

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу відновлення робочих поверхонь  
гільз циліндрів дизельних двигунів

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАС-41  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Кубах В.Н. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гупка А.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Тесля В.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Ярема І.Т.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Кубаху Вітлію-Назарію Васильовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу відновлення робочих поверхонь гільз циліндрів дизельних двигунів

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

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2023 року № 4/7-73

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2022

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес відновлення гільз циліндрів

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Дефектація гільзи – 1 лист А1

Деталювання - 1 лист А1

Технологічна карта відновлення - 1 лист А1

Притискаючий механізм - 1 лист А1

Пристосування для хонінгування та розточування гільзи циліндру двигуна ЯМЗ-236 - 2 листа А1

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 24 січня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	11.03.2023	
2	Технологічний розділ	25.03.2023	
3	Конструкторський розділ	14.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	15.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	23.05.2023	
6	Захист бакалаврської роботи	23.06.2023	

Студент

---

  
(підпис)

Кубах В-Н. В.

---

  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

---

  
(підпис)

Гупка А.Б.

---

  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Гільзи циліндрів є одними з найважливіших компонентів двигунів внутрішнього згоряння. Вони забезпечують герметичність, знижують тертя та допомагають досягти оптимального спалювання палива. Однак, у процесі експлуатації гільзи можуть піддаватися зносу, корозії та іншим пошкодженням, що негативно впливає на ефективність роботи двигуна. Тому відновлення гільз циліндрів є важливою задачею, яка може продовжити їхню тривалу службу. Методи відновлення гільз циліндрів:

**Хонінгування:** Цей метод полягає в обробці внутрішньої поверхні гільзи за допомогою абразивних каменів або дорогих алмазних інструментів. Хонінгування дозволяє поліпшити гладкість поверхні гільзи, відновити її геометричні параметри та забезпечити оптимальну роботу двигуна.

**Вилізування:** Цей метод використовується для видалення мікротріщин, пошкоджень та нерівностей на поверхні гільзи. В процесі вилізування на гільзу наносяться розчини, які проникають у пошкоджені ділянки та допомагають відновити їхню структуру.

**Поверхнева обробка:** Цей метод включає в себе застосування різних технологій, таких як напилення, гальванічне покриття або плазмове напилення, для відновлення поверхневих шарів гільзи. Це дозволяє покращити міцність, зносостійкість та тривалість служби гільзи.

	5
<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ЗМІСТ</b>	5
<b>ВСТУП</b>	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	8
1.1. Загальна характеристика підприємства для технічного обслуговування та ремонту автомобілів	8
1.2. Загальна характеристика умов експлуатації деталей циліндро-поршневої групи дизельних двигунів	9
1.3 Конструктивно-технологічні особливості гільз циліндрів двигуна	12
1.4. Аналіз причин зношування робочих поверхонь гільз циліндрів та їх вплив на режими експлуатації автомобіля	14
1.5 Характер впливу основних видів зношування гільз циліндрів на технічний стан двигуна автомобіля в цілому	17
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	18
2.1 Детальне обґрунтування та основні етапи розробки технологічного процесу гільз циліндрів	18
2.2 Сучасні способи по відновленню робочої поверхні гільзи циліндра	21
2.3 Обґрунтування та вибір оптимального способу відновлення гільз циліндрів	22
2.4 Вибір основного технологічного обладнання, оснащення, робочого та вимірювального інструментів та відповідних матеріалів	23
2.5 Порядок розрахунку та етапи вибору основних елементів режиму запропонованого вдосконаленого технологічного процесу відновлення зношених поверхонь гільз циліндрів	25
<b>3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	38
3.1. Обґрунтування вибору і призначення конструкції	38
3.2. Розробка принципової схеми, описання будови, принципу дії та порядку роботи пристосування	38
3.3 Основні розрахунки проектуємої конструкції	40

3.3.1. Розрахунок затискаючої частини пристосування	40
3.3.2. Розрахунок мембрани пневмокамери.	41
3.3.3. Розрахунок штока пневмокамери	42
3.3.4. Розрахунок притискаючих лап прижимів	43
3.3.5. Розрахунок болтів кріплення пневмокамери	45
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	47
4.1 Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці	47
4.2 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічні, вентиляція, освітлення, мікроклімат	47
4.3 Заходи протипожежної профілактики	52
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	54
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	55
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Відновлення гільз циліндрів дизельних двигунів є важливим аспектом підтримки оптимального функціонування та продовження терміну служби цих двигунів. Гільзи циліндрів виконують ключову роль у створенні оптимального тиску та теплових умов для згоряння палива, забезпечуючи ефективну роботу двигуна.

У зв'язку зі зношенням та пошкодженням, які виникають з часом, відновлення гільз циліндрів стає необхідним кроком для відновлення їхньої функціональності та забезпечення оптимальної продуктивності двигуна. Враховуючи значення цих деталей для працездатності двигуна, процес відновлення гільз циліндрів вимагає високої технічної компетентності та використання передових технологій. Ця робота присвячена вивченню методів та процесів відновлення гільз циліндрів дизельних двигунів.

Метою дослідження є аналіз різних підходів до відновлення гільз, визначення їхньої ефективності та впливу на продуктивність двигуна. Робота також спрямована на розробку оптимальних методик відновлення гільз, які можуть бути використані в промислових умовах. У рамках дослідження будуть враховані різні фактори, такі як матеріали, технології обробки, методи діагностики та контролю якості відновлених гільз. Подальше застосування цих методик дозволить підвищити надійність та ефективність роботи дизельних двигунів, зменшити витрати на їх обслуговування та збільшити термін їхньої працездатності.

## 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1. Загальна характеристика підприємства для технічного обслуговування та ремонту автомобілів

Для виконання етапів по технічному обслуговуванню і поточному ремонту автомобілів служать відповідні станції технічного обслуговування (СТО) автомобілів. По характеру використання СТО поділяється на універсальні та на СТО, на яких виконується комплекс робіт для автомобілів різноманітних моделей та марок.

До перелік робіт, які проводяться на СТО, входять:

- комп'ютерне діагностування параметрів механізму розвал-сходження автомобіля;
- діагностування, ремонт та заправлення автомобільних кондиціонерів;
- широкий обсяг робіт по технічному обслуговуванню автомобіля;
- комплексний ремонт двигунів автомобілів: розточування блоків циліндрів, шліфування валів;
- шино монтаж та балансування коліс автомобіля;
- чищення інжекторів за допомогою ультразвуку та хімічних препаратів;
- комп'ютерне діагностування системи вприскування палива;
- капітальний ремонт кузовів автомобілів;
- комплексний підбір необхідних фарбувальних матеріалів, мийка та фарбування автомобілів;
- встановлення авто сигналізації, центральних замків, тонування скла, антикорозійна обробка кузовів, встановлення при необхідності газового обладнання.



## 1.2. Загальна характеристика умов експлуатації деталей циліндро-поршневої групи дизельних двигунів

На рисунку 1.1. показано загальний вигляд двигуна, який використовується на вантажних автомобілях та на сільськогосподарських машинах, дорожно-будівельної техніки в якості силового агрегату.

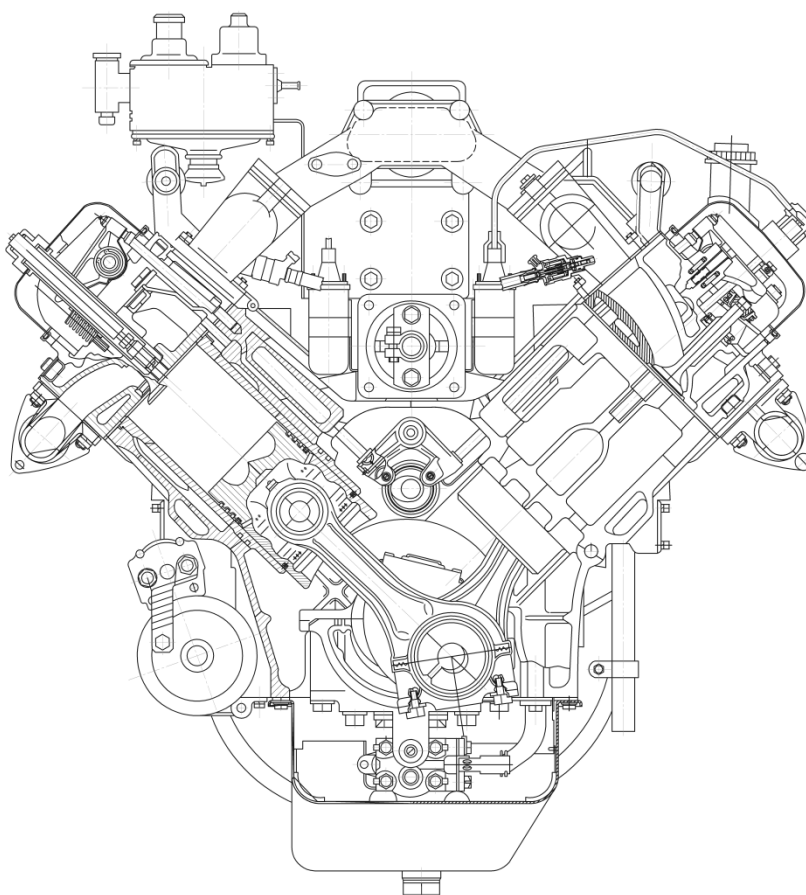


Рисунок 1.1 Загальний вигляд двигуна

В таблиці 1.1 приведено основні параметри, які характеризують двигун. Найбільш відповідальним робочим вузлом любого автомобіля є циліндро-поршнева група. У кривошипно-шатунному механізмі розрізняють дві групи деталей - рухомі та нерухомі. До складу нерухомих елементів відносяться: гільзи циліндрів та сам циліндр, головки циліндрів, марсельний картер із комплектом підшипників колінчастого валу, елементи з'єднання. До числа рухомих елементів відноситься: комплект поршень та поршневі кільця,

шатуни з підшипниками, з'єднання колінчатий вал – маховик.

Процес згоряння паливної суміші відбувається в камері згоряння, яка являє собою замкнутий об'єм, куди входять циліндр у парі з поршнем та головка циліндра. Внутрішня робоча поверхня стінок гільзи циліндра являє собою направляючу для руху поршня.

Враховуючи технічні вимоги до виготовлення та режими експлуатації, гільзи циліндрів, як правило виготовляють з високоякісних легованих чавунів для забезпечення високої зносостійкості робочих поверхонь.

