

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

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

Кафедра Кафедра автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Гарагуцу Володимир Станіславович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка загальних положень по капітальному ремонту двигуна внутрішнього згорання легкового автомобіля

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 8 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Двигун внутрішнього згорання легкового автомобіля з підвищеним зношуванням основних деталей, для якого необхідно розробити загальні положення технологічного процесу капітального ремонту.

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Схема технологічного процесу капітального ремонту двигуна внутрішнього згорання – А1;

Класифікація дефектів основних деталей двигуна внутрішнього згорання – А1;

Технологічна карта капітального ремонту двигуна внутрішнього згорання – А1;

План ділянки капітального ремонту двигунів – А1;

Стенд для розбирання та складання двигуна. Загальний вигляд – А1;

Деталювання стенда для розбирання та складання двигуна – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21 січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	12.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

(підпис)

Володимир ГАРАГУЦ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: «Розробка загальних положень по капітальному ремонту двигуна внутрішнього згорання легкового автомобіля».

У роботі розглянуто конструкцію та принцип роботи двигуна внутрішнього згорання, проаналізовано умови роботи його основних деталей та характерні дефекти, що виникають у процесі експлуатації. Наведено причини виникнення несправностей головки блока циліндрів, блока циліндрів, клапанного механізму, колінчастого та розподільного валів, шатунно-поршневої групи.

Розроблено технологічний процес капітального ремонту двигуна легкового автомобіля. Виконано опис операцій дефектації деталей, відновлення напрямних втулок клапанів, клапанів, сідел клапанів, блока циліндрів, колінчастого вала, шатунів та інших деталей двигуна. Розглянуто порядок комплектування двигуна після ремонту та методики контролю якості складальних операцій.

У конструкторському розділі проведено аналіз існуючих пристроїв для ремонту двигунів та запропоновано конструкцію стенда для розбирання і складання двигуна внутрішнього згорання. Виконано необхідні інженерні розрахунки елементів конструкції та наведено рекомендації щодо його використання в умовах ремонтного підприємства.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності розглянуто небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають під час виконання ремонтних робіт, а також запропоновано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, капітальний ремонт, дефектація, блок циліндрів, головка блока циліндрів, колінчастий вал, клапанний механізм, відновлення деталей, технічне обслуговування.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Призначення та будова двигуна внутрішнього згорання	8
1.2 Основні дефекти деталей двигуна	9
1.3 Методи відновлення деталей двигуна	31
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	34
2.1 Технологічний процес капітального ремонту двигуна	34
2.2 Дефектація деталей двигуна	36
2.3 Відновлення деталей двигуна	45
2.3.1 Відновлення напрямних втулок клапанів	45
2.3.2 Механічна обробка клапанів та сідел клапанів	46
2.3.3 Шліфування привалкової площини головки блока циліндрів	47
2.3.4 Розточування та хонінгування блока циліндрів	48
2.3.5 Відновлення ліжок колінчастого та розподільного валів	49
2.3.6 Виправлення колінчастого вала	49
2.3.7 Шліфування та полірування колінчастого вала	50
2.3.8 Балансування колінчастого вала	51
2.3.9 Відновлення нижньої головки шатуна	52
2.4 Комплектування деталей двигуна	53
2.4.1 Підбір поршнів до циліндрів	53
2.4.2 Підбір поршневого пальця до поршня	54
2.4.3 Підбір поршневих кілець до поршня	54
2.4.4 Підбір поршневих кілець до циліндра	55
2.4.5 Підбір шатунних та корінних вкладишів	56
2.4.6 Підбір упорних півкілець колінчастого вала	56
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	58
3.1 Пристрій для демонтажу клапанних пружин	58

3.1.1 Важільні розсухарювачі клапанів	58
3.1.2 Гвинтові розсухарювачі клапанів	59
3.1.3 Універсальні стендові пристрої	60
3.1.4 Вибір конструкції пристрою для розроблення	61
3.2 Розроблення конструкції стенда для розбирання та складання двигуна	61
3.3 Розроблення конструкції стенда для перевірки герметичності головки блока циліндрів	63
3.4 Розроблення конструкції стенда для шліфування клапанів	64
3.5 Розроблення універсального стенда для дефектації колінчастих валів	66
3.6 Розроблення пристрою для випресування та запресування поршневого пальця	67
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	64
4.1 Умови безпеки устаткування	64
4.2 Теоретичні основи безпеки життєдіяльності	71
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових транспортної системи держави, забезпечуючи перевезення пасажирів і вантажів у різних галузях господарства. Надійність та ефективність роботи автомобілів значною мірою залежать від технічного стану двигуна внутрішнього згорання, який є основним джерелом енергії транспортного засобу.

У процесі експлуатації двигун працює в умовах високих механічних та теплових навантажень, що призводить до поступового зношування деталей, появи дефектів та зниження його техніко-економічних показників. Несвоєчасне усунення несправностей спричиняє зменшення потужності двигуна, збільшення витрати палива і мастила, а також зниження надійності автомобіля в цілому.

Одним із найбільш ефективних способів відновлення працездатності двигуна є проведення капітального ремонту. Якісний капітальний ремонт дозволяє відновити технічний ресурс двигуна, підвищити його надійність та продовжити термін експлуатації автомобіля без значних фінансових витрат на заміну силового агрегату.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення та будова двигуна внутрішнього згорання

Двигун внутрішнього згорання є одним із найважливіших агрегатів автомобіля, який забезпечує перетворення хімічної енергії палива на механічну енергію. У процесі згорання паливно-повітряної суміші в циліндрах двигуна виділяється теплова енергія, яка через роботу кривошипно-шатунного механізму перетворюється на обертальний рух колінчастого вала. Надалі цей рух передається через трансмісію до ведучих коліс автомобіля, забезпечуючи його пересування. Крім виконання основної функції, двигун приводить у дію низку допоміжних агрегатів, серед яких генератор, водяний насос системи охолодження, компресор кондиціонера, насос гідропідсилювача рульового керування та інші механізми.

Залежно від конструктивних особливостей та принципу роботи двигуни внутрішнього згорання класифікуються за різними ознаками. За видом використовуваного палива розрізняють бензинові, дизельні та газові двигуни. За способом утворення паливно-повітряної суміші вони можуть бути карбюраторними, інжекторними або з безпосереднім уприскуванням палива. За кількістю циліндрів двигуни поділяються на одноциліндрові, двоциліндрові, чотирициліндрові, шестициліндрові, восьмициліндрові та багатociліндрові конструкції. Залежно від взаємного розташування циліндрів розрізняють рядні, V-подібні та опозитні двигуни. Найчастіше на легкових автомобілях використовуються чотирициліндрові рядні бензинові та дизельні двигуни, які поєднують відносну простоту конструкції, достатню надійність та економічність експлуатації.

Конструктивно двигун складається з основних механізмів та допоміжних систем, які забезпечують його безперебійну роботу. До основних механізмів належать кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми. Кривошипно-шатунний механізм служить для перетворення прямолінійного зворотно-

поступального руху поршнів на обертальний рух колінчастого вала. До його основних деталей входять блок циліндрів, поршні, поршневі кільця, поршневі пальці, шатуни, колінчастий вал, маховик та картер. Газорозподільний механізм забезпечує своєчасне наповнення циліндрів свіжим зарядом та видалення відпрацьованих газів. До його складу входять розподільний вал, клапани, напрямні втулки, клапанні сідла, пружини та елементи приводу.

Для підтримання нормального режиму роботи двигуна використовуються допоміжні системи. Система живлення забезпечує підготовку та подачу палива до циліндрів. Система мащення зменшує втрати на тертя, сприяє відведенню тепла від навантажених деталей та захищає їх від корозійного руйнування. Система охолодження підтримує допустиму робочу температуру двигуна, запобігаючи його перегріванню. У бензинових двигунах система запалювання забезпечує займання робочої суміші, а система пуску призначена для запуску двигуна за допомогою стартера.

У процесі експлуатації деталі двигуна працюють під впливом значних механічних навантажень, високих температур, сил тертя та агресивного впливу продуктів згоряння палива. Тривала робота в таких умовах спричиняє поступове зношування поверхонь тертя, появу деформацій, тріщин, задирів та інших дефектів. Наслідком цього є зниження потужності двигуна, погіршення його економічних показників, збільшення витрати палива та мастила, а також зменшення загального ресурсу агрегату. Для відновлення працездатності двигуна та забезпечення його подальшої надійної експлуатації виникає необхідність проведення поточного або капітального ремонту.

1.2 Основні дефекти деталей двигуна

У процесі тривалої експлуатації двигун внутрішнього згоряння поступово втрачає свої початкові технічні характеристики та працездатність. З часом у його роботі з'являються сторонні шуми і стуки, знижується потужність, збільшується витрата моторного мастила та палива, погіршується стабільність

роботи на різних режимах, а також ускладнюється запуск двигуна. У таких випадках виникає необхідність проведення спочатку поточного, а згодом і капітального ремонту силового агрегату.

Кожен двигун має певний експлуатаційний ресурс, який характеризується пробігом до проведення капітального ремонту. Для більшості легкових автомобілів цей показник становить у середньому 150–200 тис. км, а для сучасних іноземних моделей може досягати 250 тис. км і більше. Фактична довговічність двигуна значною мірою залежить від умов його експлуатації. Робота автомобіля в умовах підвищених температур навколишнього середовища, запиленості або інтенсивного міського руху сприяє прискореному зношуванню деталей і скороченню ресурсу двигуна. Водночас експлуатація на якісних заміських дорогах із рівномірними режимами руху позитивно впливає на довговічність агрегату. Важливу роль також відіграє своєчасне технічне обслуговування, застосування якісних моторних мастил, охолоджувальних рідин і фільтрувальних елементів. Порушення регламенту обслуговування або використання неякісних експлуатаційних матеріалів значно прискорює процеси зношування та зменшує ресурс двигуна.

Одним із найбільш відповідальних вузлів двигуна є головка блока циліндрів. Вона виконує низку важливих функцій, забезпечуючи роботу газорозподільного механізму, герметичність камер згоряння та ефективно охолодження двигуна. У головці блока розташовуються клапани, напрямні втулки, клапанні сідла, пружини, розподільний вал та інші елементи газорозподільного механізму. Крім того, разом із блоком циліндрів вона утворює канали системи охолодження, через які циркулює охолоджувальна рідина.

У процесі експлуатації головка блока циліндрів зазнає впливу високих температур, механічних навантажень і агресивного середовища продуктів згоряння, що призводить до виникнення різноманітних дефектів. Однією з найпоширеніших несправностей є зношування та деформація напрямних втулок клапанів. Причинами цього можуть бути значний пробіг двигуна, використання

неякісного моторного мастила, несвоєчасна його заміна або потрапляння палива в систему мащення. У результаті збільшуються зазори між стрижнями клапанів і напрямними втулками, що негативно впливає на роботу газорозподільного механізму.

До характерних дефектів головки блока також належать деформація привалкової площини (рис. 1.1), корозійні пошкодження та прогар поверхні прилягання до блока циліндрів. Такі несправності найчастіше виникають внаслідок перегрівання двигуна, тривалої експлуатації або використання неякісної охолоджувальної рідини. Порушення геометрії привалкової площини призводить до погіршення герметичності з'єднання між блоком і головкою циліндрів, що може спричинити прорив газів, витік охолоджувальної рідини або моторного мастила.

Отже, головка блока циліндрів належить до найбільш навантажених деталей двигуна, а її технічний стан безпосередньо впливає на надійність та ефективність роботи силового агрегату. Саме тому під час капітального ремонту двигуна особливу увагу приділяють ретельній дефектації головки блока циліндрів, виявленню наявних пошкоджень та прийняттю рішення щодо відновлення або заміни її окремих елементів.





Рисунок 1.1 - Дефекти привалкової площині головки блоку циліндрів
а, б – корозія привалкової площини; в – прогари валкової площини

Тріщини головки блоку циліндрів та супутніх деталей (Рис. 1.2) виникають при перегріві і занадто інтенсивною експлуатації двигуна, так само тріщини можуть виникнути, внаслідок порушення моменту та послідовності затягування болтів у процесі монтажу головки.

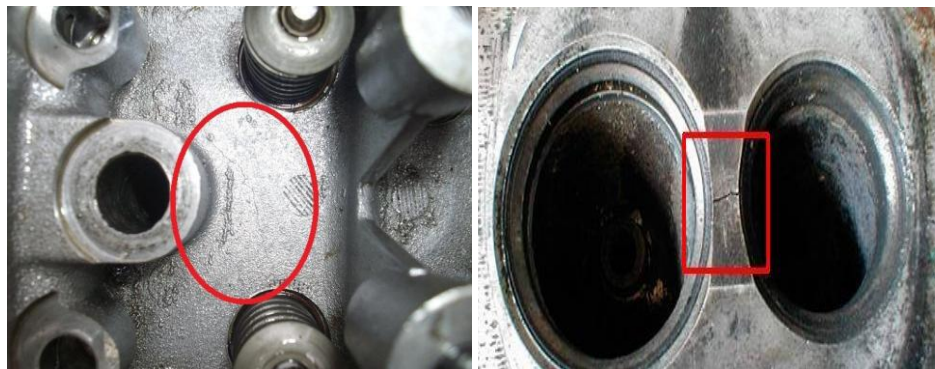


Рисунок 1.2 - Тріщини головки блоку циліндрів

Знос сідел клапанів (Рис. 1.3) пов'язаний з великим пробігом самого двигуна, з роботою двигуна на неякісному паливі, а також з неправильною установкою випередження запалення або неправильним упорскуванням палива.

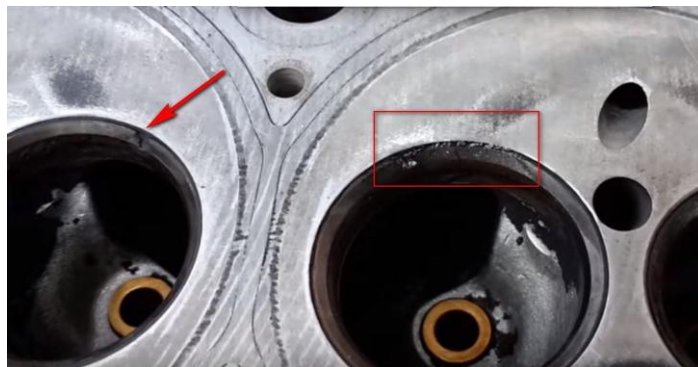


Рисунок 1.3 - Зношування сідла клапанів

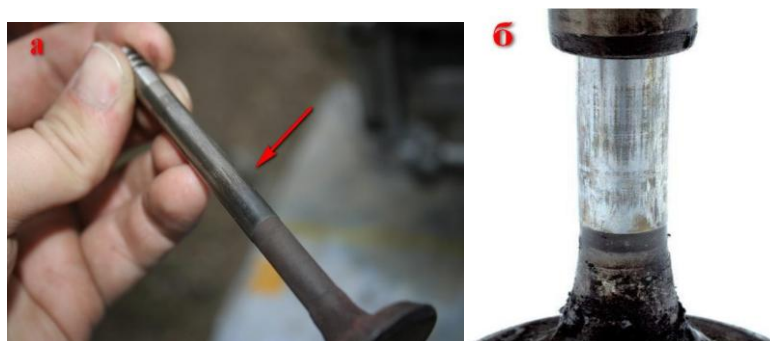
Пошкодження різьбових отворів головки блока циліндрів є досить поширеним дефектом, який виникає в процесі експлуатації та ремонту двигуна. Основними причинами руйнування різьби є недотримання рекомендованих моментів затягування кріпильних болтів головки блока, свічок запалювання або інших різьбових з'єднань. Крім того, негативний вплив чинять багаторазові цикли нагрівання та охолодження двигуна, особливо в умовах його систематичного перегрівання. Пошкодження різьби ускладнює надійне кріплення деталей та може призвести до порушення герметичності з'єднань.

Одним із характерних дефектів головки блока циліндрів є також зношування опорних ліжок розподільного вала. Такий дефект виникає внаслідок тривалої експлуатації двигуна, недостатнього рівня мастила в системі мащення або зниження тиску масла. Прискорене зношування опорних поверхонь спостерігається при використанні неякісних мастильних матеріалів, а також у разі забруднення масляного фільтра, що погіршує подачу мастила до деталей газорозподільного механізму. Збільшення зазорів у ліжках розподільного вала призводить до появи шуму, порушення фаз газорозподілу та зниження надійності роботи двигуна.

