

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет

ет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри О.П. Цьонь

«12» листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ведмедю Ігорю Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія ремонту бензинових двигунів внутрішнього згорання із дослідженням причин утворення задирів гільз циліндрів.

керівник проекту (роботи) Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом по університету від «12» листопада 2024 року № 4/7-1089

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 27 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Транспортна мережа міста Тернополя; Обсяг утворення і обсяг поглинання пасажиропотоків

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;

3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Слайди графічного матеріалу – 10 шт

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Ткаченко І.Г., к.т.н., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Стручок В.С., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Теоретичний розділ</i>	<i>15.11.2024</i>	
2	<i>Аналітико-дослідницький розділ</i>	<i>22.11.2024</i>	
3	<i>Проектно-рекомендаційний розділ</i>	<i>05.12.2024</i>	
4	<i>Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>19.12.2024</i>	

Студент _____
(підпис)

Ведмедь І.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Загальна будова двигуна внутрішнього згорання	8
1.2. Методи діагностування двигуна внутрішнього згорання	18
1.2.1 Діагностування технічного стану двигуна за максимальною потужністю	18
1.2.2 Діагностування технічного стану двигуна за витратою палива	20
1.2.3 Діагностика технічного стану двигуна за шумовими та вібраційними ознаками	22
1.3. Аналіз чинників зносу деталі	26
1.4. Експлуатаційні дефекти гільз циліндрів двигунів внутрішнього згорання: детальний аналіз	27
1.4 Детальна характеристика об'єкту дослідження	30
1.5. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу магістра	31
2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Сучасні інформаційні технології діагностування автомобільних двигунів	33
2.2 Вибір раціональних способів усунення дефектів, їх обґрунтування, технологія усунення кожного дефекту	35
2.3 Розрахунок режимів технологічного процесу ремонту двигунів внутрішнього згорання	40
2.3.1 Розрахунок трудомісткості робіт	40
2.3.2 розрахунок штатів мотороремонтної дільниці	43
2.3.3 розрахунок ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування	44

2.3.4	Визначення кількості та складу обладнання	44
2.3.5	Підбір технологічного обладнання	47
2.4	Планування та розрахунок параметрів ділянки	48
2.4.1	основи організації і оснащення робочих місць	48
2.4.2	Компонування майстерні для ремонту двигунів внутрішнього згорання	49
3	ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	
3.1	Основні заходи із запобігання утворенню задирів на внутрішніх циліндричних поверхнях гільзи циліндра	52
3.2	Удосконалена конструкція гільзи блоку циліндрів двигуна внутрішнього згорання	57
3.3	Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням	59
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1	Охорона праці на автомобільному транспорті	65
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях на транспорті	68
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена діагностиці та ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) з акцентом на підвищення ефективності їх експлуатації та обслуговування. У теоретичному розділі представлено загальну будову ДВЗ, методи діагностики технічного стану двигуна за показниками максимальної потужності, витрат палива, а також за шумовими та вібраційними характеристиками. Розглянуто чинники зносу деталей та проаналізовано експлуатаційні дефекти гільз циліндрів. Особлива увага приділена постановці задач для кваліфікаційної роботи.

В аналітико-дослідницькому розділі досліджено сучасні інформаційні технології діагностування автомобільних двигунів. Представлено вибір і обґрунтування раціональних способів усунення дефектів, а також проведено розрахунки параметрів ремонтного процесу, зокрема трудомісткості робіт, кількості обладнання, та ритмічності роботи підприємства.

У проектно-рекомендаційному розділі розроблено заходи для запобігання утворенню задирів на внутрішніх поверхнях гільз циліндрів, запропоновано вдосконалену конструкцію гільзи та представлено інструмент для фінішного оброблення циліндричних поверхонь.

Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях включає питання організації безпеки праці, а також безпеки дорожнього руху, зокрема стажування водіїв та роботу служби безпеки на автотранспортних підприємствах.

Ключові слова: ремонт, експлуатаційні дефекти, задири, гільзи циліндрів; двигуни внутрішнього згорання.

ВСТУП

Ремонт транспортних засобів є невідворотною потребою, обумовленою як технічними, так і економічними чинниками. У нашій країні організація такого ремонту постійно вдосконалюється, завдяки чому сьогодні вдається досягти високої якості відновлення деталей за порівняно невеликої вартості. У процесі відновлення зношених складників відкривається значний потенціал економії трудових і матеріальних ресурсів, а також забезпечення автомобільної галузі запасними частинами, витрати на які наразі становлять приблизно половину собівартості капітального ремонту машин.

Практичний досвід свідчить, що разом із поліпшенням конструкції, впровадженням нових технологій виготовлення та складання сучасних автомобілів необхідно вдосконалювати й існуючі методи їх ремонту, а також розробляти принципово нові способи відновлення. Особливого значення при цьому набуває капітальний ремонт, адже він істотно подовжує період експлуатації транспортних засобів, і завдяки цьому має вагоме народногосподарське значення. Як правило, капітальний ремонт здійснюється ще до досягнення граничного зношення деталей і зазвичай настає до того, як автомобіль застаріває морально.

Одним із важливих експлуатаційних дефектів є утворення задирів, які потребують капітального ремонту двигуна для їх усунення.

Після першого капітального ремонту за рівнем надійності й працездатності автомобіль практично не поступається новому, а витрати при цьому становлять орієнтовно 30–40% його первісної вартості. Така економія є особливо важливою в сучасних реаліях. Серед особливостей авторемонтного виробництва в спеціалізованих майстернях — можливість досягнути високої якості відновлення різними шляхами і за різної собівартості. Якщо ремонт виконується на спеціалізованих станціях з використанням відповідних методів відновлення деталей, то термін служби оновленого агрегату має становити не менше 80% порівняно з новим.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна будова двигуна внутрішнього згорання

Головка блоку циліндрів виготовлена з алюмінієвого сплаву і має вставні сидла та напрямні клапанів. Між головкою й блоком циліндрів встановлено прокладки з азбестосталевого полотна. Кожна головка кріпиться до блока циліндрів болтами, затягувати які слід динамометричним ключем, що дає змогу чітко витримати потрібний момент. Це особливо важливо, бо під час нагрівання алюмінієва головка розширюється помітніше, ніж метал болтів.

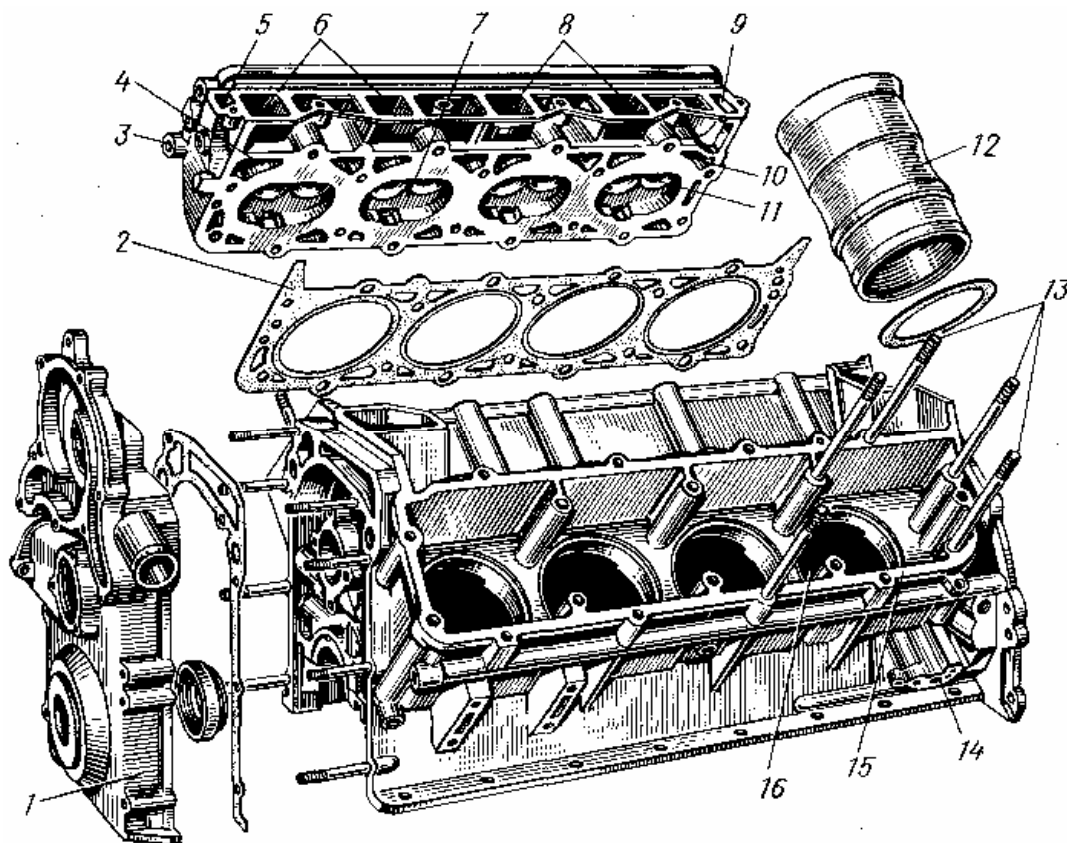


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд блоку і головки циліндрів двигуна:

1 – кришка блоку зубчастих коліс газорозподільного механізму; 2 - прокладка; 3 – головка блоку циліндрів; 4 і 10 входні отвори; 5 і 9 – вихідні отвори; 6 і 8 – канали для подачі емульсії; 7 – камера згорання; 11 - клапани; 12 -

– гільза; 13 – шпильки; 14 – нижня частина картера; 15 – блок циліндрів; 16 – гнізда під гільзи.

Поршень (рис. 1.2) виготовляється із алюмінієвого сплаву покритого оливом.

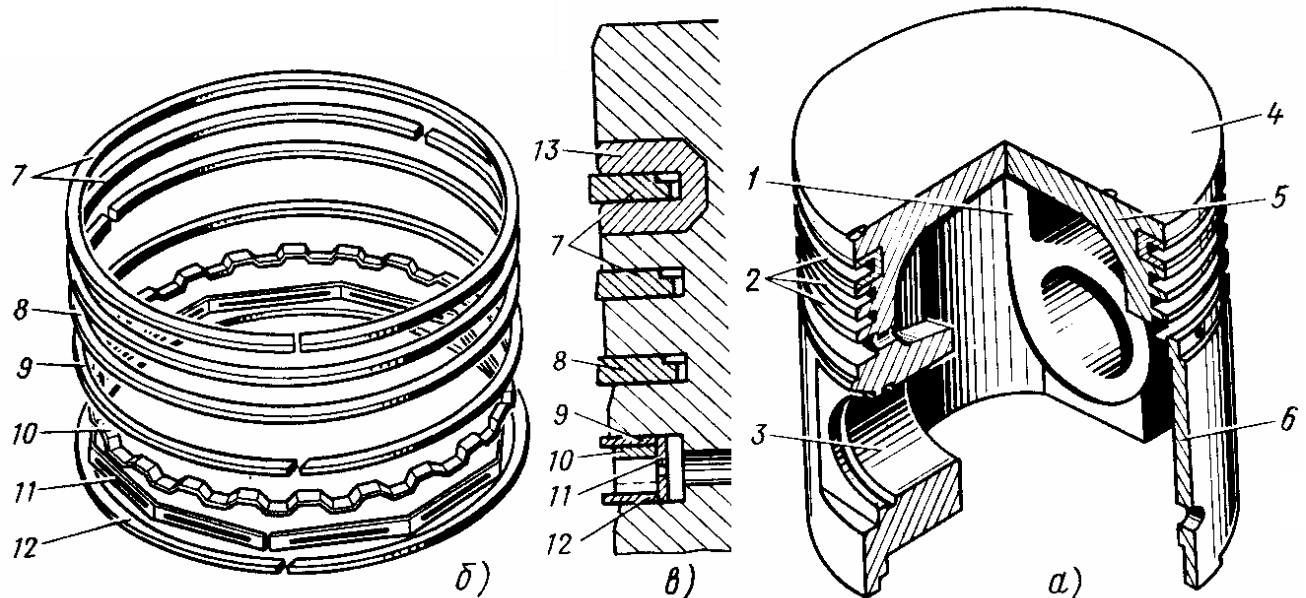


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд поршня з кільцями:

а – поршень; б – комплект поршневих кілець; в – поршень в зборі;

1 – ребро; 2 – канавки під кільця; 3 – отвір під поршневий палець;

4 – плоске днище; 5 – головка; 6 – юбка; 7 – компресійні кільця;

8 – нижнє компресійне кільце; 9 і 12 – масло знімні кільця;

10 – розширювальне осьове кільце; 11 – розширювальне радіальне кільце;

13 – чавунне кільце

Під час робочого ходу поршень сприймає силу тиску газів і передає її через шатун на колінчастий вал, а також виконує допоміжні такти.

На кожен поршень установлюють по чотири поршневі кільця: три компресійні та одне маслознімне. Два верхніх компресійних кільця мають хромовану зовнішню циліндричну поверхню, тоді як нижнє компресійне кільце відрізняється конічною формою. Кільця монтують таким чином, щоб їхні внутрішні виточки були спрямовані вгору. У невстановленому стані діаметр кілець трохи більший за діаметр циліндра. Під час монтажу поршня з кільцями в

циліндр компресійні кільця стискаються, але за рахунок власної пружності вони щільно прилягають до циліндрової поверхні, обмежуючи прорив газів у картер.

Для підвищення зносостійкості верхнє компресійне кільце покривають хромом, тоді як інші компресійні кільця зазвичай мають олов'яне покриття, що поліпшує їх притирання.

Маслознімне кільце складається з двох сталевих плоских кілець і двох розширювальних — осьового й радіального. Воно видаляє залишки мастила зі стінок циліндра.

Поршневий палець (рис. 1.8) виготовлений зі сталі, має трубчасту будову і з'єднує поршень із шатуном. Його поверхню гартують струмами високої частоти. Під час роботи палець вільно обертається як у бобишках поршня, так і у втулці верхньої головки шатуна. Від осьового зміщення палець утримують стопорні кільця в канавках бобишок — таку конструкцію називають плаваючим пальцем.

Шатун (рис. 1.8) під час основного (робочого) такту передає зусилля від поршня до колінчастого вала, а в допоміжних тактах — навпаки, від колінчастого вала до поршня. Виготовлений він зі сталі, має стрижень двотаврового перерізу, верхню нероз'ємну головку з бронзовою втулкою для поршневого пальця й нижню роз'ємну головку, котра встановлюється на шатунній шийці колінчастого вала. У нижній головці передбачено отвір для спрямованого розбризкування мастила на стінки циліндра.

Щоби зменшити тертя між шатунною шийкою вала і нижньою головою шатуна, у цій головці розміщують шатунний підшипник триметалевої конструкції. Він виготовлений зі сталевий стрічки з мідно-нікелевим підшарком, на який нанесено антифрикційний сплав СОС-6-6. Завдяки спеціальним виступам, виготовленим штампуванням, вкладиші не повертаються всередині головки шатуна.

У двигуні ЗИЛ-130 колінчастий вал виготовлений куванням зі сталі. До його основних елементів належать п'ять корінних шийок (опор) для встановлення в корінних підшипниках картера, чотири шатунні шийки для кріплення нижніх головок шатунів, щоки, що з'єднують корінні й шатунні шийки, а також противаги для компенсації відцентрових сил неврівноважених мас і зменшення навантаження на корінні підшипники. На передньому кінці вала монтуються шестерня ГРМ, шків пасової передачі й храповик для ручного провертання, а на задньому фланці закріплюють маховик.

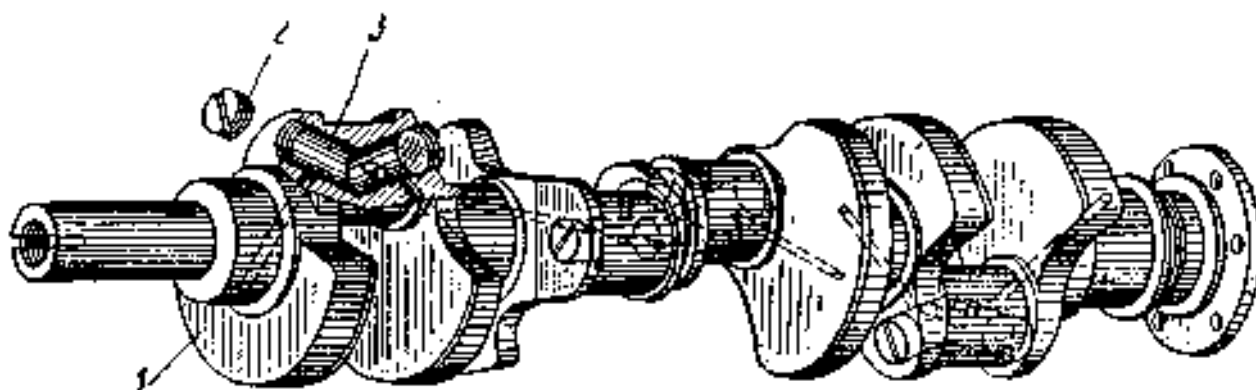
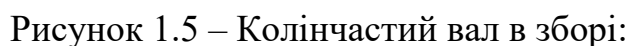


Рисунок 1.4 – Колінчастий вал: 1 – колінчастий вал; 2 – пробка; 3 – грязевловлювач для очищення мастила

Щоб поліпшити зносостійкість, корінні й шатунні шийки загартовують і ретельно обробляють різанням. Для зменшення маси шийки роблять порожнистими, де розташовані внутрішні канали для підведення мастила та відцентрового очищення. Одну з корінних опор утримують шайби, які унеможливають осьові зсуви вала, викликані дією косозубих шестерень приводу ГРМ та силою пружин зчеплення при його вимкненні. У місцях виходу колінчастого вала з картера встановлюють сальники. Позаду, окрім сальника, додатково передбачені масло відбивний борт і маслогінна різьба, що повертають мастило в картер. Маховик згладжує нерівномірність обертання колінчастого вала, накопичує енергію робочого такту та забезпечує прокручування механізму під час допоміжних тактів і запуску двигуна.



1 – храповик; 2 – шайби; 3 і 5 – шатунні шийки; 4, 16, 11 і 21 – корінні шийки; 6 і 18 – вкладиші корінних шийок; 7 і 8 – поршні; 9 і 20 – противаги; 10 – маховик; 12 – задня частина колінчастого вала; 13 – масло відбивний бортик; 14, 19 і 22 – кришки корінних підшипників; 15 – брудовловлювач; 17 – щоки; 23 – шестерня приводу механізму газорозподілу; 24 – передня частина колінчастого вала; 25 – шків пасової передачі

Маховик виготовляється з чавуну та монтується на задньому кінці колінчастого валу. У зібраному вигляді з колінчастим валом маховик проходить балансування, щоб мінімізувати вплив неврівноважених відцентрових сил, які можуть викликати вібрацію двигуна і прискорене зношення підшипників. На обід маховика напресовують зубчастий вінець, який використовується для запуску двигуна стартером.

Колінчастий вал встановлюється на підшипниках ковзання (вкладишах). Корінні та шатунні підшипники представлені тонкостінними вкладишами (рис. 1.10), що виготовляються зі сталі та покриваються зсередини тонким шаром (0,1–0,6 мм) антифрикційного сплаву — бабіту на основі олова або свинцю. Для

фіксації вкладишів від зміщення на них виконані штамповані виступи, які входять у пази, профрезеровані в шатунній частині та кришках корінних підшипників.

Тонкий шар бабіту забезпечує надійну роботу підшипників навіть при невеликих зазорах між валом і підшипником. У разі збільшення зазору через зношення вкладиші замінюють.

Газорозподільний механізм призначений для забезпечення своєчасного впуску свіжої паливно-повітряної суміші в циліндр і випуску відпрацьованих газів.

До складу газорозподільного механізму входять:

розподільний вал із приводом (шестерні, або зірочки з ланцюгом);

передавальні деталі: штовхачі з напрямними втулками, штанги, коромисла;

клапани з напрямними втулками, пружинами, опорними шайбами пружин та кріпильними елементами.

При обертанні розподільного вала кулачок натискає на штовхач, який, піднімаючись, переміщує вгору штангу. Штанга приводить у рух одне плече коромисла, а друге плече тисне на клапан, відкриваючи його. Коли кулачок перестає діяти на штовхач, пружина закриває клапан і повертає всі деталі механізму у вихідне положення. Привід газорозподільного механізму здійснюється від колінчастого вала через пару зубчастих коліс. Розподільний вал розташований у верхній частині блоку циліндрів, тоді як решта елементів (коромисла, пружини, клапани тощо) знаходиться у головці блоку циліндрів.

Система охолодження двигуна (рис. 1.12) рідинного типу, закритого виконання, з примусовою циркуляцією охолоджувальної рідини. Вона забезпечує відведення тепла, що утворюється при згорянні пального в циліндрах двигуна.