При робочому двигуні, в процесі згоряння паливної суміші, утворюється великий зовнішній тиск, який діє на верхню поверхню поршня, що призводить до його переміщення в напрямку збільшення об'єму камери згоряння. В результаті хімічна енергія, внаслідок спалаху робочої суміші, перетворюється в механічну енергію. Дана механічна енергія забезпечує подолання сил опору, які виникають на колінчастому валу, внаслідок сумарних опорів переміщення автомобіля та руху його основних робочих органів.

За допомогою шатуна, який у верхній частині шарнірно з'єднаний з поршнем поршневим пальцем, а у нижній частині – із шатунною шийкою колінчастого вала передається зусилля від поршня до колінчастого вала. Швидкість переміщення поршня при цьому може сягати 15м/с. Для руху поршня характерні так звані верхня мертва точка (ВМТ) та нижня мертва точка (НМТ). Такт впуску палива відбувається при відчиненому впускному клапані та при русі поршня від ВМТ до НМТ, при цьому об'єм над поршнем заповнюється свіжим зарядом. Даний процес характеризується наступними параметрами: робочий тиск в циліндрі 0,07...0,09 МПа, температура робочої суміші 70...100 °С.

Такт тиску (заряд стискається) відбувається зменшення об'єму над поршнем при поверненні поршня коли закриті обидва клапани. Внаслідок цього тиск значно підвищується і досягає значення 0,7...1,2 МПа, при

температурі в межах 300...400°C.

При наближенні поршня до ВМТ, в результаті спалаху робочої суміші, суттєво збільшується робочий тиск – 3,5...4,5 МПа а температура відпрацьованих газів – 2500...2700°C. Після цього поршень переміщається у зворотньому напрямку до НМТ, при цьому механічна робота, внаслідок розширення горючих газів (при закритих клапанах), передається на колінчастий вал – здійснюється робочий хід. Період закінчення процесу розширення газів характеризується зменшенням питомого тиску до 0,3...0,4 МПа, а температура відповідно до 1000...1200°C. Перелічені технічні параметри та режими експлуатації двигуна зумовлюють забезпечення високих вимог до деталей кривошипно-шатунного механізму.

Необхідно проаналізувати вплив основних факторів, які зумовлюють відповідну зносостійкість основних робочих вузлів (деталей) двигуна.

Різьбові з'єднання. Одним із факторів, які впливають на процеси зношення різьбових з'єднань є вібрація, яка виникає під час руху автомобіля. Це один з факторів, який практично неможливо уникнути. Крім цього негативно на різьбові з'єднання впливають різні види деформації, які виникають від дії крутного моменту. Внаслідок пластичної деформації та втоми матеріалу, зношуються різьбові поверхні деталей.

Підшипникові вузли. Підшипникові вузли відносяться до механізмів, які працюють в надривних умовах, сприймаючи при цьому різні види навантажень, вплив абразиву. До важко навантажених пар тертя двигуна автомобіля відноситься кривошипно-шатунний механізм. Перелічені фактори регламентують період працездатності кривошипно-шатунного механізму, який зумовлений граничним зношенням робочих поверхонь тертя, перекосом осей.

### 1.3 Конструктивно-технологічні особливості гільз цилиндрів двигуна

На рисунку 1.2 приведено загальний вигляд гільзи цилиндра двигуна .

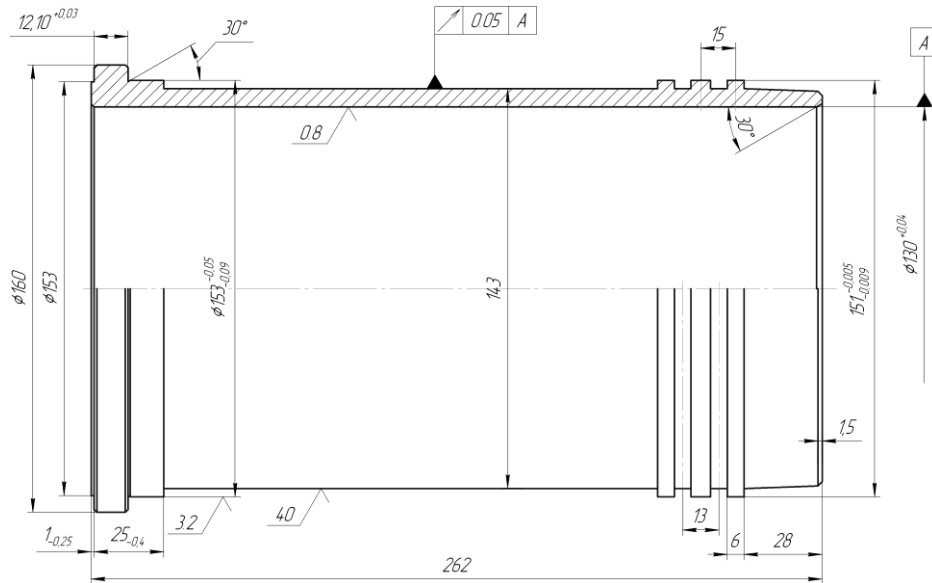


Рисунок 1.2 Загальний вигляд гільзи цилиндра двигуна

Для двигунів внутрішнього згоряння використовують, як правило, тонкостінні гільзи цилиндрів, які являють собою порожнисті циліндри з ідеально обробленою внутрішньою робочою поверхнею, так званим дзеркалом цилиндра.

Поділ гільз цилиндрів на мокрі і сухі залежить від способу їх встановлення в блок-картері. Мокрі гільзи – гільзи, які омиваються зовні відповідною охолоджуючою рідиною. Сухі гільзи – не омиваються охолоджуючою рідиною і які встановлюють сухими в циліндри блок-картера, які попередньо були розточені.

На практиці, як правило використовують мокрі гільзи, які краще забезпечують тепловіддачу охолоджуючій рідині. Для чавунних мокрих гільз товщина стінок знаходиться в межах 4...8мм, а для сухих гільз – 2...4мм. За

допомогою спеціального буртика, який знаходиться у верхній частині гільзи, вона входить в кільцеву виточку блока.

Для входження гільзи в центральні отвори блока картера, на її зовнішній циліндричній поверхні розміщені відповідно верхні та нижні посадочні пояски. Як правило, діаметр верхнього направляючого пояска, у порівнянні із діаметром нижнього пояска дещо більший. Ходову посадку, тобто посадку з невеликим зазором, використовують для можливості вільного видовження гільзи внаслідок високого нагріву при її встановленні. Дану посадку забезпечують при виготовленні нижнього пояска. Охолоджуюча рідина циркулює між поверхнями гільзи циліндра та стінками блока-картера, утворюючи так звану водяну сорочку. Для запобігання можливого просочування охолоджуючої рідини використовують ущільнююче гумове кільце у нижній частині гільзи циліндра, а у верхній частині використовують спеціальний буртик із прокладкою.

Так звані сухі гільзи, як правило виготовляють із високоякісного хромонікелевого чавуну. Внутрішню робочу поверхню гільзи циліндра обробляють спеціальними фінішними методами обробки із забезпеченням високих параметрів точності та якості. Основну увагу приділяють параметрам форми поверхні – циліндричність, круглість, перпендикулярність осі симетрії торцевим поверхням, радіальне та торцеве биття. Як правило, такі гільзи встановлюють на всю довжину циліндра. При цьому блок-картери із сухими гільзами характеризуються підвищеною жорсткістю. Мокрі гільзи використовують у форсованих двигунах, за рахунок кращого тепловідведення. Мокрі гільзи використовують в дизельних двигунах серії СМД, ЯМЗ, в автомобільних карбюраторних двигунах ЗМЗ-24, ЗІЛ-130. Для двигунів внутрішнього згоряння використовують гільзи циліндрів, виготовлених з високолегованих чавунів, які забезпечують високу зносостійкість робочих поверхонь гільз.

Для більшості дизельних двигунів гільзи циліндрів виготовляють із сірого чавуну СЧ21, легованих чавунів із подальшим гартуванням

внутрішньої робочої поверхні струмами високої частоти для забезпечення твердості в межах НВ 363...444. Для двигунів автомобілів ЗІЛ-130, ГАЗ-53, гільзи циліндрів виготовляють із сірого чавуну СЧ18. Для забезпечення високої зносостійкості робочої поверхні гільзи, у її верхній частині, на довжині 50мм запресовані зносостійкі вставки, які виготовлені із спеціального легованого чавуну аустенітного класу. Як правило, твердість такої чавунної вставки знаходиться в межах НВ 155...190. Як показує практика експлуатації двигуна із використанням такої вставки, спрацювання верхньої частини гільзи знижується в 2...4 рази, при цьому моторесурс збільшується до 200000 км.

При роботі двигуна на гільзу циліндрів, від дії сил газів, впливають напруження розтягування  $300...350 \text{ кгс/см}^2$ , при цьому найбільші напруження виникають біля верхнього опорного буртика і складають  $500...550 \text{ кгс/см}^2$ . Сумарний запас міцності гільзи циліндра, для її надійної експлуатації, повинна становити не менше 3.

Вимоги по параметрах точності та якості робочих поверхонь гільз циліндрів: параметр якості поверхні – 9 клас чистоти; овальність та конусність робочої поверхні в межах 0,02...0,03мм, різностінність гільзи в районах поясків в межах 0,03...0,05мм, параметр шорсткості дзеркала циліндра, по параметру Ra - Ra 0,40 мкм. Крім цього, якість виготовлених гільз циліндрів перевіряють на просочування водою на спеціальному гідравлічному стенді під дією робочого тиску  $4 \text{ кг/см}^2$  протягом 2хв.

#### **1.4. Аналіз причин зношування робочих поверхонь гільз циліндрів та їх вплив на режими експлуатації автомобіля**

Внаслідок тертя поршневих кілець по поверхні гільзи, важких умов мащення, попадання в робочу зону абразиву та продуктів зношування, робочі поверхні інтенсивно зношуються (по внутрішньому діаметру). На даний процес впливає також корозія контактуючих матеріалів.

