

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

01.12. - МР. 2397 «С» 2023.12.29. 006 ПЗ

ОГІЄНКО ДЕНИС АНАТОЛІЙОВИЧ

2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ПОГОДЖЕНО
Декан
факультету конструювання та дизайну

(назва факультету (ННІ))

Ружи́ло З.В.

(підпис)

(ПІБ)

— ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Надійності техніки

(назва кафедри)

Новицький А.В.

(підпис)

(ПІБ)

— ” _____ 2024 р.

УДК 621.311.23-048.35

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Відновлення гільз циліндрів автотракторних двигунів
сільськогосподарської техніки термопластичним деформуванням»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Магістерська програма «Машини та обладнання сільськогосподарського
виробництва»

(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи:

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Банний О.О.

(ПІБ)

Виконав:

Магістр

(підпис)

Огієнко Д.А.

(ПІБ студента)

КИЇВ - 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1. Умови роботи і конструктивні параметри гільз циліндрів дизельних двигунів.....	9
1.2. Аналіз зносів і інших дефектів гільз циліндрів.....	12
1.3. Аналіз способів відновлення гільз циліндрів.....	15
1.4. Аналіз способів відновлення гільз циліндрів термопластичних деформуванням ТПД.....	22
1.5. Аналіз пристроїв для відновлення гільз циліндрів.....	27
1.6. Висновки, цілі і завдання дослідження	30
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
2.1. Програма дослідження.....	33
2.2. Об'єкт і предмет дослідження.....	33
2.3. Методика експериментальних досліджень.....	34
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ТПД В МАТРИЦІ.....	57
3.1. Сутність процесу обтиску при відновленні гільз циліндрів ТПД.....	57
3.2 Структурні перетворення в чавуні при нагріванні і охолодженні.....	60
3.3 Критична швидкість охолодження і прокаліваємость залізвуглецевих сплавів.....	63
3.4 Сверхпластичність при відновленні і зміцненні гільз циліндрів ТПД.....	64
3.5. Особливості нагріву і охолодження при ТПД відновлюваних гільз циліндрів з легованого чавуну.....	65
3.6. Теоретичне обґрунтування величини усадки гільз при ТПД в матриці.....	69
3.7. Математична постановка задачі відновлення внутрішньої циліндричної поверхні порожнього циліндра нагріванням в жорсткій охолоджувальній матриці.....	72

3.8. Висновки.....	72
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРОВ ТПД В МАТРИЦІ.....	
4.1. Визначення величини і характеру зносів гільз циліндрів, обробка статистичних результатів.....	74
4.2. Зміна лінійних розмірів гільз циліндрів після ТПД в матриці.....	75
4.3. Вплив технологічних факторів і конструкційних параметрів на зміну величини деформації внутрішнього діаметра гільз після ТПД в матриці.....	81
4.4. Визначення оптимальних параметрів процесу ТПД при відновленні гільз циліндрів в матриці з використанням теорії планування багатофакторного експерименту.....	92
4.5. Зміна мікроструктури внутрішнього шару при ТПД в матриці.....	96
4.6. Дослідження напружено-деформованого стану відновлених гільз циліндрів.....	98
4.7. Експлуатаційні випробування.....	103
4.8. Висновки.....	105
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ТПД.....	
5.1. Розрахунок економічної ефективності.....	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ.....	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	113
ДОДАТКИ.....	123

ВСТУП

Актуальність проблеми. Здатність деталей циліндропоршневої групи чинити опір зносу є головним критерієм тривалої та ефективної працездатності двигуна. Знос циліндропоршневої групи призводить до таких наслідків:

- 1) зниження тягової здатності техніки;
- 2) підвищеної витрати палива і мастильних матеріалів;
- 3) збільшеного викиду відпрацьованих газів, що своєю чергою впливає на навколишнє середовище.

Зносостійкість складових частин ЦПГ впливає на працездатність інших систем двигуна, наприклад систему газорозподілу, яка безпосередньо пов'язана з циліндропоршневою групою. Однією з найбільш навантажених деталей є гільза циліндра, найбільший знос гільз відбувається в районі першого компресійного поршневого кільця і верхнього пояса гільзи. Відремонтовані гільзи служать у 2-3 рази менше, ніж нові, внаслідок чого актуальним завданням є вдосконалення технології ремонту гільз циліндрів для збільшення їхньої зносостійкості та підвищення ресурсу працездатності [1].

Мета - удосконалення технології ремонту гільз циліндрів двигуна операцією ФАБО.

Методи. На даному етапі розвитку машинобудування традиційні методи підвищення зносостійкості деталей виявилися неефективними. Одним із таких методів є збільшення твердості матеріалу, але оскільки в сучасних механізмах невелика площа фактичного контакту поверхонь, що сполучаються, цей метод не вирішує поставленого завдання. Також недостатньо ефективними методами виявилися збільшення кількості мастильного матеріалу в місці контакту поверхонь і підвищення міцності матеріалів, з яких виготовляють деталі [1]. Перспективним напрямком збільшення зносостійкості робочої поверхні є нанесення антифрикційного матеріалу методом фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО). Щоб обробити дзеркало гільзи методом ФАБО, необхідно знежирити поверхню і обробити технічним гліцерином, який має невелику адсорбційну здатність, завдяки чому не заважає

прямого контакту поверхонь, що труться. Під час тертя в місці контакту підвищується температура, і гліцерин починає відновлювати оксидні плівки на сталевій поверхні та натираючому елементі, що сприяє перенесенню антифрикційного матеріалу з натираючого елемента на сталь.

Результати. Для реалізації методу ФАБО на підприємствах, що займаються ремонтом циліндропоршневої групи, нами було розроблено оснащення до вертикально-розточувального верстата, яке сприяє поліпшенню показників шорсткості робочої поверхні гільзи циліндрів після ремонту. Далі нами було запропоновано вдосконалений технологічний процес ремонту гільз циліндрів двигунів. У стандартний процес ремонту гільзи перед контролем розмірів ми включаємо операцію ФАБО із застосуванням розробленого нами оснащення.

Висновки. Підбиваючи підсумки, можна сказати, що для підвищення зносостійкості та ресурсу гільз циліндрів потрібно покращувати трибологічні властивості матеріалів у місці їхнього контакту. Методом фінішної антифрикційної безабразивної обробки можна збільшити ресурс і зносостійкість дзеркала гільзи циліндрів, тому що в процесі обробки на поверхні гільзи утворюється шар з оптимальними фізико-механічними властивостями.

Ключові слова: зносостійкість; гільза; циліндр; двигун; обробка.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Умови роботи і конструктивні параметри гільз циліндрів дизельних двигунів. Загальний пристрій та принцип роботи двигуна

Двигун - це агрегат, що перетворює будь-який вид енергії на механічну роботу. На вітчизняних легкових автомобілях встановлюються поршневі двигуни внутрішнього згорання, в яких теплова енергія, що отримується при згоранні палива всередині циліндрів двигуна, перетворюється на механічну роботу, що використовується для пересування автомобіля. Гази, що розширюються при згоранні робочої суміші (суміш палива з повітрям) в циліндрах двигуна впливають на поршні, поступальний рух яких перетворюється кривошипно-шатунним механізмом у обертальний рух колінчастого валу, яке в свою чергу передається за допомогою агрегатів трансмісії на провідні колеса автомобіля, приводячи його в рух.

Класифікація автомобільних двигунів здійснюється за такими ознаками: за способом утворення горючої суміші та її займання — із зовнішнім сумішоутворенням та примусовим займанням від електричної іскри (карбюраторні та газові) та з внутрішнім сумішоутворенням та самозайманням від зіткнення з нагрітим внаслідок сильного; за способом здійснення робочого циклу - чотиритактні та двотактні; за числом і розташуванням циліндрів - однорядні з вертикальним або похилим розташуванням циліндрів і V -подібні дворядні з розташуванням рядів циліндрів під кутом один до одного; за способом охолодження - з рідинним та повітряним охолодженням.

Загальний пристрій, основні параметри та принцип роботи двигуна розглянемо на прикладі чотирициліндрового чотирициліндрового карбюраторного двигуна.

Основними частинами двигуна є кривошипно-шатунний механізм, механізм газорозподілу та системи: система охолодження, мастильна система, система живлення, система запалення та система пуску двигуна, які виконують різні функції та забезпечують при взаємодії роботу двигуна.

Основні параметри двигуна включають наступні. *Хід поршня S* — шлях, який він проходить від однієї мертвої точки до іншої (рис. 4). Хід поршня дорівнює подвоєному радіусу R кривошипу. За один хід поршня колінчастий вал повертається на 180° , т. е. здійснює половину обороту.

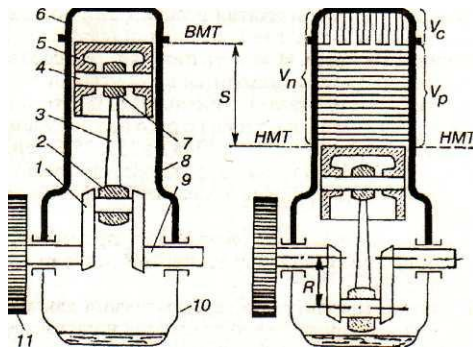


Рис. 1. Кривошипно-шатунний механізм та його параметри:

1 - кривошип; 2 - нижня головка шатуна; ; S - хід поршня ; V_n - повний об'єм; V_c - об'єм камери згоряння ;

Мертвими точками називаються крайні положення поршня, де він змінює напрямок руху та його швидкість дорівнює нулю. При знаходженні у верхній мертвій точці (ВМТ) поршень найбільш віддалений від осі колінчастого валу, а в нижній мертвій точці (НМТ) найбільш наближений до неї.

Робочий об'єм циліндра V_p - об'єм, що звільняється поршнем при русі від верхньої мертвої точки до нижньої. Сума робочих об'ємів усіх циліндрів багаточиліндрового двигуна, що виражається в літрах, називається робочим об'ємом двигуна (літражем). Чим більший робочий об'єм циліндрів двигуна, тим за інших рівних умов вища його потужність.

Об'єм камери згоряння V_c - Об'єм, що утворюється над поршнем, коли останній знаходиться в ВМТ.

Повний обсяг циліндра V_n - це обсяг простору над поршнем при його знаходженні НМТ. Він дорівнює сумі робочого об'єму та об'єму камери згоряння.

Ступінь стиску - відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння. При більшій мірі стиснення робоча суміш наприкінці такту стиснення буде займати менший обсяг, тому збільшуватимуться тиск і температура робочої суміші, а також швидкість її згоряння. В результаті цього підвищуються економічність та потужність двигуна за рахунок зменшення теплових втрат та збільшення середнього тиску газів на поршень при робочому ході. Однак підвищення ступеня стиснення в карбюраторному двигуні обмежене стійкістю палива до детонації (сутність детонації розглядається в розд. «Система живлення»). Ступінь стиснення у карбюраторних двигунах знаходиться в межах від 6 до 10.

Потужність, що розвивається газами в циліндрах двигуна при згорянні палива, називається індикаторною, а знімається з колінчастого валу - ефективною. Вона на 15... 25% менша за індикаторну через втрату на тертя в двигуні, приведення в рух його механізмів і приладів і вчинення допоміжних ходів поршня.

Робочим циклом називається сукупність процесів, що періодично повторюються в певній послідовності в циліндрі двигуна.

Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна здійснюється за два обороти колінчастого валу і складається з чотирьох тактів: впуску, стиснення, робочого ходу (згоряння та розширення) та випуску відпрацьованих газів (рис. 5).

Такт - це процес, що відбувається в циліндрі за один хід поршня.

Перший такт - *впуск*. При русі поршня 12 від ВМТ вниз до НМТ внаслідок збільшення об'єму в циліндрі створюється розрідження до 0,07... 0,08 МПа, під дією якого з карбюратора через впускний клапан 11, що відкривається, в камеру згоряння 4 і циліндр 2 по впускному трубопроводу 10 надходить горюча суміш (суміш дрібнорозпиленого бензину з повітрям). У камері згоряння горюча суміш змішується з рештою від попереднього робочого циклу відпрацьованими газами і утворює робочу суміш з температурою 100... 130°C.

Другий такт - *стиск*. Поршень рухається вгору, обидва клапани закриті. Так як об'єм в циліндрі зменшується, відбувається стиснення робочої суміші і підвищення її

температури. Тиск у циліндрі наприкінці такту стиснення становить 0,8... 1,2 МПа, а температура підвищується до 300...480°C.

Третій такт - *робочий хід* (згоряння та розширення). В кінці такту стиснення робоча суміш займається електричною іскрою 14 від свічки запалювання 6 і швидко згоряє (протягом 0,001... 0,002 с). При цьому виділяється велика кількість тепла і, як наслідок, підвищується температура до 2000...2500°C та тиск газів, що зростає до 3,5...4,0 МПа і передається на поршень, переміщуючи його від ВМТ до НМТ. Сила тиску газів від поршня 12 передається через поршневий палець 3, шатун 13 і кривошип на колінчастий вал 1, створюючи на ньому момент, що крутить.

Четвертий такт – *випуск*. Поршень знову рухається до ВМТ і під тиском 0,11... 0,12 МПа виштовхує відпрацьовані гази, що мають температуру 800... 900°C, в атмосферу через випускний клапан 7 і випускний трубопровід 5, після чого циліндр виявляється підготовленим до повторення робочого циклу. З розглянутого робочого циклу видно, що корисна робота відбувається протягом лише одного такту — робочого ходу, інші три такту є допоміжними і їх здійснення витрачається частина енергії. Енергія, отримана під час робочого ходу, накопичується маховиком 11 (див. рис. 4) — масивним диском, встановленим задньому кінці колінчастого вала. З метою отримання більшої потужності та рівномірності обертання колінчастого вала двигуни роблять багатоциліндровими. Так, у чотирициліндрових двигунах легкових автомобілів, що вивчаються, за два обороти колінчастого вала виходить вже не один, а чотири робочі ходи (по одному в кожному циліндрі).

Для рівномірної та плавної роботи багатоциліндрового двигуна однойменні такти у різних його циліндрах повинні чергуватись у певній послідовності. Ця встановлена послідовність чергування однойменних тактів у циліндрах називається порядком роботи двигуна.

Порядок роботи двигуна залежить від розташування шатунних шийок із кривошипами на колінчастому валу та кулачків на розподільчому валу. Якщо в чотирициліндровому двигуні (рис. 6), у якого шатунні шийки розташовані попарно під кутом 180° (перша з четвертої і друга третій) в одній площині, в першому циліндрі

протягом першого півоберта колінчастого валу відбувається робочий хід, то в четвертому циліндрі в цей час - впуск.

При цьому поршні другого і третього циліндрів одночасно будуть рухатися вгору, здійснюючи відповідно впуск і стиск.

Такий порядок роботи циліндрів (1-3-4-2) застосований на всіх двигунах, що вивчаються. Порядок роботи необхідно знати для правильного приєднання проводів високої напруги до свічок під час встановлення запалювання, а також регулювання теплових зазорів у механізмі газорозподілу.

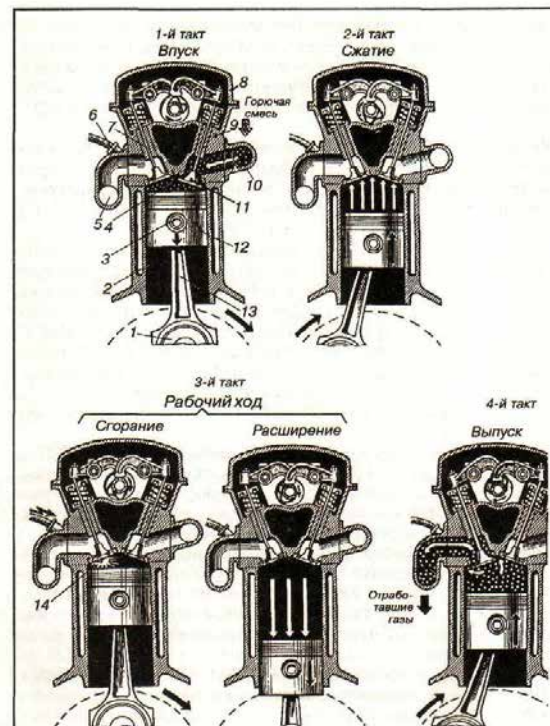


Рис. 2. Робочий цикл двигуна:

I - колінчастий вал; 2 - циліндр; 3 - поршневий палець; 4 - камера згорання; 5 - впускний трубопровід; 6 - свічка запалювання; 7 - впускний клапан; 8 - кришка головки циліндра; 9 - головка циліндра; 10 - впускний трубопровід; II - впускний клапан; 12 - поршень; 13 - шатун; 14 - електрична іскра від свічки запалювання

Пристрій кривошипно-шатунного механізму двигуна.

Кривошипно - шатунний механізм двигуна сприймає тиск газів, що розширюються при такті згоряння - розширення і перетворює прямолінійний, зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого валу.

Складається з нерухомих та рухомих деталей.

Нерухомі – блок циліндрів з картером, головки циліндрів

Рухомі – колінчастий вал, маховик, поршні з кільцями, поршневі пальці та шатуни.

Блок циліндрів

Блок циліндрів або блок-картер є кістяком двигуна. На ньому та всередині нього розташовуються основні механізми та деталі систем двигуна. Блок циліндрів може бути відлитий із сірого чавуну автомобілів ЗІЛ-130 або з алюмінієвого сплаву. Горизонтальна перегородка ділить блок циліндрів на верхню та нижню частини.

У верхній площині блоку та горизонтальній перегородці розточені отвори для установки гільз циліндрів. У циліндрі, що є напрямною під час руху поршня, відбувається робочий цикл двигуна. Гільзи можуть бути мокрими чи сухими. Гільзу циліндра називають мокрою, якщо вона омивається рідиною системи охолодження, і сухою, якщо безпосередньо не стикається з охолоджувальною рідиною.

Циліндри можуть бути відлиті із сірого чавуну разом із стінками водяної сорочки. у вигляді одного блоку або у вигляді окремих гільз, що встановлюються в блок. Двигуни, що мають циліндри, виготовлені у вигляді змінних мокрих гільз, простіше ремонтувати та експлуатувати.

Внутрішня поверхня циліндра, всередині якої переміщається поршень, називається дзеркалом циліндра. у піддон, а газу не проривалися з циліндра. Необхідно передбачити і можливість зміни довжини гільз в залежності від температури двигуна. канавках гільз або мідними кільцевими прокладками, встановлювані між блоком і опорною поверхнею нижнього пояса гільзи. Верхній торець гільзи виступає над площиною блоку циліндрів на 0,02-0,16 мм, що сприяє кращому обтисненню прокладки головки блоку і надійному ущільненню гільзи, блоку і головки блоку.