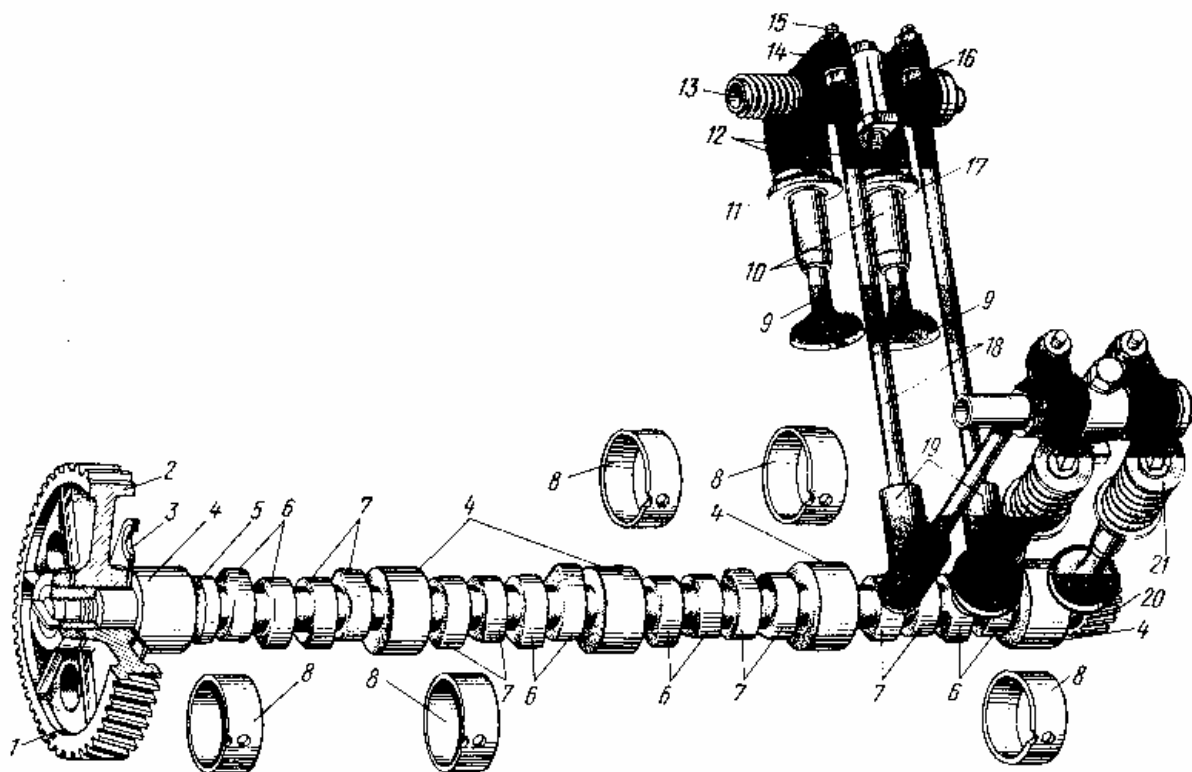


Рисунок 1.6 – Газорозподільний механізм:

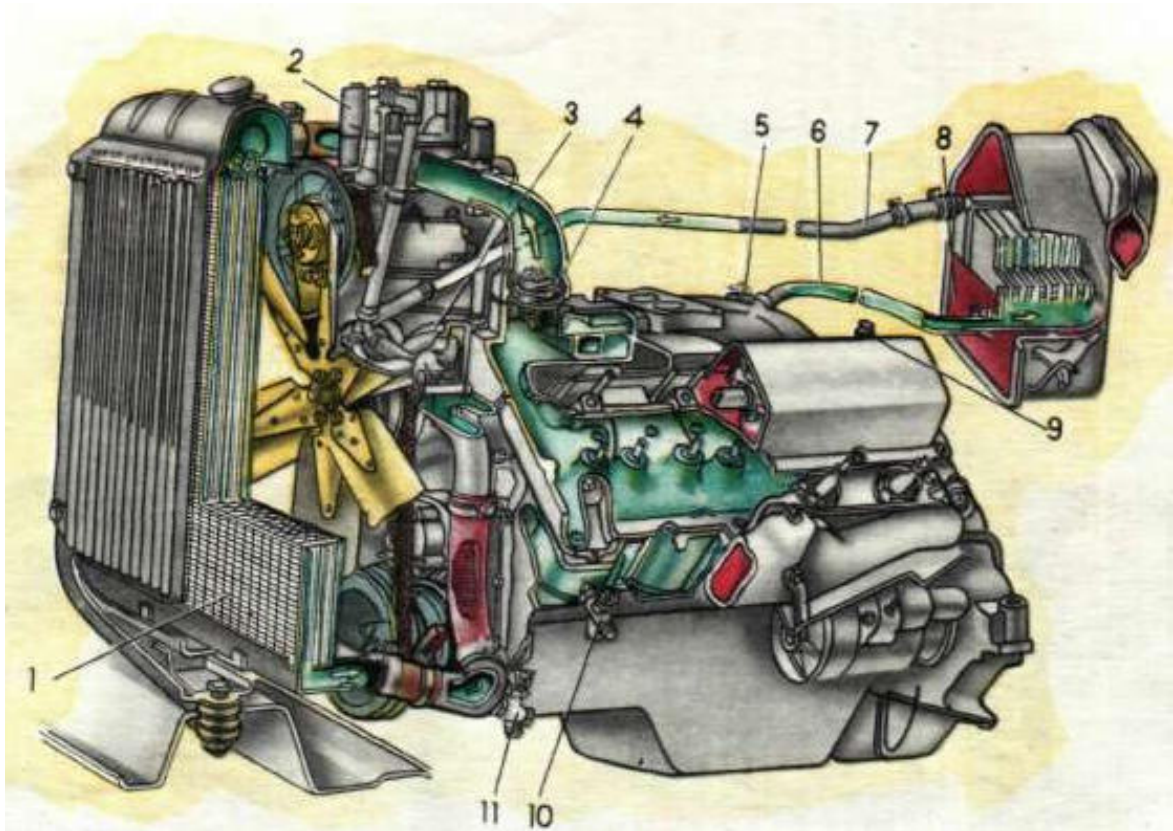
1 – установочні позначки; 2 – шестірня приводу; 3 – противага; 4 – опорні шийки; 5, 6 і 7 – кулачки; 8 – втулка (підшипник) розподільного валу; 9 – впускний і випускний клапан; 10 – направляюча втулка клапанів; 11 і 17 – опорна шайба пружини; 12 – пружини; 13 – вісь коромисел впускних і випускних клапанів; 14 – коромисло; 15 – штопорна гайка; 16 – регулювочний гвинт; 18 – штанги; 19 – стакани; 20 – шестерня приводу масляного насоса і розподільника; 21 – тарілка пружини

Система охолодження двигуна забезпечує оптимальний тепловий режим роботи, підтримуючи температуру в межах 80–95 °С. Переохолодження двигуна призводить до підвищення втрат на тертя, зниження його потужності та конденсації парів бензину на холодних деталях. Ці пари стікають по стінках циліндра, змиваючи мастило, що спричиняє прискорене зношування деталей і потребує частішої заміни оливи.

Перегрів двигуна негативно впливає на його роботу: зменшується кількість паливно-повітряної суміші, яка потрапляє до циліндрів, відбувається

розрідження й вигорання мастила. У результаті можливе заклинювання поршнів у циліндрах і пошкодження вкладишів підшипників через їхнє виплавлення.

Як охолоджувальну рідину можуть використовувати воду, бажано дистильовану, оскільки жорстка вода утворює накип у сорочці охолодження, розташованій у блоці циліндрів двигуна. Проте вода має недолік — вона замерзає при низьких температурах. Альтернативою є тосол, який не утворює накипу та не замерзає, забезпечуючи більш стабільну роботу системи охолодження.



Призначення системи мащення (рис. 1.13). Поверхням спряжених деталей двигуна властива висока точність і якість обробки. Проте на них є мікроскопічні нерівності, які під час переміщення однієї деталі по іншій створюють силу тертя,

величина якої залежить від точності обробки поверхонь тертя, тиску і відносної швидкості переміщення деталей. На перемагання сил тертя витрачається 10...15% потужності двигуна.

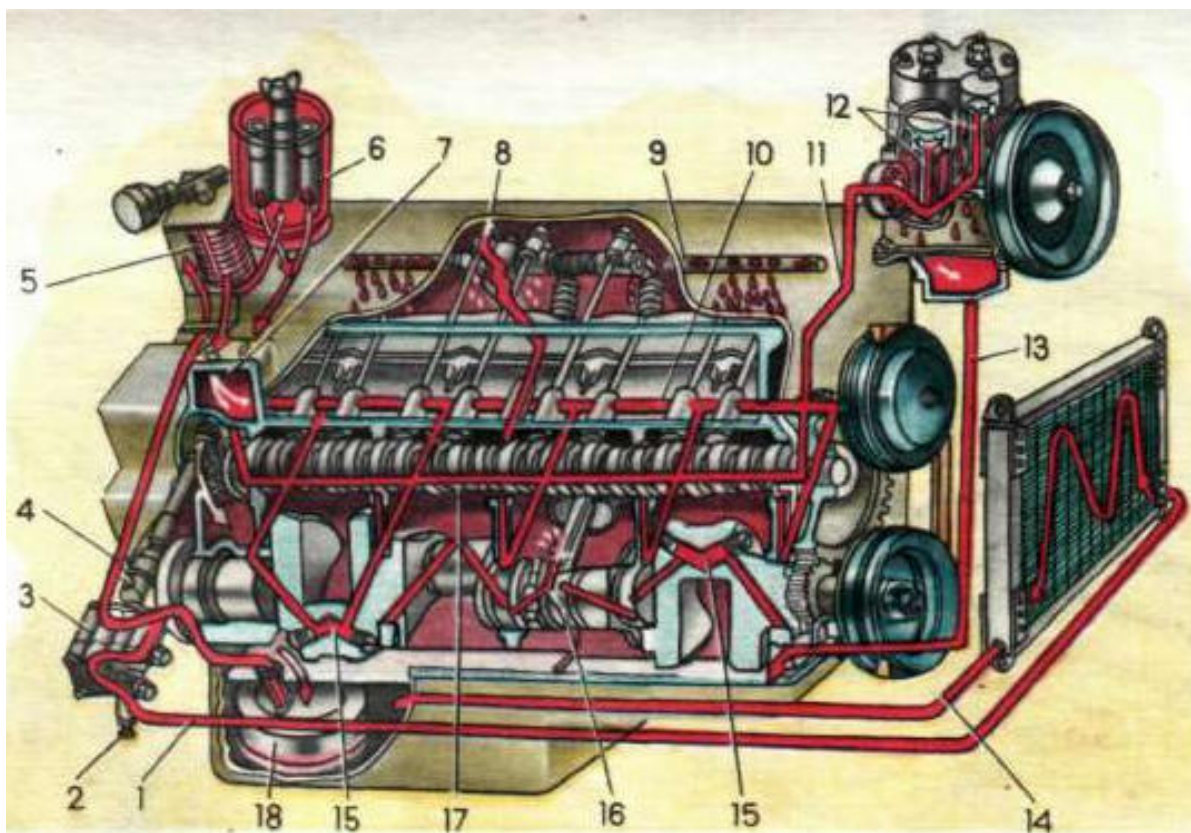


Рис. 1.8. Схема системи мащення двигуна ЗІЛ – 130:

1 – трубка подачі масла в масляний радіатор; 2 – кран включання масляного радіатора; 3 – масляний насос; 4 – канал, яким надходить масло від насоса до фільтрів; 5 – фільтр грубої очистки; 6 – фільтр відцентрової очистки масла (центрифуга); 7 – розподільна камера; 8 – канал у коромислі; 9 – порожниста вісь коромисел; 10 – лівий магістральний канал; 11 – трубка подачі масла для мащення компресора; 12 – канали для мащення кривошипно-шатунного механізму компресора; 13 – трубка зливання масла з компресора; 14 – трубка зливання масла з радіатора; 15 – відцентрові уловлювачі для очистки масла в шатунних шийках колінчастого вала; 16 – отвір у шатуні для подачі мастила на стінку циліндра; 17 – правий магістральний канал; 18 – масло приймач

Для зменшення тертя між поверхнями стичних деталей створюють масляну плівку, що забезпечує рідинне тертя, при якому взаємодія відбувається

між частинками мастила. У результаті сила тертя значно зменшується, деталі майже не зношуються, не піддаються корозії, а зазори між ними стають більш герметичними. Окрім цього, мастило охолоджує тертьові поверхні та виводить тверді частинки, що утворюються в процесі зношування.

1.2 Методи діагностування двигуна внутрішнього згорання

1.2.1 Діагностування технічного стану двигуна за максимальною потужністю

Найскладнішим і найважливішим агрегатом, від стану якого залежать багато технічних і економічних показників роботи автомобіля, є двигун. У процесі експлуатації двигуна виникають різні несправності й відмови, переважно в кривошипно-шатунному і газорозподільному механізмах, у системах запалювання, живлення, охолодження і мащення. У цих механізмах і системах дуже поширені такі несправності, як спадання потужності, підвищена витрата палива і масла, поява стукоту і вібрацій. Тому під час обслуговування двигунів основну увагу слід приділяти саме цим механізмам і системам.

Двигун передусім має бути чистим і не мати слідів протікання мастила, пального чи охолоджувальної рідини. Усі витікання, а також можливі тріщини в блоці чи головці блока циліндрів найлегше помітити на чистій, злегка запорошеній поверхні двигуна. Після візуального огляду перевіряють стан систем охолодження, мащення й запалювання, запускають двигун і прослуховують роботу на різних обертах. Запуск при цьому повинен бути легким — як за допомогою стартера, так і рукоятки.

Загальне уявлення про технічний стан двигуна формують, спираючись на облікові дані (пробіг автомобіля, напрацювання двигуна, історію ремонтів, інформацію від водіїв), а також на результати зовнішнього огляду та пуску двигуна. Додатково орієнтуються на комплексні діагностичні показники — розвинену потужність, витрати палива, рівень шуму й характер стуків. Перевірку

проводять або на спеціальному стенді з біговими барабанами, або ж під час холостого ходу.

Потужнісні характеристики двигуна визначають зовнішньою (швидкісною) характеристикою, яка ілюструє, як змінюється потужність за різної частоти обертання колінчастого вала — при повному чи частковому відкритті дроселя.

Щоб оцінити технічний стан двигуна, часто використовують показник максимальної потужності, яку він здатен розвинути на певній частоті обертання. Слід брати до уваги, що фактична максимальна потужність майже завжди на 3...5% нижча від заводських даних. У процесі експлуатації вона може зменшуватися приблизно на 10...15% (інколи й більше), залежно від зношеності двигуна. Крім того, певна частка потужності втрачається у вузлах трансмісії. Ці втрати зазвичай виражають через механічний ККД трансмісії $\eta_{тр}$, який не є фіксованою величиною і залежить від швидкості обертання коліс, передавального числа, температури трансмісійної оливи тощо. Задля спрощення розрахунків припускають, що для легкових автомобілів $\eta_{тр}$ приблизно дорівнює 0,85...0,9.

Під час діагностики треба враховувати, що потужність, фактично передана на колеса, у середньому складає 0,65...0,70 від максимальної потужності, заявленої виробником. Для визначення цієї потужності зазвичай користуються стендами тягових якостей або безстендовими методами.

Потужність двигуна на стенді тягових якостей визначають за формулою,

$$N_d = N_k / (\eta_{тр} \eta_{ст})$$

де N_k — потужність на колесах автомобіля, а $\eta_{ст}$ — ККД самого стенда. Якщо відповідне обладнання з навантажувальними пристроями відсутнє, вдаються до безстендових методів діагностики.

Найпростіший безстендовий підхід полягає в тому, щоб навантажувати двигун опором відключених із роботи циліндрів або за рахунок інерційних сил під час розгону. У бензинових двигунах циліндр виводять з роботи, припинивши запалювання в цьому циліндрі. При повній подачі пального двигун у такому

режимі залишається доволі стабільним, хоч і працює на обертах, які трохи нижчі за номінальні. Чим менша потужність відключеного циліндра, тим менше знижується частота обертання колінчастого вала. За максимальною досягнутою частотою обертання визначають потужність кожного окремого циліндра й порівнюють отримані значення з нормативом. Це дозволяє виявити «слабкі» циліндри, що не розвивають потрібної потужності. Потім сумують результати для усіх циліндрів і так оцінюють загальну потужність двигуна. Діагностику слід проводити на двигуні, прогрітому до робочої температури.

Допоміжними варіантами є парціальний і диференціальний методи, що є подальшою модифікацією способу з вимкненням циліндрів і зручніші для двигунів, які мають більше ніж чотири циліндри. Парціальний метод передбачає випробування двигуна не в повному складі, але з повною цикловою подачею пального на працюючі циліндри. При цьому активні циліндри навантажуються від обертання вимкнених, а також через додаткові гальмівні пристрої (наприклад, механізми самоскида чи дросель на вихлопі). Так можна оцінювати потужність групами циліндрів, що дає більше інформації порівняно з гальмівним методом. Диференціальний метод відрізняється тим, що двигун розганяють до номінальних обертів з боку зовнішнього джерела енергії через динамометричне обладнання, замість часткового довантаження.

Головний недолік цих методів — їхня складність при нестабільній роботі двигуна та труднощі з урахуванням реальних механічних втрат. Вони не дають змоги коректно провести вимірювання, якщо двигун працює з перебоями під час відключення циліндрів, за винятком одного.

1.2.2 Діагностування технічного стану двигуна за витратою палива

Витрата пального є ключовим показником справності як усього автомобіля, так і його окремих вузлів та систем. Для контролю паливних характеристик періодично проводять заміри в дорожніх умовах або на спеціальному стенді, використовуючи витратоміри.

Витратомір палива НИИАТ-ЛО-12 (рис. 2.1) дає змогу визначати витрату пального під час дорожньо-лабораторних випробувань або безпосередньо на посту діагностики. Його встановлюють у паливну систему між бензонасосом і карбюратором, а сам пристрій зазвичай розміщують у кабіні водія. Під час підключення приладу напрям потоку пального регулюється електромагнітними клапанами.

Тривалість витрати пального фіксується автоматично за допомогою секундоміра. Коли автомобіль рухається по мірній ділянці, спеціальний перемикач одночасно вмикає або вимикає секундоміри, а також починає чи припиняє подачу пального з мірних циліндрів приладу. Положення перемикача визначає послідовність роботи електромагнітних клапанів та тривалість замкненого стану їхніх контактів. Для подачі та відведення пального прилад з'єднують із бензонасосом і карбюратором металевими трубопроводами або паливостійкими шлангами.

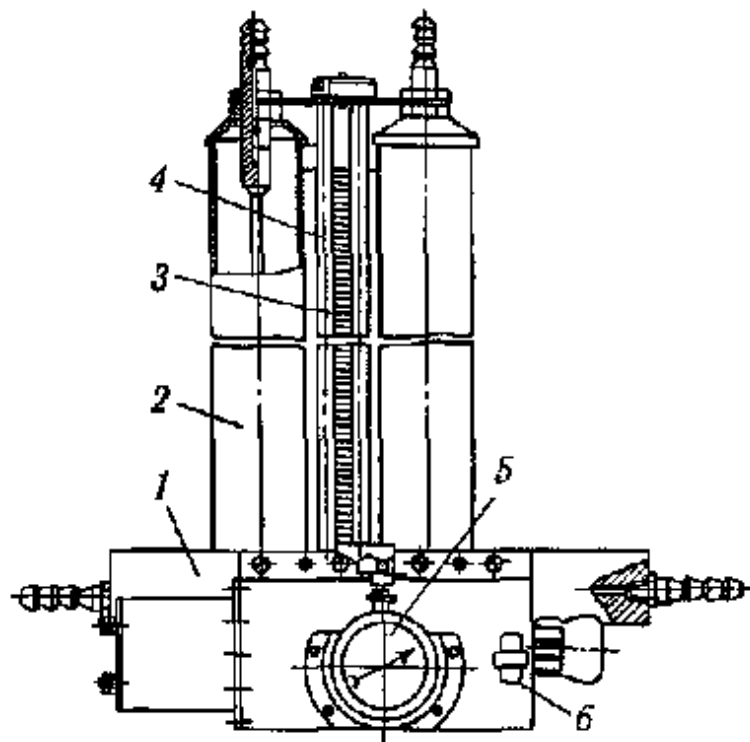


Рисунок 1.9 – Схема витратоміра НИИАТ-ЛО-12: 1 – корпус; 2 – змінні латунні мірні циліндри; 3 – вимірювальна лінійка; 4 – скляні трубки; 5 – секундомір; 6 – важіль керування

При комплексній діагностиці двигуна зазвичай визначають низку прямих (структурних) діагностичних параметрів: корисну (ефективну) потужність, тиск масла в основній масляній магістралі, питомі витрати пального та концентрацію оксиду карбону у відпрацьованих газах.

У циліндропоршневій групі перевіряють такі зазори:

між поршнем і поршневим кільцем по висоті канавки;

у стиках поршневих кілець;

між поршнем і стінкою циліндра (гільзи) у верхній частині.

У кривошипно-шатунному механізмі контролюють зазори:

між шийками колінчастого вала та корінними підшипниками;

між шийками колінчастого вала і шатунними підшипниками;

між втулкою верхньої головки шатуна і поршневим пальцем;

а також осьовий зазор в корінних підшипниках колінчастого вала.

Серед найпоширеніших методів діагностування кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів вирізняють аналіз за шумами і вібраціями, дослідження параметрів картерного масла та визначення герметичності надпоршневого простору. Останнє здійснюють за компресією, контролем прориву газів у картер, рівнем угару масла, за розрідженням на впуску, спостереженням за витіканням стисненого повітря, за опором при прокручуванні колінчастого вала і за ступенем димності.

1.2.3 Діагностика технічного стану двигуна за шумовими та вібраційними ознаками

Під час роботи двигуна різноманітні шуми виникають через стукання корінних і шатунних підшипників, поршневих пальців та самих поршнів, коливання клапанів, вібрацію розподільного вала і його кулачків, зумовлену імпульсами крутних коливань колінчастого вала, а також через пульсації газів у впускній і випускній магістралях, детонацію, зіштовхування деталей і тертя в рухомих з'єднаннях.

