

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Підвищення ефективності ремонту гільз циліндрів дизельних двигунів з розробленням пристрою для їх випресування»**

Виконав: студент II курсу групи Маш-22сп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

Ігор ДОБРИЧ

(Ім'я та прізвище)

Керівник: д.т.н. проф. Віталій ВЛАСОВЕЦЬ

(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.

“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Добрич Ігору Івановичу

1. Тема роботи: **«Підвищення ефективності ремонту гільз циліндрів дизельних двигунів з розробленням пристрою для їх випресування»**

Керівник роботи: Власовець Віталій Михайлович, д.т.н., професор

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 23.06.2023 року

3. Вихідні дані: Літературні джерела за тематикою відомих технологічних процесів поверхневого зміцнення; Матеріали навчальної, методичної довідкової та наукової літератури; Методики визначення економічної ефективності впровадження нового технологічного рішення у виробництво.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Опис та аналіз ринку діяльності підприємства.

2. Організація виробництва.

3. Технологія відновлення гільзи та вибір обладнання

3. Охорона праці.

4. Охорона довкілля.

5. Економічна частина.

Висновки.

Список використаних джерел.

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Контроль якості гільз циліндрів - 1-ий аркуш.
2. Структура та функціональні зв'язки сервісного центру- 2-ий аркуш.
3. Ремонтне креслення гільзи циліндрів - 3-ий аркуш.
4. Ескіз ЦПГ в зборі – 4 -ий арк.
5. Схема розбирання шатунно-поршневої групи – 5 -ий арк.
6. Знімач гільз універсальний – 6-ий арк.
7. Техніко-економічні показники – 7-ий арк.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,4,5	Власовець В.М., д.т.н., проф. кафедри машинобудування			
3	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання розділів: «Опис та аналіз ринку діяльності підприємства», «Організація виробництва»</i>	<i>23.01.23-17.02.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологія відновлення гільзи та вибір обладнання»</i>	<i>20.02.23-11.04.23</i>	
3.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>12.04.23-05.05.23</i>	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона довкілля»</i>	<i>08.05.23-26.05.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>29.05.23-15.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>16.06.23-23.06.23</i>	

Студент _____ Ігор ДОБРИЧ
(підпис)

Керівник роботи _____ Віталій ВЛАСОВЕЦЬ
(підпис)

УДК 664. 0025

Підвищення ефективності ремонту гільз циліндрів дизельних двигунів з розробленням пристрою для їх випресування.

Добрич І.І. - Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

75 с. текст. част., 4 рис., 10 табл., 20 джерел, презентація графіч. част.

Проаналізовано існуючі технології поновлення працездатного стану гільз циліндрів. Розроблено рекомендації по визначенню якості гільз циліндрів а також запропоновано технологію поновлення їх ресурсу, технологічне планування ділянки з обладнанням.

Вжито заходів щодо покращення умов праці та захисту навколишнього середовища. Розраховано економічну ефективність розробки.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОПИС ТА АНАЛІЗ РИНКУ ДІЯЛЬНОСТІ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	6
1.1 Характеристика та стратегія розвитку підприємства	6
1.2 Науково-дослідницьке обґрунтування проекту	7
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА	18
2.1 Продукт та послуги підприємства	18
2.2 Режим роботи та фонди робочого часу	18
2.3 Параметри організації виробничого процесу і їх розрахунки	20
2.4 Обсяг робіт на дільницях	23
2.5 Склад і кількість працюючих	23
2.6 Визначення основного технічного устаткування	24
2.7 Розрахунок енергетичних витрат	25
3 ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗИ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ	29
3.1 Конструкція і матеріали гільз циліндрів	29
3.2 Умови експлуатації гільз циліндрів	30
3.3 Вибір обладнання для проектуємої дільниці на основі аналізу технологічного процесу відновлення гільз циліндрів	38
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
4.1 Безпека життєдіяльності	51
4.2 Пристрій для зняття та запресування гільз циліндрів	59
5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	62
4.1 Охорона навколишнього середовища	51
4.2 Охорона праці	59
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
6.1 Основні виробничі засоби	66
6.2 Економічна ефективність відновлення деталі	78
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
ДОДАТКИ	78