Найбільш різке підвищення температури, в зоні тертя та тиску газів, відбувається в момент спалаху паливної суміші в циліндрі, при цьому поршень переміщується в низ (НМТ), тобто в сторону збільшення об'єму. Питомий тиск поршневих кілець на робочу поверхню циліндра підвищується через проникнення газів за поршневі кільця і притискання поршневого кільця до дзеркала циліндра. При цьому відбувається значне збільшення сили тертя при роботі двигуна, погіршення умов мащення, що призводить до появи граничного тертя. Сприяє появі граничного тертя між поршневим кільцем і гільзою циліндра також нещільне прилягання поршневого кільця до робочої поверхні циліндра. При граничному терті поява просвіту між поверхнями поршневого кільця та гільзи призводить до здуття масляної плівки робочими газами.

Найбільш висока інтенсивність зношування робочої поверхні гільзи циліндра спостерігається біля камери стискання, в місцях де найвищі температури та тиски за рахунок реверсивного руху поршня. Умови роботи даного вузла значно погіршується за рахунок вібрації деталей та вузла в цілому, ударного характеру взаємодії, інтенсивного зношування робочих поверхонь поршня, поршневих кілець, стінок гільзи циліндра. В зонах ВМТ і НМТ найбільш інтенсивне руйнування масляної плівки. В середній частині гільзи циліндра режим роботи значно кращий. В даній зоні швидкість переміщення поршня максимальна, максимальна при цьому і несуча здатність масляної плівки, а це в свою чергу забезпечує режим напіврідинного тертя.

На зону розповсюдження напівсухого тертя впливають оберти двигуна, при малих обертах ця зона більша, чим при високих обертах. Оптимальний режим гідродинамічного мащення у циліндро-поршневій групі двигунів внутрішнього згоряння не спостерігається навіть при максимальній швидкості ковзання поршня. Суттєве підвищення тиску та температури на поршневі кільця та робочі поверхні гільзи, приводять до появи сухого тертя. В загальній теорії тертя та зношування при аналізі важко навантажених пар

тертя, в даному випадку циліндро-поршневої групи, виділяють наступні механізми поверхневого руйнування: молекулярне схоплювання, втомне руйнування, абразивне зношування.

Інтенсивність того чи іншого механізму руйнування залежить від силових параметрів навантаження, температури в зоні контакту, режиму мащення, фізико-механічних властивостей матеріалів деталей та трансформованих поверхневих шарів, так званих вторинних структур. Одним із характерних видів зношування деталей циліндро-поршневої групи є абразивне зношування. Поява даного виду зношування зумовлена попаданням в зону тертя абразивних частинок та продуктів зносу. Попадають дані частинки разом із повітрям або паливом, і в першу чергу зношують верхню частину циліндра, перше компресійне кільце та його канавку. Попадання абразиву з початку в циліндр а потім в картерне масло, як правило не суттєво впливає на інтенсивність зношування підшипників колінчастого валу. Якщо ж аналогічний абразив попадає в картер двигуна, спостерігається інтенсивне зношування середньої частини гільзи циліндра, маслоземних кілець, підшипників колінчастого валу. Крім цього на інтенсивність зношування даних деталей впливає хімічна дія продуктів згоряння, які містять сірку та ванадій.

Поява втомно-корозійних явищ зумовлена агресивною дією середовища, а це в свою чергу призводить до послаблення зв'язків поверхневих шарів металу, його викришуванню, що зумовлює в подальшому концентрацію абразивних частинок в зоні тертя. Відмічено і негативний вплив сірки, яка знаходиться в мастилi появою нагароутворення на головках та канавках поршнів і підвищує концентрацію абразиву в мастилi, погіршує процес теплообміну. Маючи високу твердість абразивні частинки, які попали в зону тертя інтенсифікують процес зношування за рахунок механічного різання та мікроконтактного схоплювання.

В основному гільзи циліндрів зношуються по твірній та діаметру, і як правило нерівномірно. Ця нерівномірність зношування зумовлена впливом



різноманітних факторів та можливістю одночасного співіснування різних видів зношування, різкими перепадами температури, зміною товщини масляної плівки, забрудненістю мастила та інші.

### **1.5 Характер впливу основних видів зношування гільз циліндрів на технічний стан двигуна автомобіля в цілому**

При експлуатації автомобільних двигунів внутрішнього згорання протікають процеси зношування робочих поверхонь гільз циліндрів, як по внутрішньому діаметру так і по висоті. Зношуються також і поршневі кільця. Інтенсивність зношування гільз циліндрів та поршневих кілець визначають по характеру збільшення зазору в замку (для гільз циліндрів – в перерізі по висоті, для поршневих кілець – в неспрацьованій частині циліндра). Тривала експлуатація двигуна, навіть при оптимальних режимах, призводить до значного збільшення зазору в поршневих кільцях, а це в свою чергу зменшує компресію в двигуні, зменшує потужність двигуна, збільшує витрати паливно-мастильних матеріалів. З метою уникнення аварійних поломок двигуна та його основних вузлів необхідно регулярно проводити технічне обслуговування та відповідний ремонт деталей циліндро-поршневої групи.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Детальне обґрунтування та основні етапи розробки технологічного процесу гільз циліндрів

Основним завданням технологічного процесу defeкації деталі являються, як оцінка її технічного стану, так і придатність до наступної експлуатації. Розрізняють в основному два типи параметрів для оцінювання характеру дефектів, тобто їх технічного стану: допустимий критерій, який дозволяє подальше використання деталі із забезпеченням необхідного ресурсу на період до наступного ремонту, та граничний критерій, який не уможливорює подальше використання даної деталі. Такі деталі, або підлягають ремонту, якщо це технологічно можливо та економічно вигідно, або вибраковують.

В залежності від технічного стану деталі, для її defeкації використовують різні способи: оглядовий спосіб – призначається для візуального визначення загального стану деталі; з використанням вимірних інструментів – для визначення геометричних параметрів дефектів; з використанням спеціальних пристосіблень та вимірювальних приладів – для загальної оцінки технологічних, фізико-механічних властивостей матеріалу деталі; спеціальні пристосіблення (пневматичні, гідравлічні) – для визначення термічних та механічних тріщин, нещільностей; спеціальних дефектоскопів – для виявлення скритих дефектів.

Перед defeкацією поверхня деталі повинна бути очищена, знежирена та якісно вимита. Процес defeкації виконується на спеціальних робочих місцях робітниками високої кваліфікації.

На рисунку 2.1 показано загальний вигляд дефектів гільзи циліндра двигуна . В таблиці 2.1 приведені дані по значеннях даних дефектів та характеристики засобів їх контролю.

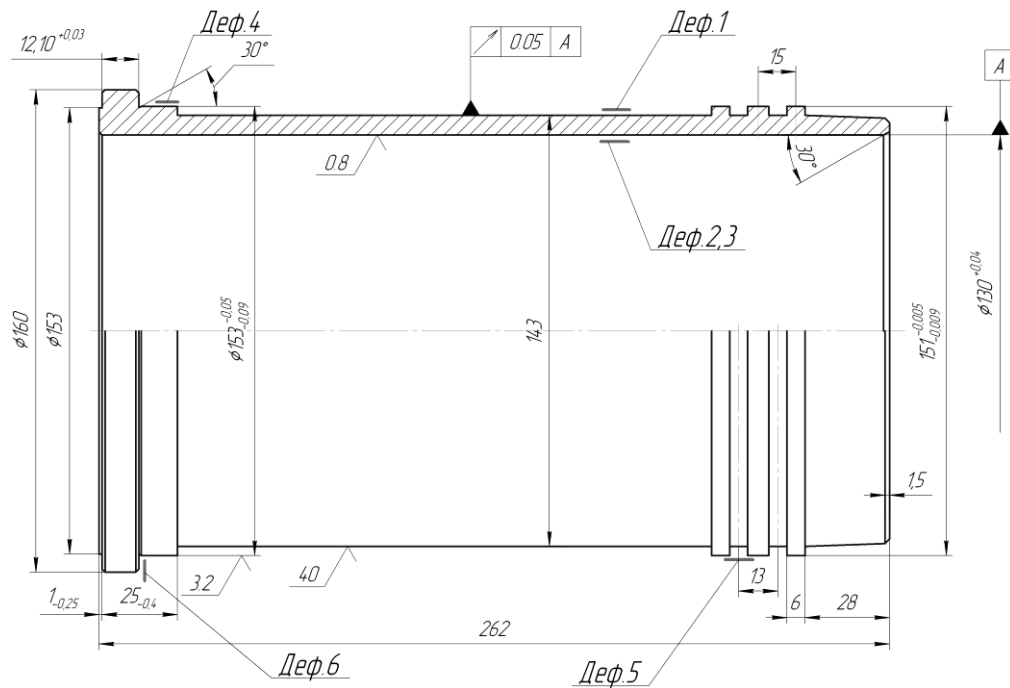


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд дефектів гільзи циліндра двигуна .

Таблиця 2.1 – Дані по значеннях даних дефектів та характеристики засобів їх контролю

Контрольовані дефекти		Розміри дефектів, мм		Методи контролю		Висновок
№ дефекту	Назва дефекту	заданий	граничний	назва	Параметри контролю	
1	2	3	4	5	6	7
–	Тріщина, злом	граничний		Характер дефектоскоп	– ПМД–70	Вибраковувати
1	Кавітація	Наскрізні раковини не допускаються		Огляд	–	Підлягає ремонту
2	Риска, корозія	граничний		Огляд	–	Ремонт гільзи
3	Зношування, некруглість конусність	130 <sup>+0,04</sup>	130,04	Нутромір	100–160 СТАНДАРТ 9244–75 8144– 13004Д 8144– 13074Д ОСТ 70.0001.024– 80	Ремонт гільзи
		Ремонтний розмір				
		130,70 <sup>+0,04</sup>	130,74			
		Внутрішня поверхня. Параметри овальності та конусність				
		0,02	0,03			
		Поясків гільзи				
		0,06	0,08			

1	2	3	4	5	6	7
4	Зношування верхній посадковий пояс	$153_{-0,090}^{-0,050}$ Параметри овальності та конусності: 0,02	152,80 0,04	Мікрометр	МК 175-2 СТАНДАРТ 6507–78	Підлягає ремонту
5	Зношування нижній посадковий пояс	$151_{-0,009}^{-0,005}$	150,80	Мікрометр	МК 175-2 СТАНДАРТ 6507–78	Підлягає ремонту
6	Зношування опорний борт	Розміри бортика: $12,10^{+0,03}$ Розмір для ремонту $11,70^{+0,03}$	12,00 11,60	Мікрометр	МК 25-2 СТАНДАРТ 6507–78	Підлягає ремонту

В основі розробки технологічного процесу відновлення деталі лежать загальний перелік та аналіз виявлених дефектів на робочій поверхні гільзи циліндра. На першому етапі визначають величину та характер спрацювання робочої (внутрішньої) гільзи циліндра при досягненні граничного діаметра – 130, 16мм. На другому етапі визначають аналогічно величину та характер спрацювання поверхні гільзи циліндра при граничному діаметрі 130,16мм із врахуванням одночасного зношення посадочних поясів. На третьому етапі визначають зношення робочої поверхні гільзи циліндра при досягненні діаметра більше 130,16мм, враховуючи зношення поверхні опорного буртика по висоті до розміру 12мм та одночасного зношення посадочних поясів. На четвертому етапі – аналогічно із врахуванням кавітаційного характеру зношення робочих поверхонь.

