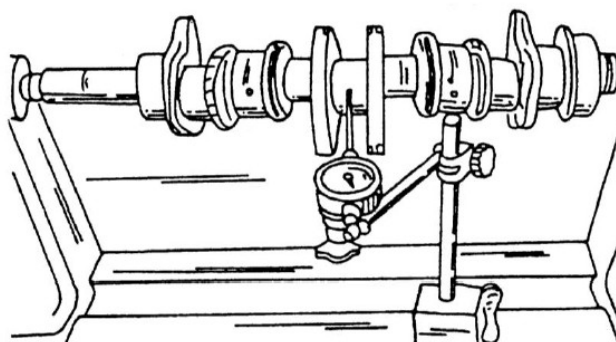


Рис. 2.8. Вимірювання ексцентриситету колінчастого вала.

Ця перевірка дає змогу контролювати перпендикулярність торцевої поверхні фланця. Стан маховика оцінюють за станом поверхні прилягання веденого диска зчеплення, а також за станом маточини і зубчастого обода. Площина прилягання веденого диска повинна бути без подряпин і задирок. Додатково перевіряють биття площини маховика разом із колінчастим валом (рис. 2.9), яке не повинно перевищувати 0,10 мм у крайніх точках.

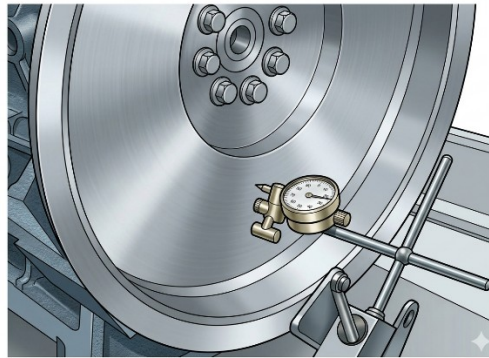


Рис. 2.9. Перевірка биття маховика.

У разі перевищення допустимого биття площину прилягання необхідно прошліфувати, або маховик підлягає заміні. Заміну також виконують при виявленні тріщин на маховику. Якщо зуби обода мають забої, їх слід зачистити, а при значному зношенні або пошкодженні обода його замінюють на новий. Новий обід слід нагріти до 200–230 °С і після цього напресувати на маховик [5].

Висновки до розділу II

В розділі було розроблено послідовність виконання технологічного процесу відновлення двигунів вантажного автомобіля. Охарактеризовано та здійснено підбір необхідного обладнання й інструментів, яке забезпечує ефективність, точність і безпечність виконання робіт.

Розглянуто методи діагностики технічного стану деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна.

РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Існуючі конструкції стендів для збирання і розбирання двигуна

Стенд для збирання та розбирання двигуна складається з механізму кріплення та механізму вертикального обертання двигуна. Принцип їх роботи полягає в наступному: крутний момент від рукоятки передається на вал, потім через шпонкове з'єднання трансформується і передається на планку, яка закріплюється до двигуна за допомогою болтового з'єднання.

За призначенням стенди поділяють на універсальні та спеціалізовані. Універсальні стенди призначені для встановлення однотипних агрегатів різних моделей машин або різнотипних агрегатів однієї моделі. Спеціалізовані стенди використовуються для розбирання однотипних агрегатів певної моделі і, як правило, застосовуються на спеціалізованих ремонтних підприємствах з великою програмою ремонту.

Серед великого різноманіття стендів найбільш поширеними на ремонтних підприємствах є стаціонарні стенди, призначені для обслуговування конкретної марки двигуна [15].

Часто такі стенди виготовляються власними силами підприємств, оскільки масове виробництво універсальних стендів для ремонту двигунів у нашій країні розвинене недостатньо. Це обумовлює необхідність на великих ремонтних підприємствах мати значну кількість розбірних стендів, орієнтованих на конкретні марки двигунів.

Стенд для розбирання та складання двигунів повинен відповідати наступним технічним і експлуатаційним вимогам:

1. Бути універсальним і забезпечувати можливість ремонту двигунів різних марок;
2. Гарантувати простоту установки та надійне кріплення ремонттованих двигунів.

3. Під час роботи на стенді слід передбачити збір або відведення масла, забруднень та інших експлуатаційних рідин, що витікають із внутрішніх деталей розглядуваного двигуна.

4. Стенд має бути спроектований таким чином, щоб його можна було виготовити на власній ремонтній базі підприємства.

Стенд Р-660 – це спеціалізоване обладнання, яке використовується в автосервісах і ремонтних майстернях для розбирання і складання великих дизельних двигунів (зазвичай вантажних автомобілів та великих агрегатів).



Рис. 3.1. Стенд Р-660.

Він оснащений системою регулювання швидкості обертання та індикаторами моменту затягування, що дозволяє виконувати операції з високою точністю та безпекою. Крім того, стенд передбачає можливість кріплення двигуна різних типорозмірів, що робить його універсальним для роботи з двигунами різних моделей.

Двигун монтують на стенд за допомогою вантажопідіймального обладнання, вставляючи штирі в отвори блока циліндрів. Після цього спеціальним механізмом його повертають у положення, зручне для виконання робіт. Демонтаж двигуна зі стенду здійснюють у зворотній послідовності [10].

Привід стану закритий металевим кожухом, на передній панелі якого розміщені кнопки керування реверсивним обертанням механізму повороту двигуна. На рамі передбачено знімну ємність для збирання відпрацьованого масла, забруднень та інших експлуатаційних рідин. Основні технічні параметри цього стану подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технічна характеристика стану Р-660

Параметр	Характеристика
Найменування	Стенд Р-660
Призначення	Перевірка та регулювання генераторів і реле-регуляторів
Тип живлення	380 В, 50 Гц (трифазна мережа)
Споживана потужність	до 5 кВт
Діапазон перевірюваної напруги	12 В / 24 В
Діапазон вимірювання струму	до 100 А
Тип приводу	Електродвигун
Габаритні розміри	приблизно 1200×800×1500 мм
Маса	близько 250 кг

Для порівняння, стан Р-661 (рис. 3.2) має гідравлічний привід, що дозволяє зменшити фізичне навантаження на обслуговуючий персонал та підвищити стабільність обертання двигуна під час перевірок.

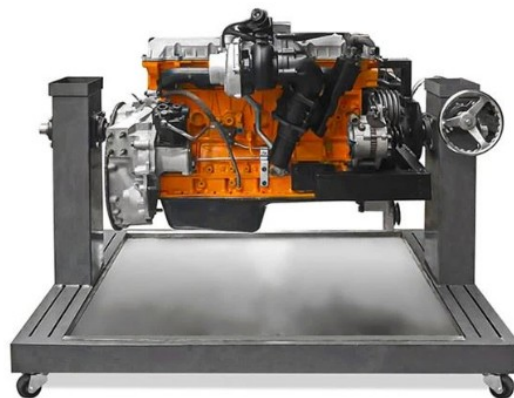


Рис. 3.2. Стенд Р-661.

Він також оснащений цифровою системою контролю параметрів, що підвищує точність діагностики та дозволяє автоматично фіксувати результати випробувань.

Стенд Р-500Е використовується під час ремонту й технічного обслуговування силових агрегатів легкових і вантажних автомобілів, а також інших механічних вузлів як вітчизняного, так і закордонного виробництва (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Стенд Р-500Е.