Важливими елементами газорозподільного механізму є клапани, які повинні забезпечувати герметичне закриття камери згоряння, працювати в умовах високих температур і значних механічних навантажень, а також мати високу зносостійкість. Надійна робота клапанів безпосередньо впливає на потужність двигуна, його економічність та довговічність.

У процесі експлуатації на клапанах можуть виникати різноманітні дефекти. Найбільш поширеними серед них є зношування робочої фаски, деформація тарілки, прогар клапана, а також утворення подряпин, задирів і слідів інтенсивного спрацювання на поверхні стрижня клапана. Подібні пошкодження виникають переважно внаслідок недостатнього мащення, використання мастил низької якості або тривалої роботи двигуна в умовах підвищених температур. Додатковим фактором, що прискорює зношування стрижня клапана, є потрапляння палива до моторного мастила, у результаті чого знижується його в'язкість і погіршуються мастильні властивості. Аналогічний негативний вплив має перегрів двигуна, який сприяє руйнуванню мастильної плівки між поверхнями тертя та інтенсифікує процеси зношування деталей газорозподільного механізму.

Характерні дефекти стрижня клапана наведено на рисунку 1.4.



а - подряпини на стрижні клапана; б - задирки і відкладення на стрижні клапана

Рисунок 1.4 - Дефекти стрижня клапана

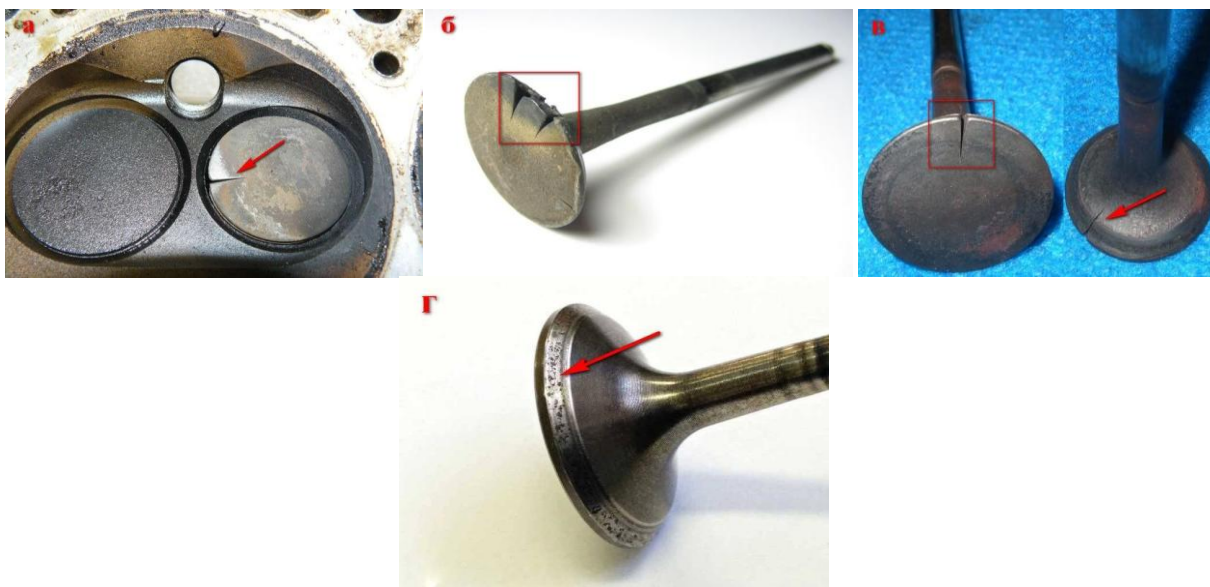
Тріщини, прогари та зношування робочої фаски тарілки клапана (рисунок б) є поширеними дефектами деталей газорозподільного механізму. Основними причинами їх виникнення є перегрів двигуна, неправильне встановлення кута випередження запалювання, порушення теплових зазорів клапанного механізму та несправності системи газорозподілу.

Поява тріщин і прогарів пов'язана з тривалим впливом високих температур на поверхню клапана, особливо випускного. Зношування робочої фаски у вигляді вироблення та раковин виникає внаслідок тривалої

експлуатації, недостатньої герметичності сполучення клапана із сідлом та дії продуктів згоряння.

Також на утворення зазначених дефектів впливають неправильно встановлені фази газорозподілу, несправності гідрокомпенсаторів та порушення режимів роботи двигуна. У результаті погіршується герметичність камери згоряння, знижується компресія та погіршуються техніко-економічні показники двигуна.

Характерні дефекти тарілки клапана наведено на рисунку 1.5.



а, б, в - тріщини і прогари тарілки клапана; г - раковини на робочій фаски тарілки клапана

Рисунок 1.5 - Дефекти тарілки клапана

Заклинювання стрижня клапана в напрямній втулці може виникати внаслідок недостатнього зазору між стрижнем клапана та втулкою, забруднення моторного мастила, перегріву двигуна або недостатнього мащення. Для впускних клапанів додатковою причиною може бути використання неякісного палива з підвищеним вмістом смолистих речовин, які утворюють відкладення на поверхні стрижня клапана.

Згинання або руйнування стрижня клапана (рисунок 1.6) зазвичай відбувається через значне зношування напрямних втулок, що спричиняє перекіс клапана під час його посадки в сідло. Крім того, даний дефект може виникнути

внаслідок обриву ременя приводу газорозподільного механізму або порушення фаз газорозподілу.



Рисунок 1.6 – Вигин стрижня клапана

Зношування або деформація торця стрижня клапана (рисунок 1.7) виникають через неправильне регулювання теплових зазорів клапанного механізму, несправності гідрокомпенсаторів або порушення фаз газорозподілу. Такі дефекти призводять до погіршення роботи клапанного механізму та збільшення ударних навантажень на його деталі.



Рисунок 1.7 - Деформація торця клапана

Нагар на тарілці клапана зображено на рисунку 1.8 з'являється при попаданні олії в камеру згоряння, або при надто ранньому запаленні.



а - нагар на тарілці клапана; б - клапан з нагаром і без нагару

Рисунок 1.8 - Нагар на тарілці клапана

Розподільний вал є одним із основних елементів газорозподільного механізму та призначений для своєчасного відкривання і закривання клапанів відповідно до робочого циклу двигуна. Від його технічного стану залежить правильність фаз газорозподілу, наповнення циліндрів паливно-повітряною сумішшю та видалення відпрацьованих газів.

У процесі експлуатації двигуна на розподільному валу можуть виникати різні дефекти. Найбільш поширеними є зношування, задираки та подряпини на опорних шийках розподільного вала (рисунок 1.9). Основними причинами їх появи є недостатній рівень мастила в системі мащення, зниження тиску масла, використання неякісних мастильних матеріалів або несвоєчасна їх заміна.

Прискорене зношування шийок також може бути викликане потраплянням палива до моторного мастила, що призводить до зменшення його в'язкості та погіршення мастильних властивостей. Негативний вплив має і перегрів двигуна, який сприяє руйнуванню мастильної плівки між поверхнями тертя та збільшує інтенсивність спрацювання деталей.

Характерні дефекти опорних шийок розподільного вала наведено на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 - Задири на опорній шийці розподільного вала

Знос або задираки на робочій поверхні кулачків розподільного вала (рисунок 1.10) відбувається з тих же причин, з яких відбувається знос опорних шийок розподільного вала. Але при цьому на зносі кулачків так само позначається: не відрегульований зазор у клапанному механізмі, дефекти гідрокомпенсаторів, неправильна встановлення фаз газорозподілу.



Рисунок 1.10 - Задири на робочій поверхні кулачків

Ще одним поширеним дефектом розподільного вала є його прогин. Причинами виникнення такого пошкодження можуть бути тривала експлуатація двигуна, підвищені навантаження на газорозподільний механізм або несвоєчасне усунення інших несправностей двигуна. Прогин вала призводить до порушення фаз газорозподілу та прискореного зношування опорних шийок.

На поверхні розподільного вала також можуть з'являтися тріщини. Їх утворення найчастіше пов'язане з потраплянням сторонніх предметів у механізм приводу газорозподілу, порушенням фаз газорозподілу або обривом ременя приводу розподільного вала. Наявність тріщин значно знижує міцність деталі та може призвести до її руйнування під час роботи двигуна.

Зношування та подряпини на поверхнях під сальники виникають переважно внаслідок тривалої експлуатації двигуна або потрапляння в систему мащення абразивних частинок. Такі дефекти погіршують герметичність ущільнень та сприяють витіканню моторного мастила.

Пошкодження шпонкових пазів, посадкових місць під установчі штифти, а також поверхонь під шківи або шестерні приводу розподільного вала виникає через биття елементів приводу або неправильне затягування кріпильних болтів. Руйнування різьби в отворах кріплення також здебільшого є наслідком порушення вимог щодо моментів затягування різьбових з'єднань.

Блок циліндрів є базовою деталлю двигуна, на якій розміщуються основні механізми та системи силового агрегату. У процесі експлуатації в ньому можуть виникати різноманітні дефекти, що впливають на працездатність

двигуна.

Одним із найпоширеніших пошкоджень є утворення глибоких задирів на поверхні циліндрів (рисунок 12). Причинами їх появи можуть бути перегрів двигуна, руйнування поршнів, потрапляння сторонніх предметів у циліндри, а також ослаблення посадки поршневого пальця у верхній головці шатуна або порушення його фіксації в бобишках поршня. Такі дефекти призводять до втрати компресії, збільшення витрати мастила та необхідності проведення відновлювальної обробки циліндрів.

Характерні пошкодження поверхні циліндрів наведено на рисунку 1.11.



а - задираки, виникли при перегріві двигуна; б - задираки, виникли при порушенні фіксації поршневого пальця

Рисунок 1.11 - Задири на поверхні циліндра

Подряпини на поверхні циліндрів (рисунок 13) є одним із характерних дефектів блока циліндрів. Основними причинами їх виникнення є руйнування поршневих кілець або пошкодження перемичок поршня між канавками під кільця. Відокремлені частинки металу потрапляють у зону тертя та пошкоджують робочу поверхню циліндра.

Поява подряпин також може бути наслідком тривалої експлуатації двигуна з несправним або забрудненим повітряним фільтром. У цьому випадку абразивні частинки пилу потрапляють у циліндри разом із повітрям і прискорюють зношування поверхонь тертя. Додатковим фактором є перегрів двигуна, який призводить до порушення умов мащення та збільшення інтенсивності спрацювання деталей.

Наявність подряпин на поверхні циліндрів спричиняє зниження

компресії, підвищення витрати моторного мастила та погіршення техніко-експлуатаційних показників двигуна.

Характерні подряпини на поверхні циліндра наведено на рисунку 1.12.



Рисунок 1.12 - Подряпини на поверхні циліндра

Вироблення поверхні циліндрів є наслідком тривалої експлуатації двигуна та природного зношування деталей циліндро-поршневої групи. Прискореному спрацюванню циліндрів сприяють несправності систем газорозподілу, запалювання та живлення, які порушують нормальні умови роботи двигуна. Крім того, інтенсивність зношування значно зростає при експлуатації двигуна з несправною системою вентиляції картера або пошкодженим повітряним фільтром, через що до циліндрів потрапляють абразивні частинки пилу. Вироблення поверхні циліндрів призводить до зниження компресії, підвищення витрати мастила та погіршення техніко-економічних показників двигуна.

Тріщини в циліндрах належать до найбільш небезпечних дефектів блока циліндрів. Основними причинами їх виникнення є перегрів двигуна, який створює значні термічні напруження в матеріалі блока, а також руйнування деталей циліндро-поршневої групи внаслідок гідродару або потрапляння сторонніх предметів у циліндр. Наявність тріщин може призвести до втрати герметичності, проникнення охолоджувальної рідини в камеру згоряння та необхідності складного ремонту або заміни блока циліндрів.

Характерні тріщини в циліндрах наведено на рисунку 1.13.

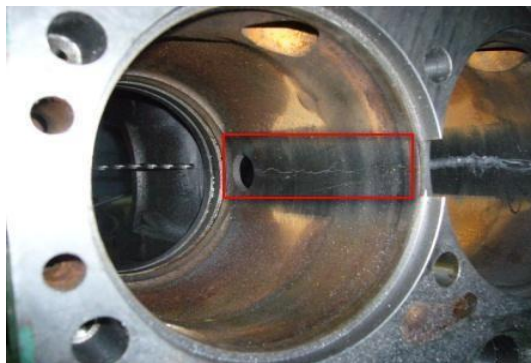


Рисунок 1.13 - Тріщина в циліндрі

Тріщини на верхній площині блока циліндрів у зоні отворів під болти кріплення головки блока є серйозним дефектом, який може призвести до порушення герметичності з'єднання між блоком і головкою циліндрів. Однією з основних причин їх виникнення є недостатнє очищення блока перед складанням двигуна. Наявність бруду, мастила або залишків рідини в різьбових отворах створює додаткові напруження під час затягування болтів, що може спричинити утворення тріщин.

Крім того, появі таких пошкоджень сприяє перегрів двигуна, який викликає значні термічні деформації матеріалу блока циліндрів. Ще однією поширеною причиною є порушення технології затягування болтів головки блока циліндрів, зокрема перевищення рекомендованого моменту затягування або недотримання встановленої послідовності затягування кріпильних елементів.

Характерні тріщини на верхній площині блока циліндрів наведено на рисунку 15.



Рисунок 1.14 - Тріщини в районі отворів під болти

Тріщини, пробоїни та обломи на зовнішніх поверхнях блока циліндрів належать до найбільш небезпечних дефектів, оскільки суттєво знижують міцність конструкції та можуть зробити подальшу експлуатацію двигуна неможливою. Найчастіше такі пошкодження виникають унаслідок аварійних режимів роботи двигуна.

Основними причинами появи тріщин і пробоїн є обрив шатуна або руйнування поршня, при яких уламки деталей завдають ударів по стінках блока циліндрів. Крім того, виникненню подібних дефектів сприяє тривалий перегрів двигуна, який викликає значні термічні напруження в матеріалі блока. Однією з причин також може бути неправильне затягування кріпильних елементів, що призводить до локальної концентрації напружень та появи тріщин.

Наявність таких пошкоджень часто потребує складного відновлення або повної заміни блока циліндрів.

Характерні тріщини, пробоїни та обломи блока циліндрів наведено на рисунку 1.15.



Рисунок 1.15 - Тріщина блока циліндрів

Руйнування різьби в отворах кріплення блока циліндрів виникає переважно внаслідок порушення технології складання двигуна та неправильного затягування кріпильних болтів. Пошкодження різьби ускладнює надійне кріплення деталей і може призвести до порушення герметичності з'єднань.

Поршні є одними з найбільш навантажених деталей двигуна внутрішнього згорання. Під час роботи вони постійно зазнають впливу високих

температур, значного тиску газів та інерційних навантажень. У результаті тривалої експлуатації або порушення режимів роботи двигуна на поршнях можуть виникати різноманітні дефекти.

Одним із характерних пошкоджень є руйнування верхньої частини поршня (рисунок 17). Основними причинами виникнення цього дефекту є надмірно висока температура згоряння паливно-повітряної суміші, детонаційні процеси в циліндрах або недостатнє охолодження поршня. Також пошкодження може виникати через порушення роботи масляних каналів, які забезпечують охолодження днища поршня, що призводить до його перегріву та руйнування.

Характерні пошкодження верхньої частини поршня наведено на рисунку 1.16.

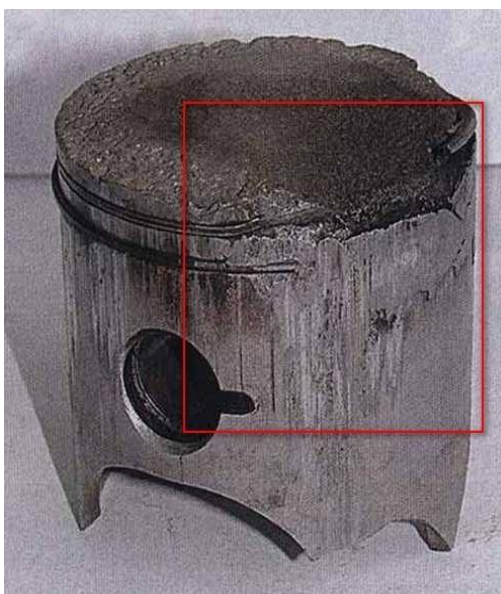


Рисунок 1.16 - Пошкодження верхній частини поршня

Ерозія спідниці поршня в зоні отвору під поршневий палець виникає внаслідок неправильного встановлення стопорних кілець або повторного використання зношених кілець під час ремонту. У таких випадках можливе випадання стопорного кільця, після чого поршневий палець починає контактувати своєю торцевою поверхнею зі стінкою циліндра, спричиняючи пошкодження поршня та циліндра.