За характером і джерелом шуму або стуку можна орієнтовно виявити певні несправності — зокрема збільшені зазори у підшипниках колінчастого вала, між поршнем і стінкою циліндра, між клапанами і штовхачами та клапанними втулками, а також у підшипниках розподільного вала.

Одним із найбільш перспективних способів діагностики газорозподільного й кривошипно-шатунного механізмів є віброакустичний метод із застосуванням спеціальної вимірювальної апаратури. Його суть полягає у вивченні коливань пружного середовища, що виникають через газодинамічні процеси (згоряння, впуск і випуск), регулярні механічні удари в рухомих спряженнях (зумовлені зазорами і незбалансованими масами) та тертя. Під час роботи двигуна ці коливання накладаються одне на одне, формуючи випадкову сукупність вібросигналів (так званий спектр). Щоби виділити «корисні» коливання для аналізу та відсіяти сторонні перешкоди, застосовують методи обробки віброакустичних сигналів.

Коливальні процеси мають хвильову природу й поширюються у різних середовищах (твердих тілах, рідинах, газах). Важливими характеристиками коливань є частота (періодичність), амплітуда (рівень) і фаза (її відлікове положення відносно визначеної опорної точки циклу роботи). Рівень коливань можна відстежувати через показники зсуву, швидкості чи прискорення частинок середовища, за тиском, який виникає, або за потужністю вібросигналу. Переходи від однієї характеристики до іншої здійснюють за допомогою відомих співвідношень. Коливання в повітрі сприймаються як шуми (стукіт) і фіксуються мікрофонами. Коливання ж матеріалу деталей трактують як вібрацію, її параметри знімають п'єзоелектричні давачі, після чого сигнал підсилюють, вимірюють та реєструють.

Головною характеристикою шуму двигуна (і зовнішнього, і внутрішнього) виступає рівень звукового тиску, що виражається в децибелах. Нормативно допустиме значення для працюючого двигуна — приблизно 86 дБ.

Віброакустична діагностика дозволяє розшифрувати коливальні процеси за типом походження. Кожне місце ударного контакту деталей генерує власні

коливання, котрі істотно відрізняються від коливань, пов'язаних із газодинамічними процесами чи тертям. Зміна зазорів призводить до зростання або спаду енергії ударів і, відповідно, зміни потужності коливань. Ідентифікувати, які пари деталей співударяються, допомагає фазовий аналіз коливань відносно опорної точки — наприклад, верхньої мертвої точки, моменту прилягання клапанів тощо.

Для орієнтовної перевірки шумів і стуків іноді застосовують механічні або електронні стетоскопи. Уважається, що двигун придатний до роботи, якщо на малих холостих обертах стукіт клапанів, штовхачів і розподільного вала лишається в помірних межах.

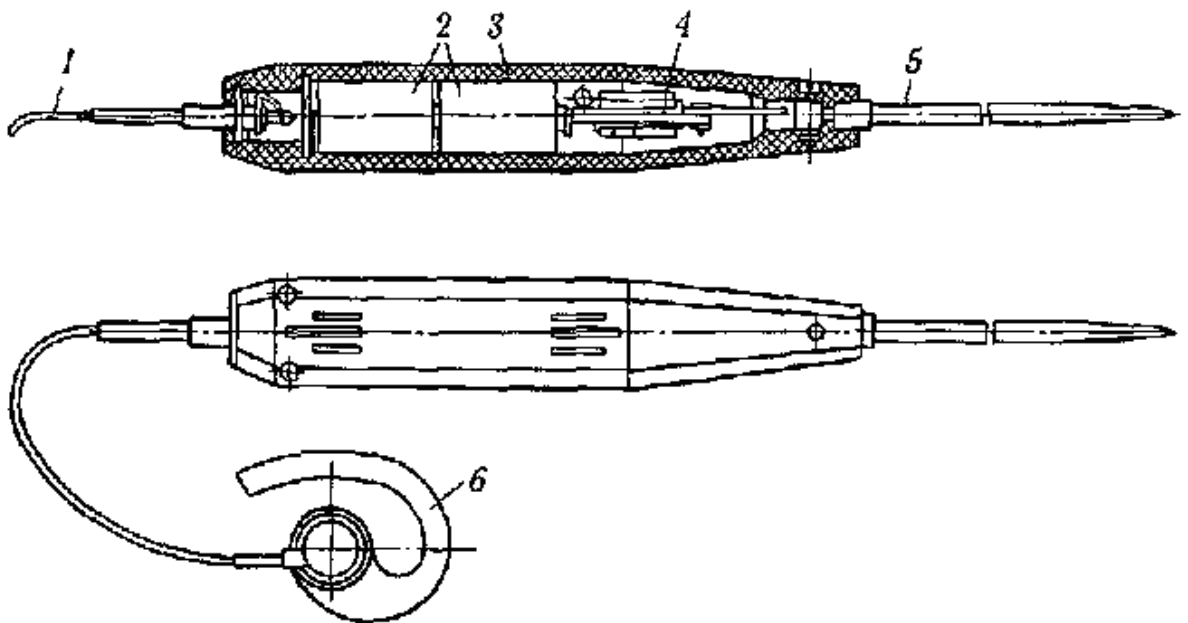


Рисунок 1.10 – Електронний стетоскоп: 1 – провід; 2 – елементи живлення; 3 – рукоятка-корпус; 4 – перетворювач сигналу; 5 – вимірювальний стрижень; 6 – навушник

Якщо виявлено стукіт у корінних чи шатунних підшипниках колінчастого вала, експлуатувати двигун заборонено. Для корінних підшипників характерний глухий, потужний, низькотонний звук. Стукіт шатунних підшипників більш дзвінкий і має середній тон. Цікаво, що коли вмикається запалювання, стукіт у циліндрі підшипника, який перевіряється, зникає. Звуки від корінних підшипників краще чути в площині роз'єму картера, а від шатунних — на

зовнішніх стінках блока циліндрів у точках, що відповідають верхній і нижній мертвим точкам ходу поршня.

Металічний стукіт поршневих пальців проявляється досить різко й зникає після вимкнення запалювання. Найчіткіше його чутно у верхній частині блока циліндрів під час різко змінних режимів роботи прогрітого двигуна. Наявність такого звуку свідчить про збільшені зазори між поршневим пальцем і втулкою шатуна або про надмірне розширення отвору в бобищі поршня.

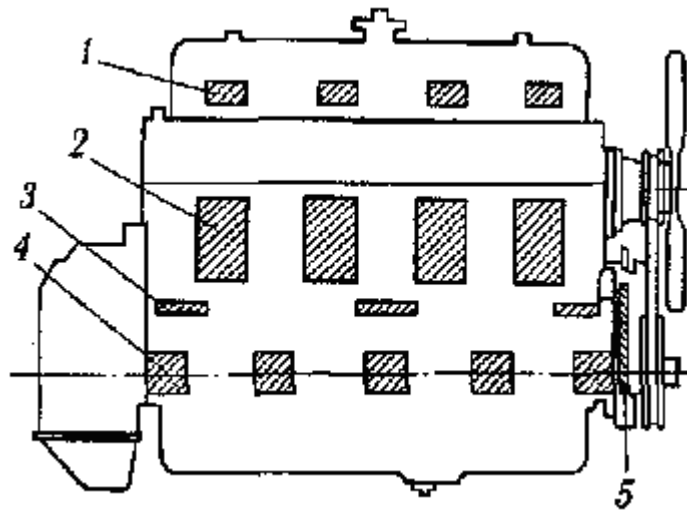


Рисунок 1.11 – Зони прослуховування двигуна:

1 – область клапанів; 2 – зона поршнів; 3 – зона штовхачів; 4 – зона підшипників; 5 – зона розподільних шестерень

Стукіт поршнів відзначається глухим, клацальним відтінком, що поступово слабне в міру прогрівання двигуна. Переважно його чутно у верхній частині блока циліндрів із протилежного боку від розподільного вала, передусім коли двигун ще не досяг належної робочої температури. При сильному зношенні поршневої групи такий звук може спостерігатися навіть у прогрітому двигуні. Виявлення цього стукоту свідчить про значний ступінь зношення поршнів і циліндрів.

На відміну від цього, клапанний стукіт має дзвінкіший характер і чітко прослуховується на прогрітому двигуні при низьких обертах. Він виникає через надмірні теплові зазори між стрижнем клапана й носком коромисла (або

штовхачем). Точність визначення джерела шумів за допомогою стетоскопа значною мірою залежить від професійного досвіду механіка чи моториста.

1.3 Аналіз чинників зносу деталі

Головними поверхнями, що зазнають зношування, є гільзи циліндрів двигунів внутрішнього згорання та корінні й шатунні шийки колінчастого вала. Його встановлюють у блоці циліндрів через корінні шийки та фіксують кришками корінних підшипників. При цьому корінні шийки взаємодіють із вкладишами із антифрикційних матеріалів, а шатунні – із шатунними вкладишами.

Оскільки під час роботи кривошипно-шатунного механізму колінчастий вал обертається відносно вкладишів у змінному режимі, відбуваються типові процеси тертя і зносу і самих шийок, і вкладишів, у яких вони функціонують.

Усі шийки колінчастого вала сприймають циклічні навантаження змінної амплітуди і напрямку, а також крутний момент, що передається від шатунно-поршневої групи. Саме ці фактори й зумовлюють зношування шийок, пояснюючи різний ступінь їхнього зносу.

За нормальних експлуатаційних умов у кривошипно-шатунному механізмі панує переважно рідинне тертя, яке істотно знижує інтенсивність зношування. Утім, коли порушуються правила експлуатації (застосовується невідповідне мастило, відбувається його перегрів при перевищенні допустимої робочої температури двигуна, раптово падає тиск через зупинку масляного насоса або у систему мащення проникають забруднення), імовірно виникнення аномальних процесів тертя. Це різко прискорює зношування та може призвести до заклинювання. Особливо слід контролювати якість і чистоту оливи, адже при її забрудненні продуктами зносу з деталей кривошипно-шатунного механізму чи з насоса починає розвиватися гідроабразивне зношування.

1.4 Експлуатаційні дефекти гільз циліндрів двигунів внутрішнього згорання: детальний аналіз

Гільзи циліндрів є одними з найважливіших елементів двигуна внутрішнього згорання. Вони виконують функцію направляючих для поршнів, формують камеру згорання та відводять тепло. Однак, під впливом різних факторів, гільзи піддаються зносу та пошкодженням, що призводить до зниження ефективності двигуна і може спричинити його поломку.

Гільзи циліндрів двигунів внутрішнього згорання зазнають значних навантажень у процесі експлуатації. Ці навантаження включають термічні, механічні та хімічні впливи, які можуть призводити до різноманітних дефектів.

Розглянемо основні типи дефектів, причини їх виникнення та вплив на роботу двигуна.

Таблиця 1.1 – Аналіз експлуатаційних дефектів гільз циліндрів ДВЗ та причин їх виникнення

	Назва дефекту	Характеристика	Причини виникнення/Наслідки
1.	Абразивне зношення	Абразивне зношення виникає через механічний контакт між стінками гільзи та поршневими кільцями. Зовнішні частки (пил, металеві включення) у мастильному матеріалі діють як абразивні агенти. Проявляється у вигляді:	Потрапляння сторонніх часток у циліндр. Недостатнє або нерегулярне змащення. Використання неякісного масла або засмічення фільтрів. Наслідки: Підвищений витрата масла. Зменшення компресії. Зниження ефективності двигуна.

		- мікроскопічні подряпини на поверхні гільзи; - нерівномірний знос верхньої частини циліндра	
2.	Кавітаційні пошкодження	Кавітаційні пошкодження утворюються через локальні гідродинамічні удари в охолоджуючій системі, що викликають руйнування матеріалу гільзи. Ці пошкодження мають вигляд каверн або ямок. Проявляється у вигляді: Локальне руйнування поверхні гільзи. Збільшення температури двигуна.	Вібрації двигуна. Недостатній рівень охолоджуючої рідини. Використання невідповідної охолоджуючої рідини. Наслідки: Втрата герметичності. Прогресуюче руйнування матеріалу. Зниження терміну служби двигуна.
3.	Термічні тріщини	Термічні тріщини виникають через циклічні перепади температур у зоні роботи гільзи. Вони часто є мікротріщинами, які прогресують до видимих тріщин. Проявляється у вигляді:	Перегрів двигуна. Неправильна робота охолоджуючої системи. Використання низькоякісного матеріалу гільзи. Наслідки: Розгерметизація системи.

		- видимі тріщини на поверхні гільзи. - зменшення потужності двигуна.	Ризик раптового виходу двигуна з ладу.
4.	Корозійні пошкодження	Корозія викликається хімічною взаємодією матеріалу гільзи з агресивними компонентами охолоджуючих рідин, палива або атмосферними умовами. Проявляється у вигляді: - іржа, плями або розшарування металу. - нерівномірна поверхня внутрішньої стінки.	Низька якість охолоджуючої рідини або палива. Потрапляння вологи в циліндр. Тривалий період простою без консервації двигуна. Наслідки: Зменшення міцності гільзи. Прогресивне руйнування матеріалу. Ризик пошкодження інших компонентів двигуна.
5.	Деформація гільз	Деформація є зміною геометрії гільзи, що впливає на точність роботи поршневої групи.	Неправильне встановлення гільз. Надмірні механічні навантаження. Тривала експлуатація при максимальних режимах. Нерівномірний знос поршневих кілець. Втрата компресії. Зниження ефективності двигуна. Потреба в капітальному ремонті.

Експлуатаційні дефекти гільз циліндрів є результатом комплексного впливу внутрішніх та зовнішніх факторів. Своєчасна діагностика та профілактичні заходи (регулярне технічне обслуговування, використання якісних матеріалів) можуть значно знизити ймовірність виникнення дефектів.

Матеріал, з якого виготовлена гільза, значно впливає на її довговічність і стійкість до зносу. Найбільш поширені матеріали для виготовлення гільз: чавун, сталь і алюміній. Чавунні гільзи мають високу зносостійкість, але схильні до утворення тріщин. Сталеві гільзи більш міцні, але дорожчі у виробництві. Алюмінієві гільзи легкі і мають хорошу теплопровідність, але менш зносостійкі.

Дефекти гільз циліндрів можуть призвести до серйозних наслідків для роботи двигуна. Для запобігання цим проблемам необхідно регулярно проводити діагностику і технічне обслуговування двигуна, а також дотримуватися рекомендацій виробника. У випадку виявлення дефектів необхідно провести їх своєчасне усунення.

1.5 Детальна характеристика об'єкту дослідження

Об'єктом дослідження обрано двигун G4KD внутрішнього згорання корейського виробництва HYUNDAI/KIA, який встановлювався на велику кількість автомобілів, зокрема: Hyundai Tucson; Hyundai Sonata; Hyundai ix35; Kia Sportage; Kia Optima; Kia Magentis.

Технічна характеристика двигуна наступна:

Двигун G4KD – це 2.0-літровий 4-циліндровий бензиновий агрегат, який є частиною серії двигунів Hyundai Theta. Даний двигун використовує систему розподіленого упорскування палива (MPI) та оснащений ланцюговим приводом ГРМ, що сприяє його довговічності. Ключові технічні характеристики G4KD:

Робочий об'єм камери згорання – 1998 см³

Потужність – 150 до 165 к.с. (залежно від моделі)

Крутний момент – до 197 Н·м;

Блок циліндрів – алюмінієвий;

Технологія подачі палива – багатоточкова (MPI);

Ступінь стиску – 10.5:1;

Привід ГРМ – ланцюговий;

Екологічний стандарт – Євро-5.

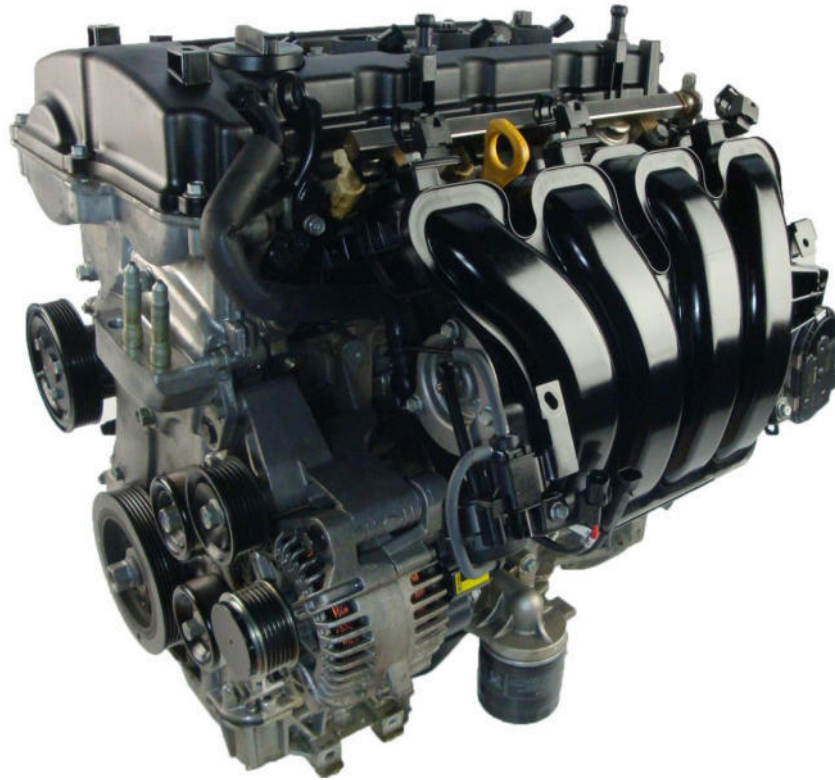


Рисунок 1.12 – Загальний вигляд двигуна G4KD

1.6 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу магістра

Провівши аналіз причин утворення експлуатаційних дефектів на робочих поверхнях гільз циліндрів двигунів внутрішнього згорання можна виділити наступні задачі на виконання кваліфікаційної роботи магістра:

- провести вибір раціональних способів усунення дефектів, їх обґрунтування, технологія усунення кожного дефекту;
- здійснити розрахунок параметрів виробничого процесу ремонту двигунів;
- здійснити планування та розрахунок параметрів ділянки;
- розробити технологічні основи формування регулярних мікрорельєфів на робочих поверхнях гільз циліндрів;

- розробити принципову схему та конструкцію інструменту для формування регулярних мікрорельєфів на робочих поверхнях гільз циліндрів.

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Сучасні інформаційні технології діагностування автомобільних двигунів

Останнім часом у технічному обслуговуванні автомобілів з'явилися новітні системи для діагностики двигунів, що базуються на сучасних інформаційних технологіях. Як приклад можна навести систему FSA 740 Dosch (рис. 2.6), яка представляє не просто новий підхід до аналізу роботи двигуна, а впроваджує нову концепцію в галузі діагностики.

Система FSA 740 призначена для діагностики механічних та електричних параметрів двигуна, аналізу роботи бортових комп'ютерів та оцінки складу вихлопних газів. Ця система є універсальним рішенням для вимірювання, діагностики, документування результатів та навчання.

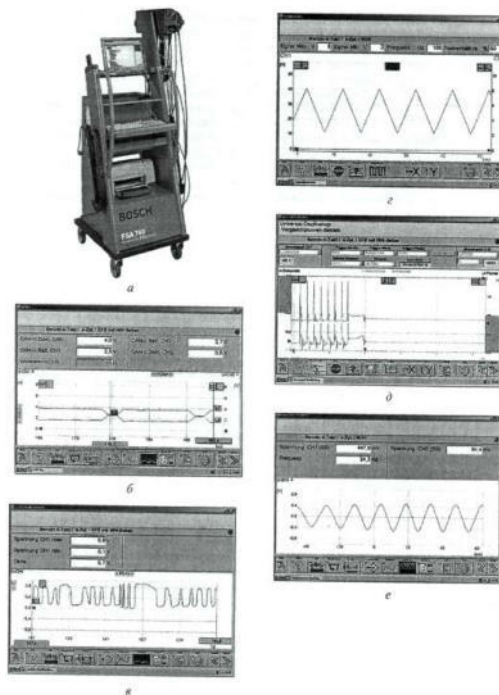


Рисунок 2.1 – Система діагностування двигуна P8A740:

а – загальний вигляд стенда; б – тест CAN-шини; в – результат аналізу сигналів від лямбда-зонда; г – імітація сигналу давана частоти обертання колеса; д – результат аналізу сигналів горіння у вторинному ланцюзі запалювання; е – імітація сигналів синусоїдальної форми

Вона ефективно і точно виявляє несправності за допомогою двоканального цифрового осцилографа з унікальними можливостями. Постійне вдосконалення програмного забезпечення дозволяє системі відповідати новим вимогам ринку без необхідності зміни основної моделі.

Система FSA 740 виконує такі вимірювання: частота обертів визначається через датчик верхньої мертвої точки, сигнал першого циліндра або клеми 1/15; кут випередження запалювання вимірюється за допомогою датчика верхньої мертвої точки (з автоматичним розпізнаванням) або стробоскопа; кут замкнутого стану вказується у відсотках або градусах, а також тривалість замкнутого стану в мілісекундах; тривалість упорскування визначається на форсунці або іншій підходящій точці; напруга вимірюється щодо маси або іншого потенціалу; температура вимірюється температурним датчиком.