ВСТУП

Для ефективної роботи у сільському господарстві в середньому підприємствам потрібно використовувати значну кількість нових та вживаних комбайнів, тракторів та десятки тисяч одиниць допоміжної техніки. На сьогоднішній день біля 70% техніки знаходяться у граничному стані і потребують підтримки довговічності [1]. Отже в умовах, коли зношення сільськогосподарської техніки досягло критичної межі, і виробники сільськогосподарської продукції не завжди можуть замінити її новою, особливого значення набувають технологічні операції по підтриманню техніки в робочому стані її сервіс. Єдиним результативним шляхом запобігти повному краху своєчасного виконання механізованих робіт, призупинити спад в аграрному виробництві є різке збільшення обсягів робіт з відновлення працездатності гранично зношених машин, їх технічного обслуговування та оперативного усунення несправностей [2]. Відновлення спрацьованих деталей машин – значний резерв зменшення витрат на ремонт техніки, а також економії металу та виробничих потужностей заводів. Завдяки відновленню деталей відкриваються шляхи більш повного задоволення запитів сільського господарства на запасні частини. На сьогоднішній день збільшення ресурсу с.г. техніки є дуже актуальною задачею. При ремонті автотракторних двигунів багато деталей не відновлюється, а замінюється новими. Так майже на всі двигуни, що знаходяться у капремонті ставляться нові гільзи циліндрів.

Метою даного проекту є розглянути можливість відновлення гільзи циліндру з технічної, економічної та якісної сторін. Для прикладу, була взята гільза циліндрів 236-1002021, розглянути умови роботи деталі та причини виникнення дефектів, проаналізувати можливі способи усунення кожного дефекту, розробити технологічну документацію на прийнятий технологічний процес, визначити техніко-економічну доцільність спроектованого технологічного процесу та зробити висновки про проведену роботу.

РОЗДІЛ I

ОПИС ТА АНАЛІЗ РИНКУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика та стратегія розвитку підприємства.

Підприємство розташоване в районному центрі Житомирської області. Відстань від залізної дорожньої станції – 1,5км. Територія підприємства складає 8,7 га. На ній розташовані:

- сервісний центр (виробнича площа 4672 м²) з двоповерховим побутовим корпусом;
- два виробничих склади;
- склад запчастин з відділенням по сервісному обслуговуванню двигунів;
- гараж на 18 автомобілів;
- адміністративний корпус (2-й поверх);

У зв'язку з тим, що кваліфікаційною роботою передбачено створення нової ділянки та атестація робочих місць існуючого основного виробництва не наводиться.

Однією з основних стратегій розвитку підприємства є встановлення максимально можливої планованості та пропорційності діяльності підприємства в межах його довгострокових цілей. При цьому головне управлінське завдання керівництва підприємства полягає в тому, щоб зменшити ступінь невизначеності та ризику господарської діяльності та забезпечити концентрацію ресурсів на вибраних пріоритетних напрямках.

Одним з стратегічних напрямків розвитку підприємства є розширення надаваних клієнту послуг. До них відносяться: доставка відремонтованої техніки на місце експлуатації таким чином, щоб звести до мінімуму ймовірність її пошкодження в дорозі; оперативна доставка запасних частин, тісний контакт з виготовлювачем запасних частин; збирання та систематизація інформації про те як експлуатуються відремонтовані агрегати споживачем; введення технологій

відновлення, що підвищують надійність та підвищують гарантійний строк технологій відновлення.

1.2 Науково-дослідницьке обґрунтування проекту

Підвищення якості капітального ремонту двигунів тісно пов'язане з якістю запасних частин та відновлених деталей, зокрема гільз циліндрів. Тому особливу актуальність має на сьогоднішній день розробка бракувальних норм та використання нових, більш продуктивних методів дефектації. Зазвичай якість гільзи циліндрів оцінюють з використанням методу вимірювання твердості – методу Роквелла. Але цей метод має ряд суттєвих недоліків:

- локальність, що призводить до появи хибних висновків щодо відповідності гільзи технічним умовам;
- трудомісткість виконання, що унеможливує при необхідності використовувати метод для суцільного контролю якості;
- неможливість проведення вимірів твердості на внутрішній поверхні гільзи без її руйнування.

Тому використання нових методів дефектації, що не мають таких недоліків, є важливим і актуальним.

Для визначення якості гільз циліндрів використовували метод виміру коерцитивної сили. Для цього використовували коерцитиметр КРМ-ЦК-2 (рис.1.1).



Рис. 1.1 - Загальний вигляд коерцитиметру КРМ-ЦК-2

Технічні характеристики приладу:

- діапазон вимірювання коерцитивної сили, А/см 1-20;
- похибка вимірювання, % $\pm 2,5\%$
- тривалість вимірювання не більше 8 сек.

Методика проведення досліджень.