Причиною виникнення даного дефекту також може бути руйнування стопорних кілець під час роботи двигуна. Це відбувається через неспіввісність

поршневого пальця та колінчастого вала, деформацію шатуна, конусність шийок колінчастого вала або надмірне осьове зміщення колінчастого вала. У результаті на поверхні поршня утворюються значні пошкодження, які можуть призвести до виходу двигуна з ладу.

Місцеві задираки на поверхні поршня виникають переважно через недостатнє мащення в парі тертя «поршень – циліндр». Також їх появі сприяють перегрів поверхні циліндра, порушення теплового режиму роботи двигуна або деформація циліндрів. Наявність задириків призводить до збільшення тертя, прискореного зношування деталей та погіршення роботи циліндро-поршневої групи.

Характерні місцеві задираки на поверхні поршня наведено на рисунку 1.17.



Рисунок 1.17 - Місцеві задираки на поршні

Радіальні тріщини на днищі поршня в зоні камери згоряння виникають внаслідок тривалого впливу високих температур та надмірних теплових навантажень. Основними причинами їх появи є перевантаження двигуна, порушення процесу згоряння паливно-повітряної суміші, а також робота двигуна в режимах, що супроводжуються перегрівом поршнів. Наявність таких тріщин знижує міцність деталі та може призвести до її подальшого руйнування.

Серйозні задираки в нижній частині спідниці поршня виникають переважно через недостатній зазор між поршнем і циліндром або внаслідок

деформації циліндра. Причиною появи даного дефекту також може бути загальний перегрів двигуна або місцевий перегрів, викликаний погіршенням циркуляції охолоджувальної рідини в системі охолодження.

Додатковим фактором, який сприяє утворенню задирів, є недостатнє мащення деталей циліндро-поршневої групи. Порушення умов мащення призводить до руйнування мастильної плівки між поверхнями тертя, збільшення коефіцієнта тертя та інтенсивного зношування деталей.

Характерні пошкодження спідниці поршня наведено на рисунку 1.18.

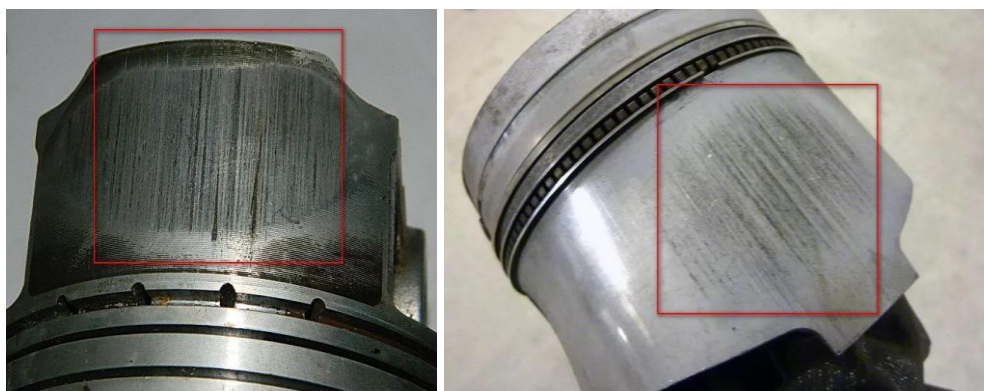


Рисунок 1.18 - Задири на "спідниці" поршня

Руйнування перемичок між канавками під поршневі кільця є одним із характерних дефектів поршнів, який виникає внаслідок дії значних механічних та теплових навантажень. Основними причинами появи цього пошкодження є детонаційне згоряння паливно-повітряної суміші, перегрів поршня, неправильне встановлення поршневих кілець або накопичення великої кількості нагару в канавках.

Даний дефект також може виникати при роботі двигуна з надмірними навантаженнями, використанні неякісного палива або порушенні процесу згоряння. У результаті руйнування перемичок погіршується фіксація поршневих кілець, знижується компресія в циліндрах та збільшується витрата моторного мастила.

Характерне руйнування перемичок між канавками під поршневі кільця наведено на рисунку 1.19.



Рисунок 1.19 - Руйнування перемичок між канавками під поршневі кільця

Знос і задираки на робочій поверхні нижньої головки шатуна виникають переважно внаслідок порушення умов мащення підшипникового вузла. Основними причинами появи даного дефекту є недостатній рівень моторного мастила в картері двигуна, зниження тиску в системі мащення, а також використання неякісного або забрудненого мастила.

Прискореному зношуванню сприяє розрідження мастила через перегрів двигуна або потрапляння палива в систему мащення. Крім того, на інтенсивність спрацювання впливає тривала експлуатація двигуна та робота з несправним масляним фільтром, що призводить до потрапляння абразивних частинок у зону тертя.

У результаті зношування збільшується зазор між вкладишем і шийкою колінчастого вала, знижується тиск мастила та погіршується надійність роботи кривошипно-шатунного механізму.

Характерні знос і задираки на робочій поверхні нижньої головки шатуна наведено на рисунку .1.20.



Рисунок 1.20 - задираки на робочій поверхні нижній головки шатуна

Знос і задираки робочої поверхні верхньої головки шатуна виникають переважно з тих самих причин, що й пошкодження нижньої головки шатуна. Основними факторами є недостатній рівень мастила, зниження тиску в системі мащення, використання забрудненого або неякісного моторного мастила, а також перегрів двигуна. Крім того, дані дефекти можуть виникати внаслідок засмічення масляних каналів у тілі шатуна, що погіршує подачу мастила до поверхонь тертя, або через неправильне встановлення втулки верхньої головки шатуна під час ремонту.

Вигин і скручування стрижня шатуна належать до найбільш небезпечних дефектів кривошипно-шатунного механізму. Найчастіше вони виникають у результаті гідроудару, коли в циліндр потрапляє рідина, або при попаданні сторонніх предметів у камеру згоряння. Також деформація шатуна може бути наслідком тривалої експлуатації двигуна та дії багаторазових знакозмінних навантажень, що викликають поступову втрату геометричної точності деталі.

Характерні вигини та скручування стрижня шатуна наведено на рисунку 1.21.

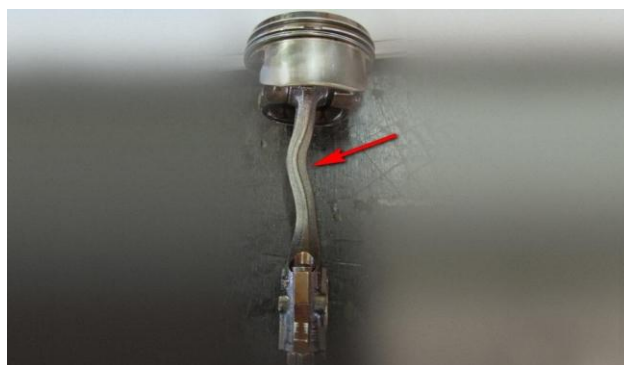


Рисунок 1.21 - Вигин стрижня шатуна

Руйнування різьби в отворах кріплення або на болтах кріплення кришок нижніх головок шатунів виникає переважно через недотримання рекомендованих моментів затягування під час складання двигуна. Також причинами появи даного дефекту можуть бути перегрів двигуна та тривала робота зі зношеними шатунними підшипниками, що супроводжується

характерними стуками та підвищеними динамічними навантаженнями.

Тріщини в шатунах виникають переважно внаслідок гідроудару або потрапляння сторонніх предметів у циліндри двигуна. Наявність таких пошкоджень значно знижує міцність деталі та може призвести до її повного руйнування під час роботи двигуна.

Колінчастий вал є однією з найважливіших деталей кривошипно-шатунного механізму, оскільки саме через нього здійснюється передача крутного моменту до трансмісії та приводу допоміжних агрегатів двигуна. У процесі експлуатації на колінчастому валу можуть виникати різноманітні дефекти, які погіршують його працездатність та надійність.

Одним із найбільш поширених дефектів є значне зношування та утворення задирів на поверхнях корінних і шатунних шийок колінчастого вала (рисунок 23). Основними причинами виникнення цього пошкодження є недостатній тиск у системі мащення, низький рівень моторного мастила в картері, використання неякісного або забрудненого мастила, а також його розрідження внаслідок перегріву двигуна або потрапляння палива в систему мащення.

Зношування шийок призводить до збільшення зазорів у підшипниках ковзання, зниження тиску мастила та появи сторонніх шумів у роботі двигуна.

Характерні знос і задирки корінних та шатунних шийок колінчастого вала наведено на рисунку 1.22.

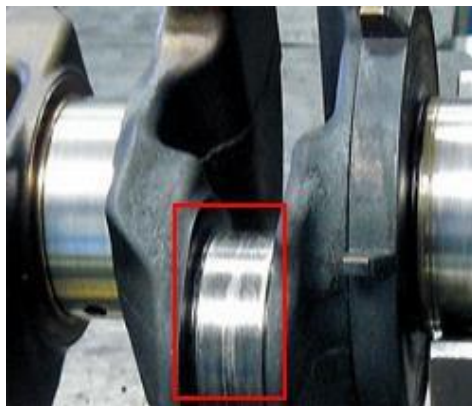


Рисунок 1.22 - Задирки шийки колінчастого вала

Сильне зношування торцевих поверхонь колінчастого вала під упорні півкільця виникає внаслідок тривалого впливу осьових навантажень на колінчастий вал. Однією з основних причин цього дефекту є тривала робота двигуна на холостому ході при натиснутій педалі зчеплення, коли на вал постійно діє осьове зусилля від механізму вимикання зчеплення.

Прискореному зношуванню також сприяє рух автомобіля з не повністю відпущеною педаллю зчеплення та несправності приводу вимикання зчеплення, які викликають постійне осьове навантаження на колінчастий вал. У результаті відбувається збільшення осьового зазору, що негативно впливає на роботу кривошипно-шатунного механізму та може призвести до підвищеного зношування інших деталей двигуна.

Характерне зношування торцевих поверхонь колінчастого вала під упорні півкільця наведено на рисунку 1.23.



Рисунок 1.23 - Зношування торцевий поверхні колінчастого вала

Прогин колінчастого вала є дефектом, який виникає переважно внаслідок тривалої експлуатації двигуна та дії змінних навантажень на деталь. Також причиною появи прогину може бути несвоєчасне усунення несправностей кривошипно-шатунного механізму, що призводить до додаткових навантажень на вал та порушення його геометричної форми. Наявність прогину негативно впливає на роботу підшипників, збільшує вібрації та прискорює зношування деталей двигуна.

Тріщини колінчастого вала виникають з тих самих причин, що й

зношування та задираки на поверхнях корінних і шатунних шийок. Основними факторами є недостатнє мащення, низький тиск мастила, використання неякісного або забрудненого мастила, а також перегрів двигуна. Крім того, утворення тріщин може бути наслідком аварійних режимів роботи двигуна, зокрема руйнування шатуна або поршня в результаті гідроудару чи потрапляння сторонніх предметів у циліндри.

Наявність тріщин значно знижує міцність колінчастого вала та може призвести до його руйнування під час експлуатації.

Характерні тріщини колінчастого вала наведено на рисунку 1.24.



Рисунок 1.24 - Тріщини колінчастого вала

Вироблення та подряпини на поверхнях колінчастого вала під сальники виникають переважно внаслідок тривалої експлуатації двигуна та природного зношування робочих поверхонь ущільнень. Прискореному утворенню даного дефекту сприяє потрапляння абразивних частинок у моторне мастило, які пошкоджують поверхню шийок під час роботи двигуна.

Крім того, пошкодження поверхонь під сальники можуть виникати через неакуратне виконання ремонтних робіт, зокрема під час демонтажу або встановлення сальників колінчастого вала. У результаті на робочій поверхні утворюються подряпини та вироблення, що призводить до погіршення герметичності ущільнення та появи витоків моторного мастила.

Характерні вироблення та подряпини на поверхнях колінчастого вала під сальники наведено на рисунку 1.25.



Рисунок 1.25 - Вироблення поверхні під сальники

1.3 Методи відновлення деталей двигуна

У процесі експлуатації двигуна внутрішнього згоряння його деталі піддаються інтенсивному зношуванню, що призводить до погіршення технічного стану агрегату та зниження його експлуатаційних показників. Для відновлення працездатності деталей під час капітального ремонту застосовують різні технологічні методи, вибір яких залежить від конструктивних особливостей деталі, характеру дефекту, ступеня зношування та економічної доцільності ремонту.

Одним із найбільш поширених способів відновлення є шліфування. Цей метод застосовується для усунення незначних дефектів поверхні, відновлення правильної геометричної форми та забезпечення необхідної шорсткості. Шліфуванню піддають шийки колінчастих і розподільних валів, робочі фаски клапанів, торці клапанів та інші поверхні деталей. Після шліфування деталі можуть використовуватися як у номінальному, так і в ремонтному розмірі.

Для відновлення поверхонь циліндрів широко застосовується хонінгування. Процес полягає в обробці внутрішньої поверхні циліндра абразивними брусками з метою усунення дрібних нерівностей та формування характерної сітки мікрорисок. Отримана структура поверхні забезпечує краще утримання мастила та прискорює припрацювання поршневих кілець після ремонту. Хонінгування виконується як завершальна операція після розточування циліндрів.

Розточування використовують для відновлення деталей із значним зносом робочих поверхонь. Найчастіше цей метод застосовується для обробки циліндрів блока двигуна під ремонтний розмір. Після розточування встановлюються поршні та поршневі кільця відповідного ремонтного розміру, що дозволяє повністю відновити робочі зазори в циліндро-поршневій групі.

Ефективним способом відновлення зношених поверхонь є наплавлення. Суть методу полягає у нанесенні додаткового шару металу на пошкоджену поверхню з подальшою механічною обробкою до необхідних розмірів. Наплавлення застосовують для відновлення шийок валів, посадкових поверхонь, клапанів та інших деталей, які мають значне спрацювання. Перевагою методу є можливість відновлення деталей навіть при значних втратах матеріалу.

Для усунення зносу отворів та посадкових місць широко використовують встановлення ремонтних втулок. Цей спосіб застосовується при ремонті напрямних втулок клапанів, посадкових місць підшипників, отворів у блоках та корпусних деталях. Після встановлення втулки виконують її механічну обробку до необхідного розміру, що дозволяє відновити початкові характеристики спряження.

Одним із сучасних методів відновлення є металізація. Процес полягає в нанесенні на поверхню деталі розплавленого металу за допомогою спеціального обладнання. Отримане покриття має високу зносостійкість та дозволяє відновлювати посадкові поверхні валів, корпусних деталей та інші елементи двигуна. Металізація характеризується відносно невеликим тепловим впливом на основний метал і забезпечує високу якість відновлення.

У випадках, коли відновлення є технічно складним або економічно недоцільним, застосовують заміну деталей новими. Найчастіше заміні підлягають поршні, поршневі кільця, підшипники ковзання, клапани, ущільнювачі, прокладки, кріпильні елементи та інші деталі, що мають значний ступінь зношування або пошкодження.

Таким чином, під час капітального ремонту двигуна використовують

комплекс різних методів відновлення, які дозволяють повернути деталям необхідні геометричні параметри, механічні властивості та експлуатаційні характеристики. Правильний вибір способу ремонту забезпечує підвищення ресурсу двигуна та зниження витрат на його відновлення.

Таблиця 1.1 – Основні методи відновлення деталей двигуна

Метод відновлення	Деталі, що відновлюються	Переваги	Недоліки
Шліфування	Вали, клапани	Висока точність	Обмежений ремонтний розмір
Хонінгування	Циліндри	Якісна поверхня	Виконується після розточування
Розточування	Циліндри, отвори	Відновлення геометрії	Потребує ремонтних розмірів
Наплавлення	Вали, клапани	Відновлення значного зносу	Потрібна термообробка
Ремонтні втулки	Напрямні клапанів, отвори	Простота ремонту	Додаткова механічна обробка
Металізація	Посадкові поверхні	Висока зносостійкість	Необхідне спеціальне обладнання
Заміна	Будь-які деталі	Найвища надійність	Висока вартість

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес капітального ремонту двигуна

Капітальний ремонт двигуна внутрішнього згорання являє собою комплекс технологічних операцій, спрямованих на повне відновлення його працездатності, технічних характеристик та ресурсу. Необхідність проведення капітального ремонту виникає при досягненні граничного зношування основних деталей двигуна, зниженні потужності, підвищеній витраті палива та мастила, появі сторонніх шумів і стукотів, а також при значному зниженні компресії в циліндрах.