Також система здійснює динамічне вимірювання компресії через струм стартера, дозволяє проводити пряме порівняння отриманих даних із нормативними значеннями. Вона надає рядне, растрове або одиночне відображення напруги іскроутворення, як у первинній, так і вторинній системі запалювання, з розподільчою або безрозподільчою системою. FSA 740 може аналізувати сигнали електронних систем автомобіля, вимірюючи струм або напругу, що дозволяє використовувати її як повноцінний лабораторний осцилограф. Система також здатна діагностувати електронні блоки керування та виконувати газоаналіз (CO, CH, CO₂, O₂) і аналіз сигналів лямбда-зонда.

Особливості системи FSA 740:

Система FSA 740 має модульну архітектуру, що дозволяє гнучко налаштовувати її для різних завдань. Вона здатна перевіряти компоненти безпосередньо на борту автомобіля, включаючи системи, як-от CAN-шини. У системі використовується новітній цифровий осцилограф з частотою 50 МГц, що забезпечує збереження та виведення контрольних сигналів на монітор. Система дозволяє проводити довготривалі вимірювання струмів, які споживають різні компоненти автомобіля, з можливістю запису даних на період до 24 годин.

У FSA 740 є вбудований генератор сигналів, що дозволяє імітувати роботу різних датчиків (лямбда-зонд, датчик температури, витратомір повітря тощо). Система також підтримує мережеву взаємодію, має демо-режим для навчання персоналу, і може проводити аналіз відпрацьованих газів на основі баз даних автомобілів та клієнтів (опційно). Крім того, вона дозволяє діагностувати електронні блоки керування, зокрема читати помилки, відстежувати поточні сигнали з датчиків, налаштовувати виконавчі механізми, очищати пам'ять помилок та скидати сервісні інтервали завдяки функціоналу KTS 650. Система підтримує підключення додаткового ПЗ, такого як каталоги запчастин, технічна документація та схеми підключень.

Комплектність системи FSA 740:

До комплекту входять різні датчики для вимірювання параметрів двигуна: тригерна цанга першого циліндра, вимірювальні роз'єми мульті-1 і мульті-2, датчики сигналів у первинному та вторинному колах системи запалювання, струмова цанга на 1000 А, температурний датчик, стробоскоп і датчик тиску. Система також укомплектована русифікованим програмним забезпеченням, TFT-монітором, системним блоком, клавіатурою, пультом дистанційного керування, принтером і діагностичним модулем KTS 520 для роботи з бортовими комп'ютерами.

2.2 Вибір раціональних способів усунення дефектів, їх обґрунтування, технологія усунення кожного дефекту

Перед ремонтом колінчастий вал необхідно розібрати: витягнути шпонки, з масляних каналів заглушки і пробки, випресувати підшипник первинного вала коробки передач.

Для дефектації валів можна використовувати магнітну дефектоскопію. Контроль проводять з використанням суспензії, в яку входять суміш таких компонентів: трансформаторне масло (40 %) і керосин (60 %), а також магнітний порошок із оксиду заліза Fe_3O_4 , чавунної стружки або наждачного

пилу після полірування сталених деталей. Концентрація суспензії – 50 гр порошку на 1 дм³ рідкої суміші.

Вал намагнічують і на контрольні точки наносять суспензію (можливе занурення вала у ванну із суспензією). При наявності дефектів на контрольованій поверхні з'являються „жилки”, які повторюють форму тріщини.

Колінчастий вал як правило бракують при виявленні тріщин.

Колінчасті вали без тріщин перевіряють на твердість матеріалу шийок. В процесі зношення даних поверхонь (загартованих СВЧ) твердість матеріалу знижується. Експлуатаційна твердість поверхні шийок повинна бути в межах 52 ...62 HRC.

Основні види нарощування зношених поверхонь наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Способи відновлення зношених поверхонь

Спосіб відновлення зношених поверхонь	Твердість HCR
Хромування	0,4 ... 1,2
Залізнення з наступним хромуванням	0,4 ... 1,2
Вібродугове наплавлення під шаром флюсу	0,7 ... 0,9
Автоматичне наплавлення в середовищі захисних газів	0,8 ... 0,9

Підготовка колінчастих валів до ремонту закінчується контроль-сортуванням їх по типах і розмірних групах. При цьому контролюються розміри корінних і шатунних шийок, посадочного місця під підшипник первинного вала коробки передач, шків, маховика, розподільчої шестерні, отвори під болти кріплення маховика, зношення посадочних місць. Перевірка проводиться по тих параметрах по яких найбільш часто бракуються колінчасті вали.

Підготовлені до ремонту та відсортовані колінчасті вали розбивають на групи по типу їх відновлення. Тобто підлягають відновленню під ремонтний розмір, відновлюються наплавкою, напиленням і т.п. Після чого їх направляють у відповідні зони ремонту.

Дефекти колінчастих валів усувають різними способами.

Зношення шатунних і корінних шийок в межах ремонтних розмірів усувають шліфуванням до відповідного сліду чого ремонтного розміру. Всі корінні і шатунні шийки повинні мати один ремонтний розмір. На передній противазі колінчастого вала ставлять клеймо із вказаним ремонтним розміром корінних ($P_{1К} \dots P_{5К}$) і шатунних шийок ($P_{1Ш} \dots P_{5Ш}$).

Для відновлення зношених поверхонь колінчастих валів застосовуються різні способи відновлення нарощуванням.

Однак деякі способи відновлення незадовільні в наслідок низької зносостійкості відновленої поверхні, що призводить до зменшення терміну служби відновлених поверхонь. На практиці основним способом відновлення колінчастих валів за межі останнього ремонтного розміру є автоматичне наплавлення під шаром флюсу.

При капітальному ремонті автомобілів застосовується три різних способи відновлення колінчастих валів:

За даною технологією наплавлення проводять під шаром легованого флюсу після якого шийки колінчастого валу не потребують термічної обробки. В цьому випадку при напавленні циліндричних шатунних і корінних шийок пружинним дротом другого класу діаметром 1,6 мм використовують флюс АН – 348А з додаванням 2,5 % ферохрому та 2 % графіту з наступним чорновим і чистовим шліфуванням шийок до вихідного розміру, суперфінішуванням та поліруванням.

Не зважаючи на простоту технологічного процесу і можливість забезпечення високої зносостійкості поверхні шийок, така технологія має вагомий недолік: можливість появи тріщин при правці вала в наслідок низької пластичності наплавленого шару, утворення мікротріщин на поверхні шийок при

шліфуванні і непостійність властивостей наплавленого шару. Все це призводить до значного зниження терміну робото здатності відновленого колінчастого вала.

Наплавлення шийок колінчастого вала проводиться дротом $H_{\Pi} - 30XГСА$ під шаром флюсу $АН - 348A$, або $H_{\Pi} - 40X2Г2М$ під флюсом $АН - 15М$. Ця технологія передбачає також одночасне наплавлення шийок колінчастого вала чотирма електродами діаметром 1,6 мм. Після наплавлення колінчастий вал нормалізують, правлять і обробляють точінням з наступним поліруванням до номінального розміру. Останніми операціями являються гартування СВЧ і чистова обробка поверхонь шийок.

Перевагою даної технології є: виключення можливості утворення тріщин при правці вала і механічній обробці, бо після нормалізації вал має високу пластичність; можливість застосування для наплавлення дроту з високими механічними властивостями, що забезпечують потрібну зносостійкість шийок. Недоліками цієї технології є зниження якості колінчастого вала внаслідок зняття покращення, що досягається при термічній обробці під час виготовлення та збільшення затрат на виготовлення і експлуатацію обладнання для нормалізації.

Наступна технологія передбачає наплавлення шийок вала пружинним прутком другого класу під шаром флюсу $АН - 348A$ з наступним високим відпуском, що дозволяє зберегти високі якості колінчастого вала та знижує затрати на термічну обробку. В цьому випадку відновлена роботоздатність може досягнути умов робото здатності нового вала при співвідношенні $HRC=0,9...1$.

На даному етапі розвитку ремонтних підприємств найбільш перспективним методом відновлення колінчастих валів буде – металізація.

В цьому випадку в якості випадочного матеріалу використовується провід діаметром 1,6 мм з сталі 65Г ГОСТ 14959 – 69, що найбільш підходить по хімічному складу відновлювальній деталі. При цьому розхід плазмоутворюючого газу повинен складати 20 л/хв., а швидкість подачі проводу не більше 1,8 м/хв.

В даний час найбільш кращим методом металізації буде плазмове і електродугове напилення.

При плазмовому напиленні на початковій ділянці руху протяжністю 50 мм частинки напиленого матеріалу нагріваються і набирають швидкість від нуля до максимуму. В подальшому частинки металу затвердівають і швидкість руху в них зменшиться. З збільшенням відстані від металізатора до виробу кількість тепла яке потрапляє у виріб різко зменшується. Такий самий ефект спостерігається при електродуговій металізації.

Торцеве биття фланця маховика усувають проточуванням торця на токарному верстаті, витримуючи товщину фланця не менше 11 мм. Зношення зовнішньої поверхні фланця усувають накатуванням (крок накатки 1,2 мм), хромуванням або наплавленням з наступною обробкою до розмірів робочого креслення.

Зношені шпоночні канавки в умовах централізованого ремонту колінчастих валів відновлюють заварюванням.

Зношений отвір під підшипник наплавляючого кінця ведучого (первинного) вала коробки переміни передач відновлюють встановленням додаткової ремонтної деталі. Для цього отвір розточують на токарному верстаті до діаметру $60^{+0,06}$ мм, запресовують в нього ремонтну втулку, підрізають виступаючий її торець, розточують втулку під ремонтний розмір і знімають фаску. Товщина стінки втулки повинна бути в межах 3 ... 4 мм. Овальність і конусоподібність внутрішнього розміру втулки не повинна перевищувати 0,03 мм.

Для запобігання появи задирів на вкладишах гострі краї масляних каналів повинні бути плавно заокруглені. Після чорного шліфування наплавлених поверхонь колінчастого вала пробивають заглушки і проводять зенкерування на глибину 4...5 мм. При відновленні вала під ремонтний розмір перед шліфуванням поглиблюють кромки масляних каналів і зачищають їх за допомогою шліфувальної машинки. Після шліфування шийок фаски полірують.

При ремонті в масляних каналах можуть залишитись кусочки графіту, стружки і т.п.

2.3 Розрахунок режимів технологічного процесу ремонту двигунів внутрішнього згорання

2.3.1 Розрахунок трудомісткості робіт

Основним показником при розробці ремонтних підприємств є обсяг робочого часу, необхідного для виконання ремонту машин, агрегатів і вузлів. Вимірювання робочого часу здійснюється у людино-годинах, тобто за допомогою часу, який витрачає один працівник протягом однієї години. Загальна кількість трудових витрат на ремонт одного об'єкта на підприємстві визначається як трудомісткість ремонту цього об'єкта або індивідуальна трудомісткість.

Сукупність усіх трудових витрат на ремонт об'єктів відповідно до річної програми ремонту називається трудомісткістю програми. При цьому витрати праці, пов'язані з використанням матеріалів, напівфабрикатів, запасних частин, а також роботи, що виконуються за допомогою інших підприємств, до трудомісткості ремонту на конкретному підприємстві не включаються.

Повна трудомісткість програми складається з таких компонентів:

Технологічна трудомісткість — це витрати праці основних робітників, які безпосередньо виконують технологічні операції.

Трудомісткість обслуговування виробництва — це витрати праці допоміжних робітників, які забезпечують обслуговування виробничого процесу.

Розрахункова трудомісткість ремонту наприклад двигуна G4KD відповідно до типових норм становить 8,4 людино-години. Згідно з даними Державної служби технічного нагляду, загальна кількість бензинових двигунів марки G4KD складає 186 одиниць. Для визначення загальної кількості двигунів враховується корекція програми, яка базується на даних найближчого типового проєкту з урахуванням оптимального завантаження технологічного обладнання.

Приймаємо обсяг річної програми у 300 одиниць.

Отже, загальна трудомісткість ремонту двигунів G4KD для нашої мотороремонтної дільниці з річним планом у 300 ремонтів становитиме:

$$\dot{O}_c = \dot{O}_i \times n \quad (2.1)$$

де: T_M – час ремонту одного об'єкта, $T_M=8,4$ люд. год.; [5]

n – кількість однойменних об'єктів або виробів, $n=300$ од.

$$\dot{O}_c = 8,4 \times 300 = 2520 \text{ люд. год.}$$

Режим роботи визначається кількістю робочих днів на рік, кількістю змін, тривалістю робочого дня та робочого тижня, тобто часом, який використовує виробничий персонал та обладнання. Тривалість зміни та кількість робочих годин на тиждень регламентується трудовим законодавством і становить 41 годину на тиждень. При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними тривалість робочого дня складає 8,2 години. Якщо тривалість зміни встановлена на рівні 8 годин, то кожна восьма субота є робочим днем. У випадку шестиденного робочого тижня тривалість зміни становить 7 годин, а у передвихідні та передсвяткові дні — 6 годин.

На ремонтних підприємствах, де виробничий процес є переривчастим, технологічний процес може бути організований в одну, дві або три зміни. Однак механічні цехи та випробувальні станції, як правило, працюють щонайменше в дві зміни для забезпечення безперервності виробництва та оптимального використання обладнання.

Для обраного режиму роботи ремонтного підприємства розраховуються річні або місячні фонди часу для підприємства в цілому, а також для окремих цехів, ділянок, відділів, робочих місць та обладнання. При цьому розрізняють календарний, номінальний (режимний) та фактичний фонд часу.

Календарний річний фонд часу (Φ_K) дорівнює добутку кількості календарних днів у році на кількість годин у добі:

$$\Phi_K = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.} \quad (2.2)$$

Номінальний річний фонд часу (Φ_H) для робітників, обладнання, цеху, ділянки або відділення при п'ятиденному робочому тижні та однозмінному режимі роботи визначається за такою формулою

$$\Phi_H = (K_P T_{ЗМ} - K_N T_{СК}) n, \text{ год.}, \quad (2.3)$$

де Φ_H – номінальний річний фонд часу роботи робітників та обладнання, год.

K_P – кількість робочих днів в році, днів; $K_P=265$ днів; [5]

K_N – кількість передвихідних та передсвяткових днів в році ($K_N=58$ днів);

T_{3M} – тривалість робочої зміни, год.; $T_{3M}=8$ год.;

T_{CK} – час, на який скорочується зміна в передсвяткові і передвихідні дні, год.; $T_{CK}=1$ год.;

n – кількість змін (для робітників $n=1$).

$$\Phi_H=(265 \times 8 - 58 \times 1) \times 1 = 2062 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу робітників менший за номінальний річний фонд на час втрат, що пов'язані з відпустками.

Дійсний фонд часу робітників визначаємо за формулою [5]

$$\Phi_D = (\Phi_H - K_B \cdot T_{3M}) \cdot \eta_P, \text{ год.}, \quad (2.4)$$

де Φ_D – дійсний фонд часу роботи робітників, год.;

K_B – кількість робочих днів відпустки, днів; $K_B=24$ днів;

T_{3M} – тривалість робочої зміни, год.;

η_P - коефіцієнт втрат робочого часу; $\eta_P=0,97$. [5]

$$\Phi_D=(2062-24 \times 8) \times 0,97=1813,9 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначаємо за формулою:

$$\Phi_{D.O}=\Phi_D \cdot \eta_O, \text{ год.}, \quad (2.5)$$

де $\Phi_{D.O}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

η_O - коефіцієнт використання технологічного обладнання; $\eta_O=0,98$. [5]

$$\Phi_{D.O}=2062 \times 0,98=2020,8 \text{ год.}$$

Річний фонд часу робочого місця [5]

$$\Phi_{P.M}=\Phi_{D.O} P_P C; \text{ год.} \quad (2.6)$$

де C – кількість змін роботи;

P_P – кількість робітників, що одночасно працюють на даному робочому місці, $P_P=1 \dots 2$. [5]

$$\Phi_{P.M}=2020,8 \cdot 1 \cdot 1=2020,8 \text{ год.}$$

Річний фонд часу обладнання поділяється на календарний, або номінальний, і фактичний. Величина річного номінального фонду часу обладнання:

$$\Phi_y = \Phi_{II} \cdot C, \text{ год.} \quad (2.7)$$

$$\Phi_y = 2062 \cdot 1 = 2062 \text{ год.}$$

2.3.2 Розрахунок штатів мотороремонтної дільниці

Персонал ремонтного підприємства включає виробничих і допоміжних робітників, інженерно-технічний склад, молодший обслуговуючий персонал та службовців. Кількість основних робітників у списковому складі розраховується на основі трудомісткості робіт програми за допомогою формули.

$$D_{NI} = \frac{\dot{O}_C}{\dot{O}_A}; \text{ чол.} \quad (2.8)$$

$$D_{NI} = \frac{2520}{1813,9} = 1,4 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $D_{NI} = 2$ чол.

Фактичну кількість основних робітників визначають за формулою

$$D_{AN} = \frac{\dot{O}_C}{\dot{O}_I}; \text{ чол.} \quad (2.9)$$

$$D_{AN} = \frac{2520}{2062} = 1,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $D_{AN} = 2$ чол.

Кількість працівників, які будуть задіяні на мийному обладнанні, розраховують на основі трудомісткості робіт за допомогою відповідної формули.

$$n_{D.I} = \frac{\dot{O}_C}{\dot{O}_{D.I}}, \quad (2.10)$$

$$n_{D.I} = \frac{2520}{2062} = 1,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $n_{D.I} = 2$ чол.

Кількість допоміжних робітників обчислюють за формулою

$$D_{AI} = D_{NI} \times \frac{15}{100}; \text{ чол.} \quad (2.11)$$

$$D_{AI} = 2 \times \frac{15}{100} = 0,3 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $D_{\text{дв}} = 1$ чол.

2.3.3 Розрахунок ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування

Такт ремонту — це інтервал часу, через який на підприємство повинен надійти або бути випущений з ремонту черговий виріб. Тривалість такту може відрізнятися для різних робочих місць, виробничих ділянок і цехів. У зв'язку з цим існує різниця між загальним тактом для робочих місць і ділянок, причому його розрахунок здійснюється виключно для спеціалізованих підприємств.

Загальний такт ремонту визначаємо за формулою:

$$\tau = \Phi_H / N, \quad (2.12)$$

де N — річна програма ремонту, $N = 300$ шт.

$$\tau = 2062 / 300 = 6,9.$$

2.3.4 Визначення кількості та складу обладнання

Підбір і розрахунок мийного обладнання здійснюють на основі трудомісткості робіт, а кількість мийних машин визначають за формулою.

$$n_{i.д} = \frac{Q \cdot t}{\hat{O}_{\text{дв}} \cdot q \cdot \eta_i}, \text{ шт.} \quad (2.13)$$

де Q - загальна маса деталей двигуна G4KD, які підлягають мийці в установці в автомобілі становить 450 кг;

t - час перебування деталей в мийчій машині, переважно 0,5 год.;

q - маса деталей, що одночасно миються в машині, рівна 300...400 кг.;

η_i - коефіцієнт використання мийної установки, рівний 0,5...0,6.

$$n_{i.д} = \frac{333000 \cdot 0,5}{2020,8 \cdot 300 \cdot 0,5} = 1,2 \text{ шт.}$$

Приймаємо: $n_{i.д} = 2$ шт.

Головним обладнанням випробувальної станції, яке встановлюється на основі розрахунків, є стенди для тестування двигунів. Потрібну кількість цих стендів визначають за допомогою формули

$$n_{i\dot{a}} = \frac{N_{\dot{A}}(t_1 + t_2) \cdot \alpha}{\hat{O}_{\hat{O}} \cdot \eta}, \text{ шт.} \quad (2.14)$$

де $N_{\dot{A}}$ - кількість випробувальних двигунів в році;

t_1 - час обкатування і випробування одного двигуна, год.;

t_2 - час встановлення і зняття двигуна з стенда, год.: для дизельних двигунів $t_2 = 0,5 \dots 0,7$ год. (включаючи час на під'єднання приладів системи живлення і змащування, переналадку стенда і ін.);

α - коефіцієнт повторюваності випробувань, $\alpha = 1,05 \dots 1,10$;

$\hat{O}_{\hat{O}}$ - дійсний річний фонд часу устаткування, год.;

$\eta = 0,85 \dots 0,9$ – коефіцієнт використання обладнання за часом.

$$n_{i\dot{a}} = \frac{300 \cdot (1,3 + 0,7) \cdot 1,1}{2062 \cdot 0,85} = 0,4, \text{ шт.}$$

Приймаємо: $n_{i\dot{a}} = 1$ шт.

Кількість одиниць основного технологічного обладнання розраховується за допомогою формули.

$$n_{i\dot{N}} = \frac{N \cdot t_i}{\hat{O}_{\hat{A}\hat{I}}}, \quad (2.15)$$

де N - кількість капітально – ремонтів двигунів в рік;

t_i – норматив часу на конкретну механічну операцію з ремонту двигунів або трудомісткість.

Таблиця 2.1 – Розподіл трудомісткості за видами робіт, що виконуються в мотороремонтній дільниці.

Вид	Відсоток від загальної трудомісткості	Вид	Відсоток від загальної трудомісткості
Слюсарні по блоку і головці блока	4,7	Шліфувальні по розподільчому валі	4,1
Свердлильні по блоку і головці блока	2,5	Полірувальні по колінчастому валі	1,9
Пресові	0,8	Ремонт і складання оливної помпи	6,9
Гідравлічні випробування	1,6	Ремонт вентилятора	2,4
Розточні	5,6	Ремонт і складання водяної помпи	3,3
Хонінгувальні	3,0	Складання двигуна	44,0
Слюсарні по колінчастому валі	3,2	Регулювання двигуна після випробування	4,0
Шліфувальні по колінчастому валі	12,0	Всього	100,0

2.3.5 Підбір технологічного обладнання

На мотороремонтній дільниці проводять відновлення основних деталей двигунів шляхом слюсарної та механічної обробки, здійснюють складання і тестування окремих вузлів, а також загальне складання двигунів, їх припрацювання і випробування. До складу мотороремонтної дільниці входять слюсарно-ремонтний відділ, відділ складання та випробувальна станція. Вибір технологічного обладнання виконується відповідно до обраної технології ремонту двигунів G4KD.