Під час роботи двигуна у верхній частині циліндрів згоряє робоча суміш. Горіння супроводжується виділенням продуктів окиснення, що викликають корозію циліндрів. Для підвищення зносостійкості циліндрів деяких двигунах застосовують вставки з антикорозійного чавуну. Їх запресовують у блок циліндрів або в гільзи циліндрів. Це ускладнює технологію виготовлення двигуна. У перспективі конструктори мають на увазі використовувати спеціальні метали, що дозволить відмовитися від застосування вставок у циліндрах.

Поперечні вертикальні перегородки всередині блоку циліндрів разом із передньою та задньою стінками забезпечують його необхідну міцність та жорсткість. У цих перегородках, а також у передній та задній стінках блоку розточені гнізда під верхні половини корінних підшипників колінчастого валу. Нижні половини корінних підшипників розміщені в кришках, прикріплених до блоку на шпильках або болтами.

У V -подібних двигунах один із рядів блоку циліндрів дещо зміщений щодо іншого, що викликано розташуванням на шатунній шийці колінчастого валу двох шатунів: одного для правого, а іншого для лівого блоків. Так, у V -подібних двигунах автомобілів ЗІЛ-130 - на 29 мм щодо правого блоку. Нумерація циліндрів вказана спочатку для правого блоку циліндрів (по ходу автомобіля), а потім для лівого: найближчий циліндр до вентилятора має номер один і т.д.

Головка блоку

Головка є кришкою, що закриває циліндри; V -подібні двигуни мають окремі головки блоку для кожного ряду циліндрів. Верхню площину блоку циліндрів і нижню площину головки блоку ретельно обробляють для отримання щільного з'єднання. Між цими площинами встановлюють сталезбестову ущільнюючу прокладку, що запобігає прориву газів назовні і виключає проникнення охолоджуючої рідини в циліндри. Перед встановленням прокладки на двигун обидві сторони натирають графітом, що оберігає її від пригорання до блоку або головки. Гайки та болти кріплення головки блоку до блоку циліндрів затягують рівномірно у певній послідовності. Головка блоку

циліндрів двигунів з нижнім розташуванням клапанів простіше пристрою, оскільки в ній розміщені тільки камери згоряння, водяні сорочки, отвори для вкручування свічок запалювання і кріплення головки до блоку циліндрів. Канали для підведення горючої суміші та випуску відпрацьованих газів знаходяться в блоці циліндрів. Головки блоку циліндрів двигунів з верхнім розташуванням клапанів мають складнішу конструкцію. Вони розміщені вставні сідла, свічки запалювання чи форсунки, направляючі втулки, клапани, коромисла, осі та інші деталі. Крім того, в головках блоку є водяні сорочки, отвори для проходу штанг, масла і канали, якими до циліндрів надходить горюча суміш або повітря і відводяться відпрацьовані гази.

Форма камери згоряння значно впливає на сумішоутворення, згоряння робочої суміші і на ступінь стиснення двигуна. Камери згоряння з верхнім розташуванням клапанів компактніші і забезпечують краще наповнення циліндрів горючою сумішшю при тому ж діаметрі впускного клапана, ніж камери згоряння з нижнім розташуванням клапанів. Напівсферичні та клинові камери набули поширення у карбюраторних двигунів.

Поршнева група

Поршень. Тиск газів під час робочого ходу сприймає поршень і передає його через палець та шатун колінчастому валу. У циліндрі поршень рухається нерівномірно; у крайніх положеннях (у ст. м. т. і в н. м. т.) його швидкість дорівнює нулю, а близько середини ходу вона досягає максимального значення. Внаслідок цього виникають великі сили інерції, на величину яких впливає маса поршня та кутова швидкість колінчастого валу. Крім механічних навантажень, поршень піддається дії високих температур у період згоряння палива і розширення газів, що утворилися. Він нагрівається також внаслідок тертя його бічної поверхні стінки циліндра.

На автомобільних двигунах частіше встановлюють поршні, виготовлені з алюмінієвого сплаву, оскільки вони досить міцні, легкі, мають високу теплопровідність та хороші антифрикційні властивості. Для підвищення міцності,

надійності та збереження сталості розмірів та форми поршні з алюмінієвого сплаву піддають термічній обробці – старінню.

складається з *трьох* основних частин : днища , головки і спідниці . і циліндром. встановлюваних на поршні, залежить від типу двигуна і частоти обертання колінчастого валу. циліндра. На внутрішній стороні спідниці є два масивні припливи, званих бобишками . Вони з'єднуються ребрами з днищем, збільшуючи міцність поршня. роботі .

Для збільшення міцності та покращення відведення тепла днище поршня дизеля виготовляють масивним та підсилюють ребрами з внутрішньої сторони. Зазвичай поршні дизелів мають фігурні днища : Це покращує процес сумішоутворення та дозволяє надати камері згоряння необхідну форму .

При нагріванні поршень розширюється більше, ніж циліндр, що охолоджується рідиною, тому виникає небезпека заклинювання поршня. Щоб уникнути цього і забезпечити нормальну роботу двигуна, діаметр поршня повинен бути меншим за діаметр циліндра, т.е. е. між поршнем та циліндром необхідний діаметральний зазор. Застосовують поршні, у яких діаметр спідниці більший за діаметр головки, т.е. е. поршень має форму зрізаного конуса

Спідницю роблять розрізною, що підвищує пружність (усуває небезпеку заклинювання), надають їй овальної форми (велика вісь овалу має бути перпендикулярна до осі поршневого пальця) і т.д. буд.

Поршні мають розрізну спідницю овального перерізу Під час роботи двигуна поршень нагрівається і спідниця деформується в напрямку осі поршневого пальця. Форма спідниці наближається до циліндричної, і зазор між поршнем та циліндром стає мінімальним.

Вирізи на спідниці зменшують масу поршня. Поршні двигуна автомобіля ЗІЛ-130 мають поперечні прорізи під головкою; на спідниці поршня виконано Т-подібний розріз. Іноді застосовують поршні з посиленою спідницею без вертикального розрізу.

Якщо на спідницях поршнів є розрізи, їх встановлюють у двигуні те щоб бічний тиск при робочому ході відчувала та частина поршня, де немає розрізу. При переході

поршня через ст. м. т. він переміщається від однієї стінки циліндра до іншої, що супроводжується стукотом. Щоб усунути ці стуки, вісь отвору під палець зміщують убік (на 1,5-2,0 мм) максимального бічного тиску. Для покращення приробітку поршнів до циліндрів та усунення можливих задир поршні покривають тонким шаром олова. Двигуни автомобілів ЗІЛ-130 дорівнює 100 мм. Для правильної установки в циліндри та точного з'єднання з шатунами на поршнях та шатунах є відповідні мітки.

Поршневі кільця. Надягаються на поршень поршневі кільця, створюють щільне, рухоме з'єднання між поршнем і циліндром. стінки циліндра; перешкоджають проникненню олії з картера в камеру згоряння.

Кільця виготовляють із спеціального легованого чавуну чи сталі. Розріз кільця, званий замком, може бути прямий, косий або ступінчастий. Набули поширення кільця з прямим замком, як найпростішим і найдешевшим у виготовленні. У вільному стані діаметр поршневого кільця більше внутрішнього діаметра циліндра. Тому кільце, поставлене в канавку поршня і введене в стислому стані в циліндр, розтискаючись, щільно прилягає до внутрішньої поверхні циліндра. Зазор у замку кільця дозволяє йому розширюватись при нагріванні.

Кільце з конічною зовнішньою поверхнею стикається з циліндром не всією бічною поверхнею, а лише невеликою кромкою і чинить на стінки циліндра значний тиск. Таке кільце швидше додається до циліндра, краще ущільнює з'єднання поршень - циліндр. Особливістю кільця з фаскою або виточкою є та обставина, що надіті на поршень і введені в циліндр вони скручуються до центру. Такі кільця прилягають до дзеркала циліндра гострою кромкою і працюють так само, як і конічні, але забезпечують більшу герметичність рухомого з'єднання в результаті кращого контакту з поверхневими торцевими поршневої канавки. Поршневі кільця з фасками та виточками ставлять на поршень так, щоб фаски або виточки були направлені вгору, у бік головки блоку.

Перше компресійне кільце працює в умовах високої температури, великих тисків і зношується швидше за інших. Для підвищення зносостійкості першого компресійного кільця його зовнішню циліндричну поверхню піддають пористому

хромуванню. Масло, що збирається в порах хрому, дещо покращує умови роботи кільця. Згодом заводи припускають відмовитися від хромування кілець і перейти до напилювання їхньої зовнішньої поверхні молібденом. При хромуванні верхнього кільця збільшується довговічність інших поршневих кілець, які покривають шаром олова для кращого підробітку їх до циліндрів. Два верхніх (двигун автомобіля ЗІЛ-130) компресійних кільця хромовані

Проникнення масла в камеру згоряння дуже небажано, оскільки призводить до інтенсивного нагароутворення та погіршення роботи двигуна. Олія в камеру згоряння може проникати внаслідок різниці тисків у картері та циліндрі при такті впуску та внаслідок насосної дії поршневих кілець. При русі поршня вниз кільця притискаються до верхніх кромek канавок і масло заповнює зазор між нижніми торцями кілець і канавками. Коли поршень рухається вгору, кільця притискаються до нижніх кромek канавок і масло видавлюється вгору.

Маслосъемные кільця (зазвичай трохи більше двох) встановлюють поршні нижче компресійних кілець; за конструкцією вони відрізняються від компресійних кілець тим, що на їх зовнішній поверхні є кільцеві канавки та наскрізні прорізи або отвори для проходу олії. На поршнях застосовують і складові маслоснімні кільця ЗІЛ-130. Таке кільце складається з двох плоских сталевих дископодібних кілець і двох розширювачів: осьового кільця, що розтискає, і радіального, що притискає дископодібні кільця до дзеркала циліндра. Складене кільце чинить великий тиск на стінки циліндра і краще очищає його від надлишків олії. Встановлюючи на поршень поршневі кільця, необхідно стежити за тим, щоб замки сусідніх кілець були зміщені на деякий кут (90-180 °) один щодо іншого, а не розташовані на одній прямій.

Поршневі пальці. Поршень із верхньою головкою шатуна з'єднує поршковий палець. Він повинен бути міцним, легким і зносостійким, тому що під час роботи піддається тертю та великим механічним навантаженням, змінним за величиною та напрямком. Пальці виготовляють із високоякісної сталі у вигляді пустотілих трубок. Для підвищення надійності зовнішню поверхню пальця цементують або загартують, а потім шліфують і полірують. У бобишках поршня палець укріплений стопорними

кільцями, що утримують його від осьового зміщення. Такий палець називають плаваючим, тому що він при роботі двигуна може повертатися у верхній головці шатуна та бобишках поршня. Плаваючі поршневі пальці рівномірніше зношуються і тому довговічніші.

У двигуна поршень з алюмінієвого сплаву розширюється більше, ніж сталевий палець, тому можливий його стукіт в бобишках поршня. Для усунення цього явища поршень перед складання з шатуном нагрівають до $70-80^{\circ}\text{C}$, а потім в поршень і шатун вставляють палець. Коли поршень охолоне, палець у бобишках виявиться закріпленим нерухомо, а верхня головка шатуна матиме кутове зміщення щодо нерухомого пальця.

При роботі двигуна поршень нагрівається і палець має можливість повертатися навколо своєї осі.

Шатуни

Поршень із колінчастим валом з'єднує шатун. Він перетворює зворотно-поступальний рух поршня на обертальний рух колінчастого валу. Основними частинами шатуна є верхня головка

На нижній головці шатуна є невеликий отвір для подачі олії на стінки циліндра або розподільний вал.

Колінчастий вал і маховик

Сили від шатунів, з'єднаних з поршнями, сприймає колінчастий вал, який зазнає великих навантажень і піддається скручуванню, вигину та стиранню. Крутний момент, що розвивається на колінчастому валу, передається на трансмісію автомобіля, а також використовується для приводу в дію різних механізмів та деталей двигуна.

Колінчастий вал має наступні частини: корінні і шатунні шийки, щоки, противаги, передній кінець і задній кінець (хвостовик) з масловідбивачем, маслосгінним різьбленням і фланцем для кріплення маховика, встановлені в блоці циліндрів. Щоки з'єднують корінні і шатунні шийки валу, утворюючи коліна або кривошипи.

Форма колінчастого валу залежить від числа та розташування циліндрів, порядку роботи та тактності двигуна. Колінчастий вал виготовляють гарячим штампуванням з легованої сталі або відливають з високоміцного чавуну Шатунні шийки колінчастого валу розташовують так, щоб однойменні такти (наприклад, такти розширення) в різних циліндрах двигуна відбувалися через рівні проміжки (по куту повороту), а сили інерції, , взаємно врівноважували. Якщо розташування колін колінчастого валу не забезпечує взаємного врівноважування сил інерції та створених ними моментів, то на таких колінчастих валах встановлюють противаги або обладнують двигуни спеціальними механізмами, що врівноважують.

Для підвищення зносостійкості та довговічності шатунних та корінних шийок їх загартовують струмами високої частоти (т. в. ч.), після чого шліфують та полірують. Перехід від шийок до щок, званий жолобником, роблять плавним, щоб уникнути концентрації напруг і можливих поломок колінчастого валу. Для підвищення жорсткості та надійності колінчастих валів застосовують перекриття шийок, що характеризується величиною λ . Розміри шийок колінчастих валів дорівнює 60 мм, а корінний 70 мм;

Установка на колінчастому валу, крім основних противаг, двох виносних покращує врівноваження моментів сил інерції, що виникають під час роботи двигуна, оскільки чергування однойменних тактів за порядку роботи 1—4—2—5—3—6 відбувається нерівномірно. Колінчасті вали більшості двигунів мають брудоуловлювальні порожнини 2 в шатунних шийках для додаткового відцентрового очищення масла.

Як корінні підшипники для колінчастого валу застосовують тонкостінні вкладиші, виготовлені зі сталю-алюмінієвої стрічки. У корінних вкладишів товщина стінки дуже мала (1,9-2,8 мм для карбюраторних двигунів і 3-6 мм для дизелів), тому після їх встановлення на місце форма внутрішнього отвору підшипника залежить лише від точності розточування гнізда. На карбюраторних двигунах не застосовують корінні тришарові вкладиші (сталева стрічка, мідно-нікелевий підшар і шар антифрикційного сплаву) через низьку межу витривалості антифрикційного шару, що

застосовувався. Тут використовують тільки двошарові вкладиші, що добре працюють у двигунах з великою кутовою швидкістю колінчастого валу та значними навантаженнями.

Широке використання високоолов'янистих сталевих вкладишів викликано тим, що вони мають підвищену втомну міцність, хороші протизадирні властивості і корозійну стійкість, відповідно взаємозамінні.

Внаслідок роботи зчеплення та косозубих шестерень механізму газорозподілу виникають сили, що прагнуть зрушити колінчастий вал вздовж осі. Тому один із корінних підшипників колінчастого валу роблять завзятим, що сприймає осьові навантаження і утримує вал від зміщення.

Колінчастий вал утримується від осьового зміщення двома сталевими нерухомими шайбами, встановленими з обох боків першого корінного підшипника. Передню шайбу утримують від обертання штифти, один з яких запресований блок циліндрів, а інший в кришку корінного підшипника. Задня шайба має прямокутний виступ, що входить до пазу кришки. Площиною, залитою бабітом, шайба звернена до шліфованого пояса щоки колінчастого валу, а шайба - до завзятої сталеві шайби, встановленої на шпонці між торцем передньої корінної шийки колінчастого валу та розподільчою шестернею.

На передньому кінці колінчастого валу крім шестерні розташовані масловідбивач, маточина, шків приводу водяного насоса, вентилятора та генератора. У торець колінчастого валу ввернуть храповик, що служить для пуску двигуна за допомогою пускової рукоятки і утримує від зміщення деталі, встановлені на кінці валу. Передній кінець колінчастого валу ущільнений самопідтискним гумовим сальником, розташованим у кришці розподільних шестерень, і масловідбивачем. Олія не може потрапити на сальник, тому що вона захищена спеціальним корпусом з відігнутими краями. На маточину шків напресований пиловідбивач, що захищає сальник від пилу та піску.

Ущільнення заднього кінця колінчастого валу складається з сальника, маслзгінної накатки та масловідбивного гребеня.

Сальник є азбестовим шнуром, просоченим антифрикційним складом і покритий графітом. Сальник складається з двох половин, поміщених у канавки блоку циліндрів і тримач сальника, пригорнутий до блоку. У задній торець колінчастого валу запресований шарикопадшипник валу зчеплення. Фланець, відштампований як одне ціле з колінчастим валом, служить для кріплення маховика болтами, виготовленими з високоякісної сталі!

Від осьового зміщення колінчасті вали встановлених у виточках задньої корінної опори. Верхні півкільця укріплені до торців блоку циліндрів, а нижні мають виступи для фіксації в кришці заднього корінного підшипника.

Маховик. Для накопичення енергії протягом робочого ходу, обертання колінчастого валу під час допоміжних тактів, зменшення нерівномірності обертання валу, згладжування моменту переходу деталей криво-шипно-шатунного механізму через мертві точки, полегшення пуску двигуна та торкання автомобіля з місця служить маховик. При пуску двигуна в циліндрах відбуваються спалахи робочої суміші і маховик забезпечує обертання колінчастого валу від кінця робочого ходу в одному циліндрі до його початку в наступному циліндрі відповідно до порядку роботи двигуна.

Маховик відливають із сірого чавуну; на обід маховика для збільшення моменту інерції мають основну масу металу. На обід маховика напресовують або надягають зубчастий вінець, необхідний обертання колінчастого валу при пуску двигуна стартером. Вінець кріплять болтами. Поверхня маховика, що стикається з веденим диском зчеплення, шліфують і полірують.

На обід або торці маховика є мітки, що дозволяють встановити поршень першого циліндра в. м. т. Колінчастий вал у зборі з маховиком та зчепленням піддають динамічному та статичному балансуванню, щоб неврівноважені сили інерції не викликали вібрації двигуна та сильного зносу корінних підшипників. Зазвичай маховик кріплять до фланця колінчастого валу болтами, які піддають термічній обробці та шліфуванню. Корончасті гайки, навернені на ці болти, ретельно шплінтують. Одне з отворів кріплення на маховику і у фланці зміщене по колу на

кілька градусів (2° у двигунів автомобіля ЗІЛ-130), що забезпечує точне з'єднання маховика і колінчастого валу, якщо їх чомусь розбирали.

У цьому випадку маховик точно фіксують щодо шийок колінчастого валу двома штифтами.