Технологічний процес капітального ремонту двигуна складається з послідовно виконуваних операцій, кожна з яких має важливе значення для забезпечення високої якості відновлення агрегату. Порушення технологічної послідовності або неякісне виконання окремих операцій може призвести до зниження ресурсу двигуна після ремонту та виникнення повторних несправностей.

На першому етапі виконується демонтаж двигуна з автомобіля. При цьому від'єднують системи живлення, охолодження, мащення, електрообладнання та трансмісію. Після від'єднання всіх комунікацій двигун за допомогою вантажопідйомного обладнання знімають з автомобіля та встановлюють на ремонтний стенд.

Наступною операцією є миття двигуна. Зовнішні поверхні очищають від бруду, пилу, залишків мастила та інших забруднень. Якісне очищення двигуна перед розбиранням дозволяє запобігти потраплянню сторонніх частинок усередину механізмів та підвищує точність дефектації деталей.

Після миття виконують повне розбирання двигуна на окремі вузли та деталі. Демонтують головку блока циліндрів, газорозподільний механізм, поршневу групу, колінчастий вал, шатуни, систему мащення та інші елементи. У процесі розбирання здійснюють маркування деталей для подальшого

комплектування під час складання.

Важливим етапом ремонту є дефектація деталей. Під час дефектації проводять візуальний контроль, вимірювання геометричних параметрів, перевірку стану робочих поверхонь та визначення придатності деталей до подальшої експлуатації. За результатами контролю деталі поділяють на придатні до використання, такі, що підлягають відновленню, та непридатні до ремонту.

На стадії відновлення виконують усунення виявлених дефектів. Залежно від характеру пошкоджень застосовують шліфування, розточування, хонінгування, наплавлення, металізацію, встановлення ремонтних втулок або заміну окремих деталей новими. Особлива увага приділяється відновленню циліндрів блока, колінчастого вала, клапанного механізму та інших відповідальних деталей.

Після завершення ремонтних операцій проводять складання двигуна. Усі деталі встановлюють відповідно до технічних вимог заводу-виробника з дотриманням необхідних зазорів, моментів затягування різьбових з'єднань та технологічної послідовності виконання робіт. Одночасно здійснюють заміну прокладок, ущільнень, підшипників ковзання та інших елементів, що мають обмежений ресурс.

Після складання двигун піддають обкатці. Обкатка забезпечує припрацювання спряжених поверхонь деталей та перевірку правильності складання агрегату. У процесі обкатки контролюють температуру охолоджувальної рідини, тиск мастила, частоту обертання колінчастого вала та відсутність сторонніх шумів.

Завершальним етапом є контроль якості капітального ремонту. Перевіряють компресію в циліндрах, герметичність систем, параметри роботи двигуна та відповідність отриманих показників нормативним вимогам. Лише після успішного проходження випробувань двигун вважається придатним до подальшої експлуатації.

Загальна послідовність виконання робіт при капітальному ремонті

двигуна наведена на рисунку 2.1.

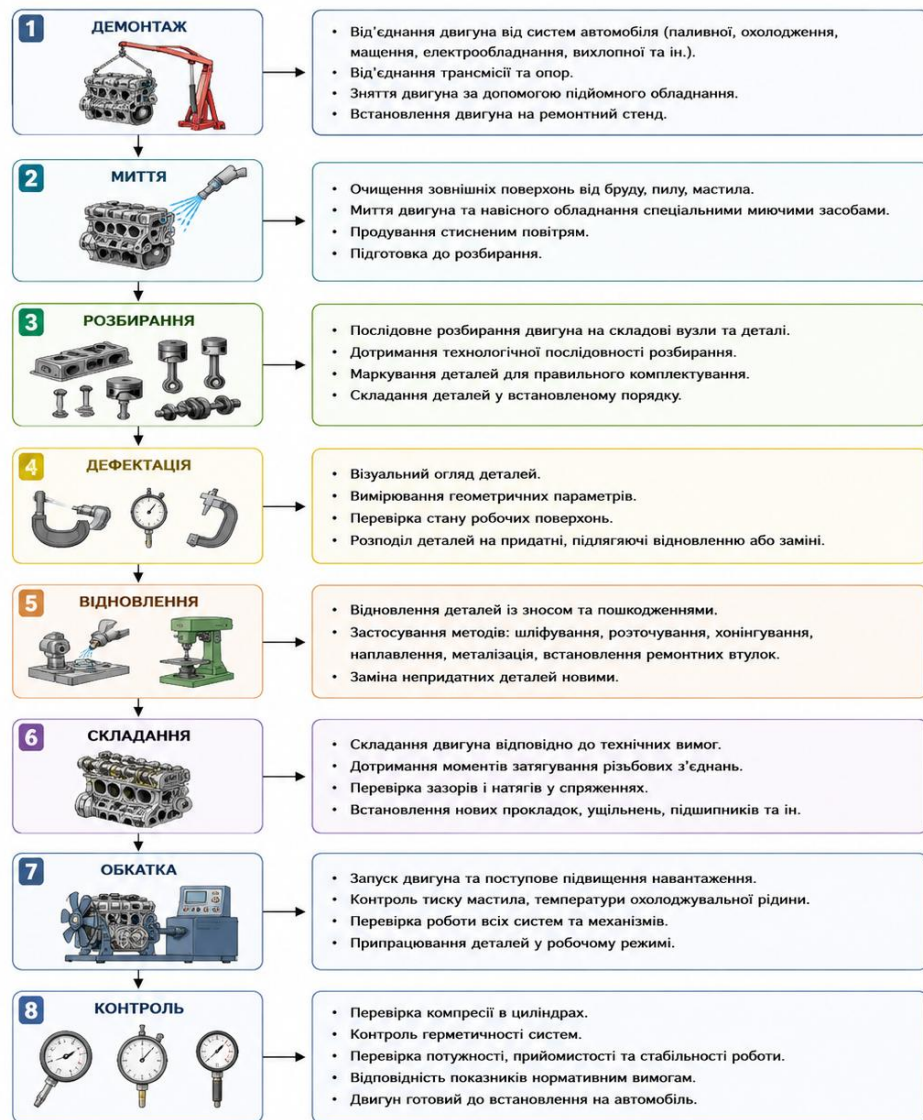


Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу капітального ремонту двигуна внутрішнього згорання

2.2 Дефектація деталей двигуна

Однією з найважливіших операцій технологічного процесу капітального ремонту двигуна є дефектація деталей. Основною метою дефектації є визначення технічного стану деталей та вузлів двигуна, виявлення пошкоджень, зношування і прихованих дефектів, а також прийняття рішення щодо подальшого використання, відновлення або заміни деталей.

Після завершення операцій миття та очищення всі деталі двигуна

піддаються ретельному контролю. Під час дефектації проводиться візуальний огляд, вимірювання геометричних параметрів, перевірка взаємного розташування поверхонь, визначення величини зношування та виявлення тріщин. За результатами контролю складається відомість дефектів, на підставі якої визначають обсяг ремонтно-відновлювальних робіт.

При дефектації головки блока циліндрів та деталей газорозподільного механізму перевіряються такі параметри: деформація привалкової площини головки блока циліндрів; герметичність сорочки охолодження; наявність тріщин, сколів та механічних пошкоджень; герметичність камер згоряння; зношування стрижнів клапанів; зношування напрямних втулок клапанів; стан сідел клапанів; наявність тріщин і задирів на розподільному валу; зношування опорних шийок розподільного валу; величина радіального биття розподільного валу.

Для перевірки деформації привалкової площини головки блока циліндрів використовують контрольну лінійку та набір щупів. Лінійку встановлюють уздовж поздовжньої осі головки, поперек площини та по діагоналях. Після цього вимірюють величину зазору між поверхнею головки та контрольної лінійки. Якщо отримане значення перевищує допустиму величину 0,1 мм, головка блока підлягає шліфуванню або заміні. На рисунку 2.2 показано перевірку деформації привалкової площини головки блока циліндрів.

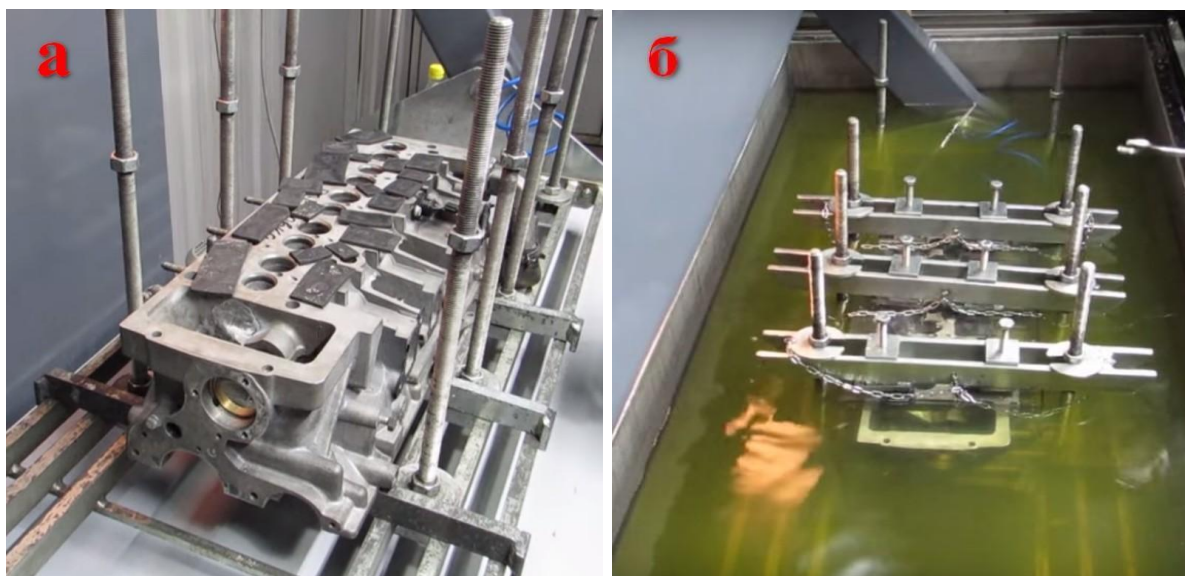


Рисунок 2.2 – Перевірка деформації привалкової площини головки блока циліндрів

Для визначення герметичності головки блока циліндрів проводять гідропневматичне випробування. Усі технологічні отвори герметизують спеціальними заглушками, після чого через один із отворів у сорочку охолодження подають стиснене повітря під тиском 0,4 МПа. Далі головку блока циліндрів занурюють у ванну з водою температурою близько 70 °С та спостерігають за можливим виділенням повітряних бульбашок. Наявність бульбашок свідчить про тріщини або порушення герметичності каналів охолодження.

Для більш точного визначення місця пошкодження головку послідовно повертають на 90° та контролюють вихід повітря по всій поверхні деталі.

На рисунку 2.3 наведено процес перевірки герметичності головки блока циліндрів.



а – головка блока циліндрів із закритими технологічними отворами; б – головка блока циліндрів занурена у ванну з водою

Рисунок 2.3 – Перевірка герметичності головки блока циліндрів

Після завершення контролю головки блока циліндрів проводиться дефектація блока циліндрів, поршневої групи, шатунів, колінчастого вала та інших деталей двигуна. За результатами вимірювань визначають необхідність проведення розточування, хонінгування, шліфування, наплавлення або заміни деталей новими. Отримані дані є основою для подальшого виконання

ремонтно-відновлювальних робіт та забезпечення необхідного ресурсу двигуна після капітального ремонту.

Після проведення дефектації виконують відновлення розподільного валу. Залежно від характеру та величини зношування ремонт може включати шліфування опорних шийок, відновлення робочих поверхонь кулачків, правку валу та полірування робочих поверхонь.

При незначному зношуванні опорних шийок їх відновлюють шляхом шліфування до ремонтного розміру з подальшим поліруванням. Після механічної обробки контролюють діаметри шийок та величину зазору між шийками і підшипниками. Якщо величина зношування перевищує допустимі значення або на поверхнях виявлені глибокі задири, тріщини чи відколи, розподільний вал підлягає заміні.

У випадку деформації розподільного валу проводять його правку. Для цього вал встановлюють на призми та визначають величину радіального биття за допомогою індикатора годинникового типу. Після визначення місця максимального відхилення виконують правку на спеціальному обладнанні до відновлення нормативної геометричної форми. Схему контролю радіального биття розподільного валу наведено на рисунку 2.4.

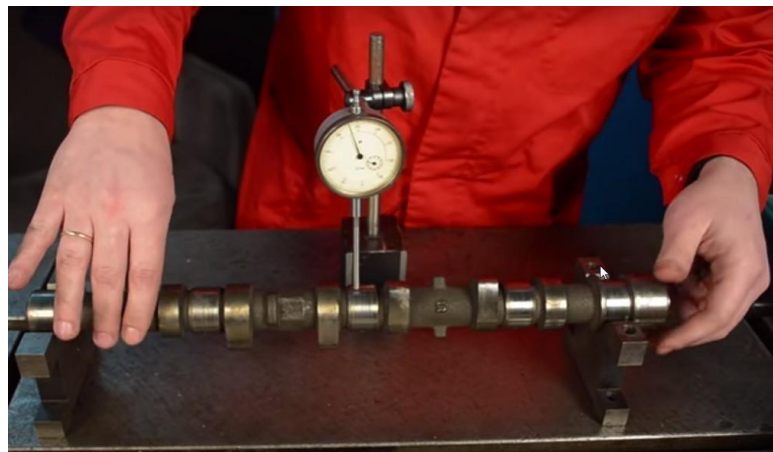


Рисунок 2.4 – Контроль радіального биття розподільного валу після відновлення

Для забезпечення герметичності камер згоряння під час капітального ремонту двигуна виконують відновлення клапанів та їх сідел. Робочі фаски клапанів шліфують на спеціальних верстатах до отримання необхідного

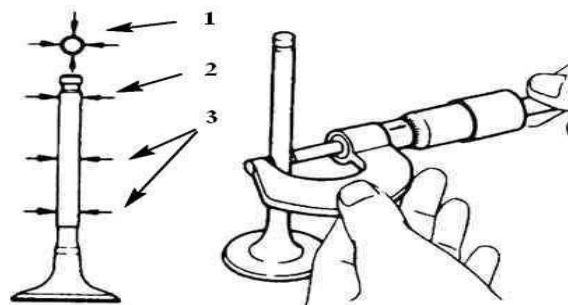
профілю та ширини контактної пояски. Одночасно проводять механічну обробку сідел клапанів із подальшим притиранням клапанів до сідел за допомогою абразивної пасти.

Якість виконаних робіт контролюють перевіркою герметичності клапанів. Для цього головку блока циліндрів із встановленими клапанами розміщують на робочому столі та заповнюють камери згоряння гасом. Відсутність витоків рідини через клапани свідчить про належну якість притирання та герметичність спряження клапан–сідро. Схему контролю герметичності клапанів наведено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Перевірка герметичності клапанів після відновлення

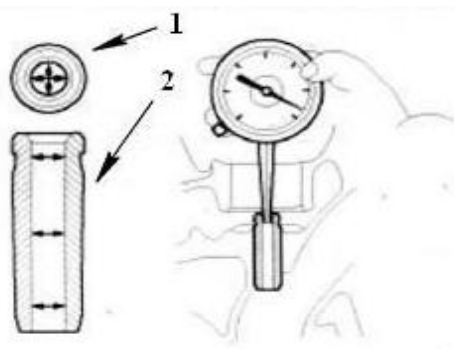
При значному зношенні стрижнів клапанів виконують їх заміну новими деталями. Перед прийняттям рішення про подальше використання клапанів проводять контроль діаметра стрижня в робочій та неробочій зонах. За результатами вимірювань визначають величину зношення та оцінюють придатність клапана до подальшої експлуатації. Схему вимірювання діаметрів стрижня клапана наведено на рисунку 2.5.



1 – площини вимірювання діаметрів клапана; 2 – вимірювання в неробочій зоні клапана; 3 – вимірювання в робочій зоні клапана

Рисунок 2.5 – Контроль діаметрів стрижня клапана

Зношені напрямні втулки клапанів відновлюють шляхом встановлення ремонтних втулок або їх повної заміни. Після встановлення нової втулки виконують розгортання або калібрування отвору до необхідного розміру, забезпечуючи нормативний зазор між стрижнем клапана та напрямною втулкою. Для контролю якості ремонту проводять вимірювання внутрішнього діаметра втулки в декількох перерізах. Схему контролю напрямної втулки клапана наведено на рисунку 2.6.