Завдяки комплекту універсальних адаптерів стенд забезпечує швидке й надійне встановлення двигунів, коробок передач, задніх мостів та інших агрегатів масою до 600 кг. Конструкція стенда дозволяє обертати закріплений вузол навколо осі, що значно полегшує доступ до всіх його частин і підвищує зручність виконання ремонтних операцій [3].

Міцна рама та стійка основа гарантують безпечну експлуатацію обладнання навіть при максимальному навантаженні. Використання стенда Р-500Е сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості виконаних робіт і зменшенню фізичного навантаження на працівників. Він є незамінним елементом оснащення станцій технічного обслуговування, автосервісів і ремонтних майстерень. Основні технічні характеристики стенду Р-500Е наведені в таблиці 3.2.

Технічна характеристика стенду Р-500Е

Тип привода	вручну через черв'ячний редуктор
Максимальна вантажопідйомність, кг	600
Кут повороту двигуна, град	360
Габаритні розміри, мм	1195x791x1050
Маса, кг	160

Основною перевагою стенду Р-500Е є висока точність вимірювань та стабільність роботи, що дозволяє ефективно оцінювати технічний стан двигуна і виявляти неполадки на ранніх стадіях. Завдяки електронній системі керування стенд забезпечує автоматизацію багатьох процедур, що значно зменшує час діагностики та знижує ймовірність людської помилки.

До недоліків стенду відносяться висока вартість обладнання, що може обмежувати його використання на малих СТО або в умовах обмеженого бюджету. Крім того, для повноцінної експлуатації потрібне регулярне технічне обслуговування та навчання персоналу, оскільки складна електроніка потребує уважного ставлення та певних знань.

У деяких випадках обмеження може становити і габаритність стенду, що вимагає достатньо простору в діагностичному цеху.

Стенд Р-776Е дозволяє зручно та безпечно монтувати й фіксувати двигуни, коробки передач, задні мости та інші вузли для розбирання чи збирання.

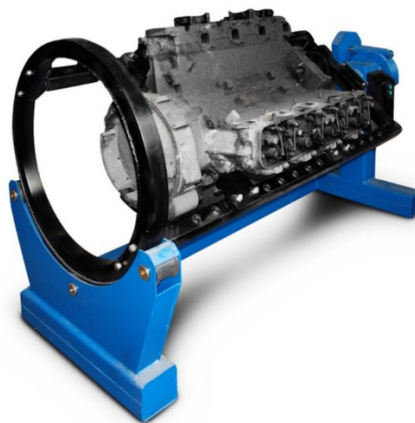


Рис. 3.4. Стенд Р-776Е.

Стенд є стаціонарним та має значні габарити, що дозволяє розміщувати на ньому не лише двигуни, а й задні мости та інші агрегати. Універсальна платформа для кріплення забезпечує можливість роботи в різних площинах. Основні технічні характеристики стенду Р-776Е наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Технічна характеристика стенду Р-776Е

Параметр	Значення
Модель	Р-776Е
Призначення	Розбирання/збирання V-подібних двигунів, КПП, задніх мостів та інших агрегатів до 2000 кг
Грузопідйомність	до 2000 кг
Спосіб повороту	Ручний через черв'ячний редуктор
Кут повороту	360°
Габарити (Д×Ш×В)	~2388×1060×1425 мм
Вага стенда	~385 кг

Основне призначення:

- призначений для обслуговування двигунів, коробок передач, задніх мостів та інших агрегатів як вітчизняного, так і імпорного виробництва;
- стенд монтується на рівну підлогу без потреби у додатковому кріпленні;
- він забезпечує надійну фіксацію ремонтного агрегату у зручному для роботи положенні.

Конструкція стенду представляє собою зварну раму з подовженою п-подібною основою, що забезпечує зручний доступ до двигуна. На рамі встановлено дві стійки, одна з яких обладнана черв'ячним редуктором. Двигун або інший агрегат фіксується на платформі, розташованій між стійками, за допомогою універсальних кронштейнів.

Стенд Р-1250, призначений для збирання та розбирання двигунів, є універсальним обладнанням, що дозволяє працювати з різними типами двигунів вагою до 1250 кг. Він забезпечує надійну фіксацію агрегату в

зручному для обслуговування положенні, що значно спрощує виконання ремонтних та монтажних-демонтажних робіт (рис. 3.5).



Рис. 3.5 Стенд Р-1250.

Конструкція стану передбачає міцну основу і поворотний механізм, який дозволяє обертати двигун для доступу до всіх його вузлів без необхідності додаткового переміщення або піднімання. Завдяки своїй універсальності, Р-1250 підходить як для двигунів вітчизняного, так і для імпорного виробництва, забезпечуючи ефективність та безпеку при проведенні складально-розбірних операцій. Основні технічні характеристики стану для збирання і розбирання двигуна наведені в таблиці 3.4.

Його експлуатація не вимагає спеціального кріплення до підлоги, що робить можливим використання стану у різних робочих приміщеннях.

Таблиця 3.4

Технічна характеристика стану Р-1250

Показник	Значення
Модель	Стенд Р-1250 (Р1250)
Призначення	Розбирання/збирання двигунів, КПП, мостів та інших агрегатів
Тип	Стационарний
Грузопідйомність	1250 кг

Продовження таблиці 3.4

Спосіб повороту	Ручний (черв'ячний редуктор)
Угол повороту	360°
Габарити (Д×Ш×В), мм	Приблизно 1430×940×940–1250
Маса станда	195–235 кг
Додаткові елементи	Адаптери для установки агрегатів

Усі розглянуті стени мають як переваги, так і недоліки. На основі цього можна визначити напрямки вдосконалення їх конструкцій та інтеграції нових пристроїв. Найважливішими характеристиками є універсальність і вантажопідйомність [5].

Серед представлених варіантів найбільш перспективним для модернізації виявляється стенд Р-1250 для збирання та розбирання двигуна. Цей стенд оснащений універсальним кріпленням, що забезпечується використанням адаптерів різних розмірів, і має достатню вантажопідйомність (1250 кг), що дозволяє проводити модернізацію без зниження його номінальної стійкості.

3.2 Розробка стану для монтажу та демонтажу двигуна вантажного автомобіля

Стенд для збирання та розбирання двигуна вантажного автомобіля широко застосовується на авторемонтних підприємствах, а також на ремонтних базах і в майстернях промислових підприємств.

При його проектуванні враховувалися дані технічної літератури, довідники, методичні посібники та каталоги спеціалізованого гаражного обладнання, що дозволило створити сучасний і практичний пристрій для технічного обслуговування двигунів.

Особлива увага приділялася технічним вимогам до стану. Умови експлуатації в ремонтному виробництві передбачають необхідність високої

надійності, тобто забезпечення безвідмовної роботи пристрою до наступної планової атестації. Для підвищення рівня технічної досконалості та уніфікації конструкції були використані перевірені зразки аналогічного обладнання, що вже успішно застосовуються в промисловості.

З урахуванням специфіки виконуваних робіт, до станду висуваються посилені вимоги з безпеки праці. Конструкція передбачає стабільне кріплення агрегатів у зручному положенні, що мінімізує ризик травмування персоналу, а також забезпечує ергономічність робочого процесу.

Крім того, стенд оснащений механізмами для регулювання висоти та повороту двигуна, що дозволяє оптимізувати доступ до всіх вузлів і агрегатів під час виконання ремонтних операцій.