Таблиця 2.2 – Технологічне обладнання дільниці для ремонту двигунів

Познач.	Назва обладнання	Кільк.	Марка (модель)	Габарити мм×мм	Прим.
1	Мийна машина для струйної очистки двигунів, вузлів і деталей	1	ОМ-1366 Г	2800×4150×3100	7 кВт
2	Мийна машина для очистки зоніренням	1	ОМ-5300	3810×2100×2410	-
3	Верстат вертикально-хонінгувальний	1	3833 М	1400×1700	4,5 кВт
4	Шліфувальний верстат для перешліфування кулачків	1	3А 433	2800×1700	7,0 кВт
5	Алмазно-розточний верстат	1	278	1410×1860	1,7 кВт
6	Круглошліфувальний верстат для перешліфування шийок колін. валів	1	3А 423	3930×1795	7,0 кВт
7	Верстат для розточування вкладки підшипників і шатунів	1	УРБ-ВП	1685×950	1,0 кВт
8	Горизонтально-розточний верстат	1	РД-14	1980×952	1,7 кВт
9	Прес гідравлічний	1	ОКС-1671 М	1520×1200	3,0 кВт
10	Радіально-сверлильний верстат	1	24 55	2445×1000	7,4 кВт
11	Вертикально-сверлильний верстат	1	24 135	1240×810	4,6 кВт
12	Інструментальна шафа	4	Р0-0509	1250×500	-

13	Секційний стелаж для деталей	6	ОПГ-1468-05-230	1400×560	-
14	Верстак слюсарний	2	2280	1400×800	-
15	Ящик для відходів	1	-	1500×1200	-
16	Верстат для запресування гільз в блок циліндрів двигуна СМД	1	ОПР-3186	910×805	-
17	Верстат для розбирання і складання головок циліндрів двигунів	1	ОПР-1071	1060×520	-
18	Верстат для складання пускових двигунів	1	ОПР-1699	φ1500	-
19	Універсальний верстат для складання двигунів	1	ОПР-989	1500×1500	-
20	Верстат для припрацювання і випробування двигунів	1	КН-4257	4000×2400	-
21	Рідинний реактат	1	-	-	-
22	Фільтри для оливи	1	-	-	-
23	Баки для оливи	2	326	-	-
24	Помпа з електродвигуном для оливи	2	БКФ-2	-	-
25	Нижній бак для води	1	-	-	-
26	Помпа для води з електродвигуном	1	397-16	-	-
27	Верстат для випробування водяних помп	1	740	1500×750	-
28	Верстат універ. для гідрав. випроб. блоків і головок блоків циліндрів	1	КН-1040	1080×900	-
29	Верстат для випробування компресорів	1	2176	910×430	-
30	Бак для дизельного пального	1	-	1500×1000×3000	-
31	Візок для транспортування деталей	1	-	-	-
32	Кран-балка	1	ОПТ-1135 А	-	Q=2т

2.4 Планування та розрахунок параметрів ділянки

2.4.1 Основи організації і оснащення робочих місць

Одним із ключових шляхів підвищення ефективності виробництва є оптимізація організації та оснащення робочих місць. Розумна організація та належне оснащення робочого місця сприяють зростанню продуктивності праці, раціональному використанню трудових і матеріальних ресурсів, а також поліпшенню умов праці.

Сучасні тенденції в цій сфері включають впровадження механізації та автоматизації трудомістких процесів, а також активне застосування новітнього обладнання.

Робоче місце визначається як обмежена ділянка виробничого простору, призначена для виконання конкретних операцій виробничого процесу одним

працівником або групою працівників, і забезпечена необхідними матеріально-технічними засобами.

Матеріально-технічне оснащення робочого місця зазвичай включає:

- основне технологічне обладнання;
- технологічні й організаційні засоби;
- допоміжне нестандартне обладнання;
- підйомно-транспортні засоби.

Ефективна організація трудового процесу передбачає створення таких умов праці, за яких робочі рухи та операції будуть максимально продуктивними та найменш стомлюючими. Це досягається шляхом зменшення кількості робочих прийомів і рухів, їх раціоналізації та прискорення, а також зниження фізичного навантаження під час виконання важких та монтажних робіт. Раціоналізація трудових прийомів забезпечується завдяки організації зручної робочої зони, оптимальній структурі рухів, правильному розміщенню обладнання, інструментів, деталей і керуючих органів на робочому місці, а також володінню необхідними професійними навичками.

При плануванні робочого місця, де використовується кілька одиниць технологічного обладнання, важливо забезпечити добру оглядовість і можливість одночасного контролю за всіма пристроями та рухомими частинами. Крім того, необхідно передбачити зручний доступ для транспортування деталей, вузлів та інструментів до робочого місця.

2.4.2 Компонування майстерні для ремонту двигунів внутрішнього згорання

Планування ділянки передбачає створення схеми розташування виробничого, підйомно-транспортного та іншого обладнання, а також санітарно-технічних і енергетичних мереж, проїздів та інших необхідних елементів. Це один із найважливіших і найскладніших етапів проектування,

оскільки він вимагає врахування організації виробничого процесу та забезпечення ефективної взаємодії між його різними складовими.

Планування всіх підрозділів здійснюється відповідно до компоновочного плану об'єкта і загальноприйнятих умовних позначень. На схемі повинні бути чітко вказані зовнішні та внутрішні стіни, колони, перегородки з прорізами для воріт, дверей і вікон, тунелі, трапи, люки та інші елементи, що впливають на розміщення обладнання. Також на плані повинно бути відображено все технологічне, контрольно-випробувальне, підйомно-транспортне обладнання, верстати, стелажі тощо.

Розташування обладнання має бути організовано таким чином, щоб максимально ефективно використовувати виробничі площі, дотримуючись при цьому основних нормативів щодо відстаней між обладнанням і елементами будівель. Важливо також враховувати норми щодо ширини проїздів і проходів для забезпечення безпечного та зручного переміщення персоналу та техніки. Місце працівника біля верстата позначається кружком з заштрихованою половиною, що вказує на зону його робочого простору.

Розподіл робіт по робочих місцях виконується з урахуванням технологічної послідовності операцій. Наприклад, при плануванні ділянки для ремонту двигунів G4KD необхідно забезпечити чітку послідовність виконання всіх етапів технологічного процесу, щоб робочий процес був ефективним і злагодженим.

Розрахунок та вибране технологічне обладнання і оснащення вносимо до специфікації обладнання (арк. 3 графічної частини проекту). Виробничу площу ділянки визначаємо за допомогою формули:

$$F_d = \sum F_{об} \cdot K, \text{ м}^2, \quad (2.16)$$

де $\sum F_{об}$ - сумарна площа підлоги ділянки, яку займає технологічне обладнання м^2 , $\sum F_{об} = 83,04 \text{ м}^2$;

K – параметр, що враховує ширину проходів, робочих зон та переїздів, $K=5,0$.

Тоді: $F_{\text{д}} = 83,04 \cdot 5,0 = 415,2 \text{ м}^2$

Приймаємо площу ділянки 432 м^2 .

Згідно з рекомендаціями для проектування ремонтних підприємств, ширина прольотів становить 3, 6, 9 або 12 метрів, а відстань між колонами — 3 або 6 метрів.

Приймаємо ширину ділянки $Ш = 18 \text{ м}$.

Знаючи загальну площу $F_{\text{д}} = 432 \text{ м}^2$ визначаємо довжину:

$$Д = F_{\text{д}} / Ш, \quad (2.17)$$

$$Д = 432 / 18 = 24 \text{ м}$$

Отже, габарити ділянки становлять $18 \times 24 \text{ м}$.

3 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Основні заходи із запобігання утворенню задирів на внутрішніх циліндричних поверхнях гільзи циліндра

При використанні класичних випробувальних установок експерименти проводяться в умовах змащеного руху. Зазвичай параметрами тестування є навантаження, частота коливань і температура. Хід поршня зазвичай менший, ніж у двигуна. Важливо отримати залежність коефіцієнта тертя в межах одного ходу. Завдяки високій твердості знос текстурованих стінок циліндра зазвичай низький; його можна оцінити за допомогою профілометричного методу.

За повторюваних умов вплив текстури поверхні на трибологічні властивості часто є значним. Однак дуже складно досягти умов, подібних до тих, які існують у реальних двигунах внутрішнього згоряння - це є недоліком досліджень, що проводяться на класичних випробувальних установках.

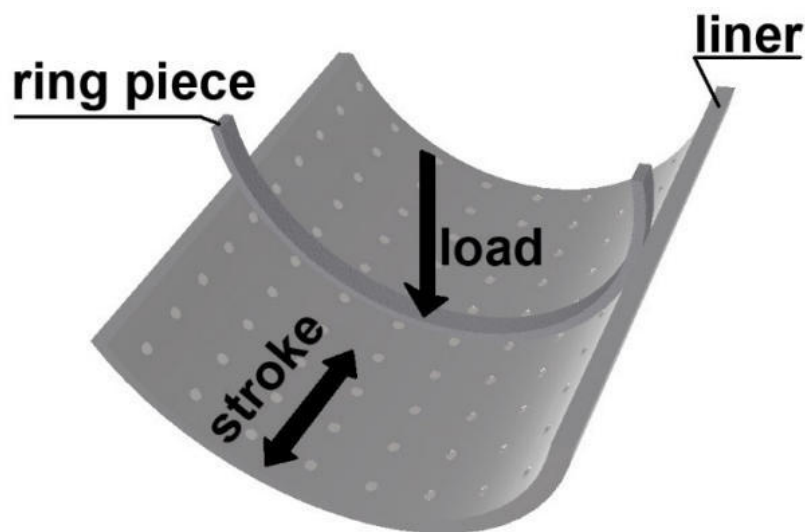


Рисунок 3.1 Типова конфігурація лабораторних зразків

Використовували лазерні промені для створення масляних кишень на поверхні стінки циліндра. Завдяки наявності отворів мастило залишалося в контакті довше, що забезпечувало тривалішу роботу з низьким коефіцієнтом тертя, який потім зростав (мастило подавалося перед тестом). Під час випробувань частота становила 1 Гц, хід поршня - 10 мм, а нормальне

навантаження - 450 Н. Створення масляних кишень було необхідним, оскільки в сучасних двигунах товщина масляної плівки становить близько 1 мкм або менше.

Трибологічні характеристики циліндра, обробленого методом шліфування, з характеристиками циліндра з окремими овальними заглибленнями, що ковзають проти поршневих кілець із PVD-покриттям у зворотно-поступальному русі. Довжина масляних кишень становила 1 і 3 мм. Поверхня циліндра після лазерної текстурування з кишнями довжиною 3 мм і дуже гладкою поверхнею показала найменший коефіцієнт тертя. Вплив текстурування поверхні циліндра на знос стінок був незначним. Знос кілець зменшувався для більш гладких поверхонь циліндра.

Встановлено, що найбільший вплив на зменшення тертя мала змінна густота заглиблень на поверхні циліндра — менша густота відповідала середній частині, а більша була на кінцях.

Масляні кишень глибиною 10 мкм, шириною 100 мкм і з площею заглиблень 12,5% створювали на поверхні з чавуну. Експериментальні випробування проводилися в умовах поступового збільшення навантаження за допомогою трибметра SRV. Нетекстуровані зразки призводили до заїдання, на відміну від текстурованих пар ковзання.

Вплив масиву заглиблень на трибологічні властивості аналізувався рідко. Було проведено кілька досліджень у цій галузі. Встановлено вплив кута θ на знос стінок циліндра за умов нестачі змащення. Діаметр заглиблень становив 100 мкм, їх глибина — близько 25 мкм, а площа — 20%. Найменший знос спостерігався за кута θ , рівного 60° . Знос текстурованих стінок циліндра був на 20% меншим, ніж у шліфованих стінок. Хід поршня становив 6 мм.

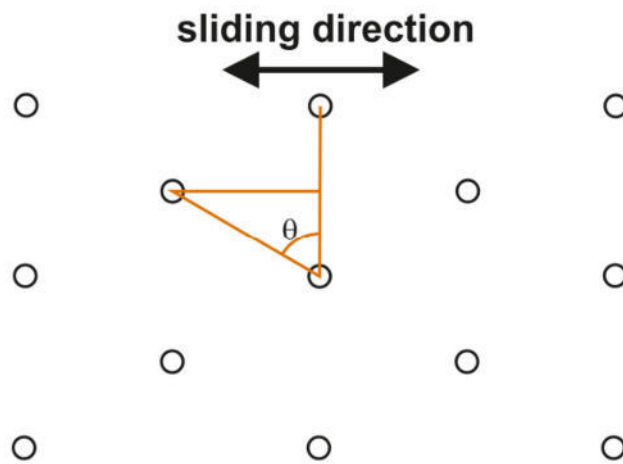


Рисунок 3.2 – Визначення оптимального кута між елементами мікрорельєфу

Для співвідношення глибини до діаметра заглиблень 0,18, площі заглиблень 20% і кута θ 60° текстурування поверхні стінки циліндра призвело до зменшення коефіцієнта тертя на 50%, зносу циліндра майже на 86% і зносу першого поршневого кільця на 50% за умов повного змащення. Параметри заглиблень були обрані на основі теорії змащення. Однак за умов недостатнього змащення текстурування поверхні зменшувало знос циліндра майже на 35% .

Найменший знос циліндра за умов повного змащення був досягнутий при куті θ 45° (діаметр заглиблень становив 0,1 мм, співвідношення глибини до діаметра — 0,1, площа заглиблень — 20%).

Деякі вчені порівнювали характеристики гладких, шліфованих і шліфованих поверхонь із додатковими заглибленнями за допомогою тестера Optimo1 при високій температурі (400 °C). Хід поршня становив 1 мм, частота коливань — 20 Гц, а нормальне навантаження — 300 Н. Найменший знос і тертя спостерігалися для шліфованої поверхні. Однак у цій роботі не було надано інформації про геометрію патерну заглиблень.

Наступним етапом досліджень було додавання заглиблення, які створені методом накочування, на шліфовані до плато поверхні стінок циліндра з сірого чавуну. Глибина круглих масляних кишень становила до 10 мкм, діаметр – від 0,15 до 0,2 мм, а площа заглиблень – 13%. Було виявлено, що за умов хорошого змащення сила тертя зменшувалася до 50% порівняно з експлуатацією без

текстурування поверхні. Додаткове текстурування також призвело до збільшення місткості масла на 50%. Однак у режимі недостатнього змащення позитивний ефект від текстурування поверхні був мінімальним.

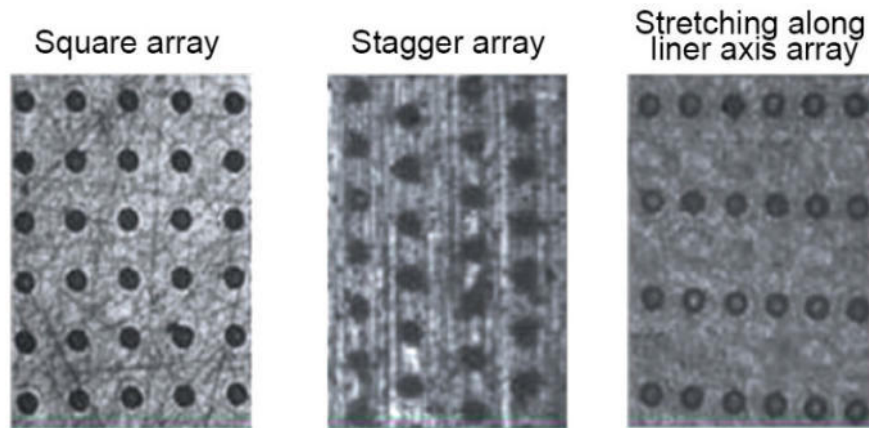


Рисунок 3.3 – варіанти виконання елементів мікрорельєфу

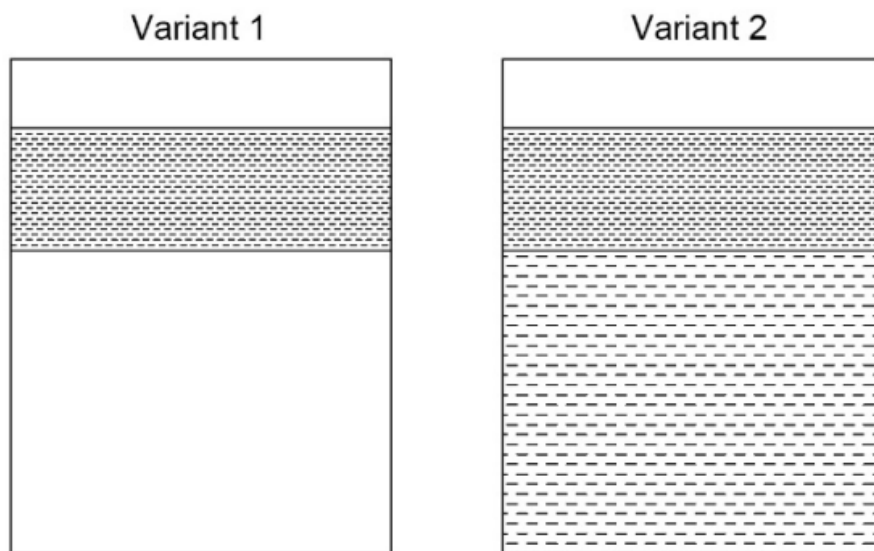


Рисунок 3.4 – Схеми поверхонь стінок циліндра після лазерного текстурування

Таким чином проведено глибокий аналіз впливу текстурування поверхонь стінок циліндрів на їх трибологічні характеристики. Основна увага зосереджена на тому, як різні типи текстур впливають на коефіцієнт тертя, знос, споживання мастила та ефективність двигунів внутрішнього згоряння.

Одним із ключових напрямків є лабораторні експерименти, які дозволяють контролювати параметри, такі як навантаження, частота коливань і температура. У дослідженнях використовували тестові установки, що моделюють взаємодію

кільця та стінки циліндра. Лазерне текстурування показало значні переваги, оскільки забезпечувало кращий розподіл мастила завдяки створенню спеціальних заглиблень. Було доведено, що текстурування зі змінною густотою заглиблень ефективніше знижує тертя, особливо в областях з високими навантаженнями, таких як верхня мертва точка поршня.

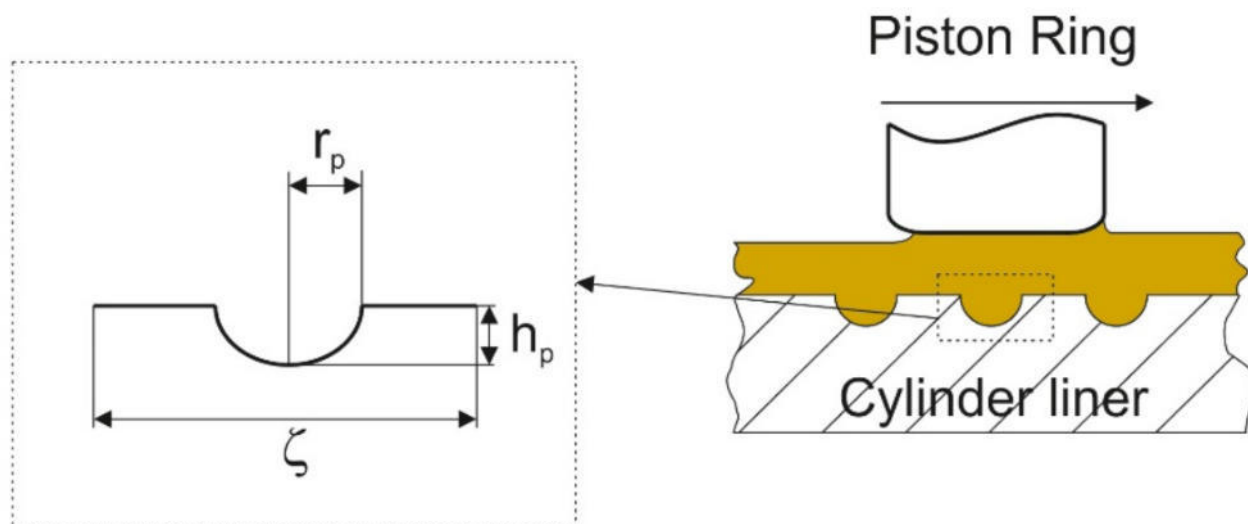


Рисунок 3.5 – Схема контакту між стінкою циліндра та поршневим кільцем.

Моделювання гідродинамічного змащення показало, що заглиблення певних форм, наприклад трикутні або параболічні, краще забезпечують зниження тертя порівняно з прямокутними канавками. Заглиблення допомагають підтримувати стабільну масляну плівку, що важливо для запобігання прямому контакту між поверхнями. Експерименти також підтвердили, що оптимальні параметри текстурування — співвідношення глибини до діаметра, густота розташування та площа заглиблень — залежать від режиму змащення та навантаження.