1 – площини вимірювання діаметрів напрямної втулки; 2 – місця вимірювання внутрішнього діаметра втулки

Рисунок 2.6 – Контроль розмірів напрямної втулки клапана після відновлення

Комплексне відновлення клапанів, сідел та напрямних втулок дозволяє забезпечити герметичність камери згоряння, стабільність роботи газорозподільного механізму та підвищити ресурс двигуна після капітального ремонту.

Під час капітального ремонту двигуна значна увага приділяється відновленню блока циліндрів, оскільки від його технічного стану залежить надійність роботи циліндро-поршневої групи та довговічність двигуна в цілому. Основними ремонтними операціями є шліфування привалкової площини блока та відновлення робочих поверхонь циліндрів.

При виявленні деформації привалкової площини блока циліндрів виконують її механічну обробку на плоскошліфувальному або фрезерно-шліфувальному верстаті. Шліфування дозволяє усунути викривлення поверхні, відновити площинність та забезпечити надійне ущільнення з головкою блока циліндрів після складання двигуна. Контроль якості відновлення здійснюють за

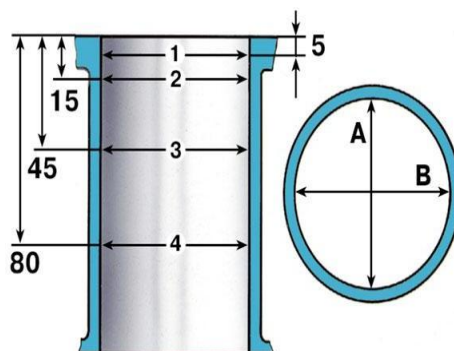
допомогою контрольної лінійки та набору щупів. Схему перевірки привалкової площини блока циліндрів наведено на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Контроль привалкової площини блока циліндрів після відновлення

Відновлення циліндрів блока виконують шляхом розточування до найближчого ремонтного розміру з подальшим хонінгуванням. Розточування забезпечує усунення зношеного шару металу, відновлення геометричної форми циліндрів та ліквідацію конусності й овальності. Після розточування проводять хонінгування, у результаті якого на поверхні циліндра формується спеціальна мікрорельєфна сітка, що покращує утримання мастила та сприяє швидкому припрацюванню поршневих кілець.

Контроль геометричних параметрів циліндрів виконують за допомогою нутроміра шляхом вимірювання діаметрів у кількох перерізах та взаємно перпендикулярних площинах. Схему вимірювання діаметрів циліндра наведено на рисунку 2.8.



1, 2, 3, 4 – місця вимірювання діаметрів; А, В – площини вимірювання діаметрів

Рисунок 2.8 – Схема контролю діаметрів циліндра

Після виконання розточування та хонінгування здійснюють підбір поршнів відповідного ремонтного розміру. Для кожного типорозміру циліндрів заводом-виробником передбачено ремонтні розміри, що дозволяють відновити нормативний зазор між поршнем і циліндром. Значення ремонтних розмірів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Ремонтні розміри циліндрів блока двигуна

Ремонтний розмір циліндра, мм	Клас поршня та циліндра	Діаметр поршня (довідковий), мм	Діаметр циліндра після розточування, мм	Діаметр циліндра після хонінгування, мм
76,4	A	76,34–76,35	76,37–76,38	76,40–76,41
	B	76,35–76,36	76,38–76,39	76,41–76,42
	C	76,36–76,37	76,39–76,40	76,42–76,43
	D	76,37–76,38	76,40–76,41	76,43–76,44
	E	76,38–76,39	76,41–76,42	76,44–76,45
76,8	A	76,74–76,75	76,77–76,78	76,80–76,81
	B	76,75–76,76	76,78–76,79	76,81–76,82
	C	76,76–76,77	76,79–76,80	76,82–76,83
	D	76,77–76,78	76,80–76,81	76,83–76,84
	E	76,78–76,79	76,81–76,82	76,84–76,85
79,4	A	79,34–79,35	79,37–79,38	79,40–79,41
	B	79,35–79,36	79,38–79,39	79,41–79,42
	C	79,36–79,37	79,39–79,40	79,42–79,43
	D	79,37–79,38	79,40–79,41	79,43–79,44
	E	79,38–79,39	79,41–79,42	79,44–79,45
79,8	A	79,74–79,75	79,77–79,78	79,80–79,81
	B	79,75–79,76	79,78–79,79	79,81–79,82
	C	79,76–79,77	79,79–79,80	79,82–79,83
	D	79,77–79,78	79,80–79,81	79,83–79,84
	E	79,78–79,79	79,81–79,82	79,84–79,85
82,4	A	82,34–82,35	82,37–82,38	82,40–82,41
	B	82,35–82,36	82,38–82,39	82,41–82,42
	C	82,36–82,37	82,39–82,40	82,42–82,43
	D	82,37–82,38	82,40–82,41	82,43–82,44
	E	82,38–82,39	82,41–82,42	82,44–82,45
82,8	A	82,74–82,75	82,77–82,78	82,80–82,81
	B	82,75–82,76	82,78–82,79	82,81–82,82
	C	82,76–82,77	82,79–82,80	82,82–82,83
	D	82,77–82,78	82,80–82,81	82,83–82,84
	E	82,78–82,79	82,81–82,82	82,84–82,85

У результаті виконання відновлювальних робіт забезпечується відновлення геометричних параметрів блока циліндрів, зменшення витрати мастила, підвищення компресії та збільшення ресурсу двигуна після

капітального ремонту.

Під час капітального ремонту двигуна особливу увагу приділяють відновленню колінчастого вала, оскільки він є однією з найбільш навантажених деталей кривошипно-шатунного механізму. Перед виконанням ремонтних операцій перевіряють наявність тріщин, ступінь зношування корінних і шатунних шийок, а також геометричну точність вала.

У випадку виявлення деформації колінчастого вала виконують його правку на спеціальному обладнанні. Якість відновлення контролюють перевіркою радіального биття. Для цього колінчастий вал установлюють на призми та за допомогою індикатора годинникового типу визначають величину відхилення під час обертання навколо власної осі. Схему контролю радіального биття наведено на рисунку 2.9.

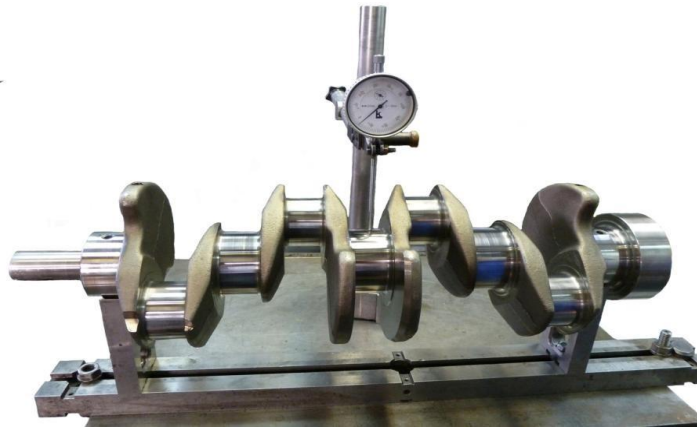


Рисунок 2.9 – Контроль радіального биття колінчастого вала після відновлення

Після правки виконують шліфування корінних і шатунних шийок до найближчого ремонтного розміру з подальшим поліруванням поверхонь. Механічна обробка дозволяє усунути сліди зношування, задири та відновити необхідну геометрію шийок колінчастого вала.

Для забезпечення нормативних зазорів у підшипникових вузлах після шліфування шийок підбирають ремонтні вкладиші відповідного розміру. Під час складання контролюють зазор між вкладишами корінних підшипників та шийками колінчастого вала. При перевищенні допустимих значень виконують повторний підбір вкладишів або додаткову механічну обробку шийок.

Використання ремонтних вкладишів після шліфування забезпечує відновлення необхідних умов мащення та надійну роботу колінчастого вала.

Після завершення відновлювальних робіт проводять остаточний контроль геометричних параметрів колінчастого вала, перевіряють величину радіального биття, якість обробки шийок та відповідність отриманих розмірів технічним вимогам. Відновлений колінчастий вал повинен забезпечувати плавну роботу двигуна та необхідний ресурс після капітального ремонту.

2.3 Відновлення деталей двигуна

Після проведення дефектації виконують відновлення деталей двигуна, придатних до подальшої експлуатації після ремонту. Основною метою відновлювальних робіт є повернення деталям початкових геометричних параметрів, забезпечення необхідних посадок і зазорів, а також відновлення їх експлуатаційних характеристик. Залежно від характеру та ступеня зношування застосовують різні методи ремонту, серед яких механічна обробка, шліфування, хонінгування, встановлення ремонтних втулок, полірування та балансування.

Під час капітального ремонту двигуна виконуються такі основні операції: відновлення напрямних втулок клапанів, механічна обробка клапанів і сідел клапанів, шліфування привалкової площини головки блока циліндрів, розточування та хонінгування циліндрів блока, відновлення ліжок колінчастого та розподільного валів, виправлення колінчастого вала, шліфування і полірування його шийок, балансування колінчастого вала, а також відновлення верхньої та нижньої головок шатунів.

2.3.1 Відновлення напрямних втулок клапанів

При відновленні напрямної втулки клапана проводиться встановлення ремонтної тонкостінної гільзи з бронзового сплаву в отвір зношеної напрямної втулки головки блока циліндрів. Перед встановленням втулки отвір розсвердлюють до необхідного розміру та обробляють спеціальною розгорткою для отримання точної посадкової поверхні. Після цього ремонтну гільзу

запресовують із натягом у підготовлений отвір.

Після запресування виконують калібрування внутрішнього отвору під стрижень клапана за допомогою спеціальних твердосплавних кульок. Завершальним етапом є підрізання виступаючої частини гільзи та зняття задирок зенкером. Відновлена втулка забезпечує нормативний зазор між клапаном і напрямною та відновлює працездатність газорозподільного механізму.

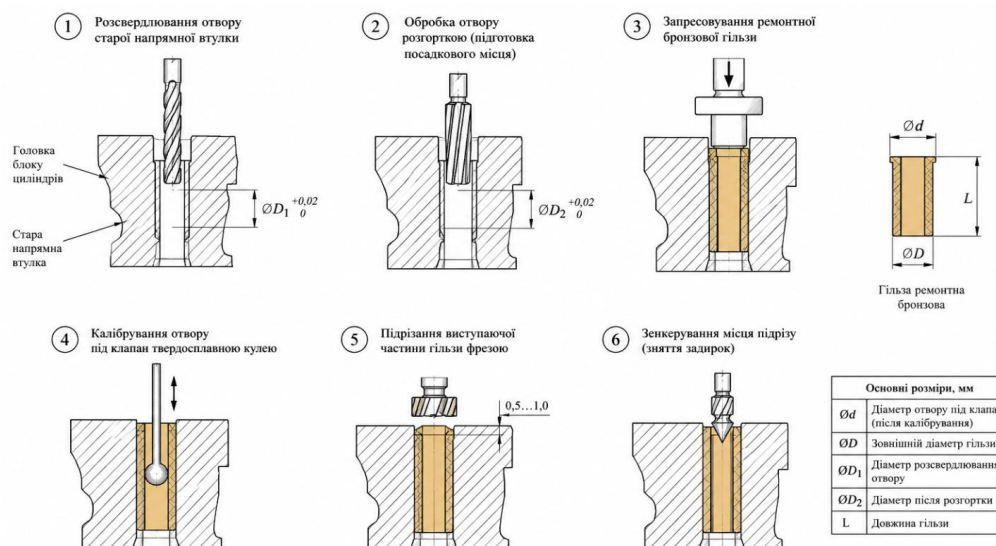


Рисунок 2.10 – Відновлення напрямної втулки клапана

2.3.2 Механічна обробка клапанів та сідел клапанів

При механічній обробці клапанів (рис. 2.11) відновлюють фаску стрижня клапана, торець стрижня та робочу фаску тарілки клапана. Одночасно виконують обробку сідел клапанів за допомогою твердосплавного інструменту, формуючи необхідний профіль робочої фаски.

Після завершення механічної обробки проводять притирання клапанів до сідел та перевірку герметичності за допомогою вакуумного тестера. Це забезпечує надійне ущільнення камери згоряння та підвищує ефективність роботи двигуна.



Рисунок 2.11 – Механічна обробка клапана та сідла клапана

2.3.3 Шліфування привалкової площини головки блока циліндрів

Шліфування привалкової площини головки блока циліндрів (рис.2.12) виконують на фрезерно-шліфувальних верстатах з метою усунення деформацій та відновлення площинності поверхні. У процесі ремонту видаляється мінімальний шар металу, достатній для усунення викривлень та забезпечення герметичного з'єднання головки блока з блоком циліндрів.

Максимально допустима глибина шліфування встановлюється заводом-виробником двигуна. Перевищення ремонтного розміру може призвести до порушення геометрії камери згоряння та погіршення роботи двигуна, тому в таких випадках головка блока підлягає заміні.



Рисунок 2.12 – Шліфування привалкової площини головки блока циліндрів

2.3.4 Розточування та хонінгування блока циліндрів

Під час експлуатації двигуна внутрішні поверхні циліндрів зазнають значного зношування, унаслідок чого змінюються їх геометричні параметри, збільшуються зазори між поршнем і циліндром, знижується компресія та підвищується витрата мастила. Для відновлення працездатності блока циліндрів застосовують розточування з подальшим хонінгуванням.

Розточування циліндрів виконують на спеціалізованих верстатах із невеликою швидкістю обробки, що забезпечує високу точність розмірів, правильну геометричну форму циліндрів та необхідну якість поверхні. Під час обробки забезпечують паралельність осей циліндрів і їх перпендикулярність відносно базових поверхонь блока. Розточування проводять із залишенням припуску 0,10–0,15 мм для наступної фінішної обробки.

Після завершення розточування виконують хонінгування циліндрів. Ця операція забезпечує остаточне формування геометричних параметрів циліндра та створення на його поверхні характерної перехресної мікрорельєфної сітки. Така структура покращує утримання мастильної плівки на стінках циліндрів, сприяє швидкому припрацюванню поршневих кілець та підвищує довговічність циліндро-поршневої групи.

Схему виконання розточування та хонінгування блока циліндрів наведено на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Розточування та хонінгування блока циліндрів

2.3.5 Відновлення ліжок колінчастого та розподільного валів

У процесі експлуатації двигуна можливе порушення співвісності ліжок колінчастого та розподільного валів, що призводить до нерівномірного навантаження підшипників та прискореного зношування деталей. Для відновлення геометричних параметрів виконують ремонт ліжок шляхом їх розточування та хонінгування.

Перед обробкою кришки корінних підшипників шліфують по площині роз'єму, після чого встановлюють на блок циліндрів та затягують із номінальним моментом. Далі виконують розточування ліжок до необхідного розміру з дотриманням установлених допусків і співвісності отворів. Завершальним етапом є хонінгування, що забезпечує необхідну точність і якість поверхні.

Схему відновлення ліжок колінчастого та розподільного валів наведено на рисунку 2.14.



Рисунок 2.14 – Розточування та хонінгування ліжок колінчастого та розподільного валів

2.3.6 Виправлення колінчастого вала

При наявності деформації колінчастого вала виконують його виправлення. Процес полягає у створенні контрольованого навантаження на вал

у місці найбільшого викривлення. Перед правкою вал встановлюють на спеціальний стенд та визначають величину прогину.

Виправлення здійснюють за допомогою гідравлічного обладнання. Для підвищення ефективності процесу вал попередньо нагрівають до необхідної температури, після чого прикладають розрахункове зусилля. Після завершення правки вал охолоджується в природних умовах, що забезпечує стабілізацію його геометричної форми.

Схему виправлення колінчастого вала наведено на рисунку 2.15.



Рисунок 2.15 – Виправлення колінчастого вала

2.3.7 Шліфування та полірування колінчастого вала

Після виправлення колінчастого вала виконують шліфування корінних та шатунних шийок. Обробку проводять до найближчого ремонтного розміру залежно від величини зношування поверхонь. Під час шліфування усуваються сліди зношування, ризики, задири та інші дефекти.

Після шліфування виконують полірування шийок для зниження шорсткості поверхні та покращення умов мащення підшипників ковзання. Після завершення механічної обробки особливу увагу приділяють очищенню мастильних каналів від абразивних частинок та залишків обробки.

Схему шліфування колінчастого вала наведено на рисунку 2.16.



Рисунок 2.16 – Шліфування колінчастого вала

2.3.8 Балансування колінчастого вала

Після виконання механічної обробки колінчастий вал підлягає обов'язковому балансуванню. Метою операції є усунення дисбалансу, який може викликати підвищені вібрації, шум та додаткові навантаження на підшипники під час роботи двигуна.