Картер двигуна

Картер складається з двох частин – верхньої та нижньої. Верхню частину картера відливають як одне з блоком циліндрів. Тут встановлюють колінчастий та розподільний вали, а також інші вузли та деталі двигуна. Нижня половина картера оберігає від забруднення деталі кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів і, крім того, використовується як резервуар для олії. Тому нижню половину картера часто називають олійним картером, або піддоном. Він закриває блок циліндрів знизу.

У середині піддону встановлюють горизонтальні або вертикальні перегородки 4, які затримують рух масляних хвиль та захищають ущільнення картера від удавів олії. У піддоні є зливний отвір для олії, що закривається пробкою .

Для щільного з'єднання меду блоком циліндрів і фланцем піддону ставлять прокладку ущільнювача. Площина роз'єму блоку циліндрів може проходити по осі колінчастого валу, але на більшості двигунів його зміщують вниз, щоб підвищити жорсткість верхньої половини картера.

Технічне обслуговування

Технічне обслуговування - сукупність технічних впливів на автомобіль, виконання яких забезпечує підтримку його у стані технічної готовності. Періодичність та обсяг технічного обслуговування передбачають планово-попереджувальне його проведення через заздалегідь встановлені пробіги автомобіля. Своєчасно проведені операції огляду, підтяжки кріпильних з'єднань, регулювання та мастила попереджають про можливість виникнення відмов агрегатів автомобіля.

Значного поліпшення технічного обслуговування та поточного ремонту можна було б очікувати, якби було розроблено ефективну систему технічної діагностики. Перехід від використання середньостатистичних обсягів та періодичності технічного обслуговування до визначення фактичної потреби кожного автомобіля у тих чи інших профілактичних операціях дозволив би значно скоротити трудові витрати на технічне обслуговування, підвищив би технічну готовність автомобілів та дав би можливість знизити витрати запасних частин.

Технічна діагностика, озброєна досконалим обладнанням, може забезпечити високу достовірність поставленого діагнозу, а також дозволить своєчасно та якісно усувати виявлені несправності в агрегатах автомобіля.

Завдання систематичного зниження трудомісткості технічного обслуговування завжди стоїть перед колективами автомобільних заводів і працівниками автомобільного транспорту. Основними напрямками досягнення цієї мети є: впровадження нових, найбільш досконалих конструктивних рішень, застосування більш досконалих мастил та мастил, визначення найбільш раціональних періодичності та обсягів технічного обслуговування та, нарешті, механізація та вдосконалення процесів технічного обслуговування.

Випробування автомобілів ЗІЛ-130 випуску 1964—1965 рр., проведені НДІАТ разом із заводом ім. І.А. Лихачова та НАМІ показали можливість значного збільшення пробігів між технічними обслуговуваннями. У міру вдосконалення автомобілів ЗІЛ-130 проведення додаткових досліджень ця періодичність може бути збільшена й надалі.

Технічне обслуговування автомобіля за періодичністю, обсягом виконуваних операцій та трудомісткості поділяють на такі види:

- ЕО (щоденне обслуговування);
- ТО-1 (перше технічне обслуговування);
- ТО-2 (друге технічне обслуговування).

Основним призначенням **ТО-1 та ТО-2** є зниження інтенсивності зносу деталей, підвищення довговічності та безвідмовності деталей за рахунок виявлення та

попередження несправностей, шляхом своєчасного виконання контрольних, мастильних, кріпильних, регулювальних та інших робіт.

Основні дані для регулювань та контролю агрегатів автомобілів наведено у додатку.

Технічне обслуговування автомобіля передбачає застосування тільки тих олій та мастил, які рекомендовані заводом.

Організація кваліфікованого технічного обслуговування автомобілів в автотранспортному підприємстві не звільняє водія від необхідності щоденної перевірки технічного стану автомобіля, а по можливості і усувати їхню причину.

Для полегшення доступу до підкапотного простору автомобілів ЗІЛ-130 при технічному обслуговуванні двигуна та його агрегатів рекомендується застосовувати підніжку, яка може бути виготовлена в автотранспортному підприємстві. **Періодичність технічного обслуговування автомобілів, км**

Категорія умов експлуатації	Умови експлуатації	ТО-1		ТО-2	
		ЗІЛ-130	ЗІЛ-157К ЗІЛ-131	ЗІЛ-130	ЗІЛ-157К ЗІЛ-131
I	Міські та заміські дороги переважно з асфальтобетонним та іншим удосконаленим твердим покриттям,	2100-2300 1700 - 1900 1100-	1000 - 1200	8400- 9200 6800- 7600-	
II	Заміські дороги переважно з щебневим, гравійним, бруківкою				5000-

III	Грунтові, гірські або несправні дороги зі щебневим, гравійним, бруківкою або іншим твердим покриттям. Робота в умовах підвищеного маневрування (на будівництві доріг, в кар'єрах, котлованах,				6000
			800-900	5500-	4000-

Примітка. Пробіг менше рекомендованого встановлюють для більш важких умов експлуатації, а також при експлуатації автомобілів-самоскидів та автомобілів з причепами та напівпричепами. Якщо середньомісячний пробіг автомобілів менше періодичності ТО-1, його проводять не рідше одного разу на місяць, а ТО-2 — не рідше двох разів на рік.

Перевірку затягування болтів і гайок кріплення головки циліндрів рекомендується проводити динамометричним ключем. Момент затяжки повинен бути в межах 10-12 кгм. Затягування болтів і гайок кріплення головки циліндрів слід проводити у певній послідовності (рис. 3-31) на холодному двигуні.

Перевірка компресії у циліндрах двигуна. У міру зношування поршневих кілець і стінок циліндрів тиск стиснення в циліндрах двигуна (компресія) знижується. Нормальна величина компресії в циліндрах прогрітого двигуна має бути в межах 6,0-6,8 кг/см². Зниження компресії в процесі експлуатації двигуна допускається для лінійного двигуна до 5,5-6,0 кг/см².

Різниця між показаннями компресометра в окремих циліндрах має перевищувати 0,7—1,0 кг/см².

Компресія перевіряється на прогрітому двигуні. Для перевірки компресії необхідно:

- очистити бруд, що зібрався у поглибленні для свічки запалювання; від'єднати провід від свічки запалення та вивернути її;
- відкрити повністю повітряну заслінку та дросель карбюратора;
- вставити гумовий наконечник шланга компресометра в отвір запалення свічки першого циліндра і щільно його притиснути;
- повернути за допомогою стартера колінчастий вал, зробивши кілька обертів, щоб компресометр зафіксував максимальний тиск у циліндрі;
- Вийняти з отвору свічки запалення гумовий наконечник компресометра, записати показання, відкрити випускний клапан компресометра та випустити повітря;
- Повторити операції для інших циліндрів.

При різниці тиску більше $0,7-1,0 \text{ кг/см}^2$ в циліндр зі зниженою компресією залити $20-25 \text{ см}^3$ свіжого масла і повторно перевірити компресію. Якщо показ компресометра піднялося, це вказує на наявність витoku повітря через поршневі кільця. Якщо величина компресії після заливання олії в циліндр залишається такою ж, як і при вимірі без олії, це вказує на нещільне прилягання клапанів до сідел або на їх прогоряння.

гайок кріплення головки циліндрів рекомендується проводити динамометричним ключем . Момент затяжки повинен бути в межах $10-12 \text{ кгМ}$.

Зазори між клапанами та штовхачами перевіряють при появі стукотів у клапанах, після чого їх регулюють. Регулювання зазорів у клапанах рекомендується проводити окремо для кожного циліндра відповідно до порядку запалення в циліндрах (1-5-3-6-2-4). Зазор між штовхачем і клапаном для впускних і випускних клапанів повинен бути $0,20-0,25 \text{ мм}$ для двигунів зі ступенем стиснення 6,2 і $0,23-0,28 \text{ мм}$ для двигунів зі ступенем стиснення 6,5.

Перед регулюванням зазорів необхідно:

від'єднати утруднюючий доступ до клапанних коробок паливопровід від паливного насоса до карбюратора;

від'єднати трубку вентиляції картера двигуна та відвести її убік;
відвернути болти кріплення кришок клапанної коробки і зняти кришки з прокладками.

Регулювання зазорів у впускних та випускних клапанів слід починати з першого циліндра, для чого встановити поршень у ст. м. т. при такті стиснення за допомогою настановного пальця або за міткою маховика.

При встановленні поршня першого циліндра ст. м. т. вивернути установчий палець і вставити його в цей же отвір іншим кінцем, потім, перевертаючи колінчастий вал, тримати до збігу штифта з лункою на шестерні розподільного валу. Закінчивши встановлення поршня першого циліндра у ст. м. т., повернути настановний палець на своє місце.

При встановленні поршня першого циліндра ст. м. т. за міткою маховика треба відкрити кришку оглядового люка на картері зчеплення так, щоб було видно обід маховика, повернути колінчастий вал двигуна рукояткою і встановити поршень першого циліндра ст. м. т. так, щоб ризику ст. м. т. на маховику збіглася з ризиком на картері зчеплення. Після встановлення поршня першого циліндра ст. м. т. опустити кришку оглядового люка та закріпити її.

Перевірити величину зазору між регулюючими болтами штовхачів та стрижнями клапанів за допомогою щуп . Якщо зазори виходять із вказаних меж, їх слід відрегулювати. Регулювання роблять так:

притримуючи одним ключем штовхач за лиску, іншим ключем звільнити контргайку регулювального болта штовхача;

продовжуючи утримувати штовхач, повертати болт штовхача, що регулює, до отримання необхідного зазору;

притримуючи одним ключем регулювальний болт штовхача та іншим ключем штовхач, затягнути контргайку третім ключем .

Після проведення регулювання клапанів першого циліндра необхідно таким самим способом провести регулювання інших клапанів і встановити на місце зняті перед регулюванням вузли двигуна.

Пустить двигун та прослухати його роботу. Прогрітий двигун повинен працювати без стукотів клапанів, «чханья» у карбюраторі та «пострілів» у глушнику.

Перевірка компресії у циліндрах двигуна. У міру зношування поршневих кілець і стінок циліндрів тиск стиснення в циліндрах двигуна (компресія) знижується. Нормальна величина компресії в циліндрах прогрітого двигуна має бути в межах 6,0-6,8 кг/см^2 . Зниження компресії в процесі експлуатації двигуна допускається для лінійного двигуна до 5,5-6,0 кг/см^2 .

Різниця між показаннями компресометра в окремих циліндрах має перевищувати 0,7—1,0 кг/см^2 .

Компресія перевіряється на прогрітому двигуні. Для перевірки компресії необхідно:

очистити бруд, що зібрався у поглибленні для свічки запалювання; від'єднати провід від свічки запалення та вивернути її;

відкрити повністю повітряну заслінку та дросель карбюратора;

вставити гумовий наконечник шланга компресометра в отвір запалення свічки першого циліндра і щільно його притиснути;

провернути за допомогою стартера колінчастий вал, зробивши кілька обертів, щоб компресометр зафіксував максимальний тиск у циліндрі;

вийняти з отвору свічки запалення гумовий наконечник компресометра, записати показання, відкрити випускний клапан компресометра та випустити повітря;

повторити операції для решти циліндрів.

При різниці тиску більше 0,7 - 1,0 тсГ / сж^2 в циліндр зі зниженою компресією залити 20-25 сі^3 свіжого масла і повторно перевірити компресію. Якщо показ компресометра піднялося, це вказує на наявність витoku повітря через поршневі кільця. Якщо величина компресії після заливання олії в циліндр залишається такою ж, як і при вимірі без олії, це вказує на нещільне прилягання клапанів до сідел або на їх прогорання.

Перевірка масляного фільтра грубої очистки. Необхідно щодня очищати пластини фільтра, повертаючи його рукоятку на 3—4 обороти. відвернути болти кришки, зняти фільтр і промити його в гасі.

При заміні масла в картері двигуна слід замінити фільтруючий елемент фільтра тонкого очищення і спустити відстій із корпусу фільтрів, вивернувши корок ключем. Новий фільтруючий елемент перед установкою необхідно продути стислим повітрям для видалення картонних шматочків, волосин і очесів, які осідають між картонними пластинами і надалі засмічують маслопроводи.

Після заміни фільтруючого елемента слід перевірити рівень олії в картері і при необхідності долити олію. Затягувати болти кришки фільтра тонкого очищення треба поступово, хрест-навхрест, щоб уникнути перекосу кришки та поломки її вушків. Доливання та заміна масла в двигуні. Перед доливання масла в двигун необхідно перевірити рівень масла в картері. Для виміру рівня масла треба зупинити двигун, почекати кілька хвилин, поки стече масло, вийняти і обтерти масловимірювальний стрижень, вставити його до упору і вийняти знову. По мітках на стрижні визначити рівень олії. Олія повинна бути (при заповнених масляних фільтрах) на рівні верхньої мітки масловимірювального стрижня. Якщо масло знаходиться на рівні мітки , необхідно долити його.

При заміні масла в картері двигуна масло, що відпрацювало, зливають, поки двигун ще не охолонув. Гаряча олія легко зливається і змиває бруд зі стінок картера. Магніт зливної пробки слід очистити. Одночасно із заміною масла в картері двигуна слід замінити фільтр тонкого очищення.

Свіжу олію заливають через наливну горловину. Після заливки олії треба дати двигуну попрацювати на середніх числах оборотів до заповнення системи мастила, зупинити двигун і перевірити рівень олії по масловимірювальному стрижню.

Заправка повітряного фільтра вентиляції картера проводиться одночасно із заміною олії в картері двигуна. Перед заправкою фільтр вентиляції картера слід розібрати, очистити від бруду та ретельно промити у бензині чи гасі.

При заправці фільтра налити в посуд масло, що застосовується для двигуна, завантажити сітку, що фільтрує, до половини в масло, вийняти сітку з масла, потримати її протягом 7-10 сек змоченим кінцем вниз, потім струсити і вкласти сітку в корпус фільтра змоченим кінцем вгору. Після заправлення фільтра встановіть кришку фільтра на місце.

Система охолодження. При технічному обслуговуванні перевіряють рівень води в радіаторі, який повинен бути на 40 мм нижче за верхній край наливної горловини; рівень низькозамерзаючої рідини - на 70-80 мм. В систему рекомендується заливати чисту та м'яку воду.

У сильні морози необхідно утеплювати радіатор, використовуючи при цьому утеплювальні чохла на облицювання радіатора і капот двигуна. Робота непрогрітого двигуна веде до його інтенсивного зношування.

Під час сильних морозів рекомендується заправляти систему антифризом. Найбільш поширеним і надійним є антифриз, що замерзає при температурі -40°C . Антифриз отруйний, тому необхідно дотримуватися запобіжних заходів при поводженні з ним.

Взимку у систему охолодження гарячу воду слід заливати при відкритих кранах. Крани слід закривати, коли з них почне витікати тепла вода. Пуск двигуна без охолоджуючої рідини неприпустимий, оскільки при заливанні холодної води в нагрітий двигун можуть утворитися тріщини в стінках головки та блоку циліндрів. Слід періодично перевіряти стан клапанів пробки радіатора та систематично стежити за станом усіх ущільнень, не допускати течії рідини із системи охолодження.

Конденсаційний бачок слід заповнювати лише на половину його ємності (2 л). Радіатор необхідно періодично промивати зовні теплою водою, очищати від пилу, бруду та олії, продувати стисненим повітрям. Особливу увагу слід звертати на радіатор під час роботи автомобіля на брудних та запилених дорогах.

При використанні для охолодження двигуна жорсткої води в його системі охолодження утворюється накип. При відкладенні накипу, а також при виявленні у

воді значної кількості продуктів корозії, систему охолодження двигуна слід промити. Промивати систему охолодження рекомендується раз на рік (бажано восени).

Видалення накипу із системи охолодження двигуна рекомендується проводити так. Для промивання в систему охолодження заливають воду, у якій на 1 л води попередньо розчинено 20 г технічного трилону. Після одного дня роботи автомобіля (не менше 6—7 год) розчин, що відпрацював, зливають і заливають свіжий. Промивання триває протягом 4-5 днів. Після закінчення промивки систему охолодження заливають водою з домішкою 2 г трилону на 1 л води. Можна також промивати систему додаванням у воду гексамету (гексамету-фосфату натрію). Дозування 5-6 мг на 1л води.

При промиванні системи охолодження водою послідовність операцій є наступною. Промити окремо спочатку сорочку охолодження блоку циліндрів, а потім радіатор у напрямку, зворотному циркуляції води у двигуні. Промивати систему охолодження потрібно водопровідною водою зі шланга. Для цього зняти патрубків термостата та вийняти термостат. Встановити патрубок, після чого воду під тиском 2-3 кг/см² направити до патрубка термостата. При цьому зливні крани мають бути відчинені. Промивати треба доти, доки чиста вода не потече з патрубка водяного насоса та зливальних кранів. Після промивання злити воду із двигуна. Радіатор промивають окремо. Воду під тиском направити в нижній патрубок радіатора для того, щоб вона виливалася через верхній патрубок. Корок радіатора повинен бути закритий. Після того, як вода, що зливається, стане абсолютно чистою, знову встановити шланги, що з'єднують двигун з радіатором, і закрити зливні крани.

Перед змащуванням підшипників водяного насоса необхідно очистити місце змащення від пилу та бруду, вивернути пробку з контрольного отвору. Набивати мастило шприцом слід через прес-маслю до повного видавлювання старого мастила і появи з контрольного отвору свіжого мастила.

Після змащення підшипників пробку повернути на місце.

Привідні ремені вентилятора, генератора та компресора вимагають періодичної перевірки їхнього натягу. Вони повинні бути натягнуті так, щоб прогин гілки ременя

під зусиллям 3-4 кг не перевищував 10-15 мм для ременя приводу компресора і 15-20 мм для ременя генератора.

Натяг ременя генератора здійснюється переміщенням генератора, а натяг ременя компресора - переміщенням компресора.

Ремонт

Основні несправності кривошипно - шатунного механізму

Технічно справний двигун повинен розвивати повну потужність, працювати без перебоїв на повних навантаженнях і холостому ході, не перегріватись, не диміти і не пропускати олію через ущільнення. Визначити несправність можна за зовнішніми ознаками без розбирання двигуна.

До ознак несправності кривошипно-шатунного механізму відносяться: поява сторонніх стуків і шумів, падіння потужності двигуна, підвищена витрата масла, перевитрата палива, поява диму у газах, що відпрацювали, та ін.

Стук і шуми в двигуні виникають в результаті зношування його основних деталей і появи між сполученими деталями збільшених зазорів. Стуки в двигуні прослуховуються за допомогою стетоскопа, що потребує певної навички.

При зносі поршня і циліндра, а також при збільшенні зазору між ними виникає дзвінкий металевий стукіт, добре прослуховується при роботі холодного двигуна. збільшення кількості оборотів колінчастого валу свідчить про знос вкладишів корінних або шатунних підшипників, причому стукіт глухішого тону вказує на знос вкладишів корінних підшипників.