Важливим аспектом є також універсальність використання: стенд може адаптуватися до двигунів різних модифікацій та типів, що робить його ефективним інструментом у будь-якому авторемонтному цеху, підвищуючи продуктивність та якість проведених робіт [3].

При створенні конструкції була використана кінематична схема, показана на рисунку 3.6, як базова модель.

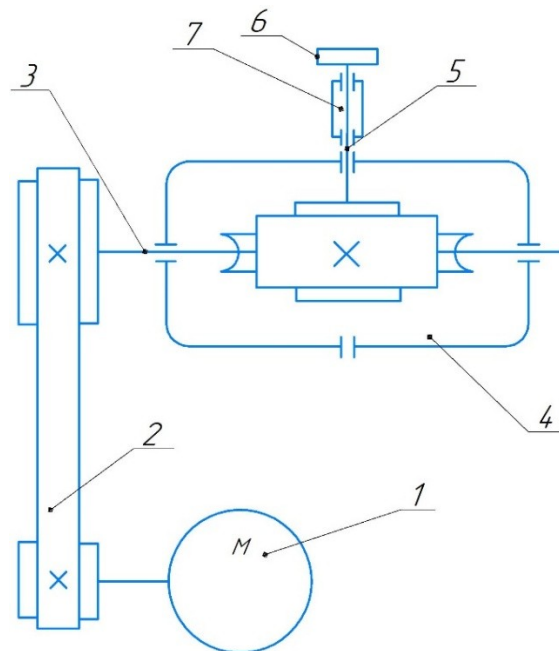


Рис. 3.6. Кінематична схема станку: 1 – електродвигун; 2 – клинопасова передача; 4 – редуктор черв'ячний; 3 – вхідний вал редуктора; 5 – вихідний вал редуктора; 6 – шпиндель; 7 – проміжна опора.

На її основі розроблено механізм, який забезпечує необхідні рухи та взаємодії між елементами, враховуючи експлуатаційні навантаження та вимоги до надійності. Подальше проектування включало оптимізацію параметрів рухомих частин для забезпечення стабільної роботи, а також вибір матеріалів і методів кріплення, що гарантують довговічність та безпечність експлуатації.

Принцип роботи стану полягає в наступному: від трифазного двигуна 3 (рис. 3.7), який має можливість змінювати напрямок обертання, крутний момент передається через клинопасову передачу 4 на вхідний вал черв'ячного редуктора [6].

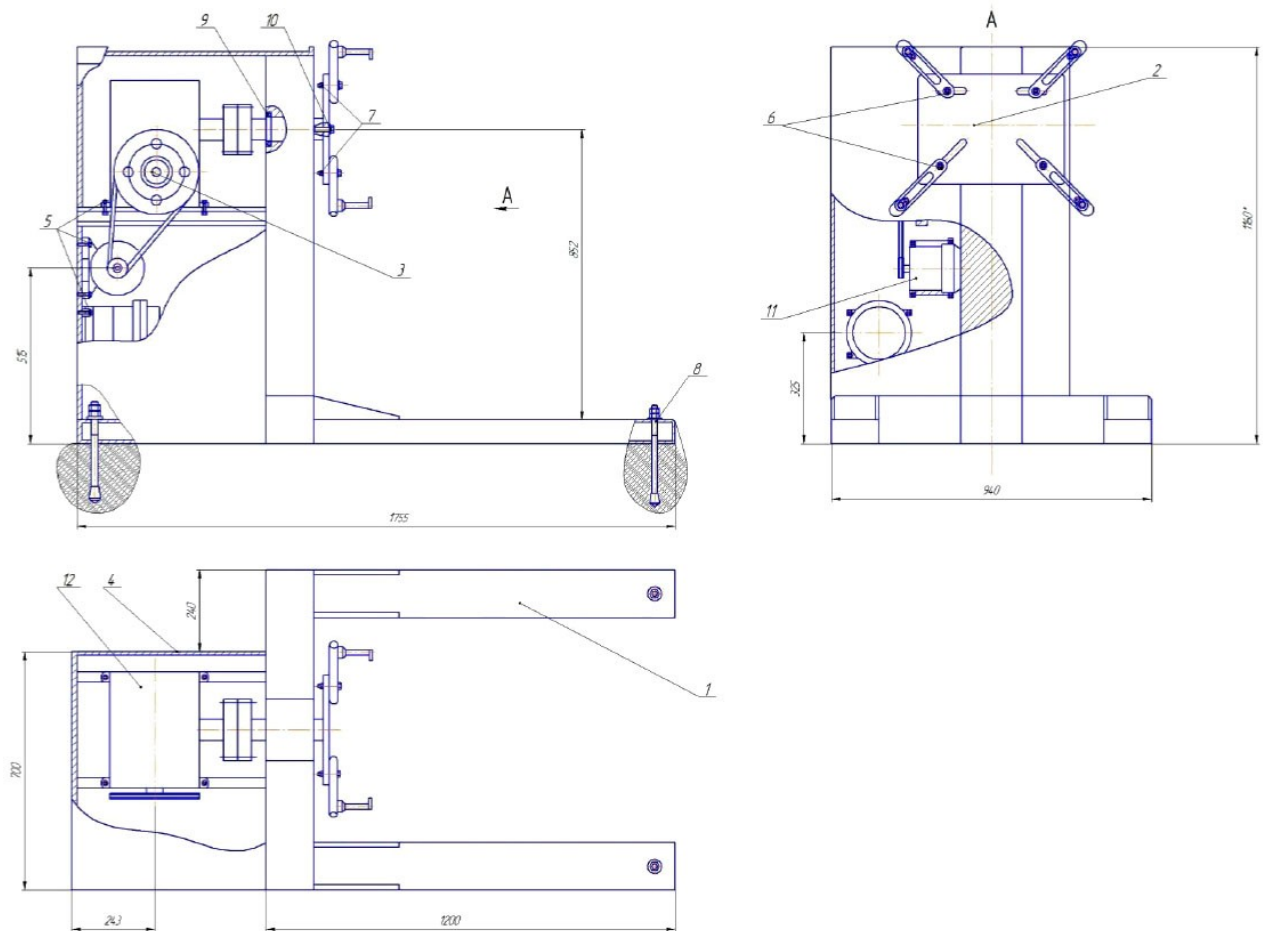


Рис. 3.7. Загальний вид стану: 1 – підстава; 2 – магнітний пускач; 3 – електродвигун; 4 – клинопасова передача; 5 – черв'ячний редуктор; 6 – фланцева муфта; 7 – вихідний вал стану; 8 – каркас; 9 – шпindel; 10 – кронштейн; 11 – проміжна опора.

Вихідний вал редуктора через фланцеву муфту 6 з'єднаний з вихідним валом 7. На валу встановлений шпindel 9, до якого кріпиться кронштейн 10 для монтажу агрегатів або деталей, що підлягають обробці. Вихідний вал 7 обертається в підшипниках, розташованих у додатковій опорі 11, що забезпечує стабільність і точність обертання.

Корпус 9 стану виконаний у вигляді коробчастої звареної конструкції, що підвищує його жорсткість і надійність при експлуатації. У корпусі також розташований електромагнітний пускач 2, який забезпечує пуск двигуна та зміну напрямку обертання валу. Корпус 8 спирається на підставу 1, яка має бути надійно закріплена на підлозі приміщення для забезпечення стійкості стану під час роботи.