Балансування виконують на спеціальному балансувальному стенді. Колінчастий вал розкручують до заданої частоти обертання, після чого вимірювальна система визначає місця та величину дисбалансу. Усунення дисбалансу здійснюють шляхом видалення надлишкової маси або встановлення балансувальних елементів.

Схему балансування колінчастого вала наведено на рисунку 2.17.

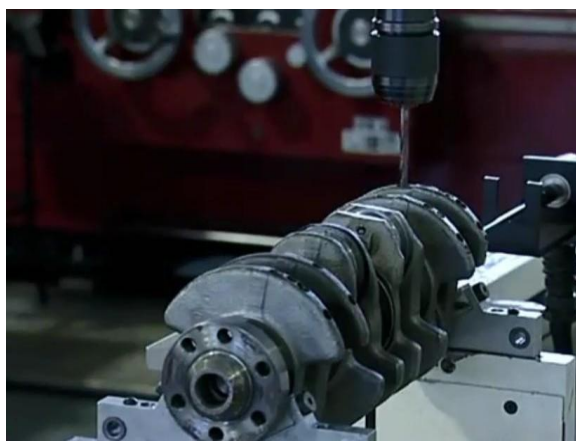


Рисунок 2.17 – Балансування колінчастого вала

2.3.9 Відновлення нижньої головки шатуна

Під час експлуатації двигуна нижня головка шатуна зазнає значних знакозмінних навантажень, що призводить до поступового зношування її отвору та порушення геометричної форми. Для відновлення працездатності шатуна виконують ремонт нижньої головки з подальшою механічною обробкою отвору.

На першому етапі ремонту кришку шатуна обробляють по площині роз'єму, зменшуючи її розмір на 0,05–0,10 мм. Зменшення розміру може виконуватись шліфуванням, фрезеруванням або притиранням залежно від величини припуску. Після цього шатун збирають, встановлюють кришку та затягують шатунні болти моментом, передбаченим технічною документацією.

Після складання виконують обробку отвору нижньої головки шатуна до номінального розміру. Найчастіше для цього використовують горизонтально-хонінгувальні верстати, які забезпечують високу точність розмірів, правильну геометричну форму отвору та необхідну якість поверхні. Відхилення форми та розмірів після обробки не перевищують 0,005–0,010 мм, що забезпечує надійну роботу підшипникового вузла.

Схему відновлення нижньої головки шатуна наведено на рисунку 2.18.



Рисунок 2.18 – Хонінгування нижньої головки шатуна

2.4 Комплектування деталей двигуна

Після завершення відновлювальних робіт виконують комплектування деталей двигуна. Метою даної операції є забезпечення необхідних посадок і зазорів між спряженими деталями, що безпосередньо впливає на ресурс та надійність роботи двигуна після капітального ремонту.

Під час комплектування виконують:

- підбір поршнів до циліндрів;
- підбір поршневих пальців до поршнів;
- підбір поршневих кілець до поршнів;
- підбір поршневих кілець до циліндрів;
- підбір шатунних та корінних вкладишів;
- підбір упорних півкілець колінчастого вала.

2.4.1 Підбір поршнів до циліндрів

Однією з найважливіших операцій комплектування є підбір поршнів до циліндрів. Правильний підбір забезпечує нормативний зазор між поверхнею поршня та стінкою циліндра, що необхідно для надійної роботи циліндро-поршневої групи.

Для визначення зазору вимірюють діаметр поршня на відстані 15 мм від нижнього краю спідниці у площині, перпендикулярній осі поршневого пальця. Отримане значення порівнюють із фактичним діаметром циліндра після розточування та хонінгування. Нормативний зазор між поршнем і циліндром повинен відповідати вимогам заводу-виробника та, як правило, не перевищувати 0,15 мм.

Контроль правильності підбору також може виконуватись практичним способом. Поршень без кілець і поршневого пальця встановлюють у відповідний циліндр. За правильного підбору поршень повинен плавно переміщуватись під дією власної ваги без заїдань та надмірного люфту.

Схему вимірювання діаметра поршня наведено на рисунку 2.19.

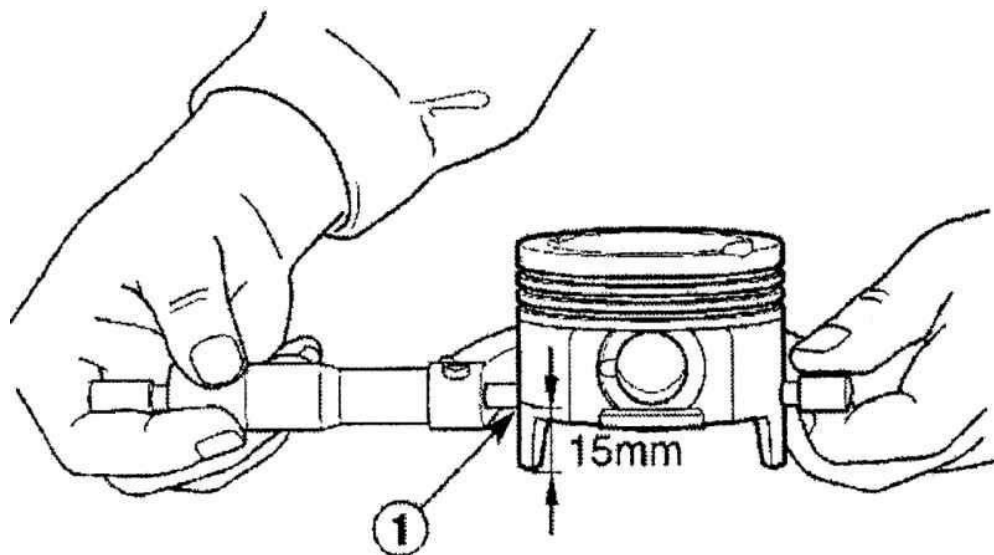


Рисунок 2.19 – Вимірювання діаметра поршня

2.4.2 Підбір поршневого пальця до поршня

Після підбору поршня виконують підбір поршневого пальця. Якість сполучення перевіряють встановленням змащеного моторним мастилом пальця в отвір бобишок поршня.

Правильно підібраний поршневий палець повинен входити в отвір бобишок під дією зусилля великого пальця руки та утримуватись у поршні без самовільного випадання при його вертикальному положенні. Така посадка забезпечує необхідний монтажний натяг та надійну роботу з'єднання під час експлуатації двигуна.

Схему підбору поршневого пальця до поршня наведено на рисунку 2.20.

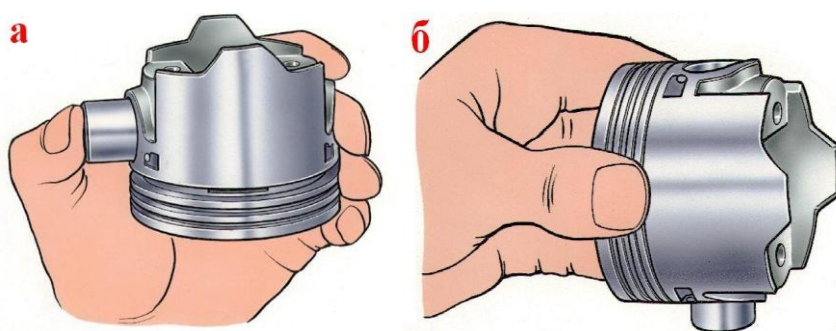


Рисунок 2.20 – Підбір поршневого пальця до поршня

2.4.3 Підбір поршневих кілець до поршня

Після підбору поршня та поршневого пальця виконують підбір

поршневих кілець до відповідних канавок поршня. Правильність підбору визначається величиною зазору між кільцем та стінками канавки поршня, від якого залежить надійність роботи поршневої групи та герметичність камери згоряння.

Для перевірки кільце встановлюють у відповідну канавку поршня та за допомогою набору щупів вимірюють зазор між верхньою поверхнею кільця і стінкою канавки. Отримане значення порівнюють із допустимими нормами заводу-виробника. Якщо величина зазору перевищує допустиме значення 0,15 мм, поршневе кільце підлягає заміні.

Схему перевірки зазору між поршневим кільцем та канавкою поршня наведено на рисунку

2.21.

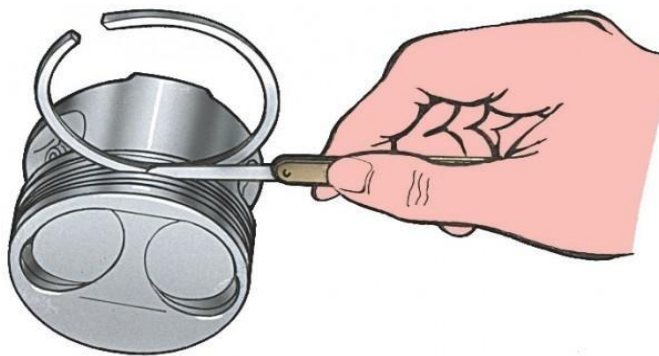


Рисунок 2.21 – Перевірка зазору між поршневим кільцем та канавкою поршня

2.4.4 Підбір поршневих кілець до циліндра

Після підбору кілець до поршня виконують перевірку їх відповідності діаметру циліндра. Основним параметром контролю є зазор у замку поршневого кільця, який забезпечує нормальне теплове розширення кільця під час роботи двигуна.

Для визначення зазору кільце встановлюють у циліндр та за допомогою поршня вирівнюють його положення на глибині приблизно 105 мм від верхньої площини блока. Після цього за допомогою набору щупів вимірюють зазор у замку кільця. Якщо величина зазору менша за 0,25 мм, допускається підгонка

шляхом підпилювання торців кільця. Якщо зазор перевищує 0,8 мм, кільце вважається непридатним до подальшого використання та підлягає заміні.

Схему перевірки зазору в замку поршневого кільця наведено на рисунку 2.22.



Рисунок 2.22 – Перевірка зазору в замку поршневого кільця

2.4.5 Підбір шатунних та корінних вкладишів

Підбір вкладишів здійснюють після остаточного відновлення шийок колінчастого вала. Метою операції є забезпечення необхідного робочого зазору між шийкою вала та поверхнею вкладиша.

Для контролю зазору використовують калібрований пластичний дріт. Перед вимірюванням очищають поверхню шийки колінчастого вала та поверхню вкладиша. Відрізок каліброваного дроту укладають на поверхню шийки, після чого встановлюють кришку підшипника та затягують кріплення моментом, передбаченим технічною документацією. Після демонтажу кришки величину зазору визначають за шириною сплющеного дроту за спеціальною шкалою.

Якщо зазор перевищує 0,10 мм для шатунних підшипників або 0,15 мм для корінних підшипників, вкладиші підлягають заміні на ремонтний розмір.

2.4.6 Підбір упорних півкілець колінчастого вала

Після встановлення колінчастого вала виконують підбір упорних півкілець та перевірку осьового зазору колінчастого вала. Даний зазор забезпечує компенсацію теплових деформацій та запобігає осьовому зміщенню

вала під час роботи двигуна.

Для контролю осьового зазору колінчастий вал встановлюють у блок циліндрів разом з упорними півкільцями. Індикатор годинникового типу закріплюють таким чином, щоб його вимірювальний наконечник контактував із фланцем колінчастого вала. За допомогою монтажних лопаток або викруток вал переміщують уздовж осі в обох напрямках та визначають величину осьового переміщення.

Схему перевірки осьового зазору колінчастого вала наведено на рисунку 2.23.

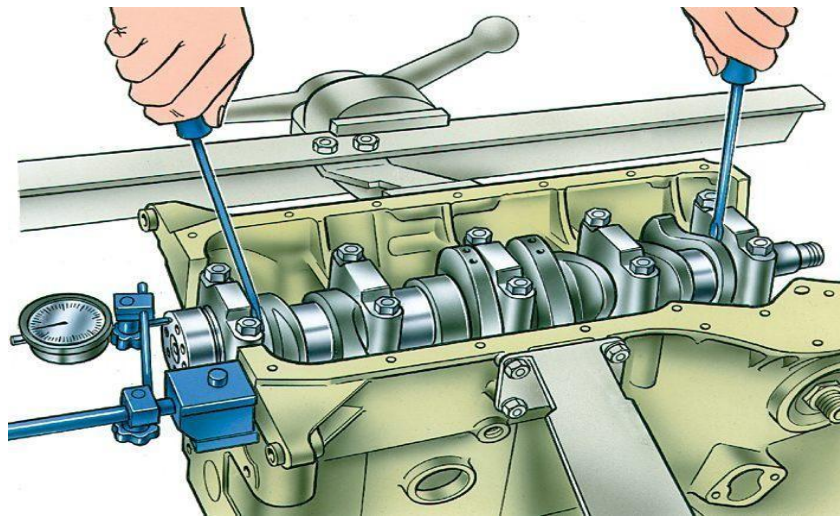


Рисунок 2.23 – Перевірка осьового зазору колінчастого вала

Якщо величина осьового зазору перевищує 0,35 мм, виконують заміну упорних півкільць на ремонтні збільшеної товщини. Правильно підібрані півкільця забезпечують надійну роботу колінчастого вала та підвищують довговічність двигуна після капітального ремонту.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Пристрій для демонтажу клапанних пружин

Під час капітального ремонту двигуна внутрішнього згоряння значна увага приділяється ремонту головки блока циліндрів та елементів газорозподільного механізму. Для проведення дефектації клапанів, напрямних втулок, сідел клапанів та заміни маслоснімних ковпачків необхідно виконати демонтаж клапанних пружин. Оскільки клапанні пружини перебувають у попередньо стиснутому стані, їх зняття без спеціального обладнання є складним та небезпечним процесом. Для виконання цих робіт застосовують спеціальні пристрої – розсухарювачі клапанів.

Сучасні пристрої для демонтажу клапанних пружин можна поділити на три основні групи: важільні, гвинтові та універсальні стендові.

3.1.1 Важільні розсухарювачі клапанів

Важільні розсухарювачі є найпростішими та найпоширенішими пристроями для обслуговування клапанного механізму. Їх робота базується на використанні важеля, за допомогою якого створюється необхідне зусилля для стискання клапанної пружини та звільнення сухарів клапана.

До переваг важільних пристроїв належать простота конструкції, невелика маса, низька вартість виготовлення та зручність використання безпосередньо на автомобілі. Недоліками є необхідність прикладання значного фізичного зусилля, обмежена універсальність та недостатня жорсткість конструкції під час роботи з потужними пружинами.

Переважно такі пристрої використовуються для ремонту бензинових двигунів легкових автомобілів у невеликих ремонтних майстернях.

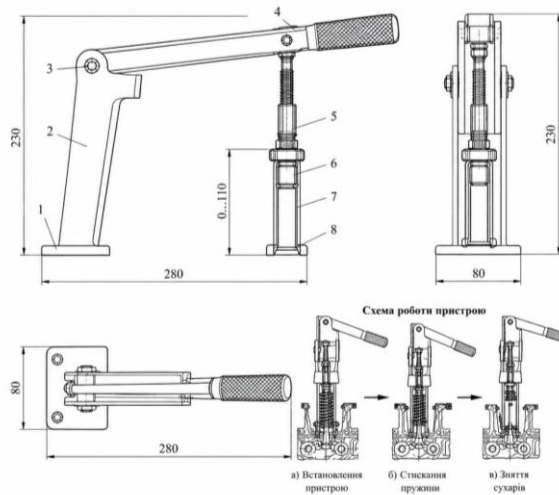


Рисунок 3.1 – Важільний розсухарювач клапанів

3.1.2 Гвинтові розсухарювачі клапанів

Гвинтові пристрої працюють за рахунок переміщення натискного елемента гвинтовою парою. При обертанні рукоятки створюється плавне та контрольоване зусилля, яке стискає клапанну пружину та забезпечує безпечно вилучення сухарів. Основними перевагами гвинтових пристроїв є висока точність роботи, можливість створення значного зусилля та безпечність використання. До недоліків можна віднести більшу тривалість виконання операції та складнішу конструкцію порівняно з важільними пристроями. Такі розсухарювачі широко застосовуються на станціях технічного обслуговування та ремонтних підприємствах.