Зазвичай при великому зносі вкладишів відбувається виплавлення антифрикційного шару, що супроводжується різким падінням тиску масла. У цьому випадку двигун повинен бути негайно зупинений, оскільки подальша його робота може призвести до поломки деталей.

Падіння потужності двигуна виникає при зносі або заляганні в канавках поршневих кілець, зношуванні поршнів і циліндрів, а також поганій затяжці головки циліндрів. Ці несправності спричиняють падіння компресії в циліндрі.

При перевірці компресії компресометром вивертають свічку запалювання тільки циліндра, що перевіряється, і замість неї встановлюють наконечник компресометра. Повністю відкривають дросель, повітряну заслінку карбюратора і провертають колінчастий вал двигуна за допомогою стартера протягом 2-3 секунд. Величина компресії у справному двигуні має бути в межах $7,0-7,2 \text{ кг/см}^2$. Різниця у величині компресії у різних циліндрах має бути більше 1 кг/см^2 . Таким чином, потрібно послідовно перевіряти компресію у кожному циліндрі.

Підвищена витрата масла, перевитрата палива, поява диму в газах, що відпрацювали (при нормальному рівні масла в картері) зазвичай з'являються при заляганні поршневих кілець або знос кілець циліндрів. Залягання кільця можна усунути без розбирання двигуна, для чого кожен циліндр гарячого двигуна слід залити на ніч через отвір для свічки запалювання по 20 г суміші рівних частин денатурованого спирту і гасу. Вранці двигун слід пустити, дати опрацювати 10-15 хв, після чого замінити олію.

Відкладення нагару на днищах поршнів і камер згоряння, розташованих у головках циліндрів, знижує теплопровідність, що спричиняє перегрів двигуна, падіння його потужності та підвищення витрати палива. Для видалення нагару необхідно випустити воду, зняти прилади, укріплені на головці циліндрів і, відвернувши гайки, обережно відокремити головку циліндрів, не пошкодивши прокладку.

Якщо прокладка приклеїлася до блоку або головки циліндрів, її слід відокремити, користуючись тупим ножем або широкою і тонкою металевою смужкою.

У У-подібних двигунах перед зняттям головок циліндрів, крім того, необхідно зняти всі прилади з впускного трубопроводу, зняти трубопровід і лише після цього знімати головки.

Нагар слід видаляти дерев'яними скребками або скребками з м'якого металу для того, щоб не пошкодити днище поршнів або стін камери згоряння.

Видаляти нагар слід по черзі, закриваючи чистим ганчірком сусідні циліндри.

Для того, щоб легше видалити нагар, його слід розм'якшити, поклавши на нього ганчір'я, змочену гасом. Після видалення нагару всі деталі необхідно очистити і встановити на місце.

При встановленні прокладки головки циліндрів після очищення необхідно протерти її порошкоподібним графітом.

Тріщини в стінках сорочки охолодження блоку та головки циліндрів можуть з'явитися внаслідок замерзання води або заповнення сорочки охолодження гарячого двигуна холодною водою.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма дослідження

Програма експериментальних досліджень включає вивчення таких питань:

Особливості конструкції блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння, основні дефекти та причини їх виникнення

Блок циліндрів є остовом двигуна. На блоці циліндрів та всередині нього знаходяться головні механізми та деталі двигуна.

Автомобільні та тракторні блоки циліндрів двигунів внутрішнього згоряння (ДВС) бувають лінійними та V-подібними. Їх поділяють на безгільзовані, з мокрими або сухими гільзами. Ще блоки поділяють на однорядні та дворядні, а також з нижнім та з верхнім розташуванням клапанів. Число циліндрів у двигунів в основному – від 2 до 16. Блоки двигунів у малолітражних автомобілів в основному лінійні – чавунні, алюмінієві з сухими напівгільзами та верхнім розташуванням клапанів.

У чавунних блоків товщина стінок варіюється в діапазоні 5-8 мм.

Допустиме коливання товщини стін становить 1,5-2 мм. У свою чергу, в алюмінієвих блоках стінки на 1,5-2 мм товщі, ніж у чавунних.

Обробка окремих елементів блоків виконується із високою точністю. Особливе значення має точність розмірів та форми дзеркала циліндрів. Важливим є також забезпечення правильного взаємного розташування зазначених поверхонь.

Блоки циліндрів ДВС вітчизняного виробника виготовляються з сірого чавуну марок: СЧ 18 - 36, СЧ 15 - 32, СЧ 24 - 44 або алюмінієвого сплаву АЛ 4.

Робочий циліндр – одна з головних частин поршневого двигуна внутрішнього згоряння.

Традиційні монолітні блоки із чавуну, які не мають знімних гільз (рис.1).



Рис. 1 - Монолітний чавунний блок ВАЗ 2121

Після зношування робочої поверхні постало питання їх ремонту, їх почали розточувати під ремонтний розмір, але після останнього ремонтного розміру доводилося змінювати весь блок, що було недоцільно. Тоді почали робити знімні чавунні гільзи (мал.2), що значно збільшило ресурс блоку.



Рис. 2 - Чавунний блок зі знімними гільзами

Пізніше блок стали робити з алюмінію, зі знімними чавунними гільзами, дані блоки циліндрів виготовляються більшою частиною литтям з більш дешевого алюмінієвого сплаву. Сьогодні виготовляють монолітні алюмінієві блоки, вони можуть бути повністю алюмінієві або з чавунними вставками.

Під монолітними блоками розуміються конструкції блоків циліндрів, які мають мокрих гільз.

Для отримання певних поверхонь чи міцності монолітні блоки можуть мати відповідні частини, що заливаються в зоні отворів циліндрів, а також частини, що заливаються з сірого або ковкого. чавуну та посилення волокном у зоні отворів під корінні підшипники.

Алюмінієвий блок виходить набагато легше чавунного питома маса алюмінію (2850кг/м^3) в 2,7 рази менше питомої маси чавуну (7695кг/м^3). А це важливо, особливо для багаточиліндрових моторів з великим робочим об'ємом. 4 рази вище, ніж у чавуну. що по чавунних циліндрах чудово «ходять» поршневі кільця, як із твердими покриттями, і без таких, і самі «м'які» алюмінієві поршні. З алюмінієвими циліндрами ситуація інша: поєднання «м'якого» металу поршня. з таким ж «м'яким» матеріалом циліндра миттєво наводить до

«схоплювання» металів та заклинювання двигуна. Зрозуміло, конструктори двигунів, зважаючи на ці властивості металів, розробили кілька способів вирішення проблеми. Один з них – блоки циліндрів із «мокрими» гільзами.

Таким чином, для блоку циліндрів використовують як чавуни, так і алюмінієві сплави.

Особливості цих матеріалів обов'язково впливають на технологію відновлення.

Основні дефекти і причини їх виникнення.

Блок циліндрів, як одна з найбільш навантажених деталей двигуна може мати відхилення в процесі експлуатації від номінальних значень завдяки зносу в різних точках конструкції.

Навантаження на елементи блоку розподіляється вкрай нерівномірно і, як наслідок цього, нерівномірність зносу робочих поверхонь мають різний запас міцності.

Гільзи циліндрів виготовляють із чавуну марок СЧ 18-36, СЧ 22-44 твердістю НВ 179-229 (ЗІЛ, ЗМЗ). У верхній частині деякі гільзи (ЗІЛ, ЗМЗ), мають тонкостінну вставку із спеціального легованого чавуну.

До основних дефектів блоків двигунів відносяться: знос або задир внутрішньої поверхні гільзи або блоку, тріщини та відколи різного характеру та розташування.

При згорянні палива в циліндрі гази прориваються в канавки поршневих кілець і з силою віджимають їх до стінок циліндра, при цьому сила тиску кілець у міру руху поршня вниз зменшується, внаслідок чого знос циліндра у верхній частині більше, ніж у нижній (конусність). Крім того, умови змащення верхньої частини циліндра через вищі температури гірші.

Бічні сили діють також при тактах впуску та випуску, але меншою мірою. В результаті дії бічних сил циліндр зношується більше в площині хитання шатуна і набуває еліпсності. Інтенсивніше знос лівої стінки циліндра внаслідок того, що бічна сила при робочому ході найбільша.

Крім еліпсності, бічні сили викликають і конусність, оскільки в міру руху поршня вниз вони зменшуються.

Задираки на дзеркалі циліндра утворюються внаслідок перегріву двигуна, нестачі мастила та її забрудненості, недостатнього зазору між поршнем і стінкою циліндра, поганого кріплення поршневого пальця та поломки поршневих кілець.

Для визначення конусності індикатор переміщають уздовж циліндра в площині перпендикулярної осі колінчастого валу. Різниця розмірів у верхній та нижній частині циліндра, показаних індикатором, є величина конусності.

Якщо еліпсність перевищує 0,04 мм, а конусність 0,06 мм і є задираки, циліндри необхідно ремонтувати.

При ремонт циліндра збільшують його діаметр до відповідного ремонтного розміру, потім встановлюють збільшений поршень.

Характерні дефекти гільз: тріщини, знос робочої поверхні, корозійні та кавітаційні ушкодження посадкових поясів Тріщини і послаблення вставки є дефектами, у яких гільзи циліндрів вибраковуюються.

Гільза циліндра працює в умовах змінних тисків надпоршневої порожнини. Поршень при переміщенні діє на гільзу з бічною силою і в кінці кожного ходу, перекладаючись з ударом об стінку гільзи, змінює напрямок свого руху, причому в мертвих точках швидкість його дорівнює нулю, а потім наростає до максимуму, що становить в автомобільних двигунах до 25 м/ при номінальній частоті обертання колінчастого валу і знову зменшується до нуля в мертвої точки (рис.3).

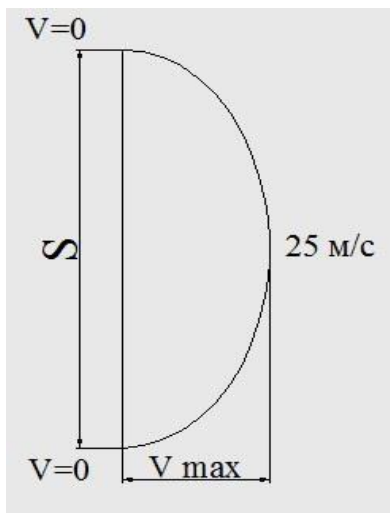


Рис. 3 - Зміна швидкості поршня

у процесі переміщення поршня до верхньої мертвої точки збільшується тиск стиснення в циліндрі . колінчастого валу, спрямовано не по осі циліндра, а під кутом до неї. впливає нерівномірне тиск у площинах вздовж осі валу та перпендикулярною до неї.

Стінки внутрішньої порожнини циліндра служать напрямними для поршня при його переміщеннях між крайніми положеннями і стикаються з полум'ям і гарячими газами, що досягають температури 1500 - 2500 °С.

Вказані особливості роботи є причиною прискореного зносу верхньої частини циліндра, при цьому робоча поверхня циліндра набуває по висоті форму неправильного конуса, а в поперечному перерізі

- форму овалу.

Як правило, основною причиною, що викликає необхідність ремонту, є знос поверхонь під впливом тертя. Забезпечити при виготовленні точне збіг твердості поверхонь хоча б двох деталей практично неможливо, тому зазвичай одну з деталей виготовляють свідомо менш зносостійкою, забезпечивши, по можливості, простоту її заміни.

Внутрішня поверхня гільзи циліндрів зношується нерівномірно, як по діаметру, так і по утворюючому, глибина якої зазвичай і лімітує термін служби гільзи циліндра.

Дефектами, характерними для гільз та блоків циліндрів, є знос робочої поверхні.

Граничне зношування циліндрів автомобільних двигунів у межах 0,3-0,4 мм. Подальша експлуатація стає скрутною через погіршення експлуатаційних характеристик.

Види зношування: абразивне, гідроабразивне, втомне, корозійне та фреттинг - зношування.

Збільшення внутрішнього діаметра та спотворення правильності форми робочої поверхні є наслідком нормального зносу гільз і блоків циліндрів, що викликається стираючою дією поршневих кілець. Порушення траєкторії руху поршнів відбувається з кількох причин, однієї з головних є проблема так званої співвісності, а також неперпендикулярності положення сполучених деталей. Крім того, передчасний знос поршнів і циліндрів відбувається через надто великі допуски в розмірах, за рахунок чого поршень має можливість

рухатися не тільки по осі циліндра, але і з відхиленням по горизонталі.

Усі це в результаті наводить до нерівномірному зносу циліндра, він втрачає форму, а його профіль з ідеально круглого перетворюється на еліпсоподібний. Крім зносу, що

змінює форму циліндрів, на них впливає висока температура і продукти згоряння, здатні руйнувати стінки циліндра або відкладатися нагаром на його поверхні і на поверхні поршнів.

Щоб встановити ступінь зносу циліндра, фахівці використовують спеціальну систему оцінки, яка зводиться до двох розмірних параметрів циліндра.

Зміна початкових розмірів на 0,05 мм у верхній мертвій точці, верхнього поршневого кільця, а не самого поршня.

Зміна розміру на 0,03 мм в точці контакту спідниці поршня і стінки циліндра. То є, в випадку зміни параметрів до таких величин - робимо висновок о необхідності негайного ремонту. Виникнення дефекту в вигляді сходи в верхній частини циліндра, саме по вині цієї сходинок розбиваються поршневі кільця, та посадкові місця під поршневі кільця. Усі це супроводжується дуже відчутними ударами, а сам двигун починає працювати з сильною вібрацією. Виникла еліпсність не дозволяє поршневим кільцям добре прилягати до стін циліндра. Надмірне тертя та напруга, що виникає за відсутності співвісності, буде руйнувати інші залежні вузли, які відносяться до поршневої групи. Виникнуть додаткові навантаження на всі елементи, що рухаються, які беруть участь в процесі роботи двигуна, можливі

вигини, тріщини, деформації.

Причини виникнення дефектів - найбільш різні. Нерівномірне знос робочої поверхні (рис.4), корозійні ушкодження внаслідок впливу доквілля.



Рис. 4 - Нерівномірний знос робочої поверхні. Отвори циліндра мають ознаки нерівномірного зносу в вигляді

окремих блискучих полірованих місць (Рис.4).

Робоча поверхня циліндра має у верхній частині металеві місця з глянцеvim блиском, на яких зникла хонінгувальна структура (рис.5).

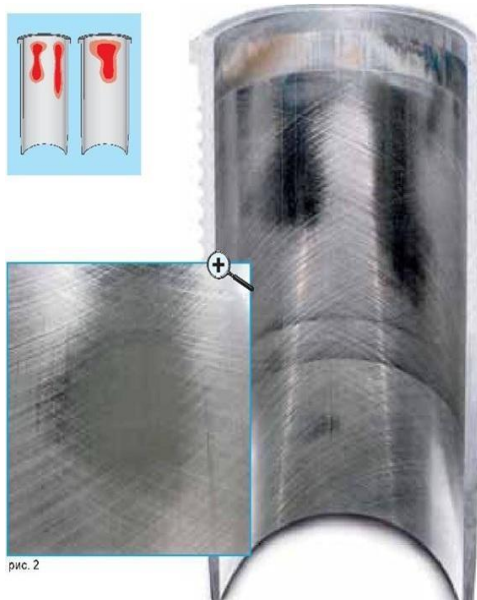


Рис. 5 - Блискучі місця в верхній зоні циліндра

Такі види зносу з'являються тоді, коли при експлуатації на жаровому поясі поршня утворюється твердий масляний нагар в результаті незгорілої олії та залишків горіння.

Головними аргументами зношування внутрішньої поверхні циліндра є процес стирання поршневих кілець. вибух робочої суміші, починається прорив газів, які рвуться під верхнє кільце, внаслідок чого стає вищим питомий тиск поршневих кілець на поверхню циліндра. набуває по довжині форму конуса, а форму овалу діаметром.

Ступінь зносу при терті кілець про гільзу циліндра значною мірою залежить від режиму змащування. гільзи немає. При уповільненні руху поршня у верхній і нижній мертвих точках режим мастила можна охарактеризувати як граничне тертя, тому ці зони максимально схильні до зносу.

Найдрібніші домішки в маслі або абразивний пил, що потрапляє в камеру згорання разом з повітрям, мають розміри, що перевищують граничні. масляні шари. Отже, поверхні тертя кілець та гільз розділені цими частинками. Звідси можна зробити висновки, що зносостійкість пари тертя, що найбільш зношується, визначається значною мірою властивостями цих частинок, мікро-твердість яких може значно перевищувати твердість

металу. Крім того, тиску в камері згоряння наводять до значним питомою навантаженням поршневих кілець на дзеркало циліндра. Тиск у закільцевому просторі може сягати 75-85% від тиску газів у циліндрі.

Крім впливу тиску на знос дуже важливо забезпечити оптимальне охолодження високотемпературних зон, оскільки основні теплові потоки проходять через головку поршня, кільця та верхню частину гільзи циліндра. Перевищення допустимих температур може призвести до вигорання масляної плівки в зоні тертя і надалі привести до дорогого ремонту після заклинювання поршня.

Велике значення для двигунів має ще й та обставина, що суміш, що надходить в циліндри, змиває масло зі стінок циліндра, внаслідок чого посилюються процеси "схоплювання" і при русі поршня відбувається "вирив" металу. типові поглиблення в верхній та нижній мертвих точках. Свій внесок вносить і корозійне зношування, причиною якого є утворення в поршневому просторі різних агресивних з'єднань.

Таким чином, при експлуатації двигуна внутрішнього згоряння виникають такі дефекти робочої поверхні циліндра: збільшення внутрішнього діаметра, нерівномірне зношування робочої поверхні, овальність, конусність, задираки.

Способи відновлення робочої поверхні

Основним способом відновлення робочої поверхні циліндрів є механічна обробка.

При ремонті блоку циліндрів слід врахувати наступні вимоги:

- Допустима неплоскість поверхні сполучення блоку з головкою блоку циліндрів становить 0,1 мм.
- При шліфування поверхні сполучення блоку з головкою блоку циліндрів допускається зняття металу трохи більше 0,2 мм.
- Допустима овальність циліндрів не більше 0,015 мм. • Допустима конусність циліндрів не більше 0,01 мм.
- Максимально допустимий знос циліндрів в експлуатації 0,2мм.

- Різниця діаметрів двох циліндрів: номінальна 0,05 мм максимально допустима 0,20 мм.

Під час роботи двигуна, незважаючи на легкість роботи, він і всі його деталі, такі як циліндри, поршні, колінвал, распредвал і клапана, відчувають неймовірні навантаження.

Розточування двигуна або відновлення необхідного зазору між поршнями і стінками циліндра з технологічного погляду не складна операція. Зазор утворюється сам собою, після того як виконується проточка на вертикально-розточувальному верстаті, якість роботи та правильність розточування безпосередньо залежать від обладнання та майстерності того, хто виконує цю роботу.