Аналіз даних по експлуатації двигунів автомобілів, а саме циліндро-поршневої групи свідчить, що найбільш часто виникають вищезгадані дефекти на робочій поверхні гільзи циліндра які характерні для третього маршруту, для якого розроблявся технологічний процес відновлення гільзи циліндра.

## 2.2 Сучасні способи по відновленню робочої поверхні гільзи циліндра

На сучасних підприємствах по ремонту автомобілів використовують передові способи по відновленню зношених внутрішніх робочих поверхонь гільз циліндрів. На вибір того чи іншого способу впливають: інтенсивність зношення та величина зносу поверхонь тертя; технологічні можливості ремонтного автопідприємства; кількість деталей конкретних вузлів та агрегатів автомобіля, які проходять ремонт за заданий період часу.

В структуру технологічного процесу відновлення деталей циліндро-поршневої групи входять: механічна обробка зношеної робочої поверхні гільзи циліндра під заданий ремонтний розмір; процес відновлення робочої поверхні гільзи при нанесенні спеціального наплавочного матеріалу; термічна та хіміко-термічна обробка з метою зміни основних геометричних параметрів поверхні гільзи.

До найбільш простіших технологій обробки та відносно дешевих відноситься спосіб по відновленню зношених робочих поверхонь гільз циліндрів за допомогою механічної обробки під заданий ремонтний розмір. Однак даний метод має ряд недоліків: з використанням механічної обробки доволі обмежена загальна кількість відновлення; постійна потреба деталей із відповідним ремонтним розміром.

Одним із способів по відновленню зношених робочих поверхонь гільз циліндрів є процес гільзування, який полягає у тому що в розточену поверхню гільзи циліндра запресовують спеціальну чавунну вставку із забезпеченням високої точності підгонки розмірів чавунної вставки відносно розмірів гільзи циліндра. Призначення такої чавунної вставки – підвищення зносостійкості циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля в цілому.

Крім цього в деяких випадках використовують набагато складніші по технологічному виконанні та високовартісні способи відновлення внутрішніх робочих поверхонь гільзи. До таких способів відносяться: наплавлення

металевої стрічки на внутрішню поверхню гільзи; хромування робочих поверхонь гільзи.

### **2.3 Обґрунтування та вибір оптимального способу відновлення гільз циліндрів**

Аналіз існуючих способів відновлення працездатності гільз циліндрів показав, що найбільш доцільним є спосіб механічної обробки під ремонтний розмір. Але його недоліком також є і те, що після механічної обробки ресурс гільз зменшується на 10...15% внаслідок структурних перетворень в матеріалі деталі. Отже є необхідність додатково зміцнювати внутрішню циліндричну поверхню гільзи для досягнення високих триботехнічних показників.

До основних особливостей технологій КПЕ можна віднести:

- висока концентрація енергії, що вводиться в зону впливу;
- локальність і прецизійність обробки;
- специфіка впливу потоку енергії на розвиток фізичних та фізико-хімічних процесів у поверхневих шарах;
- ефективне використання енергії при суттєво менших її сумарних витратах;
- можливість скорочення тривалості обробки та суміщення окремих видів обробки;
- практична відсутність інструменту, а отже і його зносу, а також механічного контакту з деталлю, яка обробляється, що забезпечує мобільність в керуванні та можливість широкого регулювання режимів обробки у поєднанні з простим позиційним розміщенням деталі;
- можливість використання в таких прогресивних видах сучасного обладнання, як оброблювані центри, роторні лінії, робототехнічні комплекси, гнучкі і автоматизовані системи.

При формуванні зносостійких покриттів КПЕ взаємодія матеріалів основи і покриття відбувається в три послідовні взаємозв'язані стадії:

- поверхневі процеси – термохімічні реакції, міжмолекулярна взаємодія, поверхнева дифузія, міграція домішків та інші;
- об'ємні процеси – тепломасоперенос;
- зародження й ріст нових фаз чи хімічних сполук.

Інтенсивність і повнота протікання перелічених процесів визначається властивостями матеріалів покриття й основного металу (хімічний склад, характер зв'язку між атомами в кристалічній решітці, структура, теплофізичні характеристики, розмірні параметри), а також умовами нагрівання й охолодження, (швидкості нагрівання й охолодження) і характеристиками зовнішнього середовища.

Для технологій зміцнення з використанням КПЕ, характерна цілеспрямована зміна фізико-механічних та трибологічних властивостей поверхневого шару й на якісно новому рівні забезпечення максимально можливої поверхневої міцності деталей.

Отже для зміцнення внутрішньої поверхні гільз циліндрів після механічної обробки під ремонтний розмір застосовуємо лазерне термічне зміцнення. При цьому зміцненню піддається внутрішня поверхня гільзи циліндру на довжину 70 мм від верхнього краю, оскільки саме ця частина підлягає найбільшому зношуванню в процесі експлуатації.

Лазерне термічне зміцнення проводиться після хонінгування в режимі без оплавлення поверхні, щоб не руйнувати мікрорельєф утворений хонінгувальною головкою.

#### **2.4 Вибір основного технологічного обладнання, оснащення, робочого та вимірювального інструментів та відповідних матеріалів**

З метою вибору найбільш раціонального, як з технологічної так і економічної точок зору необхідний детальний літературний та патентний

аналіз по вибору сучасного технологічного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів. Досить широко на сучасному етапі використовується універсальне обладнання та оснащення.

Основні технічні характеристики використаного технологічного обладнання, оснащення різальних та вимірювальних інструментів для запропонованого технологічного процесу відновлення гільзи циліндра двигуна приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. – Характеристика технологічного обладнання, оснащення, ріжучого, контрольного інструментів та матеріалів для реалізації технологічного процесу відновлення зношених поверхонь гільз циліндрів двигуна .

№ операції	№ переходу	Назва операцій	Технологічне обладнання, інструмент, матеріали
1	2	3	4
005		Змивання	Прилад для змивання
010		Дефектація	Стіл для роботи, Штангенциркуль Нутромір
015		Проточування	Верстат проточувальний напівавтомат різець прохідний
020		Проточування	Верстат токарний
025		Покриття поверхні	Верстат для електрометалізації поверхні. Значення сили
030		Проточування	Верстат токарний напівавтомат
035		Проточування	Верстат розточний
040		Процес шліфування	Верстат безцентрово шліфувальний
045		Шліфування	Верстат безцентрово шліфувальний
050		Хонінгування	Верстат хонінгувальний
055		Хонінгування	Верстат хонінгувальний
060		Термічне зміцнення	Технологічний модуль для лазерної обробки
065		Очищення поверхонь	Матеріали для очищення поверхонь
070		Контрольна операція	Штангенциркуль, Нутромір



## 2.5 Порядок розрахунку та етапи вибору основних елементів режиму запропонованого вдосконаленого технологічного процесу відновлення зношених поверхонь гільз циліндрів

Встановлення головних складових технологічної норм часу на операцію:

$$T_H = T_o + T_e + T_{don} + \frac{T_{nz}}{n} \text{ хв}, \quad (2.1)$$

де  $T_o$  – основний час даний на обробку, хв.;

$T_e$  – додатковий час даний на обробку, хв.;

$T_{don}$  – додавальний час даний на обробку, хв.;

$T_{nz}$  – підготовлючо-заклучний час даний на обробку, хв.;

$n$  – номер деталей, шт.

Вибір основних елементів режимів механічної обробки та порядок розрахунку складових норм часу на виконання основних операцій по відновленню зношених робочих поверхонь гільз циліндрів для процесу розточування поверхні гільзи під заданий ремонтний розмір.

### 005 Операція з миття поверхонь гільз циліндрів

$$T_{nz} = 25.0 \text{ хв.}, T_{ум} = 1,2 \text{ хв.}$$

### 010 Дефектувальна операція

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}, T_{ум} = 2.4 \text{ хв.}$$

### 015 Токарна операція

Етапи проточувння зовнішньої поверхні гільзи циліндра: перший етап (перехід) – розточити внутрішню поверхню гільзи циліндра до  $\varnothing 152.6_{-0.05}$  мм на довжину 28 мм.

Основні елементи режимів різання при точінні: глибина різання  $t = 0.2$  мм; величина подачі  $S = 0.63$  мм/об; частота обертання шпинделя верстата  $n = 630$  об/хв; сумарна кількість переходів  $i = 2$ ; швидкість різання  $V = 211.3$  м/хв..

Розраховуємо значення основного часу на механічну обробку за формулою (2.2):

$$T_{o_1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.} \quad (2.2)$$

де  $L$  – вибрана довжина оброблюваної поверхні гільзи циліндра;

$i$  – число проходів, шт;

$n$  – число обертів шпинделя верстата, об/хв;

$S$  – величина подачі, мм/об.

$$T_{o_1} = \frac{25 \cdot 1}{630 \cdot 0.63} = 0.23 \text{ хв.}$$

При II переході

Провести проточування поверхні гільзи циліндра до  $\varnothing 143,3_{-0,05}$  мм на відстані 147 мм.

Призначення режимів для різання.

- глибина різання  $t = 0.5$  мм;
- величина подачі  $S = 0.63$  мм/об;
- частота обертання шпинделя верстата  $n = 630$  об/хв;
- загальна кількість переходів  $i = 3$ , шт.;
- значення швидкості різання  $V = 209.1$  м/хв..

Вираховуємо показники головного часу за формулою:

$$T_{o_2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{172 \cdot 3}{630 \cdot 0.63} = 1.3, \text{ хв.}$$

При III переході

Провести проточування поверхні гільзи циліндра до  $\varnothing 150.8_{-0,05}$  мм на довжині 65 мм.

Порядок для призначення головних елементів режимів різання.