Методологічно робота була побудована в такий спосіб. По локальній оцінці твердості визначали рівень коерцитивної сили й аналізували форму графіту, а також кількість і рівень мікротвердості всіх структурних складових (цементиту, фосфидної евтектики, фериту, перліту (темна фаза) і троститу (світла фаза)). На основі такого аналізу визначали розрахункову твердість

$$H_{расч} = \frac{H_{ц} \cdot \%Ц + H_{n.m.} \cdot \%П_m + H_{n.c.} \cdot \%П_{св} + H_{г} \cdot \%Г}{100} \quad (1.1)$$

У дослідженнях враховували структуру не тільки на поверхні, де вимірювали твердість, але і по перерізу до глибини 5-7 мм, що бере участь у магнітних вимірах і оцінці коерцитивної сили.

Крім того, для з'ясування ролі різних факторів у зміні коерцитивної сили вивчали:

- вплив напружень другого роду;
- зміну форми графіту;
- вплив співвідношення фазового складу;
- наявність ліквацийних процесів при кристалізації;
- зміну хімічного складу сплаву;
- зміну мікротвердості по перерізу гільзи.

Одночасно аналізували вплив способу виміру (тангенціальне чи радіальне розташування щупа) на рівень коерцитивної сили.

Такі комплексні дослідження були необхідні для з'ясування основних факторів, що впливають на показання коерцитиметра.

Досліджували 9 проб, відібраних від 5 гільз з різними значеннями твердості. Їхній хімічний склад приведений у табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад досліджених гільз

Умовне маркування	Складові, %										
	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S	Ti	Mo	V
75-1 75-2	2,95	2,1	0,76	0,46	0,7	0,42	0,1	0,04	0,01	0,37	0,026
55-1 55-2	3,2	2,15	0,83	0,47	0,7	0,42	0,09	0,04	0,011	0,36	0,027
53-2	3,33	2,15	0,86	0,47	0,7	0,4	0,1	0,038	0,011	0,36	0,027
7-1 7-2	3,19	2,23	0,84	0,41	0,48	1,07	0,12	0,045	0,013	0,48	0,028
2-1 2-2	3,25	2,15	0,92	0,42	0,49	1,07	0,12	0,045	0,01	0,47	0,03

Аналіз мікроструктури і властивостей гільз

Дослідження мікроструктури проводили на трьох рівнях по перерізу гільзи: 5-7 мм від зовнішньої поверхні, по її середині і внутрішній (5-7 мм від внутрішньої поверхні).

При вимірі коерцитивної сили в тангенціальному напрямку враховували тільки структуру від зовнішньої чи внутрішньої поверхні, а в радіальному напрямку - усереднювали по всім трьом рівнях, що відповідало області визначення цієї характеристики.

За результатами проведеного аналізу встановлено, що проби, відібрані від різних виливків істотно відрізняються як за формою графіту, так і за структурою (фазовому складу і співвідношенню складових). Одночасно встановлена різниця й в одній пробі. Для встановлення такої різниці провели статистичну обробку даних по 10-15 полям зору для кожного рівня виміру твердості і коерцитивної сили.

В результаті аналізу даних встановлено, що найбільш значимий вплив міждендритної форми графіту як на рівень коерцитивної сили, так і на твердість. Такий графіт знижує коерцитивну силу (коефіцієнт кореляції $r = -0,8$) і твердість (коефіцієнт кореляції $r = -0,6$).

Зіставляючи коефіцієнти парної кореляції по впливі графіту на рівень коерцитивної сили і твердості встановили, що в більшій мірі впливає не його кількість, а форма. Найбільша частка форми графіту – рівномірно розподілений, а коефіцієнти парної кореляції найбільш високі для міждендритного, розеточного і більш грубих форм пластинчастого графіту. У більшій мірі на цей фактор реагує коерцитивна сила, чим твердість. Це є природним, оскільки деформації від індентору, що оцінює твердість, пручається в більшій мері металева матриця, чим графіт.

Результати аналізу мікроструктури показали наявність наступних фаз крім графіту: цементит, фосфідна евтектика, перліт, тростит, ферит.

Автоматизований підрахунок фаз, зроблений по спеціальній програмі показав, що частка фериту не перевищує 2%, тому її з аналізу виключили.

Фосфідну евтектику при такій обробці даних важко відокремити від цементиту при даному методі аналізу. З огляду на те, що в потрійний чи подвійний фосфідній евтектиці міститься цементит, і вона має високу мікротвердість, віднесли її до карбідної фази.

Фосфідна евтектика в досліджуваних гільзах має мікротвердість рівну 699-800, а цементит 893-1267.