У відновлення правильної форми циліндра, це складніша операція. Перед розточуванням виконується ряд вимірювань з використанням мікрометричних стрілочних приладів. З їх допомогою майстер робить висновок про необхідні роботи, складність і доцільність проточування циліндрів.

За допомогою розточування двигуна забирається не тільки "еліпс", а й конусність циліндрів. Нормою вважається значення, що не перевищує 0,01 мм. по всій довжині циліндра. Виконання такого роду операцій потребує високої точності, що передбачає використання виключно спеціальних високоточних розточувальних верстатів, які мають точність трохи менше 0,01 мм. Не менше вимог під час проточки висувають до чистоти робітників поверхонь, чим чистіше поверхня буде

оброблена во час розточування, тим менше буде потрібно часу на притирання нових деталей одна до одної. Нестача чистоти призведе до виникнення проблем із передчасним зносом поршневих кілець, збільшення витрати палива та олії. Крім того, через збільшення тертя, по суті при обкатуванні двигуна після капремонту та розточування блоку, в маслі утворюється велика концентрація металевого пилу та стружки, яка також вкрай шкідлива та небажана.

Спосіб відновлення під ремонтний розмір передбачає обробку однієї найдорожчої та складнішої деталі під ремонтний розмір, а іншу змінюють відновленої до ремонтного розміру. під ремонтний Розмір, повертається геометрія, шорсткість і точні параметри зношеної деталі. Деталі, які піддаються процесу відновлення мають ремонтні розміри.

Таблиця 1 - Номінальні та ремонтні розміри гільз циліндрів та блоків автомобільних двигунів різних моделей, мм

Автомобіль і модель двигуна	Характеристика розміру			
	Номіна л.	1- рем.	2- рем.	3- рем.
1	2	3	4	5
ЗІЛ, ЗІЛ -508.10	100,0+0,06	100,5	101,0	101,5
ГАЗ, ЗМЗ- 5233	92,0+0,06	92,5	93,0	93,5
ВАЗ, ВАЗ-2103, - 07	76,0+0,05	76,2	76,4	76,6
ВАЗ-2106, - 2121	79,0+0,05	79,4	79,7	80,0
ВАЗ-21083, -09, - 10	82,0+0,05	82,4	82,8	-
ВАЗ-1111	76,0+0,05	76,6	76,8	-
ВАЗ -11113	82,0+0,05	82,4	82,8	-
КАМАЗ, КамАЗ- 740	120,0+0,03	-	-	-

Обробкою деталей під ремонтний розмір відновлюють гільзи та блоки циліндрів двигунів. У таблиці 1 наведено ремонтні розміри деяких двигунів різних моделей.

З розглянутого способу відновлення поверхні циліндра у випускній кваліфікаційній роботі розглядається технологічний процес розточування блоку циліндрів.

Аналіз технологічного обладнання для розточування блоку циліндрів

У цій роботі розглядається комплекс обладнання для розточування. Верстати виготовляються серійно. Є велика номенклатура верстатів вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Розточувальний верстат AMC-SCHOU CM1200V для розточування блоків циліндрів обладнаний потужним двигуном для обертання шпинделя та змінними твердосплавними різцями, які дозволяють надзвичайно швидко розточувати циліндри до діаметра 350 мм. Усі верстати обладнані автоматичним центральним змащуванням. Шпинделі, розміри яких підібрані з умови якісної роботи протягом усього терміну служби.

Антифрикційне покриття напрямних столу забезпечує плавність та точність роботи верстата.

Пульт керування. Зручний пульт управління, що самоорієнтується вільним доступом дозволяє оператору працювати у кращому можливому положенні.

Розточувальні шпинделі мають можливість швидкого виведення з циліндра.

Комплектація верстата повним діапазоном шпинделів дозволяє розточувати циліндри 32-350 мм. Усі шпинделі мають закриті підшипники, змащені весь термін служби.



Рис. 6 - Загальний вигляд верстата AMC-SCHOU CM1200V Стандартне обладнання:

Розточний вузол, шпиндельний двигун та двигун для розточувальної подачі з плавним регулюванням частоти обертання, швидка подача розточувального вузла, автоматична центральна система мастила. Є індикатор для контролю глибини обробки, мікрометр з індикатором для налаштування вильоту різця, тримачі для вимірювального інструменту, коробка з 10 вставними різцями для розточувальних тримачів інструменту, фрезерна головка з 2-ма різцями та кожухом (для моделей CM), двигун для автоматичної подачі столу з плавним регулюванням швидкості (для моделей CM), комплект паралелей для установки блоків циліндрів. Також

є, набір болтів та гайкових ключів, набір телескопічних захисних кожухів для направляючих столу, коробка з реле та кнопковою панеллю управління, операційний посібник та каталог запасних частин.

Вимірювальний та слюсарний інструменти, кріпильні деталі та операційне керівництво – елементи стандартної комплектації всіх розточувальних верстатів.

Комплект різців та вставок для розточування всіх типів отворів. AMC-SCHOU постачає міцні тримачі інструменту зі швидкодіючими вставками. Мікрометр з індикатором для прямого вимірювання та налаштування вильоту різця.

Кріпиться на шпindel за допомогою утримувача вимірювального інструменту.

Таблиця 2 - Технічна характеристика верстата AMC-SCHOU CM1200V

Найменування параметра	Параметри
Тип	Вертикально-ратковий
Діаметр оброблюваних циліндрів, мм	32-350
Частота обертання шпинделя, хв-1	від 0 до 1200
Подача, мм/про	0,07
Потужність, кВт	0,75-4
Габаритні розміри, мм	2720x1720x3700
Маса, кг	1540

Верстат для розточування блоку циліндрів ACF 200 для розточування циліндрів легкових та вантажних автомобілів. верстата дозволяє розмістити його навіть у невеликих цехах, водночас верстат здатний обробляти широкий діапазон деталей завдяки поздовжній і поперечній подачі столу і вертикальною подачі голови.

Комбінація протестированной механической схемы, вместе с инновационным техническими решениями, улучшают рабочие

характеристики та багатосторонність використання верстата . шпинделя з цифровим показником.

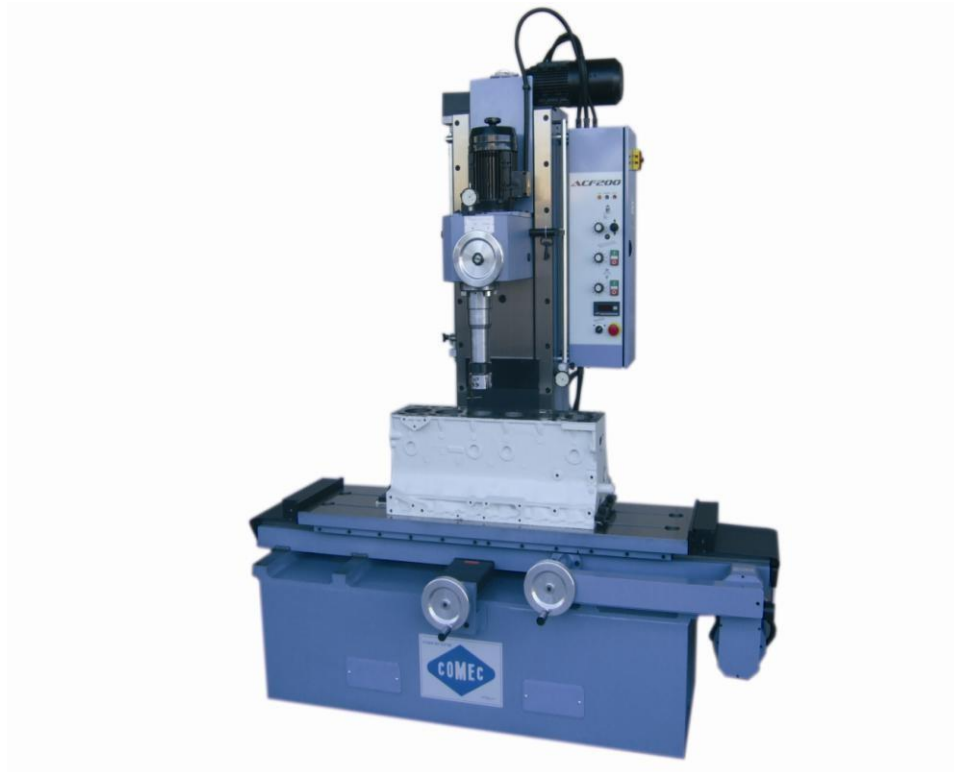


Рис. 7 - Верстат АСF 200 для розточування циліндрів

Таблиця 3 - Технічна характеристика верстата АСF 200

Найменування параметра	Параметри
Тип	Вертикально-ратковий
Діаметр оброблюваних циліндрів, мм	30-170
Частота обертання шпинделя, про/хв	230-310-420
Подача, мм/про	0,06
Потужність, кВт	0-1,5
Габаритні розміри, мм	2170x1150x1860
Маса, кг	1150

4 Порядок виконання роботи

Вимоги безпеки при виконанні лабораторної роботи

Вимоги безпеки перед початком виконання робіт:

1. На робочому місці біля верстата має бути вивішена коротка виписка з інструкції з охорони праці або пам'ятка з техніки безпеки, де вказуються для працюючого на верстаті основні вимоги безпечним прийомам роботи.
2. Розточний верстат повинен бути встановлений на міцному фундаменті, його елементи надійно закріплені та пофарбовані відповідно до вимог безпеки.
3. На верстаті має бути зазначений його інвентарний номер. а також табличка із зазначенням посадової особи, відповідальної за утримання у справному стані і безпечну експлуатацію верстатного обладнання.
4. Перед початком роботи викладач зобов'язаний перевірити обладнання, механізми, допоміжні пристрої та переконатися у їх справності, готовності до роботи та забезпеченні безпечних умов виконання заняття.
5. Призначення органів керування верстата повинно бути вказано в написах, що знаходяться поряд з ними, або позначено символами відповідно до вимог, що пред'являються.
6. Органи ручного управління верстата повинні бути виконані та розташовані так, щоб користування ними було зручно, не призводило до затискання та нашттовхування руки на інші органи управління та частини верстата.
7. Струмopрoвідні частини обладнання повинні бути ізольовані або перебувати в недоступних місцях для працюючого.
8. Рухомі і обертові частини металорізальних верстатів повинні бути огорожені. При підвищеною небезпеки травмування захисні огороження (відкриваються і знімні) повинні мати блокування, що автоматично вимикає верстат.
9. Виявлені несправності, відступи чи невідповідності нормам безпеки необхідно усунути на початок роботи.

Вимоги безпеки во час роботи:

1. Перед початком роботи студент має вдягнути халат. Окремі елементи одягу зав'язати, застигнути на гудзики так, щоб не було звисаючих кінців одягу, що розвиваються. Довге волосся має бути закрито головним убором.
2. При виконанні роботи на верстаті працівник повинен знаходитись на дерев'яному ґратчастому настилі з відстанню між планками не більше 30 мм.
3. Заготовки або деталі, що обробляються на верстатах, повинні міцно і надійно закріплюватися. Для захисту очей необхідно використовувати окуляри.
4. Робоче місце необхідно завжди утримувати в чистоті і не захащувати. На робочих місцях має бути передбачена площа, на якій розташовуються стелажі, тара, столи та інші пристрої для розміщення оснастки, матеріалів, заготовок, готових деталей та відходів виробництва – стружки.
5. Металорізальні верстати повинні мати місцеве освітлення, яке відповідає умовам експлуатації. Напруга живлення світильників місцевого освітлення має бути не більше 42 ст. При напрузі живлення світильників місцевого освітлення дорівнює 220 В повинна повністю виключатися можливість випадкових дотиків працівника до струмоведучих та конструктивних частин засобів місцевого освітлення.
6. Для догляду за верстатним обладнанням працівникам мають видаватися щітки і обтиральні матеріали в достатніх кількостях,

перевірені відсутність стружки тощо. предметів, що можуть викликати порізи та уколи рук верстатника.

7. Для збору використаного обтирального матеріалу в майстерні повинна бути встановлена спеціальна металева тара з кришкою, що закривається.
8. Верстат необхідно знеструмити вимикачем ручної дії, розташованого в безпечному для експлуатації місці, у випадках:
 - відсутності електроенергії;
 - під час перерви в роботі або аварійної ситуації, яка може спричинити поломку обладнання, псування заготівлі, що обробляється, і травмування;
 - при закріпленні або встановленні на верстаті оброблюваної деталі та знятті;
 - чистці і мастилi, прибирання тирси і стружки.

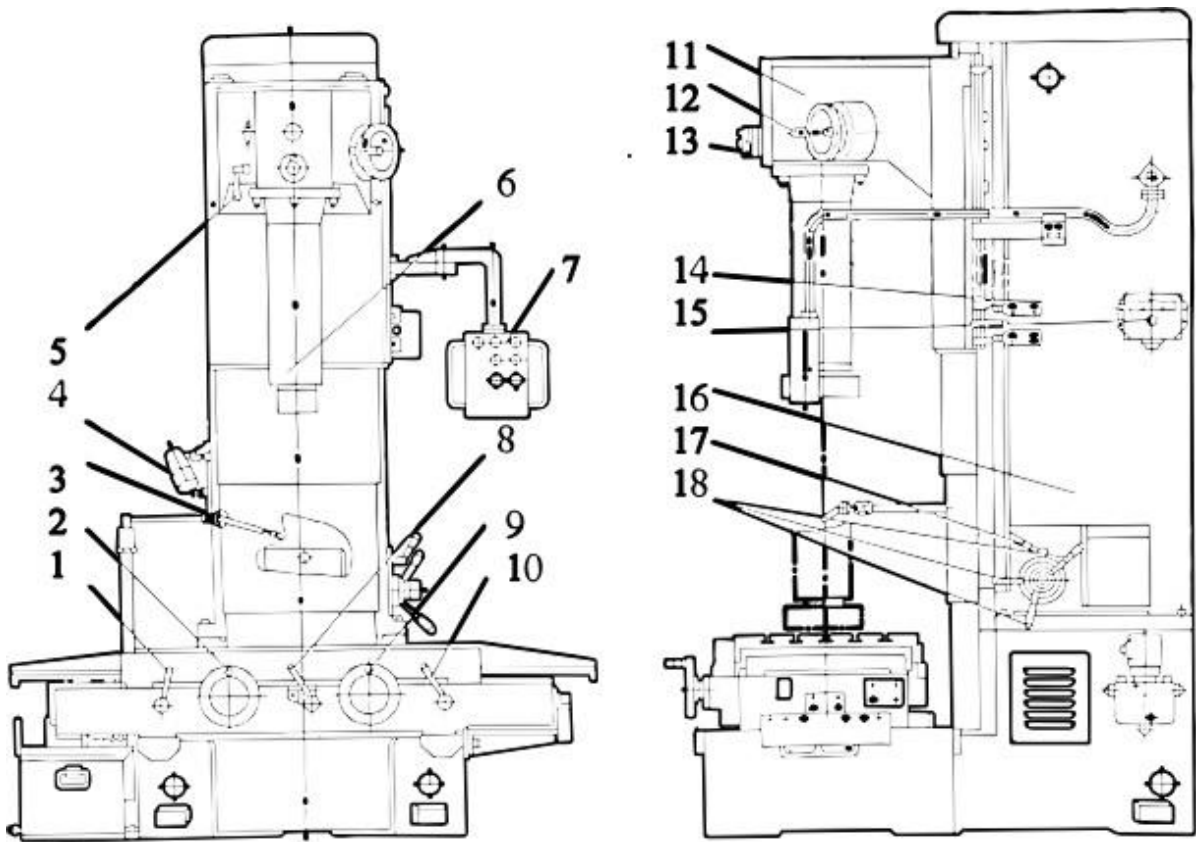
Опис лабораторної установки Обладнання робочого місця:

- 1) Вертикально - розточувальний верстат моделі 2Е78П з набором пристроїв та інструментів зображених на малюнку 8;
- 2) Штатив для встановлення мікрометра;
- 3) Мікрометр МК 75-100 мм;
- 4) Нутромір індикаторний НІ 50-100 мм;
- 5) Штангенциркуль ШЦ-2 0-160 мм;
- 6) Лінійка довжиною 300 мм;
- 7) Лупа ЛШ- 4.



Рис. 8 - Вертикально - розточувальні верстат 2E78П Таблиця 4 - Технічна характеристика верстата 2E78П

Найменування параметра	Параметри
Тип	Вертикально-розточувальний
Діаметр оброблюваних циліндрів, мм	28-200
Частота обертання шпинделя, про/хв	230-310-420
Подача, мм/про	0,08
Потужність, кВт	0-1,5
Габаритні розміри, мм	1750x1560x2125
Маса, кг	2680



- 1 - рукоятка стопора поздовжнього пересування столу;
- 2 - махове колесо поздовжнього пересування столу;
- 3 - трубка для спеціальною охолоджувальної рідини;
- 4 - Світильник;
- 5 - рукоятка виключення обертання шпинделя;
- 6 - змінний шпиндель;
- 7 - пульт управління;
- 8 - рукоятка спільного стопора столу;
- 9 - махове колесо поперечного пересування столу;
- 10 - рукоятка стопора поперечного пересування столу;
- 11 - шпindelна бабця;
- 12 - махове колесо ручного пересування шпindelної бабки;
- 13 - махове коліщатко з лімбом радіальної подачі різця;
- 14 - упори автоматичного відключення руху шпindelної бабки;
- 15 - індикатор стану системи мастила верстата;

- 16 - Колона;
- 17 - рукоятка перемикача подач шпиндельної бабки;
- 18 - рукоятка перемикання швидкостей шпинделя.

Рис. 9 - Розташування основних складових частин вертикально-розточувального верстата 2E78П

Враховуючи особливості конструкції роботи циліндрів та дефекти, які виникають при експлуатації. на вертикально - Розточне, блок циліндрів з чавуну.

Вибір обладнання та блоку циліндрів пов'язані з тим, що в сучасних економічних умовах, за обмежених матеріальних засобів, кафедра нові верстати та блоки циліндрів придбати не може. Тому використовуємо наявний на кафедрі «Проектування та експлуатація автомобілів» вертикально - розточувальний верстат марки 2E78П та чавунний блок циліндрів без гільз ВА3-2101

Вертикально-розточувальний верстат 2E78П для блоків і гільз циліндрів (рис.8) з рухомим столом необхідний для тонкої розточування блоків циліндрів автомобільних і тракторних двигунів внутрішнього згорання.

Верстат має комплект шпинделів, які встановлюються на шпиндельну бабку залежно від діаметра розточувального отвору.