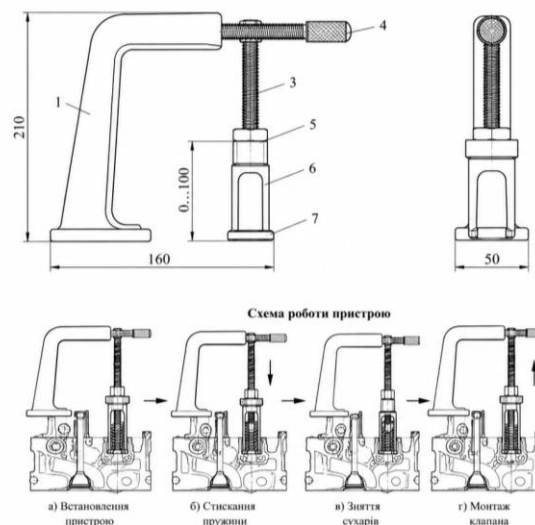


Рисунок 3.2 – Гвинтовий розсухарювач клапанів:

1 – рама; 2 – опорна п'ятка; 3 – ходовий гвинт; 4 – рукоятка; 5 – натискна чашка; 6 – напрямна втулка; 7 – опорна вилка; 8 – контргайка.

3.1.3 Універсальні стендові пристрої

Універсальні стендові пристрої призначені для виконання ремонтних робіт із головками блока циліндрів, демонтованими з двигуна. Вони встановлюються на верстак або спеціальний стенд та дозволяють виконувати демонтаж і монтаж клапанів різних типів двигунів.

Конструкція таких пристроїв зазвичай включає опорну раму, механізм стискання пружини, регульовані опори та систему фіксації головки блока циліндрів. Завдяки цьому забезпечується висока продуктивність праці, зручність виконання робіт та безпечність обслуговування.

Недоліком стендових пристроїв є більша вартість виготовлення та значні габаритні розміри.

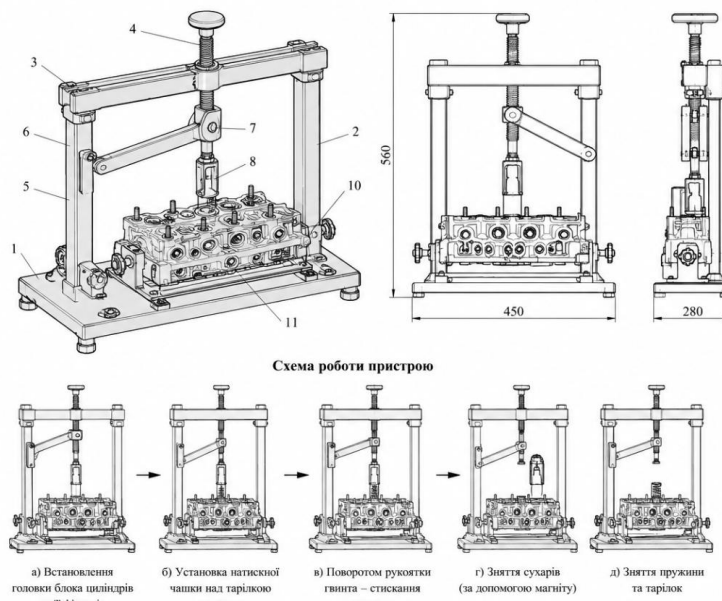


Рисунок 3.3 – Універсальний стендовий пристрій для демонтажу клапанних пружин:

1 – основа; 2 – стійка; 3 – поперечина; 4 – натискний гвинт з рукояткою; 5 – поворотний важіль; 6 – вісь важеля; 7 – напрямна каретка; 8 – натискна чашка; 9 – фіксатор головки блока циліндрів; 10 – затискний гвинт фіксатора; 11 – напрямна планка основи

3.1.4 Вибір конструкції пристрою для розроблення

Аналіз існуючих конструкцій показав, що найбільш доцільним для умов ремонтного підприємства є застосування універсального важільно-гвинтового пристрою для демонтажу та монтажу клапанних пружин. Така конструкція поєднує простоту виготовлення, достатню жорсткість, можливість створення необхідного зусилля та універсальність використання для більшості головок блока циліндрів легкових автомобілів.

Розроблюваний пристрій повинен забезпечувати швидке та безпечне стискання клапанної пружини, надійну фіксацію головки блока циліндрів, зручний доступ до сухарів клапана та можливість багаторазового використання без втрати точності роботи.

3.2 Розроблення конструкції стенда для розбирання та складання двигуна

Для підвищення зручності, безпеки та продуктивності виконання робіт під час капітального ремонту двигуна пропонується розробити стенд для розбирання та складання двигуна внутрішнього згоряння легкового автомобіля. Такий стенд призначений для надійного закріплення двигуна, його повороту навколо горизонтальної осі та фіксації у необхідному робочому положенні.

Під час капітального ремонту двигун необхідно багаторазово повертати для доступу до різних вузлів: головки блока циліндрів, картера, колінчастого вала, поршневої групи, системи мащення та навісного обладнання. Виконання цих робіт без спеціального пристрою ускладнює ремонт, підвищує трудомісткість і створює ризик пошкодження деталей. Тому застосування стенда-кантувача є доцільним для ремонтної дільниці.

Запропонована конструкція стенда складається з опорної рами, вертикальної стійки, поворотної втулки, осі повороту, кронштейна кріплення двигуна, фіксатора положення та ручки повороту. Опорна рама виготовляється із сталевого профілю та забезпечує стійкість стенда під час роботи. Вертикальна стійка сприймає основне навантаження від маси двигуна. У

верхній частині стійки розміщується поворотний вузол, який дозволяє змінювати положення двигуна.

Двигун кріпиться до монтажної плити за допомогою регульованих кронштейнів і болтових з'єднань. Така конструкція дає можливість встановлювати двигуни різних типорозмірів. Для фіксації двигуна у потрібному положенні передбачено сектор із отворами та стопорний палець. Це дозволяє надійно утримувати двигун під час демонтажу або монтажу деталей.

Принцип роботи станда полягає в тому, що двигун після демонтажу з автомобіля встановлюється на монтажну плиту та закріплюється болтами. Після цього ремонтник за допомогою ручки або поворотного механізму повертає двигун у необхідне положення. Після вибору положення двигун фіксується стопорним пальцем. Це забезпечує зручний доступ до всіх сторін агрегату та підвищує якість виконання ремонтних операцій.

Використання розробленого станда дозволяє зменшити трудомісткість розбирання і складання двигуна, підвищити безпеку праці, зменшити ризик пошкодження деталей та покращити організацію робочого місця ремонтника.

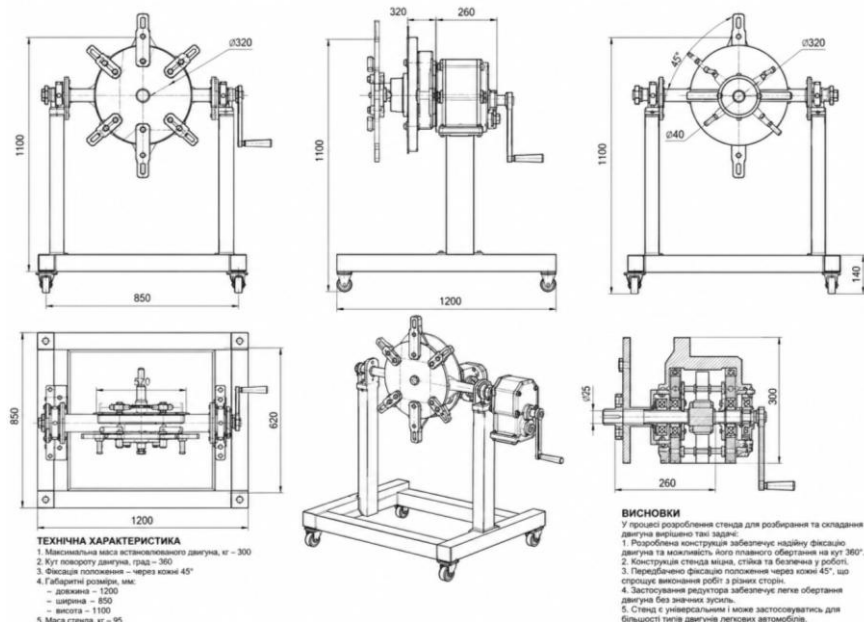


Рисунок 3.4 – Стенд для розбирання та складання двигуна

3.3 Розроблення конструкції стенда для перевірки герметичності головки блока циліндрів

Під час капітального ремонту двигуна важливим етапом є перевірка герметичності головки блока циліндрів. Наявність мікротріщин у сорочці охолодження, камерах згоряння або в зонах навколо клапанів може призвести до потрапляння охолоджувальної рідини в циліндри, перегріву двигуна, зниження компресії та повторної відмови агрегату після ремонту. Тому для якісної дефектації головки блока циліндрів доцільно застосовувати спеціальний стенд для перевірки її герметичності.

Запропонований стенд призначений для контролю герметичності головки блока циліндрів методом подачі стисненого повітря в канали сорочки охолодження з подальшим зануренням деталі у ванну з водою. При наявності тріщин або негерметичних ділянок на поверхні води з'являються повітряні бульбашки, за якими визначають місце пошкодження.

Конструкція стенда складається з ванни для води, опорної рами, поворотної станини для встановлення головки блока циліндрів, затискних елементів, гумових заглушок для технологічних отворів, пневматичної магістралі, манометра, редуктора тиску та компресора. Ванна виготовляється з листової сталі та встановлюється на зварну раму. Для зручності роботи передбачається зливний кран, а також можливість підігріву води до температури близько 70 °С.

Головка блока циліндрів встановлюється на поворотну станину та фіксується притискними планками. Усі технологічні отвори закриваються гумовими заглушками, після чого через один із каналів у сорочку охолодження подається стиснене повітря під тиском 0,4 МПа. Далі головку блока занурюють у ванну з водою та послідовно повертають для огляду всіх поверхонь. Вихід бульбашок повітря свідчить про наявність тріщини або порушення герметичності.

Під час розроблення стенда необхідно виконати такі розрахунки: перевірку міцності стінок ванни, розрахунок робочого тиску пневматичної

системи, вибір компресора за продуктивністю та тиском, а також розрахунок кріплень головки блока циліндрів. Крім цього, необхідно передбачити надійне ущільнення технологічних отворів і безпечне регулювання тиску повітря.

Використання такого станда дозволяє підвищити якість дефектації головки блока циліндрів, своєчасно виявити приховані тріщини, зменшити ймовірність повторного ремонту двигуна та забезпечити надійність роботи силового агрегату після капітального ремонту.

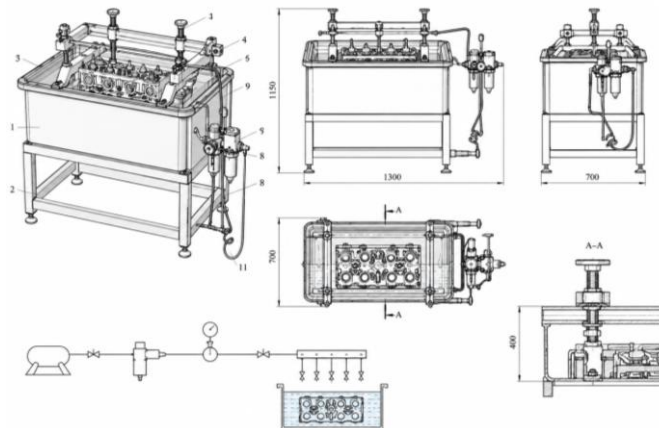


Рисунок 3.5 – Стенд для перевірки герметичності головки блока циліндрів:
1 – опорна рама; 2 – ванна з водою; 3 – головка блока циліндрів; 4 – поворотна станина; 5 – притискна планка; 6 – гумові заглушки; 7 – пневматичний штуцер; 8 – манометр; 9 – редуктор тиску; 10 – компресор; 11 – зливний кран; 12 – нагрівальний елемент.

3.4 Розроблення конструкції станда для шліфування клапанів

Під час капітального ремонту двигуна значна увага приділяється відновленню деталей газорозподільного механізму. Однією з найбільш відповідальних операцій є відновлення робочої фаски клапанів, від якості якої залежить герметичність камери згоряння, компресія двигуна та його техніко-економічні показники.

Для виконання даної операції пропонується розробити спеціалізований стенд для шліфування клапанів. Стенд призначений для відновлення робочої фаски тарілки клапана шляхом механічного шліфування абразивним кругом із забезпеченням необхідної точності обробки.

Конструкція станда складається зі станини, електродвигуна, пасової передачі, шпindelного вузла, пристрою закріплення клапана, механізму подачі та захисного кожуха. Станина є базовим елементом конструкції та забезпечує жорсткість усієї системи. На станині встановлюються електродвигун і шпindelний вузол.

Обертання від електродвигуна передається на шпindel за допомогою клинопасової передачі. На шпindelі встановлюється шліфувальний круг. Клапан закріплюється у спеціальному патроні, що забезпечує співвісність оброблюваної поверхні та інструмента. Механізм подачі дозволяє плавно підводити клапан до абразивного круга та регулювати величину знімання металу.

Принцип роботи станда полягає у встановленні клапана в затискний патрон та запуску електродвигуна. Через пасову передачу обертання передається на шпindel зі шліфувальним кругом. Після досягнення робочої частоти обертання клапан підводиться до круга та здійснюється обробка фаски до отримання необхідної геометрії поверхні.

Запропонована конструкція забезпечує високу якість відновлення клапанів, зменшує трудомісткість ремонту та дозволяє підвищити ресурс відремонтованого двигуна.

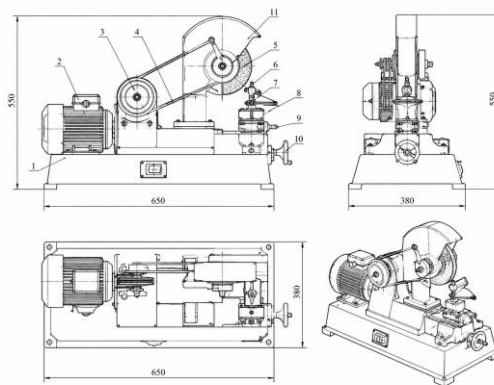


Рисунок 3.6 – Стенд для шліфування клапанів

1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – ведучий шків; 4 – клиновий пас; 5 – ведений шків; 6 – шпindelний вузол; 7 – шліфувальний круг; 8 – патрон для закріплення клапана; 9 – механізм подачі; 10 – рукоятка подачі; 11 – захисний кожух; 12 – вимикач електродвигуна.

3.5 Розроблення універсального станда для дефектації колінчастих валів

Під час капітального ремонту двигуна одним із найвідповідальніших етапів є дефектація колінчастого вала. Від правильності визначення технічного стану шийок, величини прогину та радіального биття залежить якість подальшого ремонту і ресурс двигуна після складання. Для виконання цих операцій пропонується розробити універсальний стенд для дефектації колінчастих валів двигунів легкових автомобілів.

Стенд призначений для контролю геометричних параметрів колінчастого вала, вимірювання радіального биття корінних шийок, визначення прогину вала та перевірки стану його робочих поверхонь. Конструкція станда забезпечує високу точність вимірювання та зручність виконання контрольних операцій.

Конструкція станда складається з опорної рами, двох регульованих призм, прямої балки, стояків для індикаторів годинникового типу, механізму переміщення вимірювальної каретки та комплекту вимірювальних приладів. Колінчастий вал встановлюється на призми за крайні корінні шийки, що забезпечує його правильне базування під час вимірювань.

Для контролю радіального биття індикатор годинникового типу встановлюється на контрольовану шийку. Під час повільного обертання вала визначається максимальне відхилення стрілки індикатора, яке характеризує величину биття. Аналогічно виконується перевірка всіх корінних і шатунних шийок.

Визначення прогину колінчастого вала здійснюється шляхом встановлення індикатора на середню корінну шийку. Отримані результати дозволяють оцінити придатність вала до подальшої експлуатації або необхідність його виправлення.

Стенд також дозволяє контролювати знос шийок колінчастого вала після шліфування та перевіряти правильність їх взаємного розташування відносно осі обертання.

При розробленні конструкції необхідно виконати розрахунок міцності та

жорсткості рами, перевірку призм на контактні напруження, а також оцінити точність вимірювальної системи. Це забезпечить надійну роботу станда та необхідну достовірність результатів контролю.

Запропонований стенд характеризується простотою конструкції, високою точністю вимірювань та універсальністю застосування для більшості колінчастих валів двигунів легкових автомобілів.