У випробуваннях на реальних двигунах лазерне текстурування показало зниження зносу стінок циліндра майже на 86%, а також економію палива до 4%. У таких експериментах, однак, складніше контролювати змінні через багатофакторність впливу. Було встановлено, що поєднання текстурування поверхонь стінок циліндра і поршневих кілець забезпечує найкращі результати, але вимагає додаткових витрат.

Важливим висновком є те, що текстурування допомагає зменшити витрати мастила, знижуючи витрати на обслуговування та зменшуючи викиди. Дослідження показали, що використання заглиблень з оптимальною площею та глибиною збільшує об'єм мастильного резервуара поверхні, забезпечуючи краще змащення в умовах високих температур і змішаного тертя.

Важливо враховувати, що надто гладкі поверхні можуть збільшити ризик заклинювання через недостатню товщину масляної плівки, тому параметри текстурування повинні бути ретельно адаптовані до конкретних умов експлуатації.

Загалом, текстурування поверхні має великий потенціал для покращення трибологічних властивостей стінок циліндрів, що відкриває можливості для зниження витрат і підвищення екологічності двигунів внутрішнього згорання.

3.2 Удосконалена конструкція гільзи блоку циліндрів двигуна внутрішнього згорання

Для реалізації описаної ідеї пропонується циліндро-поршневий механізм двигуна внутрішнього згорання, який включає гільзу циліндра (1) із внутрішньою циліндричною поверхнею (2). Усередині порожнини гільзи (1) співвісно встановлено поршень (3) з можливістю осьового переміщення. Зовнішній діаметр поршня (3) менший за внутрішній діаметр гільзи (1).

На поверхні поршня (3), перпендикулярно до його поздовжньої осі, виконані кільцеві канавки (4), у які встановлено маслоз'ємне кільце (5) і компресійні поршневі кільця (6). Компресійні кільця (6) виконані у вигляді циліндричних пружинних кілець із розрізом. Торцеві поверхні (7) компресійних кілець (6) взаємодіють із кільцевими канавками (4), забезпечуючи герметизацію.

Зовнішня циліндрична поверхня (8) компресійних кілець (6) контактує з внутрішньою циліндричною поверхнею (2) гільзи циліндра (1), що дозволяє забезпечити належний рівень ущільнення та оптимальні умови роботи механізму.

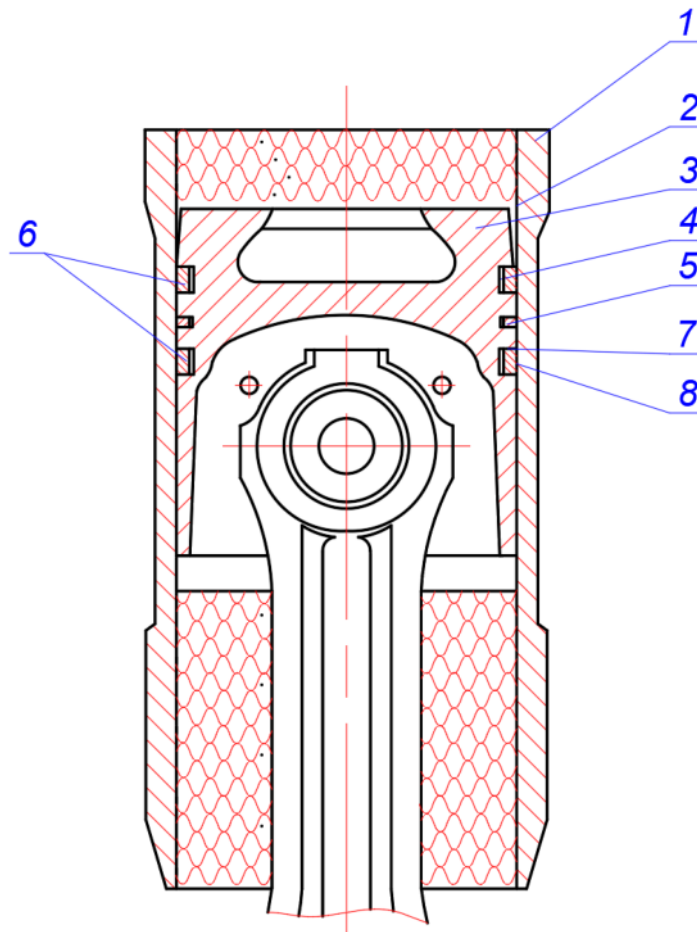


Рисунок 3.6 – Циліндро-поршневий механізм двигуна внутрішнього згорання

На внутрішній циліндричній поверхні (2) гільзи циліндра (1) двигуна внутрішнього згорання, а також на зовнішній циліндричній поверхні (8) компресійних поршневих кілець (6) нанесений регулярний мікрорельєф першого типу. Його площа канавок становить 25-45%, незалежно від методу чи режимів нанесення. При цьому амплітуда мікрорельєфу не перевищує товщини компресійних поршневих кілець (6).

Робота циліндро-поршневого механізму двигуна внутрішнього згорання відбувається наступним чином. Усередині гільзи (1) співвісно встановлено поршень (3), який виконує зворотно-поступальний рух. Оскільки зовнішній діаметр поршня (3) менший за внутрішній діаметр гільзи (1), взаємодія з внутрішньою циліндричною поверхнею (2) гільзи забезпечується через

маслоз'ємне поршневе кільце (5) і компресійні поршневі кільця (6), які встановлені в кільцеві канавки (4) на поршні.

Наявність регулярних мікрорельєфів на внутрішній поверхні (2) гільзи (1) та зовнішній поверхні (8) компресійних кілець (6) сприяє зниженню коефіцієнта тертя, покращенню герметичності, а також збільшенню довговічності та надійності роботи циліндро-поршневого механізму двигуна внутрішнього згоряння.

3.3 Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням

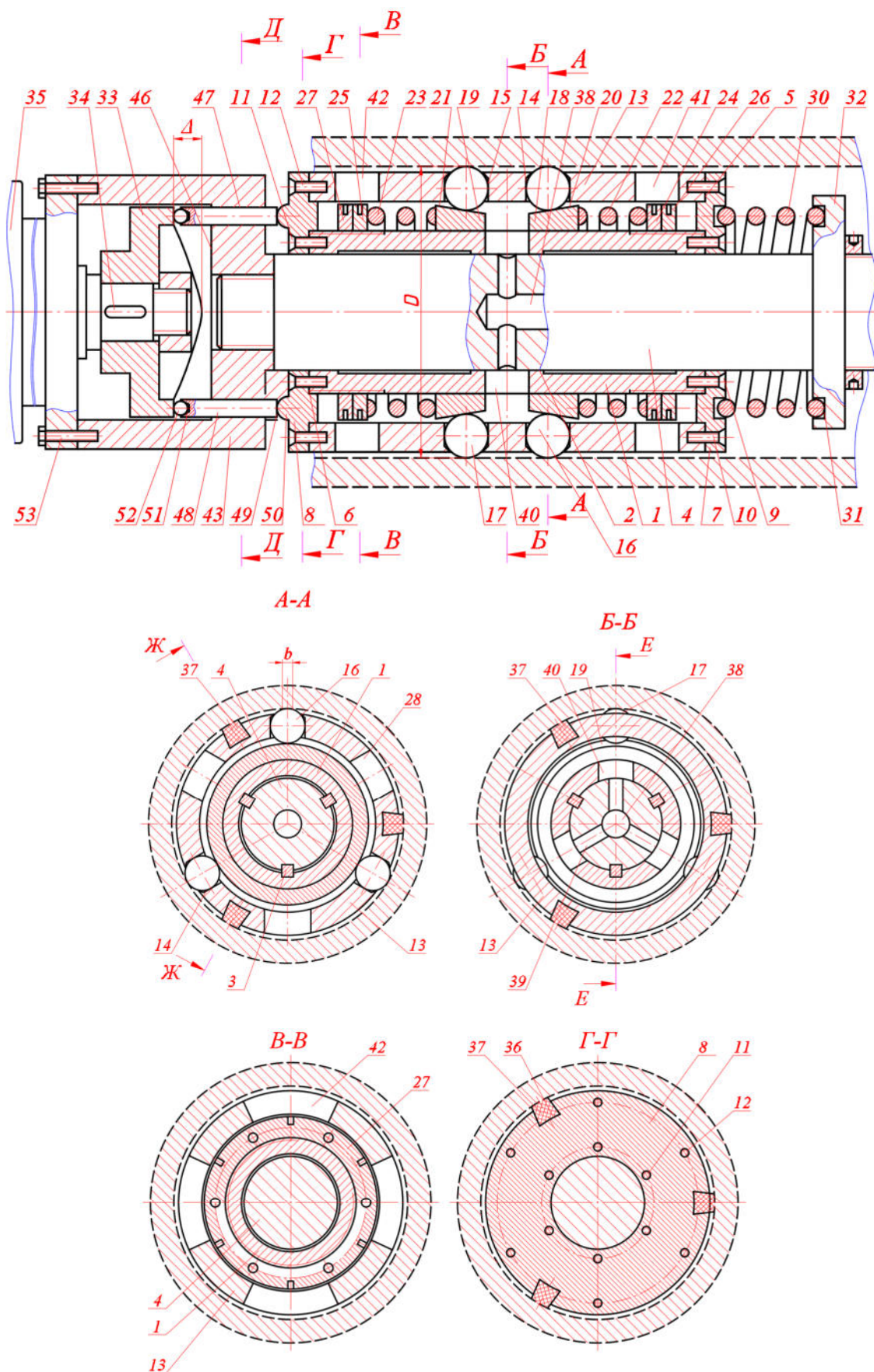
Для створення регулярного мікрорельєфу на внутрішній циліндричній поверхні гільзи циліндра запропоновано конструкцію спеціального інструменту. Інструмент призначений для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь методом вібраційного обкочування. Його конструкція складається з таких елементів:

Корпус (1) виконаний у формі порожнистого циліндра, внутрішня поверхня якого з'єднана з циліндричною оправкою (4) через напрямні шпонки (3). Торці корпусу (5) і (6) з'єднані за допомогою правого та лівого фланців (7) і (8) та фіксовані гвинтами (9), (10), (11), (12).

Сепаратор (13), виконаний у вигляді порожнистого циліндра, жорстко закріплений між торцями корпусу. На його стінках рівномірно розташовані три отвори (14), у які встановлені кульки (16). На певній відстані від цих отворів знаходяться додаткові три отвори (15), у які встановлені додаткові кульки (17).

На зовнішній поверхні корпусу (1), навпроти отворів (14) і (15) сепаратора, розташовані кільця (18) і (19) з зовнішніми конічними поверхнями (20) і (21). Ці кільця підтискаються назустріч одне одному за допомогою пружин стиснення (22) і (23). З іншого боку, пружини спираються на регулювальні гайки (24) і (25), які фіксуються контргайками (26) і (27).

Така конструкція забезпечує точний контроль мікрорельєфу на оброблюваній поверхні, що підвищує якість фінішної обробки та ефективність роботи інструменту.



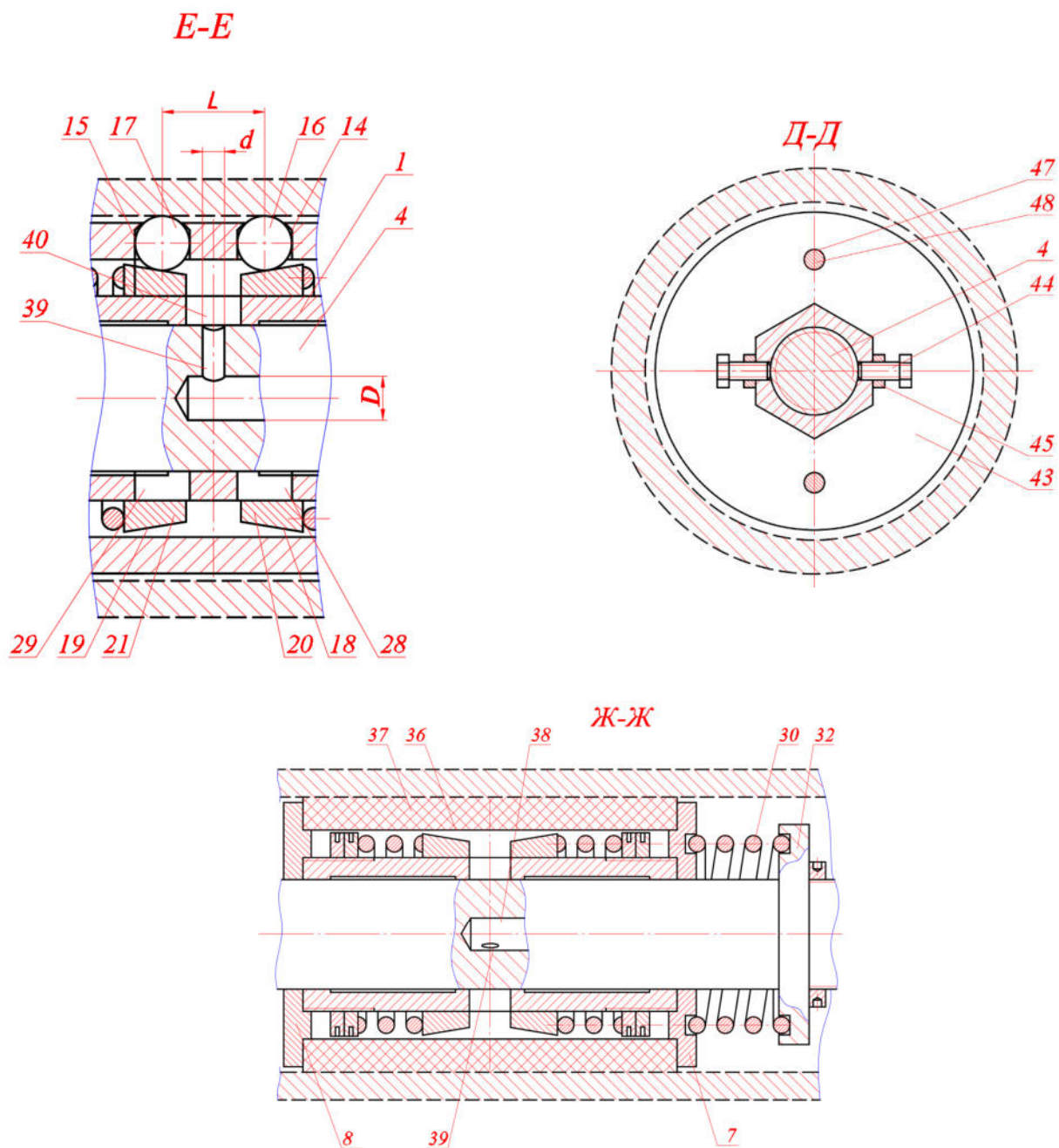


Рисунок 3.7 – Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням

Навпроти отворів (14) та додаткових отворів (15), які виконані у стінці сепаратора (13), передбачені наскрізні технологічні отвори (28) і (29) (див. фіг. 2, фіг. 7). Конструкція корпусу (1) разом із сепаратором (13), кульками (16) і додатковими кульками (17) підпружинена за допомогою пружини стиснення (30), яка спирається на торець (31) фланця (32) оправки (4). Вся система

спрямована у напрямку до торцевого кулачка (33), який жорстко закріплений на вихідному валу (34) приводу обертального руху (35).

На зовнішній циліндричній поверхні оправки (4) рівномірно по колу, вздовж її осі, розташовані три повздовжні пази (36). У ці пази встановлені напрямні (37), виконані, наприклад, із поліуретану для зниження тертя. Центральна частина оправки (4) містить співвісний канал (38) діаметром D , який використовується для подачі змащувально-охолоджувальної рідини. Цей канал з'єднується з трьома радіальними каналами (39) діаметром d , розташованими між кульками (16) і (17) на однаковій відстані.

Співвідношення діаметрів D і d розраховується таким чином, щоб уникнути явища дроселювання, забезпечуючи ефективну подачу рідини. Для цього виконується умова: $S_{ц.к.} = \pi D^2 / 4 > 3S_{р.п.} = 3\pi d^2 / 4$. У стінці корпусу (1) на рівні осей радіальних каналів (39) виконані наскрізні вікна (40), діаметр яких перевищує діаметр самих каналів. Для зручності налаштування регулювальних гайок (24) і (25) та їх фіксуючих контргайок (26) і (27) в стінці сепаратора (13) виконані симетрично розташовані по колу наскрізні вікна (41) і (42).

На нижньому лівому кінці оправки (4) встановлений стакан (43), який закріплений за допомогою гвинтів (44) та контргайок (45). У днищі (46) стакана (43) виконані два отвори (47), розташовані діаметрально протилежно та паралельно осі оправки. Через ці отвори проходять циліндричні штовхачі (48), праві торці (49) яких спираються на сферичний виступ (50) лівого фланця (8), а ліві торці (51) контактують із профілем торцевого кулачка (33) через кульки (52). Привід обертального руху (35), обладнаний фланцевим з'єднанням, закріплений до стакана (43) за допомогою болтів (53).

Для формування частково регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, необхідно дотримуватися певних умов. Однією з них є те, що відстань в осьовому напрямку між центрами кульок (16) і додаткових кульок (17) повинна відповідати заданому параметру.

Інструмент для фінішної обробки внутрішніх циліндричних поверхонь методом вібраційного обкочування функціонує таким чином:

Спочатку виконується налаштування інструмента. Для цього використовують спеціальний кільцевий тензометричний динамометр, обладнаний тарувальним графіком залежності навантаження від переміщення. Інструмент встановлюють у цей динамометр, внутрішній діаметр якого відповідає діаметру оброблюваної поверхні. Регулювальні гайки (24) і (25) вкручують, стискаючи пружини (22) і (23). Це змушує кільця (18) і (19) рухатись назустріч одне одному, а деформувальні елементи – кульки (16) і додаткові кульки (17) – переміщатися радіально від центру. Відстань L між кульками та їх поворот на кут α встановлюються залежно від параметрів мікрорельєфу, який планується створити. Коли зусилля вібраційного обкочування досягає заданого рівня, положення регулювальних гайок (24) і (25) фіксується контргайками (26) і (27). Таким чином, інструмент налаштований на потрібне зусилля.

Підготовлена заготовка, наприклад, гільза блоку циліндрів двигуна внутрішнього згоряння, встановлюється у пристрій металорізального верстата, де їй надається обертальний рух – кругова подача. Оправка (4) інструмента фіксується у штанзі, прикріпленій до супорта з можливістю поступального руху – повздовжньої подачі. Інструмент розміщується всередині циліндричної поверхні заготовки за допомогою трьох напрямних (37).

Залежно від осьової відстані L між центрами кульок (16) і додаткових кульок (17) та кута α , що визначає їхнє зміщення, можна створювати різні види мікрорельєфів: паралельні канавки, асинфазні канавки, перехресні канавки тощо. Для забезпечення необхідної амплітуди мікрорельєфу хід Δ торцевого кулачка обирається рівним амплітуді коливань, яка необхідна для формування заданої текстури.

Після завершення налаштувань вмикають привід обертального руху кулачка (33), який забезпечує осциляційний рух кульок (16) і (17), повздовжню подачу для переміщення інструмента, а також обертальний рух заготовки. Такий

комплекс рухів дозволяє формувати на внутрішніх циліндричних поверхнях регулярний мікрорельєф із заданими параметрами.

Таким чином, використання цього інструмента дає змогу формувати якісні регулярні мікрорельєфи на внутрішніх циліндричних поверхнях, включаючи довгомірні, що значно покращує їх експлуатаційні характеристики та загальні якісні показники.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці на автомобільному транспорті

Охорона праці на транспорті є важливою складовою забезпечення безпеки працівників та ефективності транспортної системи загалом. Це сукупність заходів, норм і правил, спрямованих на захист життя, здоров'я та працездатності працівників транспортних підприємств під час виконання ними професійних обов'язків. У зв'язку зі специфікою транспортних робіт, охорона праці на транспорті вимагає дотримання ряду особливих умов і підходів, які забезпечують зменшення ризиків для здоров'я працівників і пасажирів.

Основні вимоги охорони праці на транспорті

Охорона праці в транспортній сфері регулюється як загальними нормами трудового законодавства, так і спеціальними нормативними документами, що стосуються транспортних засобів, умов праці на транспортних підприємствах та специфіки перевезень. Головними напрямками забезпечення охорони праці є:

У кожній транспортній компанії повинна бути проведена оцінка ризиків для працівників, що включає вивчення потенційно небезпечних умов на робочому місці: ризики дорожньо-транспортних пригод, робота з важким обладнанням, несприятливі погодні умови, робота на висоті та в обмеженому просторі тощо. На основі цієї оцінки розробляються і впроваджуються заходи для мінімізації ризиків, такі як технічне обслуговування транспортних засобів, створення безпечних умов для роботи та навчання персоналу.

Всі працівники транспортної галузі повинні проходити регулярне навчання з охорони праці та безпеки руху. Водії, механіки, технічний персонал та адміністративний склад мають бути ознайомлені з нормативними вимогами безпеки, вміти діяти в надзвичайних ситуаціях та знати основи першої медичної допомоги.

Регулярне технічне обслуговування транспортних засобів є одним із ключових аспектів безпеки. Контроль за станом транспорту дозволяє уникнути

аварійних ситуацій, що можуть призвести до травмування чи загибелі працівників і пасажирів. Це включає регулярну перевірку гальмівної системи, двигуна, ходової частини, електронних систем контролю та навігації.

На транспортних підприємствах, де здійснюються ремонтні роботи або завантажувально-розвантажувальні операції, повинні бути забезпечені безпечні умови праці для робітників. Це передбачає використання спеціального обладнання, такого як підйомники, крани, стрічкові конвеєри, а також дотримання норм щодо освітлення, вентиляції та температурного режиму.