Подання шпинделя в блок циліндрів здійснюється як у ручну, так і автоматично.

Для включення верстата передбачені кнопки «Пуск» і "Стоп".

Подання мастила здійснюється з верхньої частини верстата як у ручну і автоматично.

Основа (рис.9) є базової деталлю, де встановлюються решта складальні одиниці верстата.

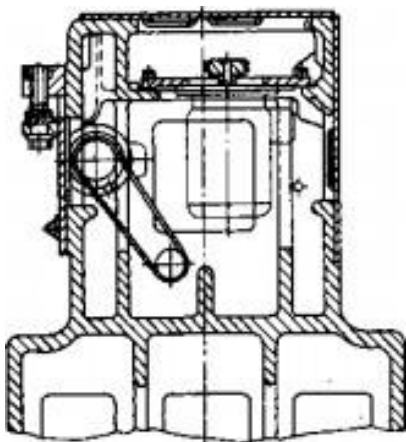


Рис. 9 - Підстава

Воно має зверху площину, що сполучається, на ній закріплюється колона, коробка швидкостей та подачі.

В основі верстата є напрямні, які переміщують рухомий стіл з Т-подібними пазами.

В основі розташовані електродвигуни: електродвигун швидкого ходу шпиндельної бабки і столу, укріплений на підмоторній плиті і головного руху - фланцевий з підмоторною плитою, що переміщається. Для точкового відліку поперечного переміщення столу закріплюється лінійка на лівій стінці основи.

Оброблювана деталь переміщається за двома перпендикулярними напрямками за допомогою столу (рис.10), який складається з двох частин: нижня - тут санки переміщуються в поперечному напрямку і верхня - сам стіл переміщається в поздовжньому напрямку.

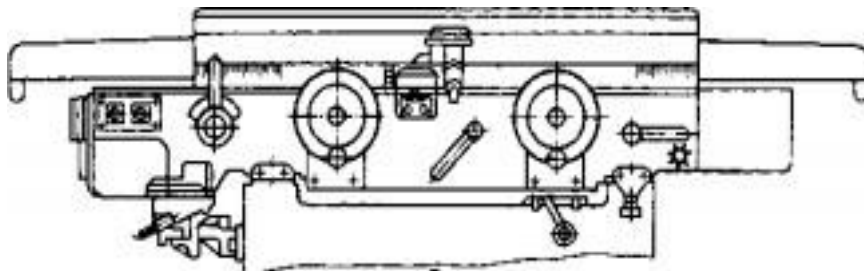


Рис. 10 - Стіл

Поздовжнє та поперечне переміщення столу відбувається вручну маховиками.

У потрібному положенні стіл фіксується двома ручками за допомогою ексцентрикових затискачів.

У поздовжньому напрямку пересування столу можна забезпечити механічно від електродвигуна швидкого ходу за допомогою ручки перемикання швидких ходів, яка повертається у вертикальне положення. При цьому обертання ходового гвинта передається через гвинтову пару. Робоча подача столу включається перемиканням рукоятки. При цьому обертання ходового гвинта передається від редуктора у столі через черв'ячну передачу.

Зміна напрямку столу здійснюється при почерговому натисканні кнопки приводу столу «Вправо» або «Вліво», внаслідок цього відбувається реверсування швидкого ходу електродвигуна.

Для запобігання поломкам механізму приводу столу внаслідок перевантажень відповідний вал столу з'єднаний за допомогою кулястої запобіжної муфтою, необхідну на віддачу максимального крутного моменту.

Колона (рис. 11) встановлюється на підставі. По напрямних колони відбувається переміщення шпindelної бабки у вертикальному напрямку.

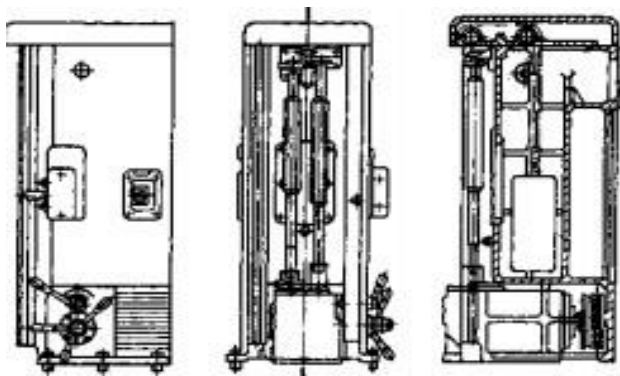


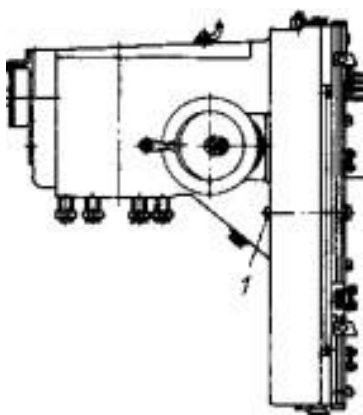
Рис. 11 - Колона

У верхній частині колони на кронштейні укріплені ролики, якими рухається ланцюг противаги, що переміщається всередині колони.

Противага, що складається з цільного чавунного виливка, зрівнює вагу шпindelної бабки самим шпindelем.

Ходовий гвинт шпindelної бабки та шліцевий валик приводу шпинделя, укріплені у верхній частині колони у приставних кронштейнах, розташовується між напрямними та передньою стінкою колони.

Переміщення шпindelної бабки (рис.12) відбувається у вертикальному напрямку,



що направляє колони.

Рис. 12 - Шпиндельна бабка

У нею розташовуються механізми приводу шпиндельної бабки, приводу шпинделя та ручного переміщення.

Встановлення змінних шпинделів здійснюється посадковим пояском у корпус шпиндельної бабки, а закріплення відбувається шістьма гайками.

У шпиндельній бабці передбачено пристрій для ручного радіального переміщення різця, який дозволяє здійснювати розточування отворів різних діаметрів, підрізування торця у розточуваного отвори та безризиковий висновок різця з обробленого отвори. ручного переміщення цього пристрою з лімбом та індикатором розташований на передній стінці шпиндельної бабки.

Пристосування (рис.13) для центрування оброблюваної деталі призначене для поєднання осі шпинделя з віссю отвору, що обробляється шляхом переміщення виробу на столі верстата. Пристосування складається з колодки, що загвинчується в торець різцевої головки шпинделя, державки з гайкою цангового затиску на кінці для кріплення індикаторів. Важель вільно повертається на осі, торкаючись упором на кінці одного плеча оброблюваної поверхні, іншим - вимірювального штифта індикатора.

Підведення до оброблюваної поверхні упору важеля здійснюється переміщенням державки в колодці, положення фіксується гвинтом.

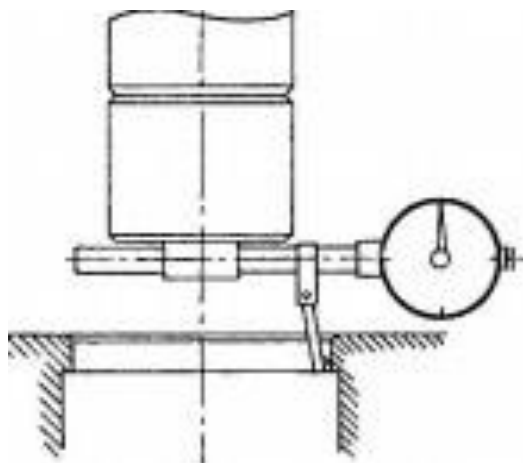


Рис. 13 - Центрошукач для точної налаштування

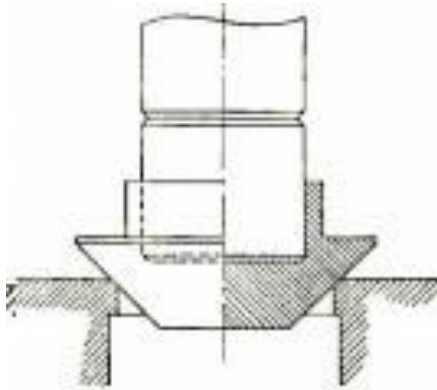


Рис. 14 - Конус для грубою налаштування

Управління коробкою швидкостей та подач здійснюється двома рукоятками: призначеними для перемикання швидкостей обертання шпинделя (37...1200) про/хв) та для перемикання величин подач (0,125; 0,08; 0,05; 0,025 мм/про).

У шпиндельну головку встановлюється один із чотирьох змінних шпинделів, що забезпечує необхідний діаметр розточування.

Різдеутримувач стічний подачею призначений для розточування отворів діаметрів 27-200 мм.

У комплект ріцетримача входять дві перехідні втулки, дві державки різців, оправлення та ключ. Виправлення служить для розточування отворів діаметром 27-80 мм, глибиною до 70 мм; одна державка – для обробки отворів діаметром 80 –150 мм, глибиною до 80 мм; інша державка – для отворів діаметром 150-200 мм, глибиною до 200 мм. При розточуванні отворів малих розмірів різець закріплюється безпосередньо в одній із перехідних втулок.

Подача різця на поглиблення здійснюється переміщенням повзуна, на якому закріплена державка (оправлення) направляючої конічної оправки типу «Ластівкін хвіст» при допомоги гвинта, що має лімб із ціною поділу 0,01 мм. Накопичена помилка на десять поділів лімбу – не більше 0,01 мм. Найбільше переміщення повзуна 17,5 мм, фіксування положення повзуна виробляється гвинтом, кріплення державок на повзуні та перехідних втулок у повзуні - гвинтами. Різці в державці та оправці закріплюються гвинтами.

індикаторної головки відстань між кінцями вимірювальних штифтів дорівнюватиме розміру, встановленому на мікрометрі.

4. Виміряти почергово кожен циліндр спочатку у верхній , що не зношується. крайці, а потім в 3-х поясах і в двох взаємно перпендикулярних площинах: натиснути рукою рухливий вимірювальний штифт нутроміра, ввести нутромір в циліндр, розташувачи вимірювальний штифт паралельно осі колінчастого валу; похитуючи нутромір навколо основи центруючого містка спостерігати за стрілкою індикатора, яка при проходженні вимірювальних штифтів через площину, перпендикулярну осі циліндра, буде міняти напрямок руху на протилежне. Помітити це становище. Записати в бланк звіту діаметр циліндра.

Діаметр циліндра, виміряний нутроміром розраховують по формулі

$$D = A \pm C, \quad (1)$$

де D - діаметр циліндра в даному поясі та площині, мм; A - розмір, на який налаштований нутромір, мм;

C - відхилення великий стрілки індикатора від нульового положення, мм.

У формулі знак "+" приймається у тому випадку, якщо велика стрілка індикатора від нульового становища повертається проти годинникової стрілки, тобто. діаметр циліндра більший за розмір, встановлений на мікрометрі; повернути нутромір на 90° та виміряти діаметр циліндра в іншій площині; пересунути нутромір у наступний пояс і в такій самій послідовності зробити вимірювання. Переміщати нутромір в

циліндрі слід у похилому положенні, щоб зменшити знос вимірювальних штифтів.

5. Визначити овальність та конусність циліндрів, результати записати до бланку звіту. Овальність є різницею між найбільшим і найменшим діаметром циліндра, виміряним в одному поясі, але у різних площинах.

Конусність є різницею між найбільшим і найменшим діаметром циліндра, виміряним в одній площині (наприклад, паралельно осі колінчастого валу), але у двох різних поясах по висоті циліндра.

У бланку звіту фіксується максимальна величина конусності щодо кожного циліндра.

6. Використовуючи таблицю 5 – вибираємо необхідний ремонтний розмір циліндра D_1 , який ближче до діаметра D_{\max} .

D_{\min} циліндра в її верхній крайці і максимальний діаметр.

D_{\max} у місці максимального вироблення з відстанню 10...40 мм від верхньої кромки циліндра.

7. Встановити діаметр для розточування D_p , при цьому потрібно врахувати припуск δX на подальшу обробку хонінгуванням на хонінгувальному верстаті ($\delta X = 0,06...0,08$ мм на діаметр)

$$D_p = D_1 - \delta X, \quad (2)$$

Встановлюємо показання максимального припуску для розточування (по діаметру) δP_{\max} та максимальної глибини розточування h_{\max}

$$\delta P_{\max} = D_p - D_{0\min}, \quad (3)$$

$$h_{\max} = \delta P_{\max} / 2, \quad (4)$$

Таблиця 5 - Розмір блоків циліндрів (автомобілі LADA)

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

8. Режими різання визначаємо для розточування з огляду на рекомендації літературних джерел.

Встановлюємо глибину різання t , яка варіюється в межах 0,1 ... 0,3 мм в залежності від h_{\max} .

З'ясовується, що h_{\max} більше t тоді необхідно позначити глибину різання під час другого проходу:

$$t_{\Gamma} = h_{\max} - t, \quad (5)$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв:

$$n = 1000 \cdot UP \cdot \pi \cdot DP, \quad (6)$$

де UP – швидкість різання (80 ... 120 м/хв); DP – діаметр розточування, мм.

Швидкість подачі шпинделя S встановлюється в діапазоні 0,05...0,12 мм/об.

Виходячи з технічної характеристики верстата вибираємо необхідну частоту обертання шпинделя, найближчу до розрахункової та подачу шпинделя.

9. Ознайомитись з пристроєм верстата і пристроїв.

10. Попередньо підготувати блок циліндрів до транспортування на розточувальному стіл. Очистити блок та знежирити. Підготувати стіл, очистити від металевої стружки та інших забруднень. Встановити на стіл верстата приблизно на осі шпинделя, притискаючи до столу прихватами.

Є відеоматеріал, на якому показано, як готувати блок циліндрів та робоче місце до роботи. Він скомплектований на диску, який додається до бакалаврської роботи. Скріншот із відеоролика показаний на малюнку 16.

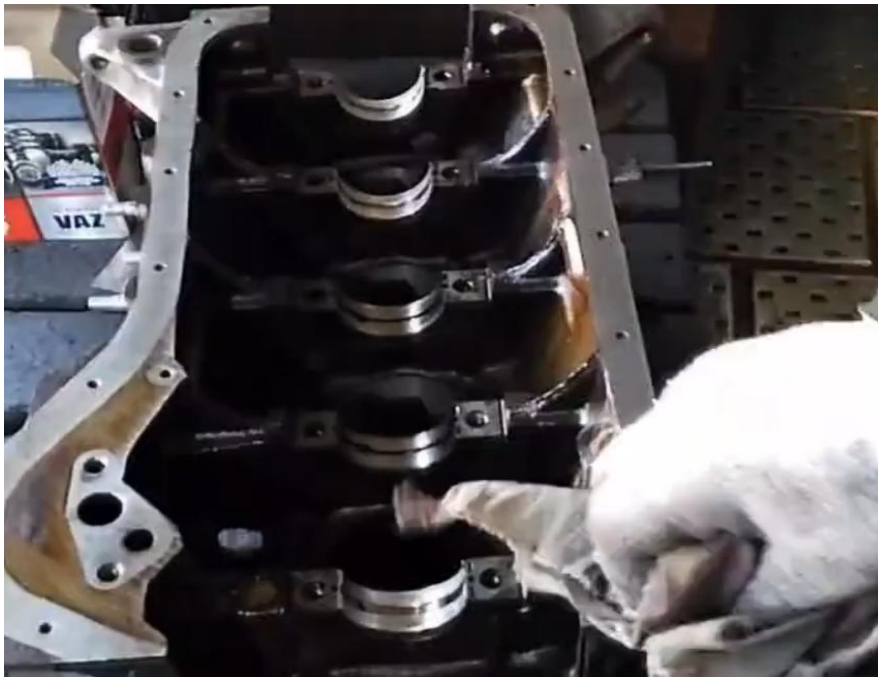


Рис. 16 - Підготовка блоку циліндрів і робітника місця до роботи

11. Лінійкою виміряти довжину циліндра і відрегулювати упори, що обмежують вертикальне переміщення шпиндельної бабки. Верхній упор, що обмежує переміщення бабки вниз, встановити так, щоб він натискав на важіль кінцевого перемикача після виходу різця, що розточується. циліндра на $3 \div 5$ мм. Нижній упор повинен зупинити бабку, коли шпиндель вийде з отвору на відстань, достатню для зручної зміни інструменту або оброблюваної деталі.
12. Відцентрувати циліндра по осі шпинделя необхідно з допомогою рукоятки 5 (рис. 9), відключивши шпиндель від приводу. встановлюється безпосередньо в циліндр, що розточується. Потім необхідно встановити індикаторне пристосування в торець різцевої головки шпинделя, переміщуючи державку індикатора так, що його важіль міг вільно увійти в циліндр, що розточується, при опусканні шпиндельної бабки. швидкого переміщення шпиндельної бабки вниз, підведемо шпиндель до циліндра. колесом 12 (рис. 9), опустимо шпиндель з важелем центрошукача в циліндр

на 3...5 мм у верхній незношеній кромці циліндра. Повернемо шпиндель з індикаторним пристосуванням у напрямку поздовжньої осі столу, потім перемістивши тримку центрошукача, притиснемо кінець важеля до внутрішньої поверхні циліндра з натягом 2-3 мм. Скориставшись рукояткою поздовжнього та поперечного напрямку столу, переміщуючи площину столу із встановленим блоком циліндрів та повертаючи шпиндель, досягнемо точного центрування осі циліндра з віссю шпинделя, при цьому стрілка індикатора при переміщенні шпинделя на 180 градусів не повинна відхилятися від нуля більш ніж 0,02 мм. Після центрування виводимо шпиндель з циліндра вручну за допомогою махового колеса 12 (рис.9) або використовувати кнопку «Шпиндель вгору» в правій частині пульта управління. Видалити центрошукач із шпинделя.

Є відеоматеріал, де показано, як виробляється процес центрування. Він скомплектований на диску, який додається до бакалаврської роботи. Скріншот з відеоролика показано малюнку 17.



Рис. 17 - Процес центрування

13. Виставляємо біля верстата важелі 17 та 18 (рис. 9) у таке положення, яке відповідає режиму розточування. Рукояття 5 з'єднуємо шпиндель із приводом.

Є відеоматеріал, на якому показано, як встановлювати швидкість подачі і частоти обертання шпинделя. Він скомплектований на диску, який додається до бакалаврської роботи. Скріншот з відеоролика показано малюнку 18.



Рис. 18 - Встановлення швидкості подачі і частоти обертання шпинделя

14. Встановимо різець з діаметром розточування, для цього за допомогою махового колеса 13 (рис. 9) з лімба подаємо різець усередину шпинделя. Опустимо шпиндель, ввівши різець у циліндр на 3...5 мм. Підвести різець до внутрішньої поверхні циліндра до торкання, відзначити показання лімба та індикатора. Обертаючи махове колесо 12, виведемо шпиндель з циліндра. За допомогою маховика 13 лімба та індикатора забезпечимо додатковий рух різця на величину радіальної подачі t .