глибина різання  $t = 0.1$  мм;

величина подачі  $S = 0.63$  мм/об;

частота обертання шпинделя верстата  $n = 630$  об/хв;

загальна кількість переходів  $i = 3$ , шт.;

величина швидкості різання  $V = 208.2$  м/хв..

Головний час на механічну обробку знаходимо за формулою:

$$T_{o_3} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{65 \cdot 3}{630 \cdot 0.63} = 0.5, \text{ хв.}$$

Значення з таблиці доповненого часу на механічну обробку

$$T_g = 0.4 \text{ хв.}$$

Знаходження головного часу на механічну операцію

$$T_o = T_{o_1} + T_{o_2} + T_{o_3} = 0.23 + 1.3 + 0.5 = 2.03 \text{ хв..}$$

Виведення оперативного часу

$$T_{on} = T_o + T_g = 2.03 + 0.40 = 2.43, \text{ хв}$$

де  $T_o$  – показник головного часу на операцію, хв.;

$T_g$  – показник доповненого часу на операцію, хв.

Визначення доповненого часу:

$$T_{don} = \frac{T_{on} \cdot K}{100} = \frac{2.43 \cdot 8}{100} = 0.19, \text{ хв.}$$

де  $T_{on}$  – значення операційного часу для виконання технологічної операції, хв.;

$K$  – співвідношення доповненого часу до операційного  $K = 8\%$

$$T_{nz} = 15 \text{ хв.}$$

Дослідження норми часу:

$$T_n = 2.03 + 0.4 + 0.18 + \frac{15}{220} = 2.67 \text{ хв..}$$

## 020 Токарна операція

При першому переході проводимо нарізання гвинтової канавки н відстань 65 мм на діаметрі 150.8-0,1 мм.

Порядок призначення режимів різання.

- величина глибини різання:  $t = 0.2$  мм;
- величина подачі:  $S = 1.75$  мм/об;
- показник частоти провертання шпинделя:  $n = 56$  об/хв;

- вся кількість переходів:  $i = 5$ ;
- показник швидкості різання:  $V = 33$  м/хв..

Визначення основного часу:

$$T_{o_3} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{65 \cdot 5}{56 \cdot 1.75} = 3.32, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу :  $T_{e_1} = 0.1$  хв.

При другому переході проводимо нарізання гвинтової канавки на відстані 28 мм на діаметрі 152.6<sub>-0,1</sub> мм.

Порядок призначення режимів різання.

- значення глибини різання:  $t = 0.3$  мм;
- значення подачі :  $S = 1.75$  мм/об;
- показник частоти провертання шпинделя:  $n = 56$  об/хв;
- загальна кількість переходів:  $i = 3$ ;
- показник швидкості різання:  $V = 34$  м/хв..

Визначення основного часу:

$$T_{o_3} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{28 \cdot 3}{56 \cdot 1.75} = 0.98, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{e_2} = 0.1 \text{ хв.}$$

Визначення головного часу на механічну операцію:

$$T_o = T_{o_1} + T_{o_2} = 3.32 + 0.98 = 4.43 \text{ хв.}$$

Визначення цілого доповненого часу:

$$T_e = T_{e_1} + T_{e_2} = 0.1 + 0.1 = 0.2 \text{ хв.}$$

Визначення операційного часу:

$$T_{on} = T_o + T_e = 4.43 + 0.2 = 4.63, \text{ хв}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{don} = \frac{T_{on} \cdot K}{100} = \frac{4.63 \cdot 8}{100} = 0.37, \text{ хв.}$$

Де  $K$  табличне значення,  $K = 8\%$ .

Визначення підготовчо-заключного часу,

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}$$

Визначення норми часу:

$$T_H = 4.43 + 0.2 + 0.37 + \frac{10}{220} = 5.04 \text{ хв.}$$

### 025 Операція металізації

При товщині наплавленого шару до 0,5мм продуктивність вибраної установки складає 320...400 см<sup>2</sup>/хв

Геометричні параметри відновлюваної деталі: діаметр - 143 мм, довжина робочої ділянки - 262 мм.

Робоча площа поверхні, яка підлягає металізації:

$$S = C \cdot L = 449 \cdot 262 = 117638 \text{ мм}^2$$

$$C = \pi \cdot d = 3.14 \cdot 143 = 449 \text{ мм}^2$$

$$T_H = \frac{S}{P} = \frac{117638}{40000} = 3 \text{ хв}$$

### 030 Операція точіння

Перший перехід – провести проточування робочої поверхні гільзи до діаметра: 153.1<sup>-0.09</sup> мм довжиною 28 мм.

Призначення основних елементів режимів різання:

- глибина різання:  $t = 0.4$  мм;
- подача:  $S = 0.16$  мм/об;
- частота обертання шпинделя верстата:  $n = 200$  об/хв;
- сумарна кількість переходів:  $i = 2$ ;
- швидкість різання:  $V = 72$  м/хв..

Визначення основного часу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{28 \cdot 2}{200 \cdot 0.16} = 1.7, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{\sigma_1} = 0.5 \text{ хв.}$$

При наступному переході необхідно провести проточування робочої поверхні гільзи діаметром:  $151.1_{-0.09}$  мм на довжину 65 мм.

Порядок призначення режимів різання.

- значення глибини різання:  $t = 0.9$  мм;
- значення подачі:  $S = 0.25$  мм/об;
- значення частоти обертання шпинделя:  $n = 200$  об/хв;
- загальна кількість переходів:  $i = 1$ ;
- значення швидкості різання:  $V = 70$  м/хв..

Визначення основного часу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{65 \cdot 1}{200 \cdot 0.25} = 1.3, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{e_2} = 0.2 \text{ хв.}$$

Визначення основного часу на механічну операцію

$$T_o = T_{o_1} + T_{o_2} = 1.7 + 1.3 = 3 \text{ хв.}$$

Визначення повного доповненого часу:

$$T_e = T_{e_1} + T_{e_2} = 0.5 + 0.2 = 0.7 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$T_{on} = T_o + T_e = 3 + 0.7 = 3.7, \text{ хв}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{don} = \frac{T_{on} \cdot K}{100} = \frac{3.78 \cdot 8}{100} = 0.29, \text{ хв.}$$

Де  $K = 8\%$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}$$

Розрахункове значення норми часу:

$$T_H = 3 + 0.7 + 0.29 + \frac{10}{220} = 4.03 \text{ хв.}$$

**035** Операція точіння

Розточити зношену робочу поверхню гільзи циліндра під заданий ремонтний розмір діаметром  $130,6_{-0,04}^{+0,04}$  мм, довжиною 262 мм.

Призначення основних елементів режимів різання:

- глибина різання:  $t = 0.1$  мм;
- подача:  $S = 0.05$  мм/об;
- значення частота обертання шпинделя:  $n = 850$  об/хв;
- загальна кількість переходів:  $i = 1$ ;
- значення швидкості різання:  $V = 293,6$  м/хв..

Визначення основного часу:

$$T_{o_1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}$$

де  $L$  – аналітичне значення довжини оброблюваної поверхні;

$i$  – кількість проходів;

$n$  – частота обертання шпинделя;

$S$  – значення подачі, мм/об.

$$T_o = \frac{262 \cdot 1}{850 \cdot 0.05} = 6,16 \text{ хв..}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{e_1} = 0.7 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$T_{on} = T_o + T_e = 6,16 + 0.7 = 6,86, \text{ хв}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{oon} = \frac{T_{on} \cdot K}{100} = \frac{6,86 \cdot 8}{100} = 0.55, \text{ хв.}$$

Де  $K = 8\%$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}$$

Значення норми часу:

$$T_H = 6,16 + 0.7 + 0.55 + \frac{10}{220} = 7,45 \text{ хв.}$$

**040** Шліфувальна операція

При першому переході необхідно шліфувати пояски до діаметра  $151_{-0,05}$  мм на довжину 65 мм.

Порядок призначення режимів шліфування:

- значення глибини шліфування:  $t = 0.05$  мм;
- загальна кількість переходів:  $i = 1$ ;
- значення частоти обертання шпинделя:  $n = 250$  об/хв;
- значення подачі:  $S = 0.005$  мм/об;
- значення швидкості шліфування:  $V = 30$  м/хв.;
- значення повздовжньої подачі:  $S_{np} = 0.03$  мм/об.

Визначення основного часу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{58 \cdot 1}{250 \cdot 0.3} = 0.7, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{e1} = 1 \text{ хв.}$$

При другому переході необхідно шліфувати пояски до діаметра  $153_{-0,05}$  мм на довжину 28 мм.

Порядок призначення режимів шліфування:

- значення глибини шліфування:  $t = 0.05$  мм;
- загальна кількість переходів:  $i = 1$ ;
- значення частоти обертання шпинделя:  $n = 150$  об/хв;
- значення подачі:  $S = 0.005$  мм/об;
- значення швидкості шліфування:  $V = 34$  м/хв.;
- значення повздовжньої подачі:  $S_{np} = 0.3$  мм/об.

Визначення основного часу:

$$T_{o2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{25 \cdot 1}{150 \cdot 0.3} = 0.6, \text{ хв.}$$



Визначення доповненого часу:

$$T_{e_2} = 1 \text{ хв.}$$

Визначення повного доповненого часу:

$$T_e = T_{e_1} + T_{e_2} = 1 + 1 = 2 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$T_{on} = 1.3 + 2 = 3.3, \text{ хв}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{don} = \frac{3.3 \cdot 9}{100} = 0.29, \text{ хв.}$$

$$T_o = 1,3 \text{ хв}$$

Де  $K = 9\%$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}$$

Значення норми часу:

$$T_H = 1.3 + 2 + 0.29 + \frac{10}{220} = 3.64 \text{ хв.}$$

#### 045 Шліфувальна операція (чистове шліфування)

Перший перехід – шліфування поясків до діаметра  $151_{-0,09}^{-0,05}$  мм довжиною 65 мм.

Порядок призначення режимів шліфування:

- значення глибини шліфування:  $t = 0.02$  мм;
- загальна кількість переходів:  $i = 2$ ;
- значення частоти обертання шпинделя:  $n = 250$  об/хв;
- значення подачі:  $S = 0.005$  мм/об;
- значення швидкості шліфування:  $V = 30$  м/хв.;
- значення повздовжньої подачі:  $S_{np} = 0.03$  мм/об.