Додатково передбачено можливість регулювання положення шпинделя та кронштейна, що дозволяє адаптувати стан до різних типів агрегатів. Використання черв'ячного редуктора забезпечує плавне і рівномірне передавання крутного моменту, зменшуючи вібрації та навантаження на вузли. Така конструкція дозволяє виконувати роботи з високою точністю та безпекою, а також полегшує обслуговування двигунів і агрегатів різного типу.

Для підвищення рівня стандартизації можна застосувати стандартний черв'ячний редуктор, що випускається вітчизняними виробниками. У цьому випадку необхідно подовжити вихідний вал редуктора за допомогою додаткового вала 7, який з'єднується з основним валом через фланцеву муфту 6. Щоб підвищити жорсткість конструкції, додатковий вал слід встановити в опорі 11. Черв'ячний редуктор закріплюється болтами на двох поперечках із швелерного профілю, які приварені до каркаса стану.

Використання стандартного черв'ячного редуктора дозволяє знизити вартість стану та спрощує його розбирання й складання.

Кріплення двигуна до стану здійснюється через змінний кронштейн 10, який фіксується болтами до шпинделя 9. Така конструкція забезпечує

можливість застосування інших кронштейнів, що дозволяє використовувати стенд для розбирання та складання двигунів різних автомобілів.

Необхідно передбачити наявність спеціальних відсіків для зберігання кріпильних елементів, інструментів та пристосувань. Рекомендується робити висувні ящики для інструментів і пристосувань, що дозволяє ефективно використовувати внутрішній простір стенду. Зовні можна закріпити прямокутні відділення для кріплення, що прискорить процес складання та розбирання.

Двигун піднімають над стендом за допомогою кран-балки або іншого підйомного обладнання на таку висоту, щоб вісь обертання шпинделя збігалася з центром тяжіння двигуна. Для надійного кріплення двигун (або агрегат) повинен мати площину з чотирма різьбовими отворами (шпильками) (рис. 3.8).

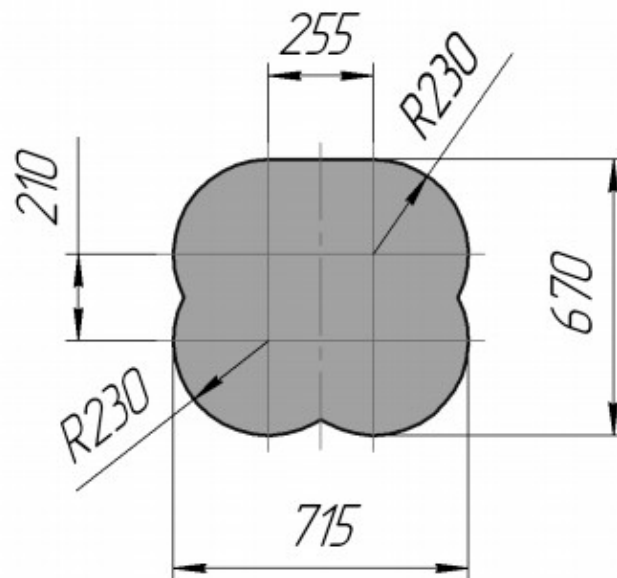


Рис. 3.8. Схема розташування отворів в двигуні.

Точки кріплення (різьбові отвори, болти, шпильки, гайки, фланці тощо) повинні бути міцними та витримувати вагу двигуна при будь-якому куті його повороту.

Двигун фіксують за допомогою адаптерів різної довжини, що входять до комплекту, одним із трьох способів, наведених на рисунку 3.9. Після

цього адаптери прикручують гвинтами до кронштейна, а далі затягують кріплення шпинделів до кронштейна.

Щоб запобігти забрудненню робочого місця під час розбирання двигуна ПММ, під нього встановлюють піддон (до комплекту не входить). Двигун повертають у зручне для виконання робіт положення. Відповідно до вимог ГОСТ 51151–98, зусилля, що прикладається до важелів механізмів обладнання, не повинно перевищувати 250 Н.

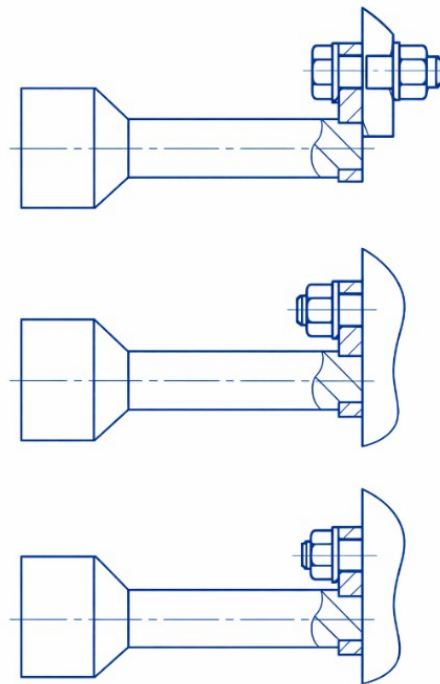


Рис. 3.9. Схематичне зображення кріплення адаптерів до двигуна.

Стенд потребує технічного обслуговування не рідше ніж один раз на шість місяців. Необхідно змащувати підшипники шпинделя та редуктора через прес-маслянку синтетичним солідолом відповідно до ГОСТ 4366–76. У редуктор рекомендується заливати масло ВТД–460 в обсязі 1 літр.

Після одного року експлуатації масло слід замінити. Регулярне технічне обслуговування забезпечує довготривалу та безперебійну роботу стенда.

Щомісяця потрібно проводити профілактичний огляд стенда та підтягування його кріпильних елементів. Під час кожного використання слід перевіряти стан адаптерів, кронштейнів, болтів і гайок кріплення кронштейнів, а також гвинтів кріплення адаптерів.

3.3 Розрахунок параметрів конструкції та визначення енергетичних засобів

Виконаємо енергетичний розрахунок, у межах якого визначимо навантаження, що діють на точки кріплення.

Оскільки центр ваги двигуна не співпадає з віссю обертання, навантаження між точками кріплення розподілятиметься нерівномірно. Для його визначення необхідно розрахувати реакції опор поперечної балки.

$$F\left(\frac{l}{2}-\delta\right)-R_b l=0; R_b=\frac{F\left(\frac{l}{2}-\delta\right)}{l},$$

$$R_b=7,5-15\cdot\frac{0,1}{0,595}\cdot 4,98(kH)$$

де F – вага двигуна, kH , $F=15$;

l – відстань між точками кріплення двигуна, м, $l=0,595$;

δ – відхилення центру ваги двигуна від осі обертання, м, $\delta=0,1$;

R_b – сила реакції опори, kH .

Реакція опори розглядається в точці А.

$$F\left(\frac{l}{2}-\delta\right)-R_a l=0; R_a=\frac{F\left(\frac{l}{2}+\delta\right)}{l},$$

$$R_a=7,5+15\cdot\frac{0,1}{0,595}=10,20(kH),$$

де R_a – сила реакції опори, kH .

Потужність, що передається на робочий вал.

Потужність на робочому валу визначається за формулою, Вт.

$$P_{p.v.}=M_c\cdot\omega_3;$$

$$P_{p.v.} = 750 \cdot 0,47 = 352,5 \cdot (Bm) = 0,35 (kBm).$$

де M_c – момент опору, який виникає через зміщення маси двигуна від осі обертання, вимірюється в Н·м.