Мікроструктурі дослідження виявили дві складові матриці – світлу і темну. Спочатку вони були віднесені до перліту. Було висловлене припущення про неоднорідне травлення. Однак виміри мікротвердості показали, що світла, що погано витравляється, фаза має мікротвердість рівну 430-569, що відповідає троститу. Одночасно перліт добре витравляється і має мікротвердість у межах 338-392. Ці межі характерні для всіх досліджених гільз, незалежно від змісту

нікелю і міді. Змінюється тільки частка фаз. Співвідношення фаз у досліджуваних гільзах приведене в табл.1.3.

Найбільш значимий вплив на рівень твердості і коерцитивної сили робить світлий перліт (тростит), у якого коефіцієнт парної кореляції для зовнішнього шару відповідає $-0,69-0,57$. Сила впливу цього фактора у внутрішній частині істотно нижче $r = -0,23-0,22$. У цьому випадку найбільший вплив карбідної фази $r = 0,66-0,52$. Одним з факторів оцінки коерцитивної сили і твердості для внутрішнього шару може служити відношення частки цементиту до графіту Ц/Г, де $r = 0,71-0,63$. Вплив розглянутих структурних факторів на коерцитивну силу приведений на рис. 1.3 та рис.1.4.

Таким чином, відхилення від прямолінійної залежності зв'язані зі зміною співвідношення фаз по перерізу і довжині гільзи.

Результати розрахунку твердості по співвідношенню частки фаз і їхньої мікротвердості для внутрішнього шару приведені в табл. 1.4. Її значення істотно змінюються, що зв'язано з неоднорідністю мікроструктури. У зв'язку з цим більш доцільно оцінювати коерцитивну силу по обмірюваній твердості, де структура усереднюється. Дані табл. 1.4 ілюструють вимір коерцитивної сили й усередненої твердості в радіальному напрямку в зіставленні з відповідними вимірами в зовнішній і внутрішній зон. В основному вони знаходяться в досить тісному співвідношенні (радіальні виміри лежать усередині інтервалу вимірів виконаних у тангенціальному напрямку – у зовнішньої і внутрішньої поверхні).

Коефіцієнт кореляції визначали:

$$\rho_{n,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_n \cdot \sigma_y} \quad \text{де } -1 \leq \rho_{xy} \leq 1 \quad (1.2)$$

$$i: \quad Cov(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \mu_n)(y_j - \mu_y) \quad (1.3)$$

Коефіцієнт кореляції розрахункової твердості і коерцитивної сили для внутрішнього шару гільзи (зони 2) склав 0,5.

Коефіцієнт кореляції розрахункової й обмірюваної твердості для зони 2 склав 0,48.

Таблиця 1.3 – Співвідношення фаз у досліджених гільзах

Умовне маркування	Кількість фази, %						
	Зона	Графіт	Карбід	Ц/Г	Перлит (світл)	Перлит (темн)	Псв/Пт
	Коефіцієнти парної кореляції з коерцитивною силою						
	1	-0,49	0,36	0,49	-0,69	0,51	-0,66
	2	-0,41	0,66	0,71	-0,23	0,14	-0,17
Коефіцієнти парної кореляції з твердістю							
	1	-0,65	0,34	0,53	-0,57	0,47	0,55
	2	-0,65	0,52	0,63	-0,22	0,28	-0,26
№ 2-1	1	16,5	10,69	0,648	28,535	44,28	0,64
	2	21,15	12,29	0,581	36,05	30,21	1,19
№ 2-2	1	18,0	8,235	0,458	27,01	40,76	0,66
	2	19,495	6,51	0,334	27,86	46,13	0,60
№ 7-1	1	19,96	5,39	0,27	23,83	50,815	0,47
	2	23,745	4,875	0,205	27,63	43,745	0,63
№ 7-2	1	21,985	6,385	0,29	33,415	38,21	0,87
	2	21,305	3,9	0,183	29,78	45,01	0,66
№ 53-2	2	20,495	5,38	0,263	46,16	22,015	2,10
№ 55-1	1	18,21	8,2	0,45	37,595	35,905	1,04
	2	25,37	5,905	0,233	34,535	34,19	1,01
№ 55-2	1	22,0	8,83	0,401	37,63	31,54	1,19
	2	25,255	5,625	0,223	28,55	40,565	0,70
№ 75-1	1	17,675	7,915	0,448	38,19	36,22	1,05
	2	19,085	6,495	0,34	39,51	34,905	1,13
№ 75-2	1	19,76	8,76	0,445	41,92	29,56	1,42
	2	22,74	5,64	0,248	30,63	40,945	0,75