Запускаємо верстат на автоматичний режим розточування «Цикл», за допомогою перемикачання тумблера у праве положення на пульті керування 7 , натискаємо на центральну кнопку «Обертання шпинделя». Після цього запускається процес розточування.

Є відеоматеріал, де показано, як встановлюється різець і відбувається процес розточування. Він скомплектований на диску, який додається до бакалаврської роботи. Скріншот з відеоролика показано малюнку 19.



Рис. 19 - Встановлення різця і процес розточування

15. Після завершення розточування, виводимо шпиндель, встановлюємо в шпиндель індикаторний пристрій, опускаємо пристрій в циліндр, щоб перевірити на овальність циліндра. Видаляємо індикаторний пристрій.
16. При допомозі індикаторного нутроміра заміряємо точність розточування по діаметру, визначаємо ще раз овальність і конусність циліндра, які мають бути в діапазоні 0,02 мм. Після візуально проводимо огляд внутрішньої поверхні циліндра, удостоверяєш як розточування. Кінцева шорсткість поверхні циліндра має бути в межах $Ra = 0,63...2,5$ мкм.
17. Привести робоче місце в порядок, здати лаборанту інструмент та методичні вказівки щодо виконання роботи.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ТПД

5.1. Розрахунок економічної ефективності.

Впровадження технології відновлення гільз циліндрів ТПД повинен проводитися економістами безпосередньо на тому підприємстві, де ця технологія буде використовуватися. Тоді цей розрахунок дозволяє досить точно виявити економічну ефективність використання технології відновлення в залежності від умов даного підприємства [91,92]

Розрахунок економічної ефективності розроблених технологій розраховується за методикою як при створенні та впровадженні нових технологічних процесів відновлення гільз циліндрів двигунів сільськогосподарської техніки ТПД.

Таблиця 1 1.1 Витрати проектування пристосування

Найменування робіт	Виконавець	Кількість виконавців	Трудовісткість, чол · год	Витрати, Грн.	
				чол · год	Усього
1. Підготовка вихідного матеріалу до розробки теми	Інженер	1	14,5	70,3	1019,35
2. Патентний пошук	Інженер	1	8,7	70,3	611,61
3. Розробка принципової схеми	Інженер	1	11,3	70,3	794,39
4. Розробка робочих креслень	Кресляр	1	15,2	70,3	1068,56
5. Проведення розрахунків	Інженер	1	12,5	70,3	878,75
6. Виготовлення зразка	Токар, Ливарник	2	45,01	43,3	3897,03
7. Випробування зразка	Інженер	1	8,3	70,3	583,5
8. Перевірка	Інженер	1	9,7	70,3	681,9

розрахунків				3	
9. Складання документації	Інженер	1	10,8	70,3	759,24
Разом:					
Основна заробітна плата					10294,31
Додаткова заробітна плата (15%)					544,15
Загальний фонд заробітної плати ЄСП (26%)					11838,4
Зарплата за виготовлення пристрою					3078
					14916,4

Накладні видатки стадії проектування (H_p) становлять 100 % від основний зарплати виконавців, тобто. 10294,3 Грн. Визначимо сумарні витрати на технічну підготовку виробництва:

$$Z_{пр} = \frac{Z_{пл}}{2 \cdot N}, \quad (1)$$

де $Z_{пл}$ – витрати на заробітну плату;

N – кількість пристроїв.

$$Z_{пл} = Z_o + Z_{доп} + ЕСН + H_p, \quad (2)$$

$$Z_{пл} = 10294,3 + 1544,15 + 3078 + 10294,3 = 25210,75 \text{ Грн.}$$

$$Z_{пр} = \frac{25210,75}{2 \cdot 3} = 4201,8 \text{ Грн.}$$

Витрати технічну підготовку виробництва одного пристосування рівні 4201,8 грн.

1.2 Витрати виготовлення пристосування

Трудомісткість виготовлення верстата:

$$T_{заг} = T_{літ} + T_{хутро} + T_{сл.сб} + T_{пр}$$

де $T_{\text{літ}}$ - трудомісткість ливарних робіт;

$T_{\text{хутро}}$ - трудомісткість механічної обробки;

$T_{\text{сп.сб}}$ - трудомісткість слюсарно-складальних робіт;

$T_{\text{пр}}$ - трудомісткість інших робіт.

Трудомісткість ливарних робіт:

$$T_{\text{літ}} = \frac{C_1}{g_{\text{ср}}^X \cdot N^Z} \cdot Q_{\text{літ}} \cdot K_{\text{маш}}$$

де C_1 - Постійна величина для цієї групи пристроїв;

$g_{\text{ср}}$ - середня вага однієї заготовки, кг;

N - річний випуск пристроїв, шт.;

X, Z – показники ступеня, що визначають величину впливу відповідних факторів на трудомісткість;

$Q_{\text{літ}}$ - чорна вага литих деталей пристосування;

$K_{\text{маш}}$ - поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь механізації формувальних робіт.

$$T_{\text{літ}} = \frac{576}{47,4^{0,35} \cdot 3^{0,15}} \cdot 301 \cdot 1 = 36,28 \text{ чол.год.}$$

Трудомісткість механічної обробки:

$$T_{\text{мех}} = C_2 \frac{Q^X \cdot n_{\text{ор}}^Y}{N^Z}$$

де C_2 - постійна величина, яка залежить від конструкції деталей пристосування та технічних умов;

Q – чиста вага пристосування у зборі, кг;

$n_{\text{ор}}$ – кількість оригінальних деталей.

$$T_{MEH} = 0,09 \cdot \frac{357^{0,5} \cdot 7^{0,6}}{3^{0,1}} = 4,9 \text{ чол.год.}$$

Трудомісткість слюсарно-складальних робіт:

$$T_{ЛИ} = C_3 \frac{Q^X \cdot n^Y}{N^Z}$$

де C_3 - постійна величина для цієї групи пристроїв;

Q – чиста вага пристосування у зборі, кг;

n - кількість всіх деталей у виробі, прим.

$$T_{сл-сб} = 0,013 \cdot \frac{357^{0,45} \cdot 37^{0,9}}{3^{0,2}} = 3,77 \text{ чол.год.}$$

Трудомісткість інших робіт:

$$T_{пр} = T_{хутро} \cdot До_{пр}$$

де $T_{хутро}$ - трудомісткість механічної обробки;

$К_{пр}$ - коефіцієнт інших робіт (0,17).

$$T_{пр} = 36,28 \cdot 0,17 = 0,06 \text{ чол.год.}$$

Трудомісткість виготовлення пристосування:

$$T_{заг} = 36,28 + 4,9 + 3,77 + 0,06 = 45,01 \text{ чол.год.}$$

Витрати на оплату праці під час виготовлення пристосування:

$$З_о = C_{тр} \cdot T_{заг} \cdot P,$$

де Z тр - годинна тарифна ставка робітників, Грн.;

T заг - загальна трудомісткість;

P – кількість виконавців.

$$Z_o = 43,3 \cdot 45,01 \cdot 2 = 3897,03$$

Додаткова вести – 10 % від основний зарплати: 253,3 крб. Загальні витрати на оплату праці під час виготовлення верстата 2786,35 грн.

1.3 Витрати основні матеріали

Витрати на матеріали:

$$M = \sum g_{ЗАГ} \cdot C_{МЕТ} \cdot K_T - \sum (g_{ЗАГ} - g_{ДЕТ}) \cdot C_{ОТХ}, \quad (3)$$

де $g_{ЗАГ}$ - вага заготівлі;

$g_{Д}$ - Вага деталі;

K_T - Коефіцієнт транспортування;

$C_{МЕТ}$ - ціна металу;

$C_{ОТХ}$ - Вартість відходів.

Основні матеріали виробляють ливарник та токар. Основними матеріалами є:

- корпус гідроциліндра (алюміній);
- поршень гідроциліндра (алюміній);
- напрямна гідроциліндра (алюміній);
- штовхаючий вал (сталь 3);
- оправлення у зборі (сталь 3);
- Каркас верстата (сталь 3);

-Плита верстата (сталь 3).

$$M_{AL} = (32 \cdot 48 \cdot 1,1 - 1,68 \cdot 9,6) \cdot 3 = 5020,4 \text{ Грн.}$$

$$M_{CT} = (301 \cdot 32 \cdot 1,1 - 82,3 \cdot 6,4) \cdot 3 = 30205,4 \text{ Грн.}$$

1.4 Витрати на закупні вироби для виробництва пристосування

Табл. 1 Покупні вироби

Найменування	Кількість	Ціна одиниці, Грн.	Загальна вартість, Грн.
Барометр	1	820	820
Кріпильні вироби	25	25	625
Фіксатори	4	32	128
Пружини	4	21	84
Затискачі	2	36	72
Насос	1	28600	28600
Трубки, шланги	2	124	248
Робоча рідина (олія), літрів	25	20	500
Разом			31077
Разом з урахуванням транспортування (Кт = 1,1)			34184,7

Таблиця 2 Розрахунок собівартості та ціни пристосування

Найменування статей	сума, Грн.
1.Матеріали	352
2.Покупні вироби	25,8
3.Витрати на проектування (включаючи виготовлення)	341
4. Загальновиробничі витрати (100% від основної заробітної плати)	84,7
	420
	1,8
	102
	94,3
Разом (виробнича собівартість)	839
	06,6
Позавиробничі витрати (5%)	419
	5,3
Разом (повна собівартість)	881
	01,93

Прибуток (20%)	176 20,4
Оптова ціна пристосування	105 722,3
ПДВ (18%)	190 30
Відпускна оптова ціна з ПДВ	124 752,3

2. Характеристика деталі, що ремонтується.

Проектований процес відновлення веденого диска зчеплення автомобіля ГАЗ-53 розроблений для ВАТ "ПОГА-1".

Крутний момент від маховика двигуна через болти кріплення передається кожуху зчеплення і від нього натискному диску через три оброблені припливи диска, що щільно входять у три прямокутні прорізи кожуха. Далі момент, що крутить, передається веденому диску.

Крутний момент від веденого диска на маточину передається через вісім пружин демпфера крутильних коливань, розміщених у вікнах фланця маточини. До демпфера відносяться також дві фрикційні шайби, затиснуті між фланцем маточини. Кутове переміщення веденого диска щодо маточини обмежено пальцями.

Ведений диск зчеплення статично балансується. Дисбаланс усувається грузиком, закріпленим на диску.

Для передачі моменту, що крутить, використовується сила тертя. Поверхні, що труться, зношуються головним чином при відносному їх прослизанні, що супроводжується при цьому вібрацією деталі. При кожному включенні зчеплення здійснюється робота буксування, яка переходить у тепло, що нагріває металеві деталі зчеплення та сприяє збільшенню зносу. Руйнівними факторами при роботі деталей є тертя та вібрація.

Придбання нового веденого диска зчеплення для підприємства не завжди вигідне, тому доцільно не купувати новий виріб, а замінивши фрикційні накладки, відновити його.

Розроблений технологічний процес дозволяє з мінімальними витратами проводити відновлення цього виробу.

Таблиця 1. Технологічний процес клепки фрикційних накладок.
Вихідні дані

Найменування операції	Найменування обладнання	шт, хв	Габарити обладнання, мм	Установча потужність, кВт	Ціна, грн
Випресування заклепок	Прес для клепки фрикційних накладок. Викрутка	,7	684x480x470 250x30x30	1,5	124752,3; 50
Перевірка на короблення	Верстат слюсарний, кільце зазв'язане; щуп (набір №2)	,76	1500x700x700 50x50x20 50x15x15	-	2500; 200; 40
Свердління отворів	Пристрій для свердління отворів. Верстат свердлильний; свердла діаметром 4 і 8 мм. Штангенциркуль 125 мм	,58	300x80x80 600x900x1800 300x50x10	5,5	400; 125000; 060; 250

2.1 Визначення робочих місць

Кількість та вартість обладнання необхідного для виконання програми ремонту деталей розраховується окремо за кожною операцією, виходячи з числа одиниць обладнання.

Для розрахунку числа постів, попередньо необхідно знайти значення $\Phi_{\text{е}}$ – ефективний фонд часу робочого місяця, год.:

$$\Phi_{\text{э}} = \Pi_{\text{з}} \cdot \text{Ч}_{\text{с}} \cdot \text{Ч}_{\text{д}} \cdot \text{К}_{\text{п}}, (1)$$

Де $\Pi_{\text{з}}$ – тривалість однієї зміни, година;

$\text{Ч}_{\text{с}}$ - число робочих змін на добу;

$\text{Ч}_{\text{д}}$ - Число робочих днів у році, дн.;

$\text{К}_{\text{п}}$ - коефіцієнт втрат часу роботи устаткування (0,97).

$$\Phi_{\text{э}} = 8 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 0,97 = 1940 \text{ год.}$$

Число одиниць обладнання (C_p) за операціями визначається за формулою:

$$C_p = \frac{N \cdot t_{\text{шк}}}{\Phi_{\text{э}}}, (2)$$

Де N - річна програма з даного виробу (шт.);

$t_{\text{шк}}$ – норма штучно-калькуляційного часу на окремій операції з виробу, година;

Розрахуємо кількість постів для кожної операції:

$$C_p = \frac{35000 \cdot 0,0117}{1940} = 0,21 ; \text{Спр} = 1; \text{До з} = 0,21$$

$$C_p = \frac{35000 \cdot 0,013}{1940} = 0,24 ; \text{Спр} = 1; \text{До з} = 0,24$$

$$C_p = \frac{35000 \cdot 0,076}{1940} = 1,37 ; \text{Спр} = 2; \text{До з} = 0,68$$

$$C_p = \frac{35000 \cdot 0,109}{1940} = 1,97 ; \text{Спр} = 2; \text{До з} = 0,98$$

$$C_p = \frac{35000 \cdot 0,015}{1940} = 0,27 ; \text{Спр} = 1; \text{До з} = 0,27$$

$$\text{Кз.сп} = 0,34$$

Результати розрахунку зведемо до таблиці 2.

Таблиця 2 Визначення робочих місць

Найменування операції	Найменування обладнання	шт мін)	р	пр	з
Випресування заклепок	Прес для клепки фрикційних накладок. Викрутка	,7	,21		,21
Перевірка на короблення	Верстат слюсарний, кільце завзяте; щуп (набір № 2)	,76	,24		,24
Свердління отворів	Пристрій для свердління отворів. Верстат свердлильний; свердла діаметром 4 і 8 мм. Штангенциркуль 125 мм	,58	,37		,68
Розклепування заклепок	Струбцина; борідок. Прес для клепки фрикційних накладок; молоток; штангенциркуль 125 мм	,54	,97		,98
Перевірка на дисбаланс	Центру; індикатор із стійкою; оправлення шліцеве; штангенциркуль 125 мм. Стелаж для вузлів та деталей	,92	,27		,27
Разом:	Прес для свердління; 8 ммСтрунка оправлення шліцьова. Стелаж для вузлів та деталей.	3,5			з.ср = 0,34

2.2 Економічне обґрунтування проектованої ремонтної ділянки

2.2.1 Розрахунок вартості основних фондів та їх амортизація

Вартість основних фондів ділянки (цеху) складається із вартості: будівель та споруд; технологічного обладнання; дорогих інструментів та пристроїв; дорогого виробничого та господарського інвентарю.

Вартість будівель та споруд розраховується виходячи з обсягів та вартості 1 м³ обсягу будівлі.

Вартість будівлі (K_3) розраховується за зовнішнім обсягом, висотою:

$$K_3 = (S_n \cdot H_n \cdot C_n + S_\delta \cdot H_\delta \cdot C_\delta) \cdot K_c, \quad (3)$$

де C_n – вартість 1 м³ виробничої будівлі;

H_n - висота будівлі від підлоги до підкранових колій;

S_δ - площа, необхідна розміщення службово-побутових приміщень, становить 23-30% від виробничої площі;

H_δ - Висота службово-побутових приміщень;

C_δ - вартість 1 м² службово-побутових приміщень;

K_c - Коефіцієнт, що враховує товщину стін;

S_n - виробнича площа, що включається під обладнання, проходи між обладнанням, проїзди, площі, необхідні для зберігання напівфабрикатів тощо:

$$S_n = \sum_1^m \sum_1^{C_p} \cdot S_r \cdot K_d, \quad (4)$$

де S_r - виробнича площа, займана обладнанням (за габаритами), м²;

K_d - Коефіцієнт, що враховує додаткову площу (проходи, проїзди тощо);

Визначимо вартість будівлі ділянки цеху. Для цього знайдемо виробничу площу, яку займає обладнання.

Прес для клепки фрикційних накладок (3 шт.) $S_n = 0,33 \cdot 3 \cdot 4 = 3,96$ (м²)

Верстат слюсарний $S_n = 1,05 \cdot 4 = 4,2$ (м²)

Верстат свердлильний (2 шт.) $S_n = 0,54 \cdot 4 \cdot 2 = 4,32$ (м²)

Стелаж для вузлів та деталей $S_n = 1,05 \cdot 4 = 4,2$ (м²)

Розрахуємо загальну виробничу площу ділянки:

$$S_n = 3,96 + 4,2 + 4,32 + 4,2 = 16,68 \text{ (м}^2\text{)}$$

Площа службово-побутових приміщень:

$$S_\delta = 0,3 \cdot 16,68 = 5,004 \text{ (м}^2\text{)}$$

Визначимо вартість будівлі ділянки цеху:

$$K_3 = (16,68 \cdot 3 \cdot 2700 + 5,004 \cdot 3 \cdot 1190) \cdot 1,05 = 160620,9 \text{ (Грн.)}$$

У процесі розрахунків необхідно виділити загальну внутрішню площу ($S_{\text{вн}}$) та загальний внутрішній обсяг ($V_{\text{вн}}$)

$$S_{\text{вн}} = S_n + S_\delta, \text{ (5)}$$

$$V_{\text{вн}} = S_n \cdot H_n + S_\delta \cdot H_\delta \text{ (6)}$$

Знайдемо загальну внутрішню площу ($S_{\text{вн}}$) та загальний внутрішній обсяг ($V_{\text{вн}}$).

$$S_{\text{вн}} = 16,68 + 5,004 = 21,68 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$V_{\text{вн}} = 16,68 \cdot 3 + 5,004 \cdot 3 = 65,05 \text{ (м}^3\text{)}$$

Вартість основного технологічного обладнання визначається на основі кількості обладнання, їх оптових цін, а також витрат на транспортування та монтаж. Витрати на транспортування та монтаж становлять 12% від оптової ціни. Вартість дорогих інструментів та пристроїв розраховується укрупненим

розрахунком (1,5% від вартості основного технологічного обладнання). Вартість виробничого та господарського інвентарю (шафи, стелажі для зберігання інструментів та пристроїв, деталей та інше обладнання робочих місць) при укрупнених розрахунках приймається у розмірі 1-5% вартості основного технологічного обладнання.