ω_3 – кутова швидкість обертання робочого валу, одиниця виміру c^{-1} .

$$M_c = \Delta \frac{l}{2}; (H \cdot m)$$

$$M_c = 2520 \frac{0,595}{2} = 750; (H \cdot m)$$

де Δ – різниця реакцій опори в найбільш віддаленій точці кріплення при зміщенні центра тяжіння двигуна та без його зміщення відповідно:

$$\Delta = R_a - \frac{F}{2}; (kH); \Delta = 10,20 - \frac{15}{2} = 2,52 (kH) = 2520 (H)$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n}{30}; \omega_3 = \frac{3,14 \cdot 4,5}{30} = 0,47 c^{-1}.$$

де n – частота обертання робочого валу, xv^{-1} , приймаємо $n=4,5$;

Потужність на першому валу дорівнює потужності електродвигуна і визначається за формулою:

$$P_1 = \frac{P_{p.v.}}{\Pi_{np}}; P_1 = \frac{0,35}{0,61} = 0,58 (kBm)$$

де Π_{np} – це сумарний ККД привідної системи.

$$\Pi_{np} = \Pi_{nid}^5 \cdot \Pi_{чп}^2;$$

$$\Pi_{np} = 0,99^5 \cdot 0,8^2 = 0,61$$

де Π_{nid} – коефіцієнт корисної дії пари підшипників, $\Pi_{nid} = 0,99$,

$\Pi_{чп}$ – ККД черв'ячної пари, $\Pi_{чп} = 0,8$.

Далі проводимо вибір електродвигуна. Електродвигун обираємо за допомогою додатку, виходячи з умови $N_{дв} > N_1$. Після цього зазначаємо марку двигуна, його основні характеристики та габарити, а також створюємо ескіз (рис. 3.10). Технічні параметри електродвигуна тип електродвигуна 4А 90 L А 8 наведено у таблиці 3.5.

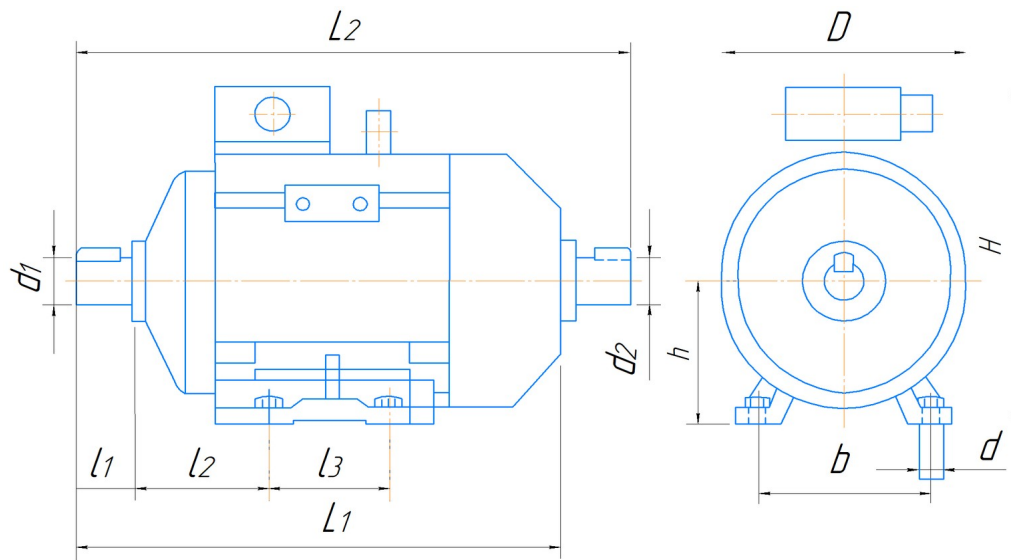


Рис. 3.10. Основні розміри дані електродвигуна.

Таблиця 3.5

Характеристики електродвигуна

Основні розміри, мм													
L_1	L_{10}	L_{30}	L_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	h_{10}	h_{31}
50	125	350	56	24	10	208	8	140	90	7	27	11	243

Вибір редуктора (рис. 3.11). Для редукторів з міжосьовою відстанню $A < 80$ мм за будь-якого режиму роботи, а також для редукторів з $A > 100$ мм при повторно-короткочасних режимах експлуатації (коли навантаження на редуктор не перевищує 24 хв на годину) значення навантажень, визначені за механічною міцністю передач, не обмежуються тепловою потужністю редуктора за умови, що температура навколишнього повітря $t_{\text{в}} < 40^\circ\text{C}$ та температура масла в ванні $t_{\text{м}} < 90^\circ\text{C}$.

Для приводу стенда, що проектується, обираємо два одноступінчасті редуктори типу РЧУ. Визначаємо крутний момент на тихохідному валу:

$$M_p = M_n \cdot K;$$

де M_n – максимальний крутний момент, що передається редуктором,
 $M_n = T;$

K – коефіцієнт умов роботи, що визначається за таблицею, $K=1$, при сумарній тривалості роботи в добу від 0,5 до 2,0 годин,

$$M_{p2} = T_2 K; (H \cdot m)$$

$$M_{p3} = T_3 K; (H \cdot m)$$

$$M_{p2} = 100,68 (H \cdot m)$$

$$M_{p3} = 970 (H \cdot m)$$

де M_{p2} та M_{p3} – це розраховані крутні моменти відповідно на другому та третьому валах.

Підбір редуктора здійснюємо шляхом зіставлення розрахункового моменту M_p зі значеннями M_2 за відповідної частоти обертання та номінального передавального числа. Для першого ступеня обрано універсальний черв'ячний редуктор із міжосьовою відстанню $A=63$ мм та передавальним числом 12,5.

Редуктор виконаний за відповідною схемою складання, з горизонтальним розташуванням черв'ячної пари та з лапами - РЧУ–63–12,5–2–4–2. Для другого ступеня вибрано універсальний черв'ячний редуктор із міжосьовою відстанню $A=160$ мм і передавальним числом 12,5.

Конструкція передбачає бокове розташування черв'яка та відсутність лап - РЧУ–160–12,5–2–3–1 (рис.3.11). Основні розміри редукторів подано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Основні розміри редукторів

Позначення редуктора	Основні розміри, мм											
	A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	d	d ₁
РЧУ–63	63	150	180	165	42	100	145	125	190	5	13	16
РЧУ–160	160	360	460	335	95	245	280	245	425	9	22	10
	d ₂	H	H ₁	H ₂	H ₃	L	L ₁	L ₂	h	h ₁	h ₂	
РЧУ–63	10.5	225	82	115	65	150	100	220	155	115	200	
РЧУ–160	22	490	160	245	130	335	250	490	420	220	420	