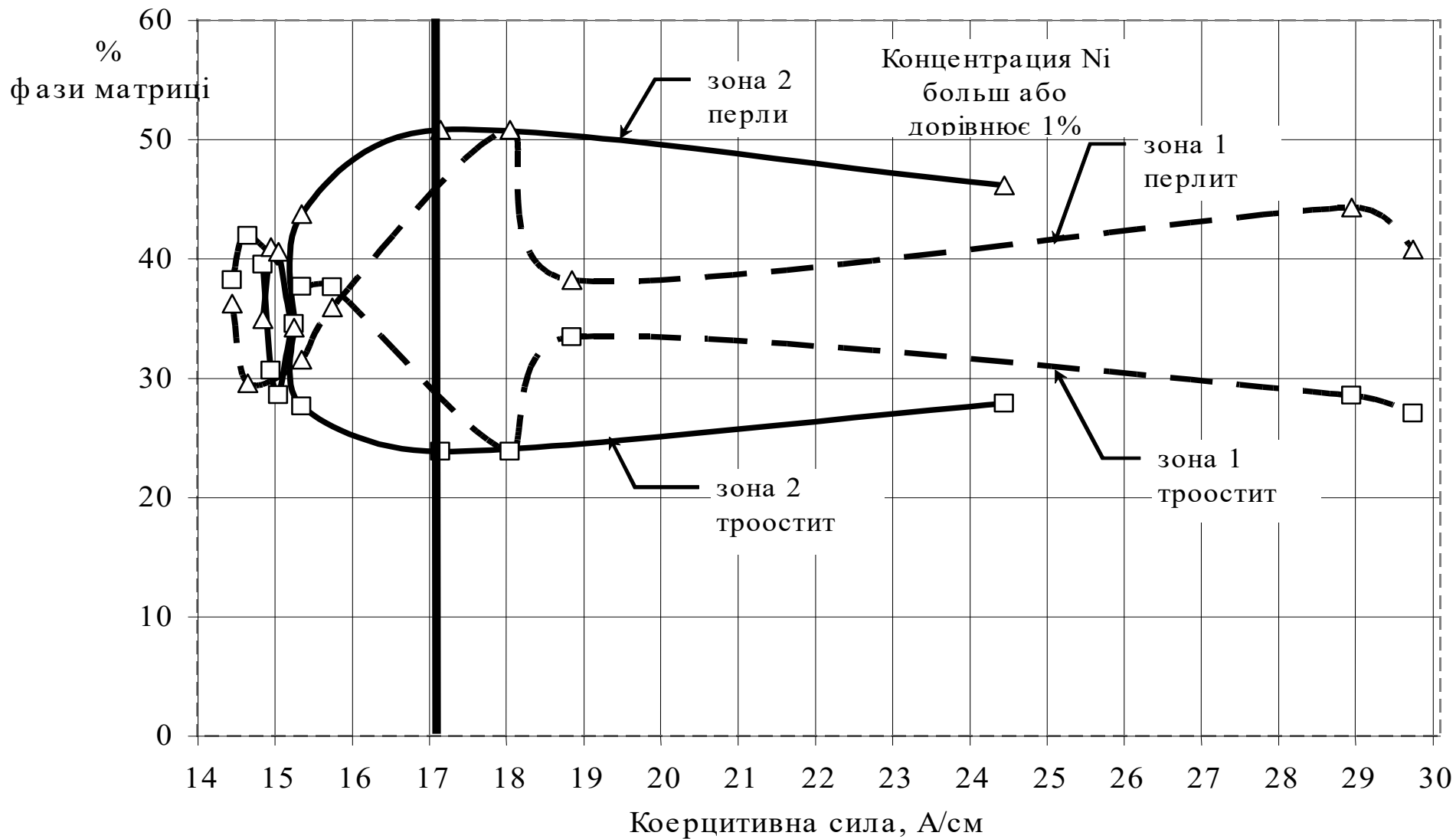


Рисунок 1.2 - Залежність коерцитивної сили від долі трооститу (світлий) і перлиту (темний)