Визначення основного часу:

$$T_{o1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{58 \cdot 2}{250 \cdot 0.3} = 1,5, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{\epsilon_1} = 2 \text{ хв.}$$

При другому переході необхідно шліфувати пояски до діаметра  $153_{-0,09}^{-0,05}$  мм на довжину 28 мм.

Порядок призначення режимів шліфування:

- значення глибини шліфування:  $t = 0.02$  мм;
- значення кількості переходів:  $i = 2$ ;
- значення частоти обертання шпинделя:  $n = 150$  об/хв;
- значення подачі:  $S = 0.005$  мм/об;
- значення швидкості шліфування:  $V = 34$  м/хв.;
- значення повздовжньої подачі:  $S_{np} = 0.3$  мм/об.

Визначення основного часу:

$$T_{o_2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{25 \cdot 2}{150 \cdot 0.3} = 1,1, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{\dot{\alpha}_2} = 2 \text{ хв.}$$

$$T_o = 2,6 \text{ хв.}$$

Визначення повного доповненого часу:

$$T_{\epsilon} = T_{\epsilon_1} + T_{\epsilon_2} = 2 + 2 = 4 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$\dot{O}_{ii} = 2,6 + 4 = 6,6, \text{ хв}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{don} = \frac{6,6 \cdot 9}{100} = 0,59, \text{ хв.}$$

Де  $K = 9\%$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}$$

Значення норми часу:

$$T_H = 4 + 4 + 0.59 + \frac{10}{220} = 8,63 \text{ хв.}$$

### 050 Хонінгувальна операція

Хонінгувати внутрішню робочу поверхню гільзи циліндра з вихідним діаметром  $130,60^{+0,04}$  мм довжиною 262 мм до діаметра  $130,7_{-0,04}$  мм.

Подача:  $S = 1.4$  об/хв.;

Частота обертання хонінгувальної головки верстата:  $n = 250$  об/хв.;

Формула для визначення основного часу процесу хонінгування:

$$T_o = \frac{L \cdot i \cdot K_3}{n \cdot S}, \text{ хв.}$$

де  $L$  – загальна довжина оброблюваної поверхні гільзи:  $L = 262$  мм;

$n$  – значення числа обертів за хвилину:  $n = 250$  об/хв.;

$i$  – значення числа проходів:  $i = 1$ ;

$S$  – значення повздовжньої подачі:  $S = 1,4$  мм/об.;

$K_3$  – значення коефіцієнта фінішних ходів – 1,2...1,7;

$$T_o = \frac{262 \cdot 1 \cdot 1.5}{250 \cdot 1.4} = 1.1 \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу на установлення і зняття гільзи циліндра:

$$T_e = 1 \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{дон} = \frac{2.1 \cdot 9}{100} = 0.19, \text{ хв.,}$$

де  $K = 9\%$

Визначення оперативного часу:

$$T_{он} = T_o + T_e = 1.1 + 1 = 2.1, \text{ хв.}$$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{нз} = 10 \text{ хв.}$$

Значення норми часу:

$$T_H = 1.1 + 1 + 0.19 + \frac{10}{220} = 2.34 \text{ хв.}$$

**055** Хонінгувальна операція (чистове хонінгування)

Хонінгувати внутрішню робочу поверхню гільзи циліндра з вихідним діаметром  $130,70_{-0,04}$  мм, довжиною 262 мм до діаметра  $130,70^{+0,04}$  мм.

Подача:  $S = 3$  об/хв.;

Частота обертання хонінгувальної головки верстата:  $n = 100$  об/хв.;

Формула для визначення основного часу при чистовому хонінгуванні:

$$T_o = \frac{L \cdot i \cdot K_3}{n \cdot S} = \frac{262 \cdot 1 \cdot 1.5}{100 \cdot 3} = 1.2, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу на установлення і зняття гільзи циліндра:

$$T_e = 1 \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{дон} = \frac{2.2 \cdot 9}{100} = 0.19, \text{ хв.,}$$

де  $K = 9\%$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{nz} = 10 \text{ хв.}$$

Значення норми часу:

$$T_H = 1.2 + 1 + 0.19 + \frac{10}{220} = 2.44 \text{ хв.}$$

**060** Операція термозміцнення

Порядок вибору режимів обробки:

Значення подачі:  $S = 15 \text{ мм/с} = 0,05$  об/хв.;

Значення частоти обертання головки:  $n = 700$  об/хв.;и

Визначення основного часу:

$$T_o = \frac{262 \cdot 1}{700 \cdot 0.05} = 7.48, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу на установлення і зняття гільзи циліндра:

$$T_e = 0.38 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$T_{он} = 7.48 + 0.38 = 7.95, \text{ хв.}$$

Визначення доповненого часу:

$$T_{\text{дон}} = \frac{7.95 \cdot 8}{100} = 0.62, \text{ хв.}$$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{\text{нз}} = 9 \text{ хв.}$$

Визначення норми часу:

$$T_H = T_o + T_e + T_{\text{дон}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n} = 7.48 + 0.38 + 0.62 + \frac{9}{220} = 8.5 \text{ хв.}$$

#### **065** Операція очищення поверхні гільзи

Підготовчо-заключний та штучно-калькуляційний час на виконання технологічної операції для очищення поверхонь гільзи циліндра.

$$T_{\text{нз}} = 25.0 \text{ хв.}, T_{\text{шт}} = 1.5 \text{ хв.}$$

#### **070** Операція контролю

Підготовчо-заключний та штучно-калькуляційний час на операцію контролю параметрів точності та якості поверхонь гільзи циліндра.

$$T_{\text{нз}} = 15 \text{ хв.}, T_{\text{шт}} = 1.3 \text{ хв.}$$

### **3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

#### **3.1. Обґрунтування вибору і призначення конструкції**

Пристосування призначення для розточки та хонінгування гільз циліндрів двигуна ЯМЗ -236 призначено для закріплення гільз циліндрів на столі алмазно-розточного вертикального верстата підвищеної точності моделі 278 чи на столі вертикально-хонінговального верстату моделі 3Б833С чи на столах станків інших моделей. При цьому, гільза циліндра закріплюється в стакані пристосування та притискається зверху трьома прижимами, а саме пристосування закріплюється на столі станка за допомогою болтів. Живлення внутрішньої системи подачі повітря до пневмокамер пристосування відбувається від пневмосистеми станка, на якому виконується механічна обробка (розточування чи хонінгування внутрішньої поверхні гільзи циліндра).

#### **3.2. Розробка принципової схеми, описання будови, принципу дії та порядку роботи пристосування**

Пристосування для розточки та хонінгування гільз циліндрів двигуна складається з наступних складових частин:

- плита в зборі;
- корпус для базування гільзи;
- пневматичний пристрій для закріплення гільзи;
- пульт керування.

Принципова схема пристосування наведена на рис. 3.1.

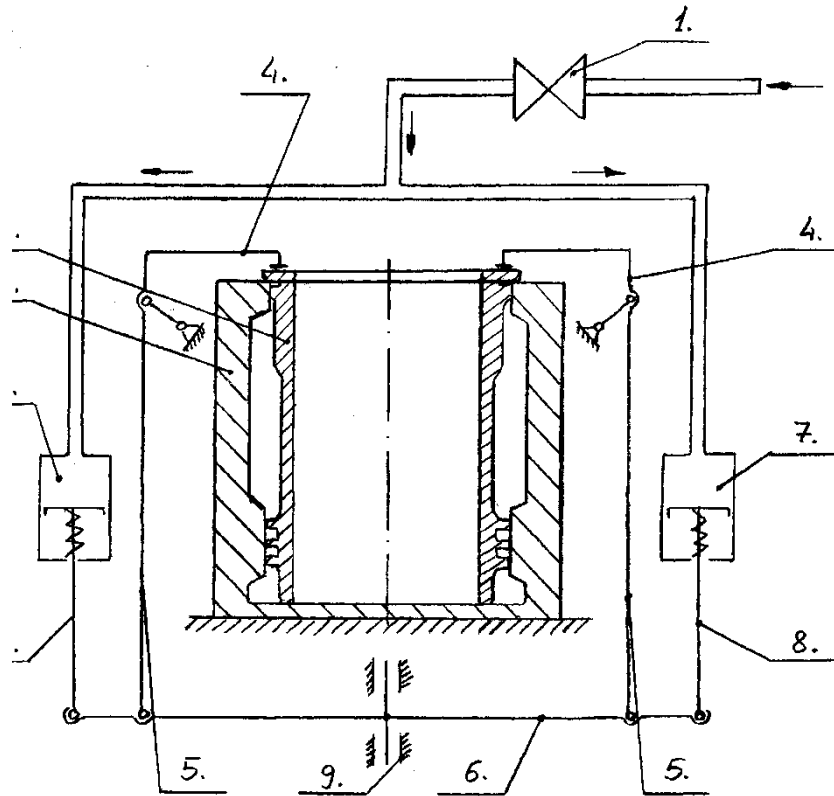


Рисунок 3.1. - Принципова схема пристосування для розточки та хонінговання гільз циліндрів двигуна: 1 – кран керування; 2 – корпус; 3 – гільза циліндра; 4 – прижим; 5 тяга; 6- траверса; 7- пневмокамера; 8 – шток; 9- напрямлююча

Для пневматичного закріплення в пристрої використовується внутрішня система подачі повітря з тиском  $0,4 \dots 0,6 \text{ кг/см}^2$ . Габаритні розміри пристосування (довжина x ширина x висота): 540 x 354 x 385 мм, вага 30 кг.

Пристосування встановлюється на стіл і прикручується до нього болтами; після встановлення пристосування приєднується до пневмосистеми станка за допомогою гнучкого шланга. Потім ручку крана керування повертають догори, повітря з пневмосистеми станка потрапляє до пневмокамер пристосування, і траверса під дією пружини пневмокамер буде підійматись догори і пружини відійдуть в бік. Після цього в стакан встановлюється гільза, ручка крана керування повертається донизу, і

відбувається зажим гільзи. Переконавшись в надійному кріпленні гільзи проводиться розточка. Після розточки виводиться бор штанга з гільзи, ручка крана повертається догори, повітря через отвори в кришці травиться в атмосферу, пружини пневмокамер стискаються і тягнуть траверсу догори, яка виштовхує гільзу.

Аналогічним чином проводиться хонінгування гільзи циліндра; при цьому пристосування прикріплюється за допомогою болтів до стола хонінговального за допомогою болтів до стола хонінговального станка.

### 3.3. Основні розрахунки проектуємої конструкції

#### 3.3.1. Розрахунок затискаючої частини пристосування

Розрахунок полягає у визначенні робочого тиску повітря.