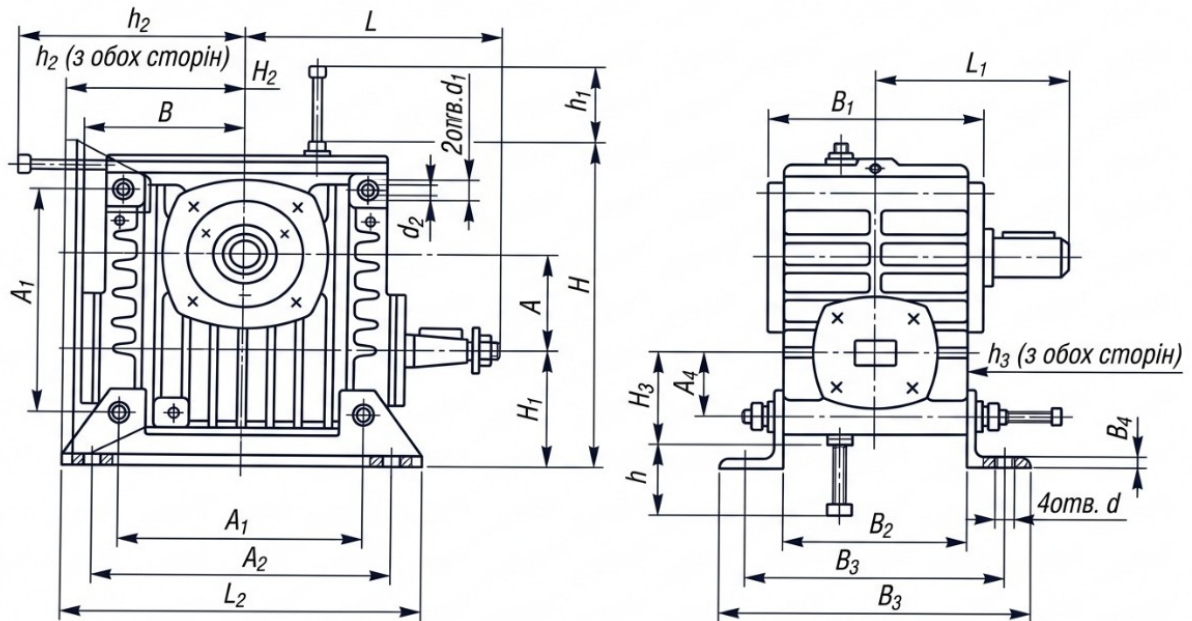


Рис. 3.11. Редуктор універсальний черв'ячний.

Муфту обирають за значенням розрахункового крутного моменту та за діаметрами з'єднуваних кінців валів.

Розрахунковий крутний момент – це величина моменту, яку муфта повинна надійно передавати під час роботи механізму.

$$T_p = K_p T < [T]$$

де T_p – розрахований крутний момент, Н·м;

K_p – коефіцієнт, що враховує режим роботи механізму; приймається в межах 1,5...2,0, у даному випадку обрано $K_p=2,0$;

T – крутний момент, який передається валами, Н·м;

$[T]$ – номінальний крутний момент, Н·м, що може передавати муфта відповідного типорозміру. Розрахунковий крутний момент для першого валу:

$$T_{p1} = K_p T_1;$$

$$T_{p1} = 2 \cdot 10,1 = 20,2 \cdot (\text{Н} \cdot \text{м})$$

З таблиці обрано пружну втулково-пальцеву муфту з номінальним крутним моментом $[T]=63 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Діаметр посадкового отвору однієї напівмуфти становить $d = 22 \text{ мм}$, тип 1 (з циліндричними отворами під кінець

вала), виконання 2 (для короткого кінця вала). Діаметр посадкового отвору другої напівмуфти також дорівнює $d = 22$ мм, тип 2 (з конічним отвором), виконання 2.

МУВП–63–22–1,2–22–2,2 ГОСТ 21424–75

Розрахунок крутних моментів на другому валу.

$$T_{p2} = K_p T_2;$$

$$T_{p1} = 2 \cdot 100,68 = 201,36 (H \cdot m)$$

Із таблиці було обрано пружну втулково-пальцеву муфту з номінальним крутним моментом $[T] = 250 H \cdot m$. Діаметр посадкового отвору першої напівмуфти становить $d = 25$ мм, тип 1, виконання 2. Діаметр посадкового отвору другої напівмуфти — $d = 40$ мм, тип 2 (з конічним отвором), виконання 2. Позначення муфти: МУВП–250–25–1,2–40–2,2 ГОСТ 21424–75. Розрахунковий крутний момент на третьому валу.

$$T_{p3} = K_p T_3;$$

$$T_{p1} = 2 \cdot 970 = 1212,5 (H \cdot m)$$

Із таблиці було обрано зубчасту муфту з номінальним крутним моментом $[T] = 2500 H \cdot m$. Діаметр посадкового отвору першої напівмуфти становить $d = 60$ мм тип 2 (для короткого кінця вала), діаметр посадкового отвору другої напівмуфти також $d = 60$ мм, виконання 2: Позначення муфти: Муфта–1–2500–60–2–60–2 ГОСТ 5006–83.

Висновки до розділу III

У розділі проведено аналіз існуючих конструкцій стендів, призначених для збирання та розбирання двигунів.

Розроблено конструкцію стенду для збирання та розбирання двигуна вантажного автомобіля

Розраховано параметри конструкції, що дозволило визначити оптимальні геометричні та механічні характеристики елементів системи.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги з охорони праці на підприємстві з ремонту автомобілів

Усі працівники, які приймаються на роботу або проходять навчання та інструктажі з охорони праці на підприємстві, повинні вивчати правила надання першої медичної допомоги потерпілим у разі нещасного випадку, а також правила поведінки при аваріях чи пожежах.

Керівники зобов'язані проводити для своїх працівників такі види інструктажів:

1. Вступний інструктаж проводиться при прийомі на роботу у кабінеті охорони праці або кабінеті керівника представником служби охорони праці. Може проводитися з одним або кількома працівниками одночасно. Результат заноситься до журналу з підписами інструктованих і інструктора.

2. Первинний інструктаж здійснюється на робочому місці керівником робіт для одного працівника або групи працівників однієї професії. Після проведення інструктажу працівник проходить стажування.

3. Повторний інструктаж – проводиться раз на пів року, а для робіт з підвищеною небезпекою раз на три місяці. Також повторний інструктаж проводять після перерви в роботі понад 60 днів (для небезпечних робіт – понад 30 днів).

4. Цільовий інструктаж проводиться при зміні видів робіт або при видачі наряду-допуску.

5. Позаплановий інструктаж здійснюється у разі нещасного випадку, зміни обладнання або пристосувань, модернізації технологічного процесу, реконструкції підприємства або змін у законодавстві.

Керівник, який проводить інструктажі, заносить відповідний запис до журналу з обов'язковими підписами інструктованого працівника та

інструктора. Журнал має бути пронумерованим, прошнурованим та скріпленим печаткою.

Слід дотримуватися таких правил безпеки:

До виконання робіт допускаються лише працівники, які ознайомлені з правилами техніки безпеки, знають безпечні методи роботи та мають відповідний допуск. Практиканти можуть працювати тільки після проходження вступного інструктажу та навчання безпечним методам роботи на робочому місці і лише під керівництвом досвідчених фахівців, призначених наказом підприємства або рішенням його управління.

Перед розбиранням і миттям машин, агрегатів та вузлів необхідно злити паливо, масло, гальмівну та охолоджуючу рідину у спеціально призначені ємності. Зливати спеціальні рідини на підлогу або ґрунт суворо заборонено. Використання бензину для миття деталей категорично забороняється.

Агрегати та деталі двигунів, які працюють на етильованому бензині, перед миттям слід промивати гасом або іншими нейтралізуючими рідинами. Розбирання та складання машин, агрегатів і вузлів слід виконувати на спеціально обладнаних майданчиках із верстаками, стендами, козлами, стелажми, підставками, підйомно-транспортними пристроями та інструментом. Забороняється розбирати, ремонтувати або складати машини, агрегати та вузли, що підвішені на підйомних механізмах або встановлені на непередбачені опори (дошки, піддони, цеглу, колеса тощо).