Важливим елементом охорони праці є використання засобів індивідуального захисту, таких як каски, рукавиці, спецодяг, захисні окуляри тощо. Ці засоби повинні відповідати встановленим стандартам і надаватися працівникам в обов'язковому порядку залежно від специфіки їхньої роботи.

Для водіїв транспортних засобів першочерговим завданням є забезпечення безпеки дорожнього руху. Це стосується дотримання правил дорожнього руху, вивчення маршрутів, управління швидкісним режимом, обережність на дорозі та врахування погодних умов. Водії також повинні мати достатній відпочинок, оскільки втома є одним із головних чинників аварійних ситуацій.

У кожній транспортній компанії має бути організована система внутрішнього контролю за дотриманням вимог охорони праці. Це включає проведення регулярних інспекцій, аналіз звітів про нещасні випадки, опитування працівників щодо умов їхньої праці. На основі результатів таких перевірок мають впроваджуватися коригуючі заходи.

Транспортні підприємства повинні мати план реагування на надзвичайні ситуації, що включає дії під час дорожньо-транспортних пригод, пожеж, технічних несправностей транспортних засобів, а також при стихійних лихах. Працівники повинні бути ознайомлені з алгоритмом дій та навчатися періодично практичним навичкам у симуляціях надзвичайних ситуацій.

Основні небезпеки та фактори ризику на транспорті

Працівники транспортних підприємств піддаються ряду специфічних небезпек, що пов'язані з умовами праці та характером виконуваних завдань:

Найбільшу небезпеку для водіїв та пасажирів становлять ДТП. Це може бути спричинене як технічними несправностями транспортного засобу, так і помилками водія, несприятливими погодними умовами, поганою видимістю, перевантаженістю доріг тощо.

Під час завантажувально-розвантажувальних робіт, технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів існує ризик механічних травм: удари, порізи, переломи. Працівники повинні бути оснащені засобами захисту та проходити навчання щодо безпечної роботи з обладнанням.

Довготривала робота водіїв без достатнього відпочинку може призводити до втоми, що є важливим фактором ризику для дорожньої безпеки. Перевтома знижує увагу, реакцію та здатність до швидкого прийняття рішень, що може призвести до аварійних ситуацій.

Працівники транспортних підприємств можуть піддаватися впливу шкідливих факторів, таких як шум, вібрація, токсичні речовини, робота в несприятливих погодних умовах. Ці фактори можуть негативно впливати на здоров'я та працездатність працівників, тому необхідно забезпечувати засоби захисту та дотримання вимог охорони праці.

Водії часто стикаються з непередбаченими обставинами на дорозі, що може викликати стрес. Стресові ситуації можуть негативно впливати на психічний стан працівників, що у свою чергу підвищує ризик виникнення помилок під час виконання робіт.

Основні заходи з підвищення рівня охорони праці

Для забезпечення належного рівня охорони праці на транспорті необхідно дотримуватися наступних заходів:

Проведення регулярних навчальних занять та інструктажів з безпеки для всіх працівників, зокрема щодо дотримання правил охорони праці та пожежної безпеки, правил надання першої допомоги.

Забезпечення своєчасного та якісного технічного обслуговування транспортних засобів, що знижує ризик виникнення аварійних ситуацій.

Проведення регулярних перевірок умов праці, зокрема стану робочих місць, транспортних засобів та технічного обладнання.

Використання систем контролю робочого часу водіїв для запобігання перевтомі та забезпечення достатнього часу на відпочинок.

Організація комфортних умов для відпочинку працівників, забезпечення засобами захисту, контроль за рівнем шуму, вібрації, освітленості та інших параметрів.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях на транспорті

Надзвичайні ситуації на транспорті є одними з найнебезпечніших, оскільки вони можуть призвести до значних матеріальних втрат, загрози життю та здоров'ю людей, а також до негативного впливу на навколишнє середовище. До таких ситуацій належать дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), технічні несправності транспортних засобів, пожежі, вибухи, розливи небезпечних речовин, стихійні лиха та терористичні акти. Ефективна система безпеки в надзвичайних ситуаціях на транспорті повинна забезпечити швидке та правильне реагування на різні загрози, мінімізувати шкоду та зберегти життя людей.

Види надзвичайних ситуацій на транспорті

Надзвичайні ситуації на транспорті можна класифікувати за характером їх походження та впливу:

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) – це найпоширеніша надзвичайна ситуація, яка може виникнути в будь-який момент під час руху транспорту. Вони можуть бути спричинені помилками водія, технічними несправностями, несприятливими погодними умовами, поганим станом доріг або іншими факторами.

Пожежі можуть виникнути через технічні несправності, витік пального, коротке замикання в електричній системі або аварії. Особливо небезпечні пожежі на транспорті, який перевозить небезпечні вантажі, оскільки це може призвести до вибухів або викидів токсичних речовин.

Поломка двигуна, системи гальмування, рульового управління чи інших важливих компонентів транспортного засобу може стати причиною серйозної аварії або створити небезпечну ситуацію на дорозі.

Транспортування небезпечних вантажів (хімічні речовини, нафтопродукти, вибухові матеріали тощо) потребує особливої уваги. У випадку аварії або витoku небезпечної речовини це може призвести до екологічних катастроф, отруєнь людей і тварин, а також вибухів.

Землетруси, повені, сильні буревії або інші природні явища можуть раптово створити небезпеку для транспорту, призводячи до аварійних ситуацій, зупинки транспортного руху або пошкодження інфраструктури.

Загроза терористичних актів на транспорті, особливо в громадських видах транспорту (метро, потяги, літаки), є реальною і вимагає постійної готовності до реагування на такі події.

Заходи безпеки та реагування на надзвичайні ситуації

Для зниження ризиків та мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій на транспорті розробляються й застосовуються комплексні заходи безпеки, які включають підготовку персоналу, технічні рішення та організаційні процедури. Основними аспектами безпеки є:

Кожне транспортне підприємство повинно мати налагоджену систему оповіщення про надзвичайні ситуації. Це можуть бути як автоматизовані системи, що фіксують аварії чи технічні несправності, так і диспетчерські служби, що здійснюють контроль за рухом транспорту. Важливо, щоб у випадку надзвичайної ситуації інформація про неї миттєво передавалася відповідним службам (рятувальним, пожежним, медичним), а також пасажирам та іншим учасникам дорожнього руху.

Всі працівники транспортної сфери повинні проходити регулярне навчання з безпеки, яке включає дії в умовах надзвичайних ситуацій. Це стосується як водіїв, так і технічного персоналу, диспетчерів, служб охорони та інших працівників. Навчання має включати теоретичні знання і практичні

навички з евакуації, надання першої медичної допомоги, дій під час пожеж або аварій.

Сучасні транспортні засоби обладнані різноманітними системами безпеки, що сприяють попередженню аварій та мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій. До них відносяться:

Системи автоматичного гальмування та контролю руху.

Системи попередження про зіткнення або сходження з маршруту.

Системи пожежогасіння, що автоматично активуються у разі загоряння.

Системи моніторингу стану транспортного засобу, що дозволяють виявляти несправності на ранній стадії.

Навігаційні системи, що допомагають вибрати безпечні маршрути в разі стихійних лих чи інших небезпек.

Кожне транспортне підприємство повинно мати план дій на випадок надзвичайних ситуацій. Цей план включає чітко визначені етапи евакуації, порядок дій персоналу, взаємодію зі службами порятунку та медичної допомоги. План повинен періодично переглядатися і оновлюватися відповідно до змін у технологіях та законодавстві.

В разі надзвичайних ситуацій на транспорті важливою є швидка та організована евакуація пасажирів і персоналу. Для цього на транспортних засобах та в приміщеннях мають бути чітко позначені евакуаційні виходи, шляхи евакуації та місця для збору. Персонал повинен бути навчений діяти оперативно і допомагати пасажирам у разі паніки або дезорієнтації.

Працівники транспорту та пасажирів повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, особливо у випадках перевезення небезпечних вантажів або роботи в умовах підвищеного ризику. Це можуть бути протигази, маски, рятувальні жилети, пожежні ковдри та інші засоби, які можуть бути необхідні у разі аварій або катастроф.

Пожежі на транспортних засобах можуть призводити до катастрофічних наслідків, особливо якщо мова йде про пасажирські перевезення або

транспортування небезпечних вантажів. Для запобігання пожежам та ефективної боротьби з ними необхідно дотримуватися наступних заходів:

Регулярне технічне обслуговування транспортних засобів, особливо їх паливних систем, електрообладнання та систем охолодження, дозволяє знизити ризик виникнення пожежі.

На сучасних транспортних засобах обов'язковою є наявність вогнегасників, а також систем автоматичного пожежогасіння, які активуються при виявленні займання.

Водії та технічний персонал повинні бути навчені користуватися засобами пожежогасіння, знати, як діяти у випадку загоряння і як проводити евакуацію пасажирів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В першому розділі роботи проаналізовано методи діагностики його технічного стану, зокрема за показниками максимальної потужності, витрати палива, шуму і вібрацій. Проаналізувавши дефекти двигунів внутрішнього згорання визначено причини утворення експлуатаційних дефектів двигунів. Особлива увага приділялась аналізу чинників зносу деталей та експлуатаційним дефектам, що дозволяє зрозуміти проблеми, які виникають під час роботи двигуна.

В другому розділі роботи проведено розрахунки трудомісткості робіт та оптимального складу обладнання, необхідного для ремонту двигунів. Розроблено планування і компонування ремонтної майстерні для ефективної організації робочих місць.

На основі проведених досліджень запропоновано заходи для запобіганню утворенню експлуатаційних дефектів, зокрема задирів робочих поверхонь двигунів внутрішнього згорання. Для цього запропоновано на робочу поверхню наносити регулярні мікрорельєфи, які будуть гарантовано утримувати масляну плівку для забезпечення необхідних режимів роботи двигуна. Також запропоновано інструмент для формування цього мікрорельєфу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згорання: навчальний посібник. Київ: Олді+, 2018. 152 с.
2. Маркович С.І. Експлуатація та ремонт двигуна внутрішнього згорання: методичні вказівки для самостійної роботи бакалаврів з навчальної дисципліни. Кропивницький: Центральноукраїнський національний технічний університет, 2022. 49 с.
3. Кисликов Ф., Лущик В. Будова автомобіля: підручник. Київ: Вища школа, 1985. 256 с.
4. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів: навчальний посібник. Кіровоград: Центральноукраїнське видавництво, 2007. 348 с.
5. Івченко Л.Й., Петриків В.В. Двигуни внутрішнього згорання: навчальний посібник. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. 128 с.
6. Підручник з будови автомобіля. Доступний онлайн. URL: <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja>
7. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Доступний онлайн. URL: <https://mybook.biz.ua/ua/transportni-procesi-ta-sistemi/osnovi-ekspluatacii-obslugovuvannya-ta-remontu-dviguniv-vnutrishnogo-zgorannya-dvz>
8. Dzyura, V.; Maruschak, P.; Slavov, S.; Dimitrov, D.; Semehen, V.; Markov, O. Evaluating Some Functional Properties of Surfaces with Partially Regular Microreliefs Formed by Ball-Burnishing. Machines 2023, 11, 633. <https://doi.org/10.3390/machines11060633>
9. Dzyura, V., Maruschak, P., Slavov, S., & Dimitrov, D. (2023). Applying regular relief onto conical surfaces of continuously variable transmission to enhance its wear resistance. Transport, 38(3), 178–189. <https://doi.org/10.3846/transport.2023.20628>

10. Dzyura, V., Maruschak, P., Semehen, V. et al. Analysis of Causes that Lead to Failure of Conical Discs of Variable Automatic Transmissions. *J Fail. Anal. and Preven.* 24, 1077–1082 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11668-024-01912-y>
11. Dzyura, V. and Bytsa, R. 2024. Analysis of the directions of improving regular micro reliefs . *Problems of Tribology.* 29, 3/113 (Sep. 2024), 6–14. DOI:<https://doi.org/10.31891/2079-1372-2024-113-3-6-14>.

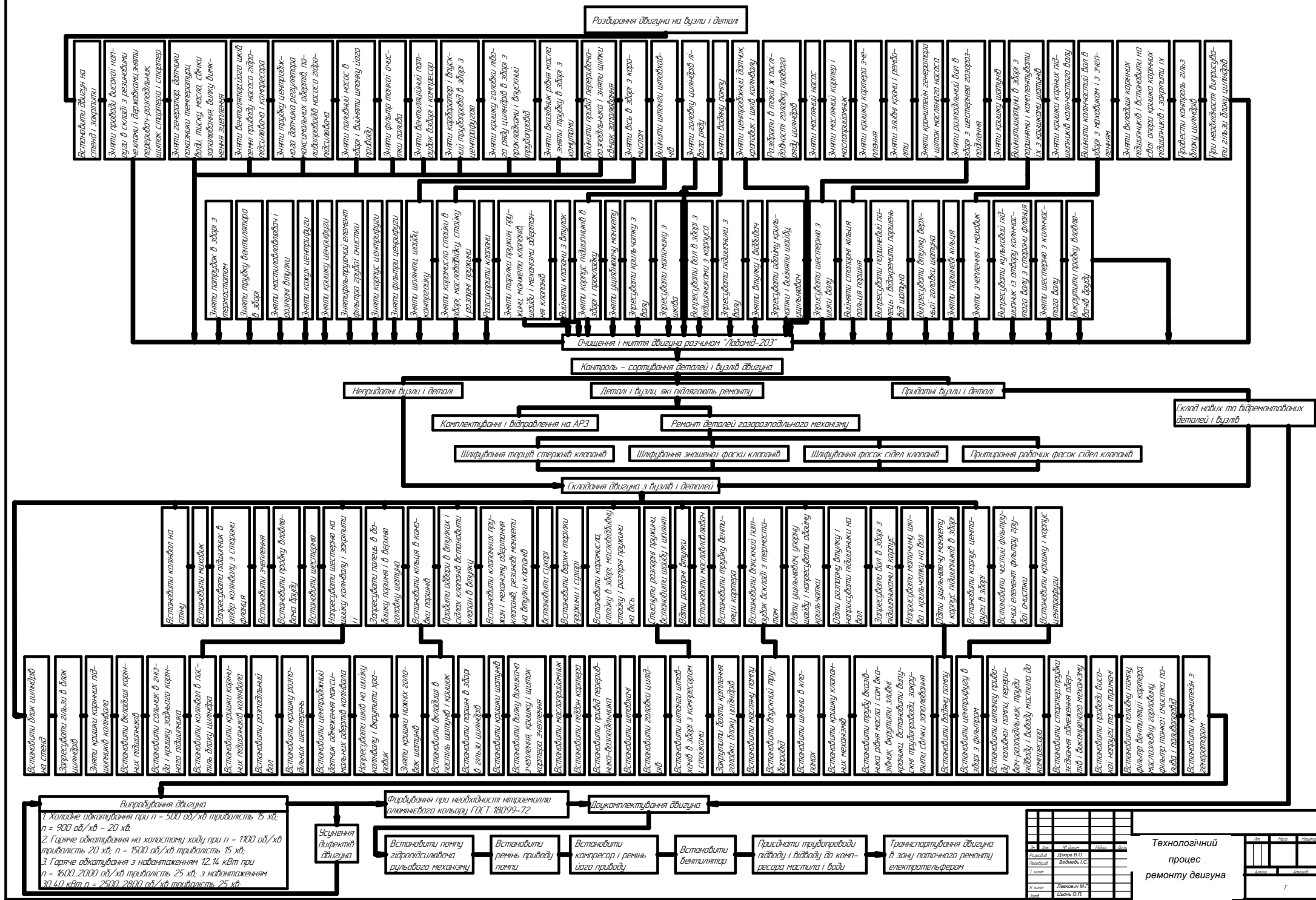
Технологія ремонту бензинових двигунів внутрішнього згорання із дослідженням
причин утворення задирів гільз циліндрів

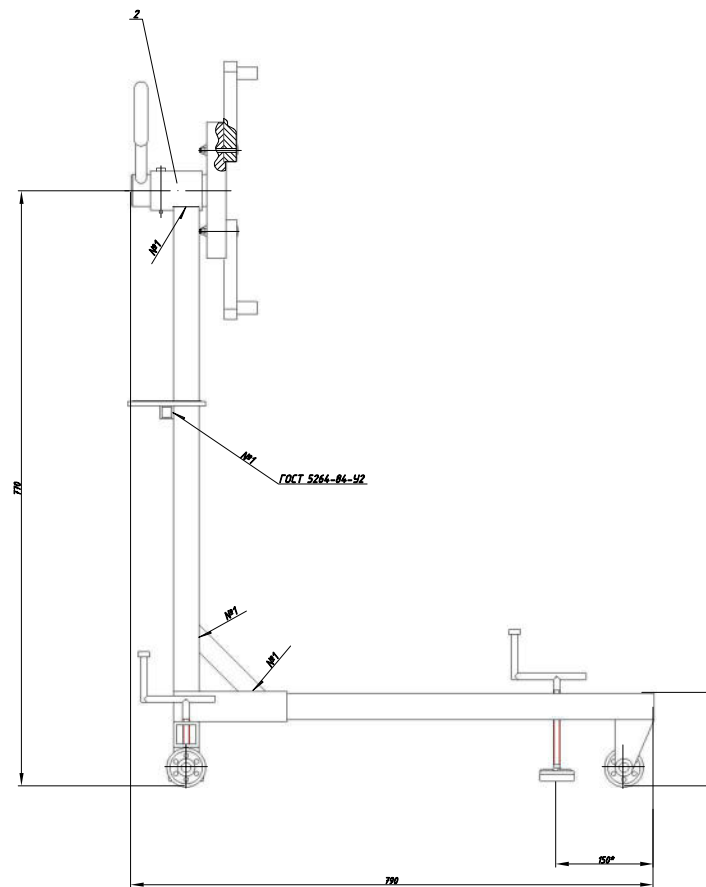
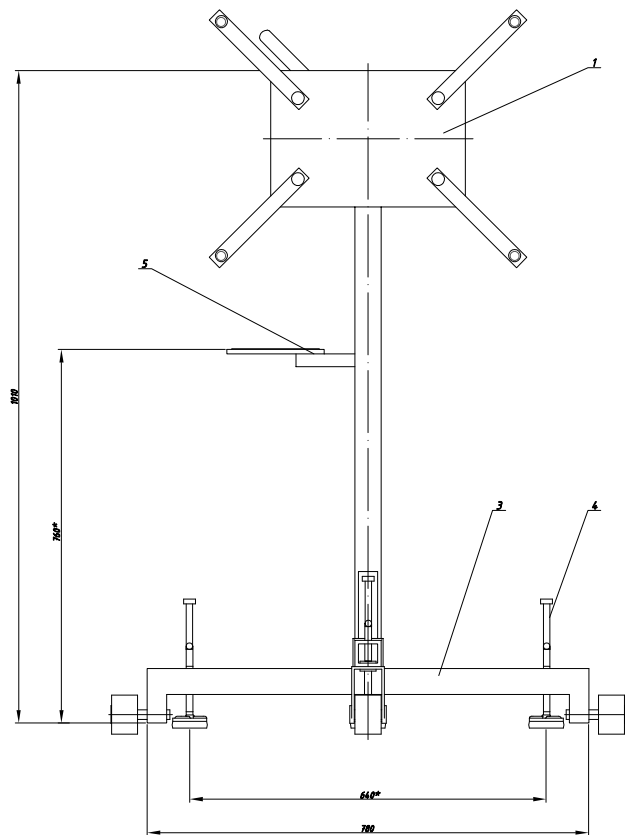
Студент	(підпис)	Ведмедь І.С. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Дзюра В.О. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Левкович М.Г. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Зав. каф.	(підпис)	Цьонь О.П. (прізвище та ініціали)

Аналіз експлуатаційних дефектів гільз циліндрів ДВЗ та причин їх виникнення

Назва дефекту	Характеристика	Прийчини виникнення/Наслідки
1. Абразивне зношення	Абразивне зношення виникає через механічний контакт між стінками гільзи та поршковими кільцями. Зовнішні частки (пил, металеві включення) у мастильному матеріалі діють як абразивні агенти. Проявляється у вигляді: - мікроскопічні подряпини на поверхні гільзи; - нерівномірний знос верхньої частини циліндра	Потрапляння сторонніх часток у циліндр. Недостатнє або нерегулярне змащення. Використання неякісного масла або засмічення фільтрів. Наслідки: Підвищений витрата масла. Зменшення компресії. Зниження ефективності двигуна.
2. Кавітаційні пошкодження	Кавітаційні пошкодження утворюються через локальні гідродинамічні удари в охолоджуючій системі, що викликають руйнування матеріалу гільзи. Ці пошкодження мають вигляд каверн або ямок. Проявляється у вигляді: Локальне руйнування поверхні гільзи. Збільшення температури двигуна.	Вибраші двигуна. Недостатній рівень охолоджуючої рідини. Використання невідповідної охолоджуючої рідини. Наслідки: Втрата герметичності. Прогресуюче руйнування матеріалу. Зниження терміну служби двигуна.
3. Термічні тріщини	Термічні тріщини виникають через циклічні перепади температур у зоні роботи гільзи. Вони часто є мікротріщинами, які прогресують до видимих тріщин. Проявляється у вигляді: - видимі тріщини на поверхні гільзи. - зменшення потужності двигуна.	Перегрів двигуна. Неправильна робота охолоджуючої системи. Використання низькоякісного матеріалу гільзи. Наслідки: Розгерметизація системи. Ризик раптового виходу двигуна з ладу.
4. Корозійні пошкодження	Корозія викликається хімічною взаємодією матеріалу гільзи з агресивними компонентами охолоджуючих рідин, палива або атмосферними умовами. Проявляється у вигляді: - іржа, плями або розшарування металу. - нерівномірна поверхня внутрішньої стінки.	Низька якість охолоджуючої рідини або палива. Потрапляння вологи в циліндр. Тривалий період простою без консервації двигуна. Наслідки: Зменшення міцності гільзи. Прогресивне руйнування матеріалу. Ризик пошкодження інших компонентів двигуна.
5. Деформація гільз	Деформація є зміною геометрії гільзи, що впливає на точність роботи поршневої групи.	Неправильне встановлення гільз. Надмірні механічні навантаження. Тривала експлуатація при максимальних режимах. Нерівномірний знос поршневих кілець. Втрата компресії. Зниження ефективності двигуна. Потреба в капітальному ремонті.