Шукана величина знаходиться з умови утримання оброблюємої деталі (гільзи циліндра) від прокручування та осьового зсуву під дією колової та осьової сил тертя:

$$P_p F f = \beta \cdot \sqrt{P_{ок}^2 + P_{ос}^2},$$

де  $F$  – площа верхнього бурта, см<sup>2</sup>;

$f$  – коефіцієнт тертя чавуна по сталі;

$\beta$  - коефіцієнт надійності затискання ( $\beta=1,2$ );

$P_{ок}$  – колова сила тертя, кгс;

$P_{ос}$  - осьова сила тертя, Н;

Звідки:

$$P = \frac{\beta \sqrt{P_{ок}^2 + P_{ос}^2}}{F \cdot f};$$

Площа верхнього бурта складатиме:



$$F = \frac{\Pi}{4}(D^2 - d^2), \text{ см}^2;$$

де  $D, d$  – зовнішній та внутрішній діаметри опорного бурта, см;

$$F = \frac{3,14}{4}((13,2)^2 - (10,0)^2) = 58,31 \text{ см}^2.$$

Сила тертя складає:

$$P_{\text{ок}} = P_{\text{ос}} = P_n \cdot F, \text{ Н};$$

де  $p_n$  – питомий тиск при затисканні ( $P_n = 0,3$  МПа);

$$P_{\text{ок}} = P_{\text{ос}} = 3 \cdot 58,31 = 1749,3 \text{ Н}$$

Робочий тиск повітря складає:

$$P = \frac{1,2 \sqrt{(174,93)^2 + (174,93)^2}}{58,31 \cdot 0,15} = 339,4 \text{ Н}.$$

### 3.3.2. Розрахунок мембрани пневмокамери.

Розрахунок полягає у визначення діаметра пневмокамери, який знаходиться з умови міцності на розрив:

$$P = 0,785 \cdot D^2 \rho \eta,$$

де  $D$  – діаметр мембрани, см;

$\rho$  - тиск повітря, кгс;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії пневмокамери ( $\eta = 0,85 \dots 0,90$ );

$P$  – зусилля притискання, кг;

Звідки:

$$D = \sqrt{\frac{P}{0,785 \cdot \rho \cdot \eta}}, \text{ см};$$

Підставляючи значення отримуємо:

$$D = \sqrt{\frac{33,94}{0,785 \cdot 5 \cdot 0,9}} = 3,10 \text{ см} = 31 \text{ мм}.$$

Приймаємо пневмокамеру СТАНДАРТ 2316-84.

### 3.3.3. Розрахунок штока пневмокамери

Розрахунок полягає у перевірці виконання умови міцності на стискання.

Нормальне стискаюче напруження, що виникає в поперечному перерізі штока визначаємо за формулою:

$$G_{сж} = \frac{P}{F} \leq [G_{сж}]$$

де  $P$  – зусилля на штокові, Н;

$F$  – площа поперечного перерізу,  $\text{см}^2$ ;

$[G_{сж}]$ - граничне значення напруження при стисканні (для сталі ст.35  $[G_{сж}] = 30,0$  МПа).

Схема розрахунку штока пневмокамери наведена на рис. 3.2.

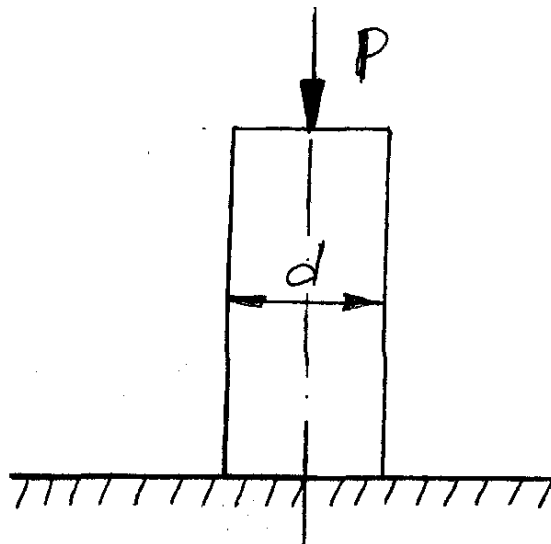


Рисунок 3.2. - Розрахунок штока пневмокамери

Площа поперечного перерізу штока:

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \text{см}^2;$$

де  $d$  - діаметр штока, см;

$$F = \frac{3,14 \cdot (1,3)^2}{4} = 1,33 \text{см}^2$$

Нормальне стискаюче напруження, що виникає в поперечному перерізі штока при стисканні складатиме:

$$G_{\text{сж}} = \frac{33,94}{1,33} = 2,65 \text{МПа}$$

$$2,65 \text{ МПа} < 300 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується, так як нормальне стискаюче напруження не перевищує граничне значення.

### 3.3.4. Розрахунок притискаючих лап прижимів

Розрахунок полягає у перевірці виконання умови міцності на згин.

Нормальне стискаюче напруження, що виникає в поперечному перерізі А-А ( рис. 3.3.) визначаємо за формулою:

$$G_{\text{зг}} = \frac{M_{\text{згmax}}}{W_x} \leq [G],$$

де  $M_{\text{згmax}}$  – максимальний згинаючий момент, Нм;

$W_x$  – момент опору в перерізі, см<sup>3</sup>;

$[G]$  - граничне напруження матеріалу, МПа.

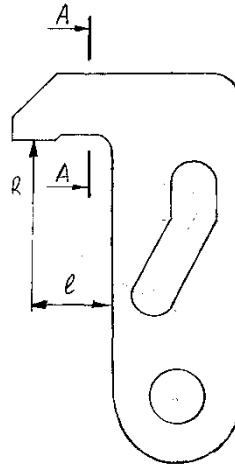


Рисунок 3.3. - Розрахунок притискаючих лап прижимів.

Максимальний згинаючий момент складає:

$$M_{\text{згmax}} = R \cdot l, \text{ Нм};$$

де  $R$  – сила, діюча на прижим, МПа;

$l$  – плечо сили, см;

$R = P/3$ , кгс;

$$R = 33,94/3 = 113,1 \text{ Н.}$$

Згинаючий момент:

$$M_{\text{згmax}} = 11,31 \cdot 2,5 = 2,828 \text{ Нм.}$$

Момент опору в

перерізі знаходимо за формулою:

$$W_x = \frac{bh^2}{6}, \text{ см}^3;$$

де  $b, h$  – ширина та висота прямокутного поперечного перерізу, см;

$$W_x = \frac{1,2 \cdot (1,4)^2}{6} = 0,39 \text{ см}^3$$

Нормальне стискаюче напруження складає:

$$G_{s2} = \frac{28,23}{0,39} = 7,25 \text{ МПа}$$

$$7,25 \text{ МПа} < 20 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується.

### 3.3.5. Розрахунок болтів кріплення пневмокамери

Розрахунок полягає в перевірці виконання умови міцності на розтяг.

Так як з'єднання виконується з попередньою затяжкою; приймаємо її рівною:

$$V_1 = 1,3 P, \text{ Н};$$

де  $P$  – зусилля протискання, кгс;

$$V_1 = 1,3 \cdot 33,94 = 441,2 \text{ Н.}$$

Таким чином, розраховуємо навантаження на болт складається з попередньої затяжки та безпосередньо самого зусилля:

$$P_{\text{розр}} = P + V_1;$$

$$P_{\text{розр}} = 33,94 + 441,2 = 475,14 \text{ Н.}$$

Граничне напруження на розтяг для сталі 35 складає

$$[G_p] = 40,0 \text{ МПа}$$

Нормальне напруження складає:

$$G_p = P_{\text{розр}} / F, \text{ МПа};$$

де  $F$  – площа попереднього перерізу,  $\text{см}^2$ ;

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ см}^2;$$

де  $d$  – діаметр болта, см;

$$F = \frac{3,14 \cdot (1,2)^2}{4} = 1,13 \text{ см}^2$$

Нормальне напруження:

$$G_p = 78,06 / 1,13 = 6,90 \text{ МПа};$$

$$6,90 \text{ МПа} < 40,0 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується.

## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці**

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Тому питання охорони праці (ОП) є дуже важливими та актуальними. Їх вирішення повинно розпочинатись ще на стадії проектування. Всі будівлі, споруди, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію, та технологічний процес повинні відповідати нормативним актам про ОП. Без попередньої експертизи проектної документації на відповідність нормативним актам про ОП забороняється будівництво виробничих об'єктів, виготовлення та впровадження нових технологій. Фінансування цих робіт проводиться лише після одержання позитивних результатів експертизи.

### **4.2 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічні, вентиляція, освітлення, мікроклімат**

Адміністрація запов'язана своєчасно забезпечувати робочих доброякісним спецодягом відповідно до встановлених норм.

Робітники, зайняті на роботах, при виконанні яких виділяються шкідливі гази, пил, іскри або відлітають частинки металу і стружки, повинні забезпечуватися індивідуальними захисними засобами (окулярами, масками, шоломами, рукавицями, респіраторами і т. п.).

Робітники, що мають ненормальний зір і що беруть участь в роботах, при виконанні, яких потрібне застосування захисних окулярів, повинні забезпечуватися корегуючими окулярами за рахунок підприємства.

Ремонт і прання спецодягу, а також догляд за індивідуальними захисними засобами та пристроями повинно забезпечуватися адміністрацією підприємств.

Контроль за застосуванням індивідуальних захисних засобів робітників покладається на інженерно-технічних працівників.

Для захисту очей від механічних пошкоджень (при роботі на токарному, заточному верстатах і т. п., якщо вони не обладнані прозорими екранами) необхідно користуватися захисними окулярами.

Для захисту органів слуху при шумі з рівнем гучності вище 75 дещел необхідно одягати навушники.

При роботі з подразнюючими речовинами з метою захисту шкірного покриву рук від шкірних захворювань необхідно застосовувати різні пасти, мазі, а також спеціальні пасти-очищувачі.

При роботі з різними електроінструментами з напругою понад 50В необхідно користуватися діелектричними гумовими рукавичками, галошами або килимками.

Вентиляція – регульований повітрообмін у приміщенні, сприятливий для людини; а також сукупність технічних засобів, що забезпечують такий повітрообмін.

Інакше кажучи, вентиляція – це комплекс заходів і засобів, що використовуються під час організації повітрообміну для забезпечення необхідного стану повітряного середовища на виробничих приміщеннях згідно з будівельними нормами.