Розрахунок вартості обладнання ремонтної ділянки зводимо у табл.3.

Таблиця 3. Розрахунок вартості устаткування ремонтної ділянки.

Назва тип, модель обладнання	Кіль кість одиниць обладнанн я ділянки (шт.)	Повна первісна вартість одиниці обладнання			Повна первісна вартість (балансова) загальної кількості обладнання (Грн.)
		Г уртов а ціна (Грн.)	ви трати на транспо рт та монтаж (Грн.)	разо м витрат за одиницю устаткуван ня (крб.)	
I. Основне технологічне обладнання (K₀)					
Верста т свердлильни й	2	1 25 000	12 500	1375 00	275000
Разом основного технологічно го обладнання	2				275000
II. Пристосування та інструмент (K₁)					
Прес для клепки	3	1 24752, 3	12 475,23	1372 27,5	411682, 6
Верста т слюсарний	1	2 5 00	30 0	28 00	28 00
Кільце завзяте	1	2 00	24	224	224
Щуп	1	4 0	4, 8	44,8	44,8
Пристр ій для свердління	2	4 00	48	448	896

отворів						
а Свердл	2	6	7,	67,2	134,4	
а Штанге	1	2	30	280	280	
нциркуль		50				
ина Струбц	2	2	32	302,	604,8	
Борідок	2	1	19	179,	358,4	
к Молото	1	2	24	224	224	
ка Викрут	1	5	6	56	56	
Центри	1	5	60	560	560	
Індикат	1	3	36	336	336	
ор зі стійкою		00				
Оправл	1	6	78	728	728	
ення шліцеве		50				
Стелаж	1	1	12	1120	1120	
		000	0			
Разом пристроїв та інструменту	2 1				690196,	4

Далі потрібно розрахувати амортизацію основних фондів, використовуючи норми амортизаційних відрахувань. Результат розрахунку подано у вигляді табл.4.

Таблиця 4. Зведена відомість основних фондів та його амортизація.

Група основних фондів	Початкова вартість, Грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Річна сума амортизації, Грн.
1. Будівлі та споруди.	16062	2,5	4015,5
2. Основне технологічне обладнання	27500	5	13750
3. Механічне та допоміжне	1420	6,6	93,7

обладнання			
4. Енергетичне	8800	20	1760
5. Підйомно-транспортне обладнання	42550	14	5957
6. Контрольно-вимірювальні пристрої	660	33	218
7. Інструменти та пристрої	12639 6,2	20	25279,4
8. Виробничий та господарський інвентар.	10800	18,2	1966
Разом:			53039,6

2.2.2 Розрахунок прямих витрат на відновлення

До складу прямих витрат на відновлення входять:

1. Матеріальні витрати, де відображається вартість: сировини, що купуються, і матеріалів, що безпосередньо входять у собівартість деталей (за вирахуванням зворотних відходів); допоміжних матеріалів, що використовуються для забезпечення нормального технологічного процесу; придбаних із боку всіх видів палива та енергії, що витрачаються на технологічні цілі.

2. Основна та додаткова заробітна плата виробничих робітників.

3. ЄСП із зарплати виробничих робітників.

1. Витрати на покупні вироби розраховуються так:

Найменування	Кількість на одиницю	Кількість на річну програму	Ціна одиниці, Грн.	Загальна вартість, Грн.
Фрикційні накладки	2	70000	9,5	665 000
и Заклепки	60	2100000	0,3	630 000
Разом		2170000		129 5000
Разом з урахуванням транспортування (Кт = 1,1)				142 4500

2. Витрати на енергоресурси для технологічних цілей (C_3^T) можна розрахувати за такою формулою:

$$C_3^T = \sum_{i=1}^k P_n \cdot \sum_{j=1}^n t_{шт} \cdot K_c \cdot N \cdot C_3, \quad (8)$$

де P_n – номінальна (встановлена) потужність обладнання, кВт;

$t_{шт}$ – штучний час, ч/шт;

K_3 - коефіцієнт попиту; $D_0 = 0,2$

N – програма випуску;

C_3 - ціна 1 кВт/год, Грн.; K – кількість обладнання;

n – число операцій.

$$C_3^T = (1,5 \cdot 0,0117 + 5,5 \cdot 0,076) \cdot 0,2 \cdot 35000 \cdot 2,65 = 8079,5 \text{ (Грн.)}$$

3. Основна заробітна плата (Z_0) виплачується виробничим робітникам за роботу, що виконується безпосередньо по відновленню виробів. Чисельність основних робочих дільниці представлена у табл.5.

Таблиця 5. Облікова чисельність основних робочих

N пп	Операція	Найменування спеціальності робітника	Розряд робітника та середній розряд робітників	Список ова чисельність
	Випре сування заклепок	Слюсар	III	1
	Перевірка на короблення	Слюсар	III	1
	Свердління	Токар	III	2

	отворів			
	Розклепування заклепок	Слюсар	III	2
	Перевірка на дисбаланс	Слюсар	III	1
РАЗОМ: за зміну :				7

Основні робітники, як правило, оплачуються за відрядно-преміальною системою. Фонд заробітної плати основних робітників:

$$Z_o = \sum_1^m C_r \cdot t_{\text{шк}} \cdot N, \quad (9)$$

Де Z_r – годинна тарифна ставка робочого певного розряду.

Розрахуємо фонд заробітної плати основних робітників:

$$Z_o = 38,3 \cdot 0,225 \cdot 35000 = 301612,5 \text{ (Грн.)}$$

За наслідками розрахунку складається таблиця 6.

Таблиця 6. Зведена відомість фонду оплати праці основних робітників.

Структура фонду оплати праці	Загальна сума, Грн.	У середньому чол., Грн.
1. Фонд заробітної плати	301612,5	43087,5
2. Премії з ФОП (40%)	120645	17235
3. Тарифний фонд	422257,5	60322,5
4. Доплати (10%)	42225,75	6032,25
5. Основна З/пл.	464483,25	66354,75

6. Додаткова З/пл. (14%)	6502 7,65	9289,67
7. Загальний фонд З/пл.	5295 10,9	75644,41
Єдиний соціальний податок (26%)	1376 72,83	19667,54
Середньомісячна зарплата за виконану роботу (34%)	5559 8,64	7942,66
Середньомісячна зарплата загалом (100%)	1635 25,42	23360,77

Складемо зведену відомість прямих витрат за відновлення веденого диска.

Таблиця 7. Зведена відомість прямих витрат за відновлення веденого диска зчеплення

Найменування статей	Витрати на річну програму випуску, Грн.	Витрати на 1 ведений диск, Грн.
1. Матеріальні витрати	1424500	40,7
2. Витрати електроенергію для технологічних цілей.	8079,5	0,47
3. Основна зарплата виробничих робітників	464483,25	13,27
4. Додаткова зарплатня виробничих робітників	65027,65	1,86
5. ЄСП	137672,83	3,93
РАЗОМ:	2108168,23	60,23

2.2.3 Номенклатура та розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання ($C_{\text{про}}$) включають витрати на утримання, поточний ремонт виробничого та підйомно-транспортного обладнання, цінних інструментів, цехового транспорту та робочих місць, знос та витрати на відновлення малоцінного та

швидкозношеного інструменту та ін. Розрахунок цих витрат ведуть наступним чином:

1. Амортизація за основними фондами, що у технологічному процесі:
 $A_{об.} = 46840,1$ Грн. Оскільки $K_{з.ср} = 0,34$, то амортизація становитиме: :
 $A_{об.} = 15925,6$ Грн.

2. Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт):

а) допоміжні матеріали (вартість мастильних, обтиральних матеріалів та інших матеріалів, необхідних для догляду за обладнанням та утриманням його в робочому стані). Приймаємо за даними підприємства 19,2 тис. грн. на рік.

б) основна та додаткова заробітна плата допоміжних робітників, які обслуговують обладнання та ЄСП.

До допоміжних робітників належать електрики, наладчики, контролери тощо.

Таблиця 8. Чисельність допоміжних робочих дільниць (Чв).

N	Найменування спеціальностей	Розроблений варіант	
		Тарифний розряд	Кількість
.	Електрик	IV	1
.	Наладчик	IV	2
.	Контролер	IV	1
Всього:			4

Допоміжні робітники оплачуються за погодинно-преміальною системою, основну частину заробітної плати складає погодинний фонд (Зпов), який розраховується за формулою

$$Z_{пов} = C_r \times R_{пов} \times F_e, (10)$$

де C_T – годинна тарифна ставка відповідного розряду, Грн.;

$R_{пов}$ - чисельність працюючих даного розряду.

Визначимо погодинний фонд допоміжних робітників з огляду на неповне завантаження робітників:

$$Z_{нов} = 43,82 \cdot 4 \cdot 1940 = 340043,2 \text{ (Грн.)}$$

За наслідками розрахунку складається табл.11.

Таблиця 11 Зведена відомість фонду оплати праці допоміжних робітників

Структура фонду оплати праці	Загальна сума, Грн.	У середньому на 1 чол. Грн.
1. Погодинний фонд	340043,2	85010,8
2. Премії з ФОП (40%)	136017,28	34004,32
3. Тарифний фонд	476060,48	119015,12
4. Доплати (10%)	47606,05	11901,52
5. Основна З/пл.	523666,53	130916,63
6. Додаткова З/пл. (14%)	73313,32	18328,33
7. Загальний фонд З/пл.	596979,85	149244,96
ЄСП (26%)	155214,76	38803,69
Середньомісячна заробітна плата	25762,6	6440,6

Середньомісячна плата перебуває з розрахунку завантаженості робітників, виходячи із кількості обладнання:

$$x = \frac{7 \cdot 100}{17} = 41,1\%$$

3. Електроенергія силова (C_{ec}).

Витрати на електроенергію беремо 15% від C_3^T :

$$Z_{ec} = \frac{8079,5 \cdot 15}{100} = 1211,9 \text{ Грн.}$$

4. Поточний ремонт устаткування.

Допустимо використовувати чинні на підприємстві норми витрати або взяти приблизно 7% від первісної вартості.

$$C_{РЕМ} = \frac{454825,7 \cdot 7}{100} = 31837,8 \text{ Грн.}$$

Так як обладнання використовується не повністю, а лише на 34%, то

$$C_{РЕМ} = \frac{31837,8 \cdot 34}{100} = 10824,8 \text{ Грн.}$$

5. Витрати на цеховий транспорт та внутрішньозаводське переміщення вантажів (витрати на утримання та експлуатацію транспортних засобів).

Приймаються 2% від основної з/плати основних робітників.

$$C_{ЦЕХ.ТР.} = 9289,66 \text{ (Грн.)}$$

Знос малоцінних та швидкозношувальних інструментів та пристроїв та витрати на їх відновлення.

Приймаємо 7% від їх первісної вартості:

$$C_{мбі} = 12\,452 \text{ Грн.}$$

7. Інші витрати.

$$A = 5981,5 \text{ Грн.}$$

3. Утримання будівель, споруд, інвентарю цеху:

а) витрати на електроенергію для освітлення (C_{eo})

$$3 \text{ eo} = \frac{W_{\text{осв}} \cdot T \cdot K_{\text{деж}} \cdot S_{\text{внц}}}{1000} \text{ Ц}_{\text{ео}}, \quad (11)$$

Де $W_{\text{осв}}$ - питома витрата електроенергії для освітлення (15 Вт/год на м^2);

T – тривалість освітлення за рік (для центральної смуги при роботі в 1 зміну -800 год).

$$C_{\text{ео}} = \frac{15 \cdot 800 \cdot 1,05 \cdot 21,68}{1000} \cdot 2,65 = 23 \, 890 \text{ Грн.}$$

б) витрати на воду для побутових потреб (Св.побут) у Грн.:

$$C_{\text{в.быт}} = \frac{g \cdot P \cdot D}{1000} \cdot \text{Ц}_{\text{ВП}} + \frac{g \cdot P \cdot D}{1000} \cdot \text{Ц}_{\text{ВГ}}, \quad (12)$$

де: g - норма витрати води за зміну,

D – кількість робочих днів на рік,

P – загальна кількість працюючих у цеху,

$\text{Ц}_{\text{ВП}}$, $\text{Ц}_{\text{ВГ}}$ – ціна питної та гарячої

$$C_{\text{в.быт}} = \frac{25 \cdot 14 \cdot 250}{1000} \cdot 18,85 + \frac{40 \cdot 14 \cdot 250}{1000} \cdot 22,6 = 4813,3 \text{ (Грн.)}$$

в) витрати на пар для опалення (Спар):

$$C_{\text{пар}} = \frac{H_{\text{п}} \cdot F_{\text{оо}} \cdot V_{\text{вв}}}{1000 \cdot i} \cdot \text{Ц}_{\text{пар}}, \quad (13)$$

де: $H_{\text{п}}$ - Питома витрата тепла в ккал / год на куб. м будівлі,

F від – кількість годин опалювального сезону,

V ст. - Внутрішній об'єм будівлі,

i – теплота випаровування,

Ц пар . - ціна 1т пари.

$$C_{\text{ПАР}} = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 65,05}{1000 \cdot 540} \cdot 810 = 6322,86 \text{ Грн.}$$

4. Поточний ремонт будівель, споруд, інвентарю (1% вартості):

$$З \text{ рем} = \frac{160620,9 \cdot 1}{100} = 1606,2 \text{ Грн.}$$

5. Випробування, дослід, дослідження, раціоналізаторство (2300 Грн. / Чол.):

$$З \text{ вик.} = 2300 \cdot 14 = 32200 \text{ Грн.}$$

6. Витрати з охорони праці (1600Грн. / Чол.):

$$З \text{ охр.} = 1600 \cdot 14 = 22400 \text{ Грн.}$$

7. Канцелярські витрати (150 Грн. / Чол. на місяць):

$$З \text{ кан} = 150 \cdot 2 \cdot 12 = 3600 \text{ Грн.}$$

8. Витрати якості продукції: (приймаємо – 13% від Зосн. производ. робочих)

$$З \text{ кач} = \frac{464483,25 \cdot 13}{100} = \text{ . Грн.}$$

Інші витрати приймаємо 5% від суми перерахованих вище статей.

Результати всіх розрахунків зводяться до таблиці 12. Таблиця 12.

Кошторис загальноцехових витрат

Найменування статей	Сума, Грн.	% до загального результату
зміст апарату управління та іншого персоналу з ЄСП;	412498,7	68,48
амортизація будівель, споруд, інвентарю;	5981,5	0,99
утримання будівель, споруд та інвентарю;	35026,16	5,81
поточний ремонт будівель, споруд, інвентарю;	1606,2	0,27
випробування, дослід, дослідження;	32200	5,34
охорона праці;	22400	3,72
канцелярські витрати;	3600	0,6
витрати на якість;	60382,82	10,02
інші витрати.	28684,77	4,76
РАЗОМ:	602380,15	100

2.3 Калькуляція собівартості відновлення веденого диска зчеплення

Калькуляцією собівартості називається розрахунок витрат на виготовлення одиниці продукції.

Розрахунок калькуляції себе і міст і наведено в табл.13 і табл.14

Таблиця 13. Калькуляція собівартості відновлення веденого диска зчеплення

Найменування статей витрат	Витрати програму, крб.	Витрати на 1 прим., Грн.	Структура витрат у % до результату
Прямі витрати:			
основні матеріали;	1424500	40,7	
витрати на енергію для технологічних цілей;	8079,5	0,23	
основна та додаткова з/пл			

основних робітників; ЄСП; Амортизація за основними фондами	529510,9 137672,83 15925,6	15,13 3,93 0,45	
Собівартість за прямими витратами	2115688,83	60,45	
Непрямі витрати: витрати на утримання та експлуатацію обладнання; загальноцехові витрати	376797,9 602380,15	10,76 17,21	
Цехова собівартість	3094866,88	88,42	100
Загальногосподарські витрати (250% від З.О.);	1161208,12	33,17	—
Позавиробничі витрати (3% від цех. собівартість.)	92846	2,65	—
Повна собівартість	4348921	124,25	—
Прибуток (15%)	65233,15	1,86	—
Оптова ціна	4414154,15	126,12	—
ПДВ (18%)	794547,75	22,7	—
Оптова ціна з ПДВ	5208701,9	148,82	—

Економічний аналіз та розрахунок економічної ефективності

Слід врахувати, що залишкова вартість веденого диска зчеплення становить 98 Грн., і якщо до неї додати вартість відновлення, то отримаємо вартість відновленої деталі:

$$\text{Ц ось} = 98 + 148,82 = 246,82 \text{ Грн.}$$

Це набагато дешевше, ніж купувати нові деталі.

Т. о.

$$E_{\text{ц один}} = 490 - 246,82 = 243,18 \text{ Грн. - На одиницю виробу}$$

$$E_{\text{ц прогр}} \cdot 35000 = 8511,3 \text{ тис. Грн. - на 35000 прим.}$$

Таблиця 14. Техніко-економічні показники відновлення веденого диска зчеплення

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення показників
-------------------------	----------------	---------------------

1. Річний випуск відновлених деталей: -В натуральному вираженні, -у вартісному (за собівартістю)	шт. тис. Грн.	35000 5208,7
2. Загальна вартість основних виробничих фондів ділянки, -У тому числі технологічного обладнання.	тис. Грн. тис. Грн.	76,78 21,2
3. Загальна внутрішня площа ділянки, -в тому числі виробнича	м ² м ²	8,6 6,6
4. Загальна чисельність працюючих, -в тому числі основних робітників	чол. чол.	14 7
5. Випуск продукції на одного працюючого (продуктивність праці): -у натуральному вираженні -У вартісному вираженні (за собівартістю)	шт./чол тис. Грн./чол	2500 372,05
6. Випуск продукції на одного основного робітника : -у натуральному вираженні -У вартісному вираженні (за собівартістю)	шт./чол. тис. Грн. / Чол.	20000 2500,1
7. Фондовооруженість -в тому числі з технологічного обладнання	тис. Грн. / Чол. тис. Грн. / Чол.	8,53 2,36
8. Фондомісткість -в тому числі з технологічного обладнання	Грн. / (Грн. / Рік) Грн. / (Грн. / Рік)	2,9 0,79
9. Фондовіддача -в тому числі з технологічного обладнання	Грн. / (Грн. / Рік) Грн. / (Грн. / Рік)	97,68 353,80
10. Трудомісткість відновлення одиниці виробів	хв	13,5
11. Собівартість відновлення: -однієї деталі	Грн.	148,82
12. Вартість зношеної деталі - зношена	Грн.	98
13. Економія за вартістю: - На одиницю вид. - на річну програму випуску	Грн. тис. Грн.	243,18 8511,3

ДОДАТКИ