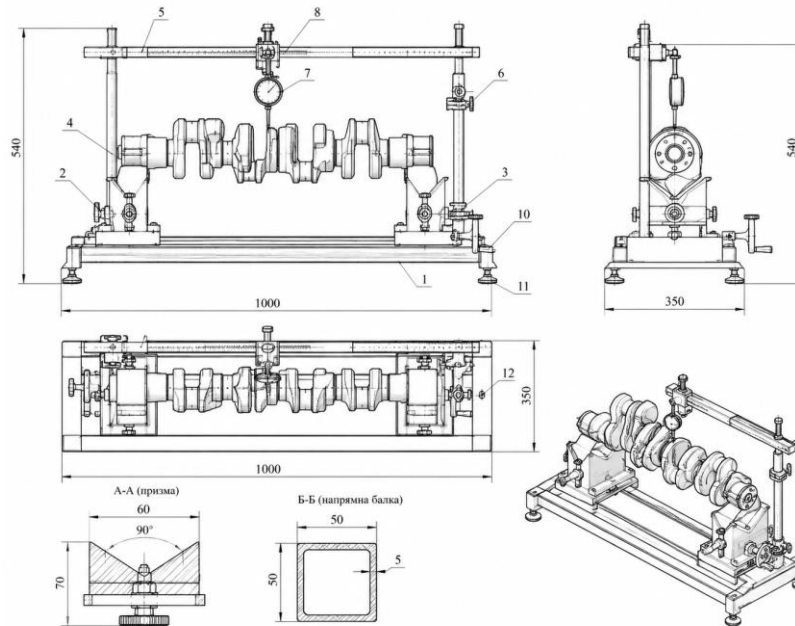


Рисунок 3.7 – Універсальний стенд для дефектації колінчастих валів

1 – опорна рама; 2 – ліва призма; 3 – права призма; 4 – колінчастий вал; 5 – напрямна балка; 6 – стійка індикатора; 7 – індикатор годинникового типу; 8 – каретка переміщення індикатора; 9 – механізм фіксації каретки; 10 – регулювальний гвинт призми; 11 – опорні ніжки станда; 12 – шкала переміщення каретки.

3.6 Розроблення пристрою для випресування та запресування поршневого пальця

Під час капітального ремонту двигуна внутрішнього згорання важливе місце займає ремонт шатунно-поршневої групи. Однією з найбільш відповідальних операцій є демонтаж та монтаж поршневого пальця, який з'єднує поршень із шатуном. Неправильне виконання цієї операції може призвести до пошкодження поршня, деформації шатуна або появи задирів на

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Умови безпеки устаткування

Перед машинобудуванням поставлено завдання створення високопродуктивних машин, автоматичних ліній, верстатів з програмним керуванням та інших виробів, які повністю гарантують безпеку робіт. Усі ці машини, установки та пристрої насамперед повинні бути міцними і надійними в експлуатації.

До основних технічних засобів та заходів безпеки, спрямованих на боротьбу з виробничим травматизмом, можна віднести механізацію й автоматизацію виробничих процесів; огорожувальні та запобіжні пристрої; сигналізацію безпеки; встановлення розривів і габаритів безпеки; застосування запобіжних знаків і написів; впровадження дистанційного керування; встановлення спеціальних пристроїв безпеки; застосування індивідуальних засобів захисту; проведення профілактичних випробувань на міцність.

Механічна міцність верстатів, машин, апаратів і інших виробів та їх частин є неодмінною умовою безпеки. Основні показники механічної міцності складаються з границі міцності, текучості й твердості матеріалу частин устаткування. Узагальнення цих характеристик для відповідного устаткування провадиться в коефіцієнтах запасу міцності. Коефіцієнт запасу різний для різних видів механічного устаткування і залежить від призначення конструкції та умов навколишнього середовища.

Дійові напруги в деталях машин повинні бути такими, за яких забезпечується міцність і довговічність деталей при мінімальній затраті матеріалу. При цьому деформації деталей не повинні виходити за встановлені межі при порушенні правильної роботи машинного вузла.

При попередніх розрахунках як критерій міцності звичайно використовувались уявлення про допустиму напругу, під якою розуміють ту максимальну напругу, яку можна допустити в небезпечному перерізі деталі, що

працює в умовах заданого режиму, при забезпеченні належної надійності. Найбільша допустима напруга, що в ідеальному випадку дорівнює фактичній, повинна бути така, щоб деталь при мінімальній її вазі не руйнувалася під час експлуатації і не піддавалась остаточним деформаціям. Допустима напруга зминання на поверхні контакту повинна забезпечувати обумовлену завданням довговічність деталі. Зуб шестірні, шарикопідшипник та подібні деталі одночасно з належною зносостійкістю повинні бути й міцними (тут поєднуються вимоги загальної та поверхневої міцності). Станини машин, шпинделі верстатів та ряд інших деталей повинні мати також значну жорсткість.

При проектуванні деталі або машини запас міцності звичайно визначають за навантаженнями, що відповідають несучій здатності. Остання характеризується навантаженнями, які відповідають граничним станам деталі по міцності, стійкості, опору пластичним деформаціям та ін.

Коефіцієнт запасу міцності дорівнює відношенню руйнівного навантаження до діючого навантаження:

$$K = \frac{Q_p}{Q_d},$$

де Q_p — руйнівне навантаження, кг;

Q_d — робоче навантаження, кг.

Для вантажних підйомних механізмів коефіцієнт запасу міцності становить 5—7 залежно від впливу на міцність навколишнього середовища (висока температура, магнітне поле), для вантажних ліфтів — 8, для людських — 9. Для будівельних конструкцій (цегла, бетон) межа міцності визначається за опором на стиснення в кГ/см^2 . Інші види опорів (вигин, скручування, сколювання) змінюються для металевих деталей аналогічно розтягу — чим вище опір на розрив, тим вище інші види опорів. Тому за критерій механічної міцності умовно приймається або границя на розрив (мотали), або границя на стиснення (будівельні матеріали).

Граничні навантаження можна визначати аналітично або експериментально залежно від характеру діючих навантажень і властивостей матеріалів.

Необхідно випускати виробниче устаткування із значним запасом міцності, провадити регулярні контрольні випробування його на підвищені навантаження. Це повністю гарантує міцність устаткування в процесі його експлуатації при нормальному навантаженні, що має велике значення для профілактики виробничого травматизму.

4.2 Теоретичні основи безпеки життєдіяльності

Безпека життя – це базовий фактор сталого людського розвитку. Безпека – це якщо немає загрози кому-небудь або чому-небудь. Небезпеки – це системи, об’єкти, механізми, процеси, явища, їх небезпечні параметри, характеристики, властивості, які за певних умов можуть завдати шкоди здоров’ю і життю людини, суспільству; становлять загрозу для довкілля.

Небезпеки поділяють на такі види:

- потенційні (приховані);
- перманентні (постійні, безперервні);
- тотальні (загальні).

Раніше джерелом небезпеки були явища природи, представники біологічного світу, різні процеси і явища. З розвитком цивілізації рівень загрози зростає. На сучасному етапі розвитку антропогенні небезпеки (створені людиною) посідають перше місце. Причини виникнення небезпек – це збіг обставин, унаслідок яких проявляється небезпека, і виникають негативні наслідки: нервові потрясіння, травми, хвороби, інвалідності, іноді смерть. Існує ланцюжок: «причина – небезпека – наслідки». Ліквідувавши причину можна усунути прояв небезпеки і відповідно наслідки. Безпека життєдіяльності – це такі умови, норми життя і праці людей, параметри навколишнього середовища, за яких із певною ймовірністю запобігають прояву небезпек із негативними

наслідками. Також це система знань, що забезпечує безпеку перебування людини у виробничому та невиробничому середовищі й розвиток діяльності із забезпечення безпеки в перспективі з урахуванням антропогенного впливу на середовище мешкання.

Сьогодні розрізняють такі системи безпеки:

- охорони природного середовища (біосфери);
- особистої та колективної безпеки людини у процесі її життєдіяльності;
- державної безпеки;
- глобальної безпеки.

Можна визначити низку важливих проблем безпеки життєдіяльності:

- підтримання параметрів життєвого середовища в потрібних для життєдіяльності межах;
- забезпечення населення всіма видами енергоресурсів (електроенергією, газом, нафтопродуктами, вугіллям та ін.);
- забезпечення населення всіма нормами і параметрами штучного середовища: житлом, громадським транспортом, громадськими спорудами, спортивними комплексами, медичними закладами та ін.;
- забезпечення населення продуктами харчування, як фізіологічною основою життєдіяльності, оскільки, якщо людство не розробить нових видів продуктів харчування і своєчасно не адаптується до них, то через деякий час опиниться на межі голодомору або хімічних отруєнь;
- наявність і раціональне використання в інтересах життєдіяльності питної (прісної) води;
- ліквідація (перероблення або використання) відходів виробництва, життєдіяльності.

Комплексний аналіз системи життєдіяльності(ЖД) показує, що вона може ефективно функціонувати тривалий час тільки за умов, якщо вона здатна захиститися від небезпек будь-якого походження. Система ЖД має вміщувати підсистему, яка забезпечувала захист як окремих елементів, так і системи в

цілому. Інакше кажучи, захисту потребує кожна людина, окремі соціальні групи людей і все людство разом із навколишнім середовищем. Небезпеки поділяють на зовнішні та внутрішні. Зовнішні небезпеки залежать від безпеки життєдіяльності населення і держави в умовах розв'язання сучасної війни або локальних конфліктів, виникненні глобальних техногенних, екологічних катастроф за межами України. Внутрішні небезпеки пов'язані з надзвичайною ситуацією(НС) техногенного і природного характеру чи спровоковані терористичними діями.

Забезпечення БЖД розглядають у напрямках:

- у повсякденних умовах життя і діяльності людей;
- в умовах НС.

вирішують такі завдання:

- ідентифікація небезпек (назва, вид, категорія);
- профілактика та запобігання небезпек;
- визначення фізичної суті небезпеки (механічна, фізична, енергетична, біологічна, хімічна);
- з'ясування характеру уражаючих факторів, параметрів, властивостей, характеристик;
- уживання (ужиття) заходів щодо захисту людей та зниження негативних наслідків прояву небезпек;
- локалізація негативних наслідків виникнення небезпек і забезпечення

безпеки людей та навколишнього середовища. Одним з основних напрямів забезпечення БЖД є виявлення джерел небезпек. Потенційно небезпечний об'єкт (ПНО) – це об'єкт (Потенційно небезпечним (ПНО) називають об'єкт), аварія на якому може призвести до виникнення НС (Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій (МНС) України «Назва» від 23.02.2006 р. No 98). Потенційно небезпечні території (ПНТ) – це території, у межах яких розташовано ПНО, небезпечні речовини, побутові та промислові відходи, які в результаті аварії можуть утворити зону НС. Потенційно небезпечні процеси (ПНП) – це технологічні, біохімічні, гідротехнічні та інші процеси, які

загрожують людині й середовищу. До основних заходів щодо запобігання виникненню НС і зниженню негативних наслідків їх прояву належать: – системний моніторинг технологічного стану ПНО та своєчасне виявлення подій, які можуть призвести до НС; – контроль параметрів природного середовища у промисловій зоні; – дотримання відповідних норм і правил розміщення, будівництва та експлуатації ПНО; – створення матеріальних резервів, сил і засобів на випадок НС;

- застосування різних санкцій до порушників БДЖ;
- правове регулювання всіх аспектів безпеки;
- підвищення рівня професійної підготовки персоналу.

Головним методологічним принципом БЖД є системно-структурний підхід, а методом, використовуваним у ній, – системний аналіз. Системний аналіз – це науковий метод пізнання, що становить послідовність дій з установлення структурних зв'язків між змінними або елементами досліджуваної системи. Під системою розуміють сукупність взаємопов'язаних елементів, які взаємодіють між собою так, щоб досягти певного результату. Системи мають свої властивості, яких немає і навіть не може бути у елементів, що їх утворюють. Цю найважливішу властивість систем, яку називають емерджентністю, покладено в основу системного аналізу. Систему, одним з елементів якої є людина, називають ергатичною. Прикладами ергатичних систем є такі: «людина–природне середовище», «людина–машина», «людина–машина–навколишнє середовище» тощо. Принцип системності розглядає явища в їх взаємному зв'язку як цілісний комплекс. Результат, якого досягає система, називають системотворчим елементом. Системою, яку вивчає безпека життєдіяльності, є система «людина – життєве середовище». Системний аналіз у безпеці життєдіяльності – це науковий метод визначення та пізнання небезпек, які виникають у системі «людина – життєве середовище» чи на рівні її компонентних складових, та їх вплив на самопочуття, здоров'я і життя людини. Досліджуючи проблеми безпеки їх необхідно вивчати, з урахуванням екологічних, економічних, технологічних, соціальних, організаційних та інших

компонентів системи, до якої вони належать. Кожен із цих елементів впливає на інший, і всі вони перебувають у складній взаємозалежності. Системно-структурний підхід до явищ, елементів і взаємозв'язків у системі «людина – життєве середовище» є не лише основною вимогою до розвитку теоретичних засад БЖД, але й важливим засобом з удосконалення діяльності, спрямованої на забезпечення здорових та безпечних умов життя людей. Системно-структурний підхід необхідний не лише для дослідження рівня безпеки певної системи (виробничої, побутової, транспортної, соціальної, військової та інших), але і для того, щоб з'ясувати, вплив окремих чинників на стан безпеки. Джерела небезпеки, уражаючі, небезпечні та шкідливі фактори. Таксономія, ідентифікація та квантифікація небезпек Таксономія небезпек – це класифікація та систематизація явищ, процесів, інформації, об'єктів, здатних завдати шкоди (повністю не розроблено). Прикладом таксономії небезпек може бути такий поділ: – за походженням (природні, техногенні, соціально-політичні, комбіновані); – за локалізацією (космічні, атмосферні, літосферні, гідросферні); – за наслідками (захворювання, травми, загибель, пожежі, забруднення);

- за шкодою (соціальні, технічні, екологічні);
- за сферою прояву (побутові, виробничі, спортивні, дорожньо-транспортні);
- за часом прояву (імпульсні, кумулятивні);
- за характером дії на людину (активні й пасивні (останні активізуються за рахунок енергії, носієм якої є сама людина, що наражається на гострі, нерухомі елементи, ями, ухили, нерівності поверхні тощо)).

Ідентифікація небезпек пошук типу небезпеки та встановлення її характеристик, необхідних для розроблення заходів щодо її усунення чи ліквідації наслідків. Щоб визначити загрозу небезпеки, використовують категорії серйозності (– катастрофічна, II – критична, III – гранична, IV – незначна), які встановлюють кількісне значення відносної дії ймовірних наслідків небезпечних умов та рівні ймовірності небезпеки (A – часта, B – вірогідна, C – випадкова, D – віддалена, E – неймовірна), які є якісним відображенням відносної ймовірності того, що

відбудеться небажана подія, що є наслідком не усунутої або невідконтрольної небезпеки. Квантифікація небезпек – введення кількісних характеристик для оцінювання ступеня (рівня) небезпеки. Найпоширенішим кількісним показником небезпеки є ступінь ризику. Застосовують числові, балові та інші прийоми кваліфікації. Ступінь небезпеки може бути кількість потерпілих, збиток для навколишнього середовища, втрати, зумовлені небезпеками.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто особливості будови та роботи двигуна внутрішнього згоряння легкового автомобіля, а також проаналізовано основні причини виникнення несправностей його деталей.

Проведений аналіз показав, що найбільш поширеними дефектами є зношування поверхонь тертя, деформації, тріщини, задири та руйнування окремих елементів головки блока циліндрів, блока циліндрів, клапанного механізму, колінчастого та розподільного валів, шатунно-поршневої групи.

Розроблено технологічний процес капітального ремонту двигуна, який включає операції дефектації, відновлення та контролю якості деталей. Запропоновані методи ремонту дозволяють відновити геометричні параметри деталей, забезпечити необхідні посадки та зазори, а також підвищити ресурс двигуна після ремонту.

У конструкторському розділі виконано аналіз існуючих пристроїв для виконання ремонтних робіт та запропоновано конструкцію спеціалізованого стенда для розбирання і складання двигуна. Використання даного пристрою сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню умов роботи персоналу та зниженню трудомісткості ремонтних операцій.

Розглянуті заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності дозволяють забезпечити безпечне виконання ремонтних робіт, зменшити ризик виробничого травматизму та підвищити рівень організації праці на ремонтному підприємстві.

Отримані результати можуть бути використані на станціях технічного обслуговування та ремонтних підприємствах автомобільного транспорту під час виконання капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с .

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

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

4 Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с

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

6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

9. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с

10. Коробочка О. М., Скорняков Е. С., Сасов О. О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007. 196 с.

11. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Мажейка О. Й. Ремонт автомобілів. Кн. 1. Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.

12. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Мажейка О. Й. Ремонт автомобілів. Кн. 2. Кіровоград : Центрально-Українське видавництво, 2007. 348 с.

13. Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Ляшук О. Л. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. 544 с.