[illegible]





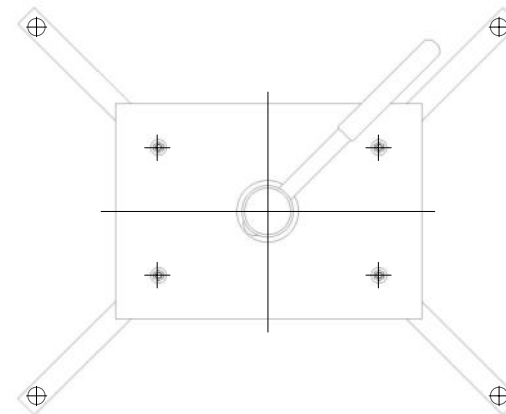
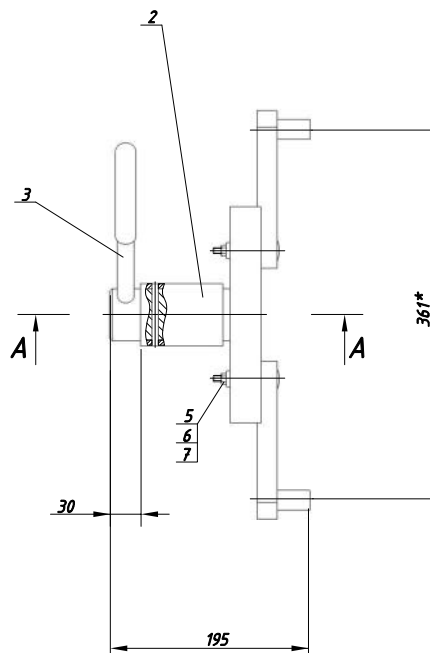
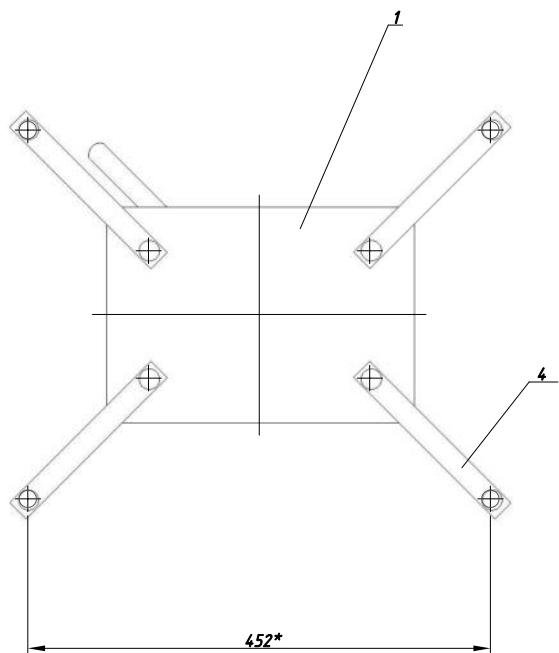
Технічна характеристика

1. Вантажопідйомність - 300 кг
2. Тип - пересувний, з ручним затискачем
3. Габарити 780 x 790 x 1010

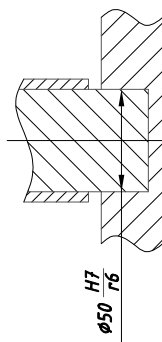
Технічні умови

1. Н 14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$
2. * Розміри для довідок
3. Зварювання проводити електродами Е40-Е42
4. Зварні шви та навколошовну зону очистити від шухеля та бризг
5. Мащення пар тертя - ЛИТОЛ 24 ГОСТ21150-87

Зм. Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Стенд-кантивач			Листа	Маса	Масштаб
Розробив	Листо В.О.						и	22	1:4
Перевірив	Ведмєд І.С.						Лист	Листів	1
Н. квал.	Листо В.О.						ТНТУ, ФНТ, каф. АВ		
Зам.	Цюнь О.П.						ар. МАН-61		



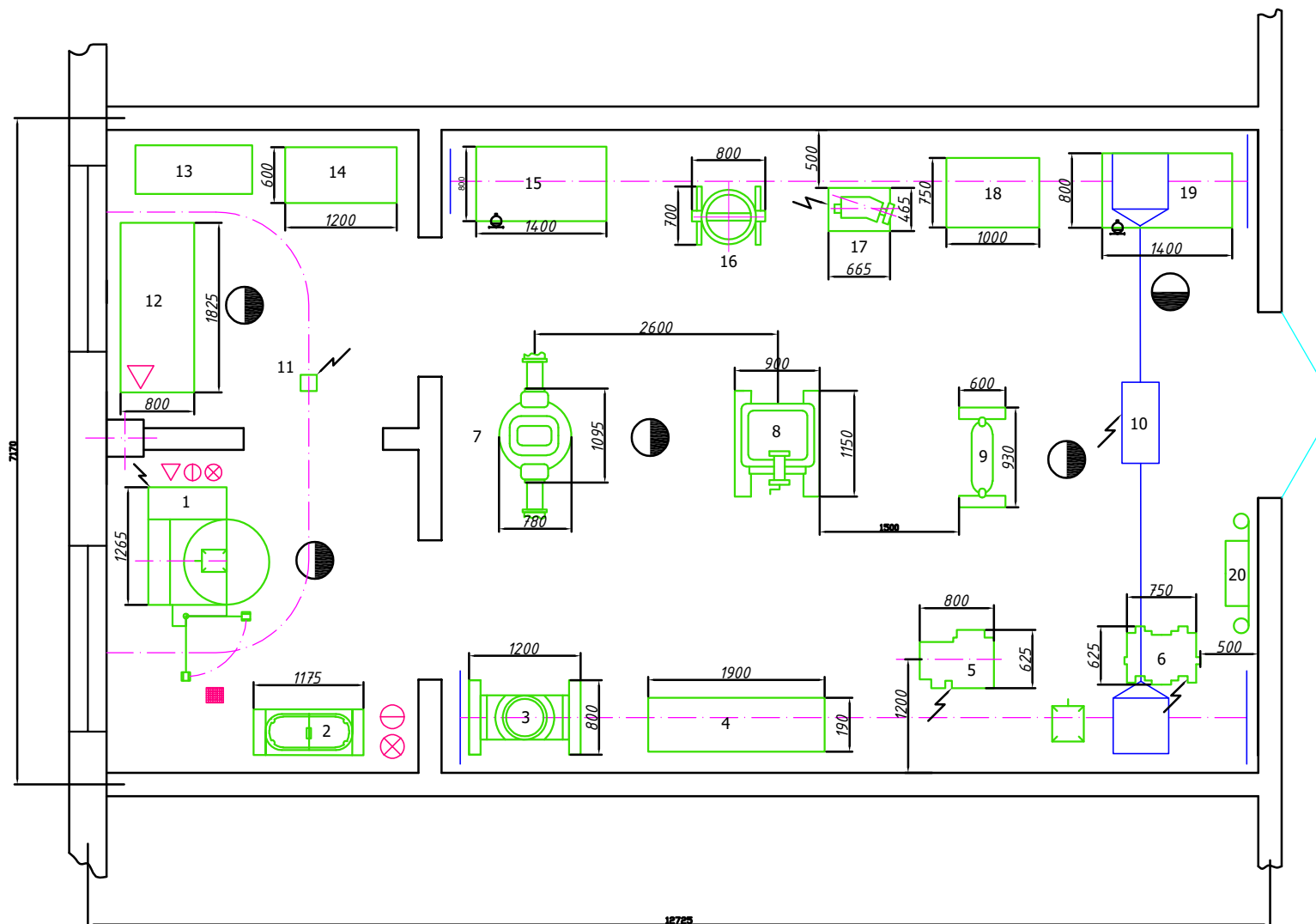
A-A
M1:2



- Технічні умови**
 1. * Розміри для довідок.
 2. Деталь (поз.3) після встановлення розвальцувати.

Док. / Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Листів	Маса	Насипов
Розробив	Водовий І.С.			4		1:4
Перевірив	Дзюра В.О.					
Т. конст.				Листів		1
Н. конст.	Водовий М.Г.			ТНТУ, ФНТ, кер. АМ		
Замб.	Цимель О.П.			ар. МАН-51		

Монтажна плита



№	Експлікація
1	Мийна машина
2	Ванна для миття дрібних деталей
3	Прес гдравлічний
4	Стенд для розбирання та збирання зчеплення
5	Сверлильний станок
6	Станок для розточки гальмівних барабанів
7	Стенд розборки, зборки задніх мостів
8	Стенд розборки, зборки двигунів
9	Стенд р/з карданных валів і рулевих механізмів
10	Кран-балка підвісна
11	Тельфер
12	Дефектувальний стіл
13	Стілаж для деталей
14	Шафа
15	Верстат слюсарний
16	Стенд р/з редукторів задніх мостів
17	Станок для шліфовки фасок клапанів
18	Плита повірна
19	Верстат слюсарний
20	Противопожежний щит

- - Трап
- ⚡ - Місце підведення струму
- ☑ - Місце підведення вентиляційного насосу
- - Місце робочого
- △ - Місце підводу стиснутого повітря
- - Горяча вода
- ⊕ - Горяча вода

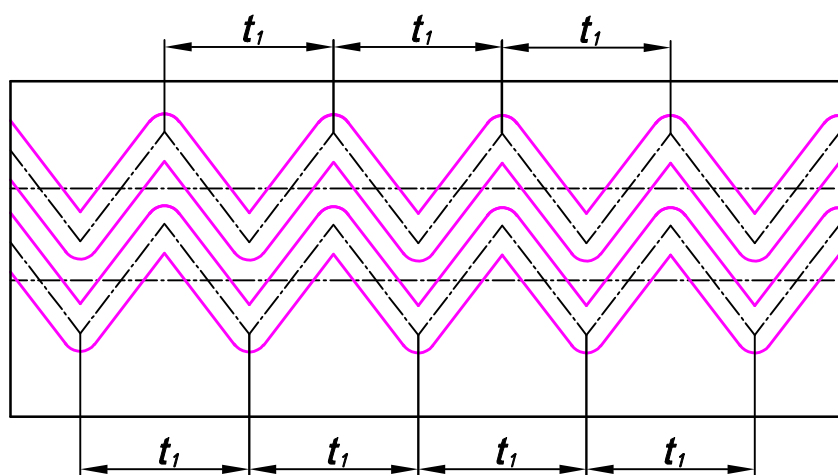
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Вага	Машт.
Розроб.	Ведмедь	Дюра			у		1:25
Лист	Листів						
Принят.	Левкович						
Н.Контр.	Цюнь						
Затв.							

Агрегатна дільниця

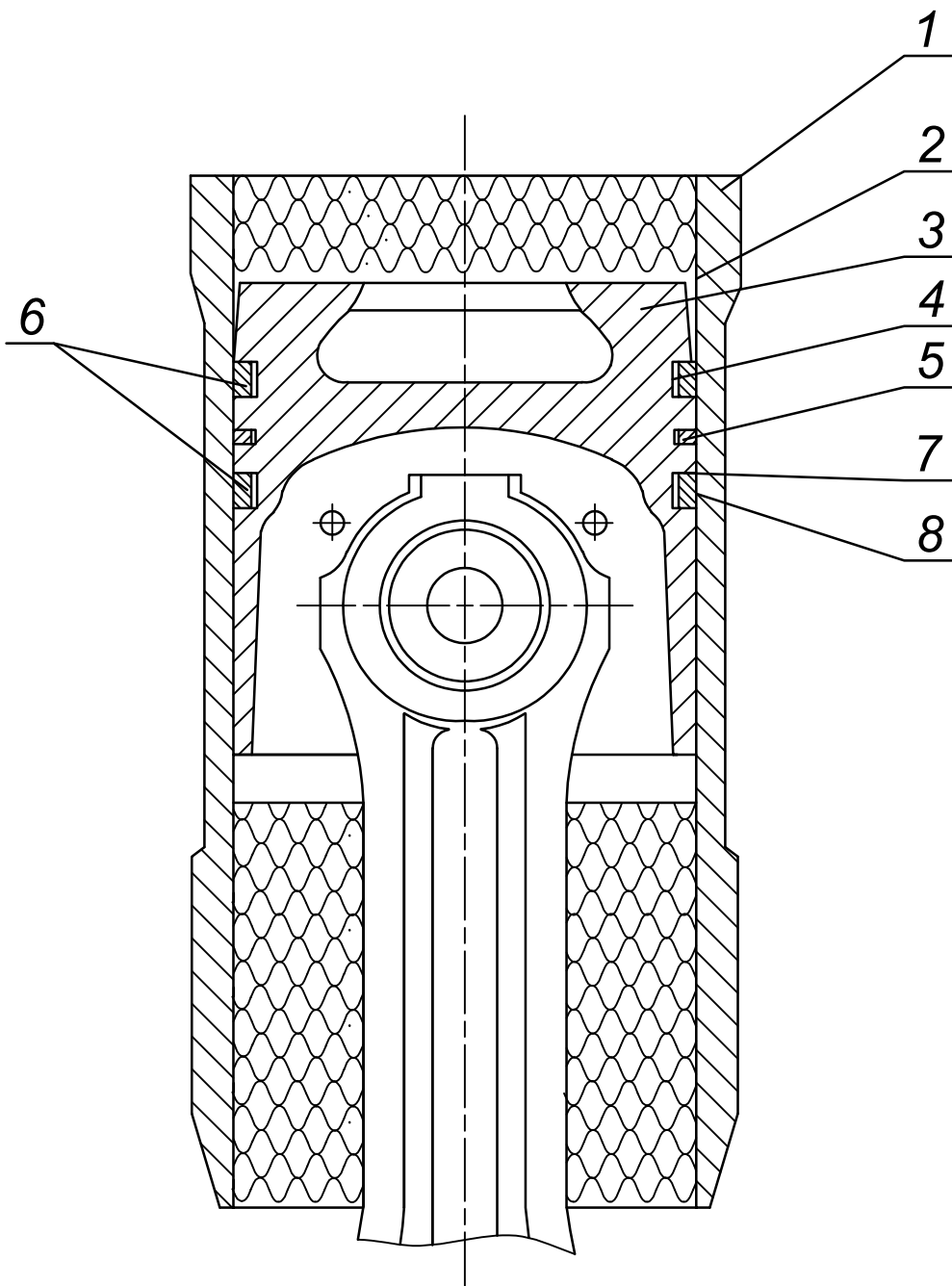
ФМТ, каф. АМ,
гр. МАМ-61



Експлуатаційний дефект задири



регулярний мікрорельєф II виду



Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Заходи для запобігання утворенню експлуатаційних дефектів - задири		
Розроб.	Ведмєд	Діора			Лит	Ваг	Машт.
Лекс.	Діора				у		1:25
Тривня					Лист	Листів	
Н.Контр.	Левкович				ФМТ, каф. АМ, гр. МАМ-61		
Затв.	Цюнь						

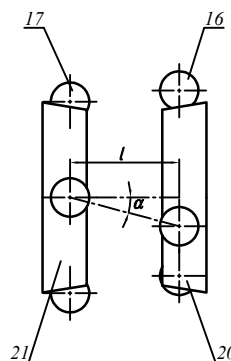
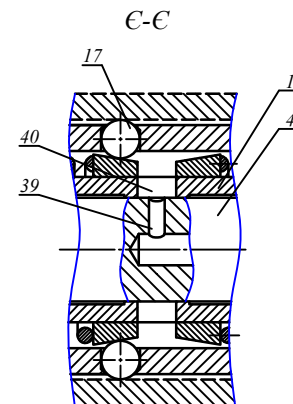
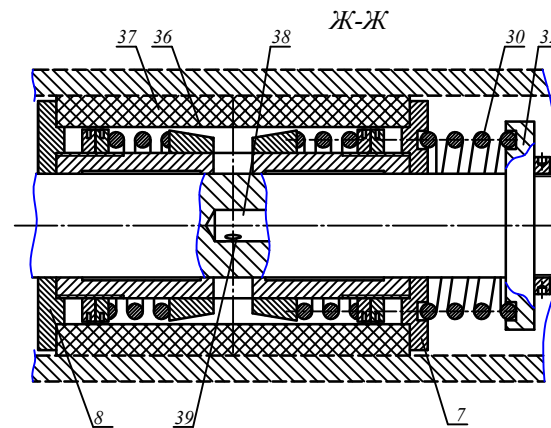
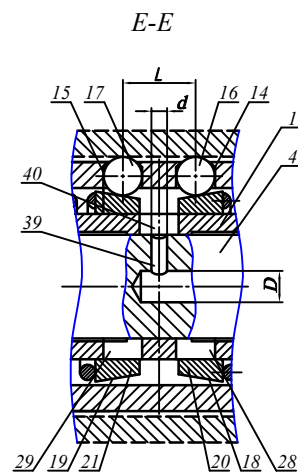
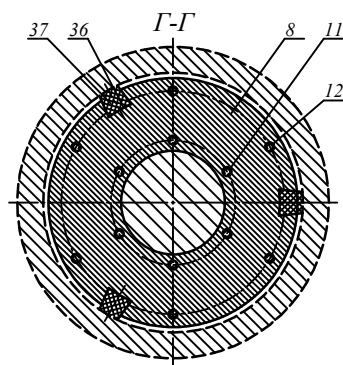
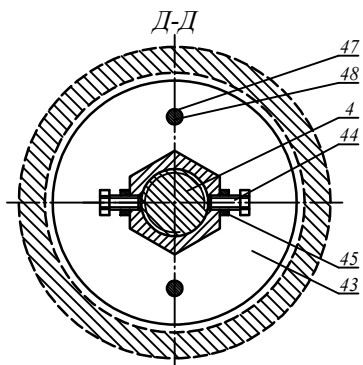
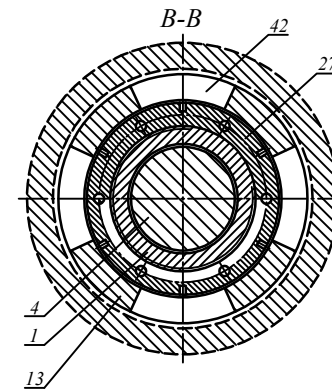
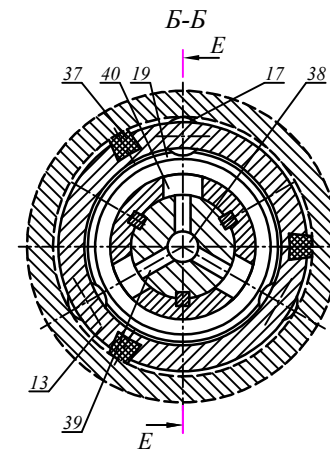
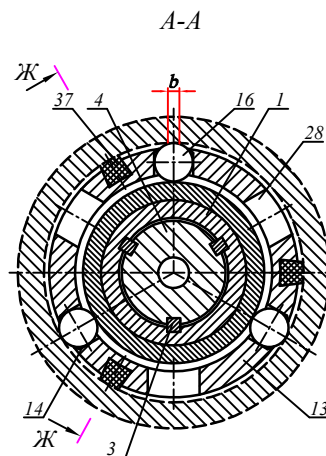
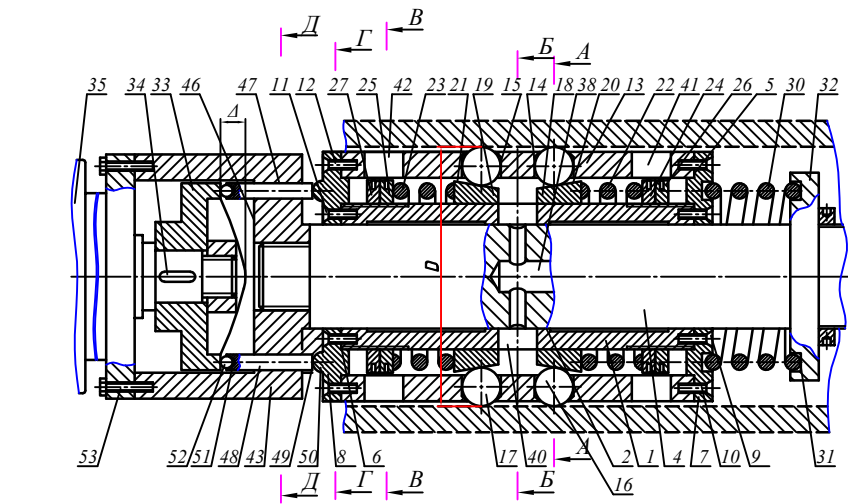


fig. 6

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат.	Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обточуванням			Лит.	Вага	Машт.
Розроб.	Ведм.	Діора			у			1:25		
Терв.	Діора				Лист		Листів			
Точн.										
Трим.										
Н.Контр.	Левкович									
Затв.	Цюнь									