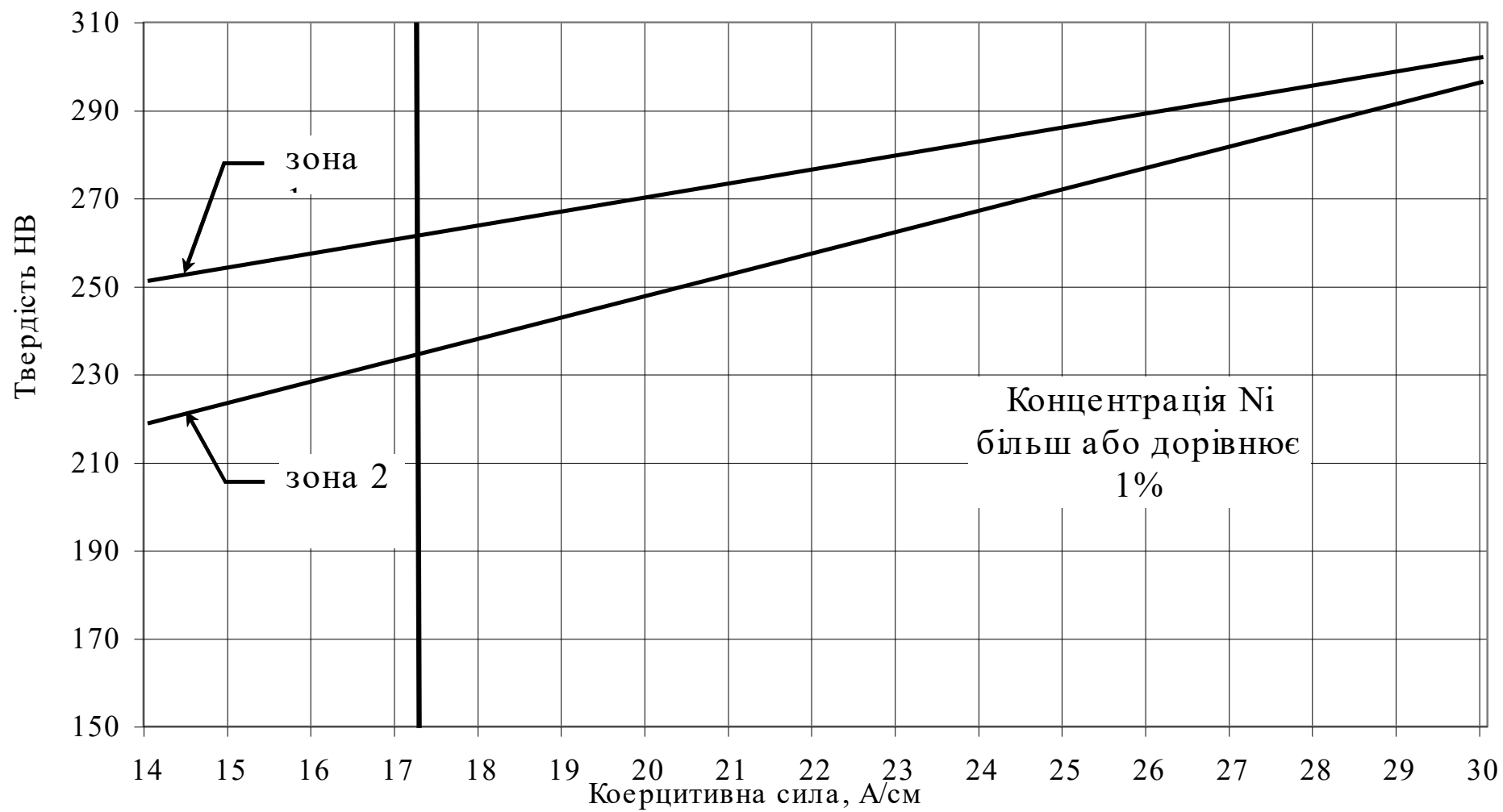


Рисунок 1.3 - Залежність коерцитивної сили від вимірної твердості

Таблиця 1.4 – Вихідні дані по розрахунковій, обмірюваній твердості і коерцитивній силі

Умовне маркування	Зона	Розрахункова твердість (зона 2)	НВ	НВ середнє Нс (радіальне)	Нс, А/см (тангенціальне)
№ 2-1	1		302	291 28,8	28,9
	2	432	269		24,4
№ 2-2	1		302	291 27,5	29,7
	2	389	269		24,4
№ 7-1	1		269	255 18,4	18
	2	350	241		17,1
№ 7-2	1		255	250 17,9	18,8
	2	360	241		17,1
№ 53-2	2	406	217	-	15,3
№ 55-1	1		241	229 16	15,7
	2	351	207		15
№ 55-2	1		241	229 16,1	15,3
	2	363	207		15,2
№ 75-1	1		269	255 15,0	14,4
	2	408	241		14,8
№ 75-2	1		269	255 15,1	14,6
	2	361	241		14,9

Примітки. Зона 1 - зовнішня сторона гільзи. Зона 2 - внутрішня сторона гільзи.