Повітрообмін в системах природної вентиляції відбувається:

- внаслідок різниці температур зовнішнього (атмосферного) повітря і повітря в приміщенні, так званої аерації;
- внаслідок різниці тисків повітряного стовпа між нижнім рівнем (приміщенням, що обслуговується) і верхнім рівнем - витяжним пристроєм (дефлектором), встановленим на покрівлі будинку;
- в результаті впливу так званого вітрового тиску.



Системи природної вентиляції прості та не вимагають складного дорогого устаткування і витрат електричної енергії. Однак, залежність ефективності цих систем від перемінних чинників (температури повітря, напрямку і швидкості вітру), а також невеликий тиск не дозволяють вирішувати різні складні завдання вентиляції.

У механічних системах вентиляції використовуються устаткування і прилади (вентилятори, електродвигуни, повітрянагрівачі, автоматика та інше), що дозволяє переміщати повітря на значні відстані. Витрати електроенергії на їх роботу достатньо великі. Такі системи можуть подавати і видаляти повітря з локальних зон приміщення в необхідній кількості, незалежно від умов навколишнього повітряного середовища. За потребою повітря піддають різного виду обробкам (очищення, нагрівання, зволоження і так далі), що практично неможливо в системах із природним спонуканням.

Слід зазначити, що в практиці часто використовується так звана змішана вентиляція.

У кожному конкретному проекті визначається, який тип вентиляції є найкращим з точки зору санітарно-гігієнічних норм, а також економічно і технічно більш раціональний.

Мікроклімат виробничих приміщень — це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих оточенням. Як фактор виробничого середовища, мікроклімат впливає на теплообмін організму людини з цим середовищем і визначає тепловий стан організму людини в процесі праці.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- температура повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- відносна вологість повітря (%),
- швидкість руху повітря (м/с),

- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінювання ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) від поверхонь обладнання та активних зон технологічних процесів (в ливарному виробництві, при зварюванні і т. п.).

При виконанні роботи в організмі людини відбуваються певні фізіологічні (біологічні) процеси інтенсивність яких залежить від загальних затрат на виконання робіт і які супроводжуються тепловим ефектом і завдяки яким, підтримується функціонування організму. Частина цього тепла споживається самим організмом, а надлишки тепла повинні відводитись в оточуюче середовище.

Відповідно до сучасних уявлень основними видами теплообміну організму людини з навколишнім її середовищем є:

- конвективний який залежить від температури повітря, його волоДСТУї та рухливості, завдяки якому за нормальних мікрокліматичних умов організм людини віддає у навколишнє середовище біля 20% надлишкового тепла;

- випаровуванням вологи з поверхні тіла, який залежить від відносної волоДСТУї та рухливості повітря, завдяки якому у навколишнє середовище відводиться теж біля 20% надлишкового тепла;

- випромінюванням, який залежить від результуючого променевого теплового потоку, що випромінюється тілом людини у виробниче середовище і оточуючими джерелами теплового випромінювань в напрямку тіла людини, завдяки якому за нормальних мікрокліматичних умов тіло людини може віддавати у виробниче середовище біля 50% надлишкового тепла;

- кондукцією, який залежить від температури поверхонь, що оточують людину в умовах виробництва.

Кількість надлишкового тепла, яке має віддати тіло працівника в навколишнє (виробниче) середовище залежить від енергетичних (фізичних, розумових емоційних, нервових і т. п.) навантажень при виконанні робіт. При цьому одночасно здійснюється перерозподіл засобу теплообміну людина – середовище. Так, при підвищенні важкості праці та температури середовища

до температури тіла і вище, теплообмін в значній мірі здійснюється за рахунок випаровування (кількість поту з поверхні шкіри досягає 1 – 1,5 л/год.

Природне освітлення у виробничих, допоміжних і побутових приміщеннях повинно відповідати вимогам СпИП П-4-79 [15]. Коефіцієнт природної освітленості для приміщень профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів треба приймати: при боковому освітленні в середньому 1,0; при верхньому або верхньому та боковому освітленні в середньому 3,0.

Приміщення та робочі місця повинні забезпечуватися штучним освітленням, достатнім для безпеки виконання робіт, перебування і переміщення людей, згідно з СпИП П-4-79 [15]. Штучне освітлення у виробничих приміщеннях і на робочих місцях залежить від характеру робіт, що виконуються, і повинно забезпечувати освітленість згідно з нормами.

Електро установки повинні відповідати вимгам Правил будови електроустановок, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів та іншим чинним нормативним актам.

Забороняється:

- встановлювати або замінювати лампи в світильниках, що знаходяться під напругою;
- навішувати на електро проводку та інші електрообладнання будь-які предмети, обгортати електроприлади папером або тканиною;
- улаштовувати в виробничих та інших приміщеннях тимчасову електропроводку, за винятком випадків ремонту приміщень і реконструкції електромережі. Тимчасова електропроводка повинна монтуватися згідно з діючими правилами і нормами;
- включати освітлення і будь-які інші електротехнічні установки за допомогою з'єднання оголених кінців проводів.

#### 4.4 Заходи протипожежної профілактики

Виключення причин виникнення пожеж - одна з найважливіших умов забезпечення пожежної безпеки на ПАТ. Пожежна безпека забезпечується системами запобігання пожежі і пожежного захисту, що включають комплекс організаційних міроприємств і технічних заходів. На ПАТ проводиться своєчасно відповідний інструктаж та заняття з протипожежного мінімуму. На території ПАТ, у виробничих, адміністративних, побутових, технічних і допоміжних приміщеннях встановлено жорсткий режим.

В проєкті передбачені будівлі з негорючих або важкогорючих огорожуючи та несучих конструкцій.

На ПАТ передбачено наступні впровадження, міроприємства і вимоги по протипожежній безпеці:

1) Всі приміщення та автомобілі забезпечені сучасними засобами пожежегасіння. Первинні засоби пожежегасіння та пожежний інвентар утримуються у справному стані і знаходяться на видних місцях, до них забезпечений вільний доступ. Вогнегасники розміщені в тумбах чи на підлозі або підвішені на видному місці, так, щоб інструктивний надпис на їх корпусах було чітко видно, щоб людина могла вільно, легко і швидко їх зняти.

2) Охоронно - пожежна сигналізація на ПАТ здійснюється за допомогою усіх наявних видів зв'язку та пожежної сигналізації автоматичної і неавтоматичної дії.

3) Для куріння відведено і обладнано спеціальні місця.

4) Для використаного обтирочного матеріалу використовуються спеціальні металеві ящики з кришками. Для зберігання легкозаймистих і горючих речовин відведено і обладнано спеціальні місця.

5) Передбачено протипожежні загородження, котрі обмежують розповсюдження полум'я з одної частини будівлі в іншу. До них відносяться: протипожежні стіни, перегородки, перекриття, двері, ворота, тамбур-шлюзи,

вікна, розриви. У вибухонебезпечних відділеннях встановлено вибухозахисті пристрої. Протипожежні стіни і перегородки обмежують розповсюдження полум'я по горизонталі. Для обмеження розповсюдження пожежі по вертикалі влаштовано протипожежні перекриття.

6) При монтажі електрообладнання передбачені пристрої для виключення при короткому замиканні всієї сітки чи окремих її ділянок. Для захисту проводів від механічних і хімічних пошкоджень їх прокладено у сталевих і гумових трубках, які мають внутрішню ізоляцію. На електролампах передбачено встановлення світильників.

7) Для боротьби з іскрами встановлено спеціальні іскровловлювачі і іскрогасники (на димових трубах, вагранках).

8) Так як дане ПАТ, склад його будівель і споруд, відноситься до II категорії вогнестійкості, то воно захищене від прямих ударів блискавки, шляхом встановлення блискавковідводів; від електростатичної і електромагнітної індукції шляхом з'єднання металічних корпусів електрообладнання до захисного заземлення; від заносу високих потенціалів через наземні і підземні комунікації, шляхом приєднання до заземлювачів захисту від електростатичної індукції чи електрообладнання.

9) Для виїзду транспорту з території ПАТ на випадок пожежі передбачено додаткові ворота. Навколо головного виробничого корпусу поряд з будівлями на території підприємства запроектовані пожежні гідранти. Пожежні гідранти встановлені також і всередині будівель, крім вогнегасників та спеціальних пристроїв для гасіння пожеж. Будівлі та споруди забезпечені протипожежними драбинами. В небезпечних місцях (склад ГЗМ, склад лаків та фарб і інших) передбачено таблички з написами „Вогненебезпечно”.

10) Для забезпечення швидкої евакуації людей, автомобілів, обладнання та інших матеріальних цінностей на ПАТ існує план евакуації.

Забезпечення пожежної безпеки є однією з головних задач усіх служб підприємства.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вивчення різних методів відновлення гільз циліндрів показало, що існує багато технологій і підходів до цього процесу. Вибір оптимального методу залежить від стану гільзи, вимог щодо якості та витрат, а також наявності необхідного обладнання та експертної кваліфікації.

Використання сучасних матеріалів і технологій відновлення гільз циліндрів може значно покращити їхню функціональність та продовжити термін їх служби. Застосування наплавлення, розшарування та гальванічного осадження дозволяють відновити потрібні параметри гільзи та забезпечити оптимальну посадку поршня.

Процес відновлення гільз циліндрів вимагає ретельного контролю якості. Використання неруйнівних методів, таких як візуальний огляд, вимірювання геометричних параметрів та дефектоскопія, дозволяє виявити можливі пошкодження та забезпечити якісний ремонт.

Відновлення гільз циліндрів може бути економічно вигідним в порівнянні з їх повним замінюванням. Це дозволяє зберегти ресурси та знизити витрати на обслуговування дизельних двигунів.

Застосування оптимальних методів відновлення гільз циліндрів може покращити продуктивність дизельних двигунів, забезпечуючи краще спалювання палива, зменшення витрат масла та підвищення ефективності роботи.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В.Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с
2. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
4. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
5. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).
6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCPТ 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.
7. О.Л. Ляшук, А.Б. Гупка , В.О. Тесля Експлуатаційні методи підвищення зносостійкості пар тертя автомобіля Інноваційні технології

розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту: Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 листоп. 2018 р., м. Кропивницький: зб. наук. матер./ М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та рем. машин.-Кропивницький: ЦНТУ, 2018.-С. 212-217.

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

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