Запуск складених агрегатів і вузлів без нагляду головного інженера, начальника цеху чи завідуючого, або без їх дозволу, заборонено. Знімати та встановлювати пружини, впресовувати або випресовувати втулки, підшипники та інші вставні деталі слід за допомогою спеціальних пристроїв, пресів і знімачів. Встановлене або відремонтоване обладнання пускають у роботу лише після перевірки його справності і з дозволу головного інженера, начальника цеху або завідуючого майстернею. Приміщення або робоча дільниця повинні мати вентиляцію, яка підтримує постійну температуру,

вологість і чистоту повітря незалежно від пори року та режиму технологічного процесу.

Температура повітря в приміщенні повинна підтримуватися на рівні 18–25 °С. Робоча ділянка має бути добре освітлена, бажано комбінованим способом – природним та штучним світлом. Захист від ураження електричним струмом забезпечується підключенням всього обладнання під напругою до захисного заземлення. Вертикальні заземлювачі розташовують по периметру будівлі.

Для гасіння пожежі на ділянці слід мати індивідуальні засоби пожежогашіння, пожежний щит з інструментом та ящик із піском.

Для підвищення безпеки та зменшення травматизму інвентар слід фарбувати:

- зовнішні поверхні огорож та небезпечних місць – насиченим жовтим кольором;
- частини машин та агрегатів, зіткнення з якими може спричинити травму
- червоним із білими смугами;• поверхні кожухів – пунктиром жовтого кольору;
- кнопки керування обладнанням: «Пуск» – зелений, «Стоп» – червоний.

Інструмент завжди має бути справним і відповідати вимогам з техніки безпеки. Поверхня бойка молотка або кувалди повинна бути рівною, злегка випуклою та без тріщин. Ручки молотків виготовляють лише з твердих і в'язких порід деревини, таких як кизил, молодий дуб, горобина тощо.

Молоток, насаджений на ручку, закріплюють клином із м'якої сталі. Інструменти із загостреними неробочими кінцями оснащують бандажними кільцями відповідно до розміру ручки.

Забороняється користуватися гайковими ключами з пошкодженим зівом, тріщинами або забоями, а також вставляти в зів сторонні підкладки чи викрутки.

Не допускається подовження ручок ключів за допомогою труб. Керівники зобов'язані організовувати для працівників навчання та інструктажі з питань охорони праці. Такі заняття проводяться як для практикантів, так і для робітників у процесі їхньої трудової діяльності.

Якщо рівень шуму перевищує 80 дБ, слід обов'язково застосовувати індивідуальні засоби захисту.

Після завершення роботи весь інструмент потрібно розміщувати в інструментальні шафи, шухляди або на полиці.

Для зняття, встановлення або транспортування деталей, вузлів та агрегатів масою понад 20 кг необхідно використовувати підйомно-транспортні механізми, оснащені спеціальними захватами. Такі роботи мають виконувати лише працівники, які пройшли відповідний інструктаж.

Непотрібні інструменти не повинні залишатися на робочому столі або на підлозі під ногами робітника.

Дотримання зазначених вимог і рекомендацій дозволяє підвищити ефективність праці приблизно на 15–25%.

4.2 Загальні правила протипожежної безпеки

Дотримання правил протипожежної безпеки є обов'язковою умовою для забезпечення безпечної роботи персоналу та збереження майна. Всі працівники повинні проходити інструктажі та навчання з пожежної безпеки перед початком роботи, а також періодично повторювати їх протягом експлуатації.

Відповідальність за дотримання заходів пожежної безпеки покладається на керівника підприємства, який також призначає відповідальних за пожежну безпеку у кожному цеху. Для забезпечення протипожежної безпеки слід дотримуватися таких правил:

- підтримувати виробничі приміщення та робочі місця в чистоті;
- не захащувати проходи та проїзди;

- негайно прибирати розлиті технічні та мастильні матеріали.

Паління дозволяється лише у спеціально відведених місцях, обладнаних урнами.

Від швидкості реагування та запобігання наслідкам надзвичайних ситуацій залежить не лише матеріально–виробничий аспект, а й здоров'я працівників. Тому підприємство повинно діяти у відповідності до програми Державної системи запобігання надзвичайним ситуаціям, що передбачає:

- контроль за станом потенційно небезпечних об'єктів;
- створення запасів матеріально–технічних засобів, медичних препаратів та інших необхідних ресурсів;
- забезпечення високої готовності органів управління, сил і засобів до реагування у надзвичайних ситуаціях;
- проведення аварійно–відновлювальних та інших робіт для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

На території підприємства забороняється куріння та використання відкритого вогню, а робота з легкозаймистими рідинами, такими як бензин чи мастильні матеріали, проводиться тільки у спеціально обладнаних приміщеннях або зонах.

Для швидкого реагування на можливе загоряння необхідно підтримувати у готовності первинні засоби пожежогасіння, такі як вогнегасники, пожежні крани та пожежні рукави, а також регулярно перевіряти їх стан.

Всі електроустановки повинні експлуатуватися відповідно до норм, без перевантаження мереж, а місця зберігання паливно-мастильних матеріалів обладнані вентиляцією та спеціальними контейнерами, що запобігають витоку та займання.

У разі виникнення пожежі або аварійної ситуації працівники зобов'язані негайно повідомити чергового або службу порятунку, організувати евакуацію персоналу та вжити заходів для гасіння вогню, дотримуючись власної безпеки та інструкцій з пожежної безпеки.

Систематичне дотримання цих правил дозволяє мінімізувати ризики загоряння та забезпечує безпечну роботу.

4.3 Безпека праці при використанні стендового обладнання при ремонті двигунів

Під час виконання ремонтних робіт двигунів із використанням стендового обладнання особлива увага повинна приділятися дотриманню вимог безпеки праці, оскільки такі роботи пов'язані з підвищеним рівнем небезпеки.

Стендове обладнання застосовується для розбирання, складання, перевірки та випробування двигунів внутрішнього згоряння, зокрема автомобільних, тракторних чи промислових силових агрегатів. Неправильна експлуатація стендів, порушення технології ремонту або нехтування правилами охорони праці можуть призвести до травм, ураження електричним струмом, пожежі або пошкодження обладнання.

Перед початком роботи працівник повинен пройти відповідний інструктаж з охорони праці, ознайомитися з технічною документацією на стенд та переконатися у справності обладнання. До роботи допускаються лише особи, які мають відповідну кваліфікацію та знають принцип дії стенда, порядок його увімкнення й вимкнення, а також дії у разі виникнення аварійної ситуації.

Особливо важливо перевірити наявність заземлення, цілісність ізоляції електропроводів, справність вимикачів, пускових пристроїв і захисних кожухів. Забороняється використовувати обладнання з видимими пошкодженнями або несправностями.

Робоче місце повинно бути організоване відповідно до вимог виробничої санітарії та ергономіки. Підлога має бути рівною, неслизькою, очищеною від мастила та сторонніх предметів.

Освітлення повинно забезпечувати достатню видимість усіх вузлів двигуна та елементів стенда. У приміщенні необхідна ефективна вентиляція, особливо під час випробування двигунів, оскільки утворюються вихлопні гази, що містять шкідливі речовини. Для їх відведення застосовують спеціальні витяжні системи.