Коефіцієнт кореляції обмірюваної твердості і коерцитивної сили:

зона 1 - 0,84;

зона 2 - 0,82

При цьому коефіцієнти кореляції між твердістю і коерцитивною силою для зовнішнього шару складають $r = 0,84$, а – внутрішнього $r = 0,82$.

Таким чином, дослідженнями встановлено, що основний вплив на рівень твердості і коерцитивної сили гільзи циліндрів роблять хімічний склад сплаву й умови кристалізації. Останнє викликає формування різних форм графіту в

зовнішньої і внутрішньої поверхні, змінює співвідношення фаз, їхній рівень мікротвердості. При цьому такі коливання в зміні структури реєструють як твердість, так і коерцитивна сила. Остання значно більш чутлива до таких коливань структури. Це дає підставу для проведення оцінки твердості по коерцитивній силі. Однак для кожного типу гільзи повинна бути своя оцінна залежність, оскільки зі зміною товщини стінки гільзи змінюються умови кристалізації, що як і хімічний склад є визначальними факторами в досягненні рівня властивостей. Зі зменшенням товщини стінки однорідність властивостей, імовірно, буде зростати, що позначиться і на однорідності рівня коерцитивної сили і твердості.

Дослідженнями встановлено, що коливання твердості в чавуні, що містить $C = 2,95-3,33\%$, $Si = 1,98-2,23\%$, Ni до $1,17\%$ і Cu до $0,7\%$ не перевищують 7-10% від прямої, такої ж зміни відповідають і коерцитивній силі (змінюється від $14,4$ до $15,7$ А/см при вимірах тангенціальних і до $16,1$ А/см при - радіальних). Це дає підставу для побудови шкали, що представляє собою лінійну залежність між розглянутими характеристиками. Для зменшення погрішності рекомендується проводити оцінку коерцитивної сили окремо для зовнішнього і внутрішнього шарів такого типу гільз. При цьому помилка складає від 0 до $2,5\%$ для легованого металу і від 0 до $7,5\%$ для чавуна з $0,5\%Ni$, $0,5\%Cu$ і $0,5\%Mo$.

Слід зазначити, що при вимірі коерцитивної сили на кільці в радіальному напрямку рівень показників цієї характеристики твердості є середнім між зовнішньою і внутрішньою поверхнею. У цьому випадку помилка вимірів складає $3,3-5,4\%$. Для цього випадку виконаний розрахунок лінійної залежності з величиною вірогідності апроксимації $R^2=0,77$.

У результаті виконаних досліджень запропонована лінійна залежність зв'язку, що характеризує, твердість - коерцитивна сила для гільзи циліндрів тракторного двигуна ЯМЗ рис. 1.3.

Таблиця 1.5 – Концентрація хімічних елементів у досліджуваних зонах

	Концентрація хімічних елементів %			
	Зона	Si	Ni	Cu
Умовне маркування	Коефіцієнт кореляції з коерцитивною силою			
	1	0,07	0,85	-0,8
	2	-0,03	0,85	-0,83
	Коефіцієнт кореляції з твердістю			
	1	-0,08	0,65	-0,63
	2	-0,07	0,78	-0,79
	№ 2-1	1	2,06	1,15
2		2,07	1,17	0,43
№ 2-2	1	2,05	1,16	0,45
	2	2	1,14	0,42
№ 7-2	1	2,23	1,16	0,44
	2	2,13	1,14	0,42
№ 53-2	2	2,11	0,44	0,7
№ 55-1	1	2	0,43	0,65
	2	2,04	0,45	0,69
№ 55-2	1	2,06	0,45	0,7
	2	2,01	0,44	0,66
№ 75-1	1	2,07	0,43	0,66
	2	2	0,44	0,64
№ 75-2	1	2	0,45	0,7
	2	2,02	0,44	0,68

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

2.1 Продукт та послуги підприємства

Підприємство виконує наступні види робіт:

- а) передпродажний сервіс, обслуговування і усунення несправностей в гарантійний період роботи техніки, що випускається машинобудівною галуззю;
- б) технічне обслуговування та ремонт техніки згідно з спеціалізацією центру;
- в) підготовка та перепідготовка кадрів з експлуатації, обслуговування та сервісного обслуговування техніки;
- д) встановлення договірних взаємовідносин з товаровиробниками.