Під час встановлення двигуна на стенд слід користуватися справними підймальними механізмами тельферами, кранами або гідравлічними підйомниками. Двигун повинен бути надійно закріплений на опорах стенда згідно з інструкцією виробника. Недостатнє або неправильне кріплення може призвести до його зміщення чи падіння під час роботи, що створює небезпеку для працівника. Усі кріпильні елементи необхідно перевіряти на міцність і відсутність дефектів.

Особливу увагу потрібно приділяти електробезпеці. Більшість стендів працюють від електромережі, тому існує ризик ураження струмом. Забороняється торкатися оголених проводів, проводити ремонт електричної частини обладнання без відключення живлення та відповідного допуску. У разі виявлення несправності електрообладнання роботу необхідно негайно припинити й повідомити відповідальну особу. Вмикання стенда слід здійснювати лише після перевірки правильності під'єднання всіх систем — паливної, охолоджувальної, мастильної.

Під час випробування двигуна на стенді необхідно стежити за показниками контрольно-вимірювальних приладів. Не допускається перевищення встановлених режимів роботи, оскільки це може призвести до руйнування деталей, розриву з'єднань або перегріву агрегату. Працівник повинен знаходитися на безпечній відстані від рухомих частин, уникати контакту з обертовими валами, шківками, вентиляторами.

Усі рухомі елементи мають бути закриті захисними кожухами. Під час роботи обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Працівник повинен бути одягнений у справний спецодяг, що щільно прилягає до тіла та не має звисаючих частин. Необхідно користуватися

захисними рукавицями, окулярами або щитком для захисту очей від можливого потрапляння частинок металу, мастила чи інших рідин. У разі підвищеного рівня шуму застосовують засоби захисту слуху.

Окрему небезпеку становлять паливно-мастильні матеріали, які є легкозаймистими. Під час роботи слід уникати відкритого вогню та іскроутворення. У приміщенні мають бути наявні справні первинні засоби пожежогасіння вогнегасники відповідного типу. Розливи пального або мастила необхідно негайно прибирати, використовуючи абсорбуючі матеріали. Забороняється зберігати великі об'єми пального безпосередньо біля стенда. У випадку аварійної ситуації, появи сторонніх шумів, вібрації, запаху горілого або витіку пального стенд слід негайно вимкнути аварійною кнопкою та знеструмити. Подальші дії виконуються згідно з інструкцією з ліквідації аварійних ситуацій. Не допускається самостійне усунення складних несправностей без відповідної підготовки.

Після завершення роботи необхідно вимкнути обладнання від мережі, перекрити подачу пального та охолоджувальної рідини, очистити робоче місце. Інструменти повинні зберігатися у відведених місцях, а відпрацьовані матеріали утилізуватися згідно з установленими нормами.

Регулярне технічне обслуговування стендового обладнання, перевірка його технічного стану та дотримання правил експлуатації є запорукою безпечної та ефективної роботи.

Висновки до розділу IV

В розділі вивчено основні вимоги з охорони праці на підприємстві з ремонту автомобілів та узагальнено основні вимоги протипожежної безпеки.

Розглянуто заходи з охорони праці при використанні стендового обладнання під час ремонту двигунів. Визначено порядок проведення інструктажів та контролю технічного стану стендового обладнання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В теоретичному розділі проаналізовано особливості, будову й компонування двигуна вантажного автомобіля на прикладі двигуна RASCAR MX-13. Визначено основні причини передчасного зносу та відмов агрегатів, що дозволяє робити висновки щодо необхідності своєчасного технічного обслуговування. Обґрунтовано особливості ремонту та технічного обслуговування двигуна, основні види ремонтних робіт, порядок їх виконання та послідовність технічного обслуговування.

В технологічному розділі було розроблено послідовність виконання технологічного процесу відновлення двигунів вантажного автомобіля. Охарактеризовано та здійснено підбір необхідного обладнання й інструментів, яке забезпечує ефективність, точність і безпечність виконання робіт. Розглянуто методи діагностики технічного стану деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна.

В розрахунково-конструктивному проведено аналіз існуючих конструкцій стендів, призначених для збирання та розбирання двигунів. Розроблено конструкцію стенду для збирання та розбирання двигуна вантажного автомобіля. Розраховано параметри конструкції, що дозволило визначити оптимальні геометричні та механічні характеристики елементів системи.

В розділі охорона праці вивчено основні вимоги з охорони праці на підприємстві з ремонту автомобілів та узагальнено основні вимоги протипожежної безпеки.

Розглянуто заходи з охорони праці при використанні стендового обладнання під час ремонту двигунів. Визначено порядок проведення інструктажів та контролю технічного стану стендового обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко, В. Ю. Стендові методи діагностики автомобільних двигунів. Львів: Видавництво НУ «ЛП», 2024. 184 с.
2. Василенко І. М. Технологія ремонту автомобільних двигунів. Львів : Новий Дім, 2017. 288 с.
3. Гнатюк Ю. С. Структурно-функціональна оптимізація ремонтних процесів. Одеса : Фенікс, 2020. 312 с.
4. Гончаренко О. П. Сучасні методи діагностики двигунів внутрішнього згоряння : наук. монографія. Харків: ХНАДУ, 2020. 248 с.
5. Дмитренко В. І. Технологія ремонту автомобільних двигунів : підруч. К. : НАУ-Принт, 2018. 384 с.
6. Єрємін С. О. Автоматизовані системи діагностики технічного стану двигунів. Дніпро : ДНУ, 2022. 298 с.
7. Жадан І. М. Діагностичне стендове обладнання для двигунів. *Автомобільний журнал*. 2022. № 6. С. 30–37.
8. Іваненко Т.М. Впровадження стендового обладнання при ремонті двигунів. *Машинобудування і ремонт*. 2022. Вип. 7. С. 88–96.
9. Коваленко, С. В. Охорона праці в автомобільному транспорті. К.: Видавництво «Техніка», 2020. 256 с.
10. Козаченко С. М. Експлуатація та ремонт двигунів: стендова діагностика : навч. посіб. Л. : ЛНУ, 2021. 264 с.
11. Кравченко С. В. Діагностичні стенди для ремонту двигунів: теорія та практика : монографія. Х. : ХНАДУ, 2020. 256 с.
12. Литвиненко Д. С. Підвищення ефективності ремонту двигунів. *Інженерні науки*. 2020. № 3. С. 12–19.
13. Онищенко В. М. Електронні системи діагностики двигунів : навч. посіб. Од. : Фенікс, 2019. 294 с.
14. Петрова І. В. Впровадження автоматизованих стендів при ремонті двигунів. *Автомеханік*. 2022. № 3. С. 24–31.

15. Сердюк А. Л. Стендове обладнання для діагностики автомобільних двигунів. *Автоматика і вимірювання*. 2022. № 5. С. 24–31.
16. Сидоренко М. В. Технологічні основи сервісу автомобільних двигунів. *Сервіс та діагностика*. 2023. Т. 12. № 2. С. 89–98.
17. Сидоренко В. І., Коваленко О. П. Охорона праці при ремонті двигунів: навч. посіб. Дніпро : Ліра, 2023. 148 с.
18. Федорчук Л. Г., Козак П. М. Ефективність використання стендів при ремонті двигунів. *Проблеми транспорту*. 2020. № 2. С. 102–110.
19. Федорчук П. П. Стендові технології в технічному сервісі рухомого складу. *Транспортні технології*. 2023. № 9. С. 45–53.
20. Цимбал О. М. Підвищення надійності двигунів через діагностику. *Енергетика і транспорт*. 2019. № 4. С. 55–62.