В подальшій діяльності підприємство планує впровадити послуги лізингу для сільськогосподарських підприємств області.

2.2 Режим роботи та фонди робочого часу

Режим роботи підприємства:

- кількість робочих змін – 1;
- тривалість робочої зміни – 8 годин;
- тривалість робочого тижня – 5 днів;
- кількість робочих днів на рік – 253 днів.

Фонди часу роботи обладнання для підприємства наведені в табл.2.1

Для визначення чисельності виробничих робітників приймається ефективний (розрахунковий) річний фонд часу роботи робітників, який визначається із номінального річного робочого часу за відрахуванням втрат робочого часу.

Таблиця 2.1 - Фонди часу роботи обладнання

Найменування обладнання	Річний фонд часу, годин, при роботі		
	номінальний	втрати від номінального ¹ , %	фактичний
Металорізальні верстати	2025	1,4	1995
Прес з нагрівачем для термопластичного обтиснення	2025	2,5	1975
Немеханізовані печі (шахтні)	2025	3,0	1965
Установки для зварювання, наплавлення та електродугової металізації	2025	2,5	1975
Джерела живлення - трансформатори	2025	1,5	1995
Напівавтомати для на плавки в середовищі захисних газів	2025	4,5	1935
Робочі місця для розбирання та складання вузлів та агрегатів з механізованими пристроями	2025	1,0	2000
Мийне обладнання	2025	2,5	1975
Контрольно-випробувальне обладнання	2025	1,0	2000

Номінальний річний фонд часу роботи робітників при 40-годинному робочому тижні приймається 2025 годин.

Втрати робочого часу на підприємстві пов'язані з черговими відпустками на навчання, по вагітності, годування грудних дітей, хворобами, скороченням

робочого дня підлітків у віці від 16 до 18 років і виконанням державних обов'язків.

Ефективний річний фонд часу роботи робітників підприємства наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Ефективний річний фонд часу роботи робітників

Перелік професій робітників	Втрати від номінального фонду часу, %	Ефективний фонд часу роботи робітників, годин
Верстатники, комплектувальники, дефектувальники, слюсарі	11	1820
Терміст, електрозварник і газозварник всіх видів зварювання	12	1780

2.3 Параметри організації виробничого процесу і їх розрахунки

Загальний обсяг робіт визначається із добутку величин програм сервісних робіт та трудомісткості умовного ремонту:

$$W = N \cdot T, \quad (2.1)$$

де W – загальна трудомісткість робіт, люд.-год.;

N – програма в умовних одиницях (250 умовних сервісних обслуговувань);

T – трудомісткість сервісного обслуговування однієї умовної одиниці, люд.-год. (117 люд.-год).

$$W = 250 \times 117 = 29250 \text{ люд.-год.}$$

Основними показниками, які характеризують організацію виробництва процесу сервісного підприємства являються: такт, цикл, фронт і пропускна здатність.

Такт характеризує час, після закінчення якого на підприємство повинен поступити або вийти з сервісного обслуговування черговий об'єкт. Для всіх робочих місць, діляниць такт не є однаковим. Такт може бути загальним і

частковим. Загальні такти розраховують з урахуванням фонду часу сервісного центру для основних об'єктів. Часткові такти визначають для конструктивних елементів відновлюваних об'єктів, які забезпечують рівномірний випуск із лінії повно комплектної машини, як основного об'єкту.

Такт визначається:

$$\tau = \frac{\Phi}{N} = \frac{1980}{250} = 7,92 \text{ год} \quad (2.2)$$

де Φ - річний фонд часу сервісного центру, год.;

N - прийнята річна програма сервісного центру, одиниць.

Цикл визначається періодом часу перебування об'єкту від початку першої операції до закінчення останньої і визначається досконалістю організації виробничого процесу на даному сервісному підприємстві.

Довготривалість перебування об'єкту залежить від характеру поєднання виконання операцій, тобто послідовного або послідовно - паралельного. Вона може бути визначена розрахунками або графічним способом.

Довготривалість виробничого циклу $P_{Ц.ПР}$ при сервісному обслуговуванні простих машин і нескладних вузлів:

$$P_{Ц.ПР} = \frac{T_3}{m_{pa}} + 4, \quad (2.3)$$

де T_3 - загальна трудомісткість обслуговування об'єкта, люд.-год.;

m_{pa} - доцільна кількість робочих, зайнятих на сервісному обслуговуванні об'єкту (14 робочих);

4 - приблизна кількість годин міжопераційного часу.

$$P_{Ц.ПР} = \frac{117}{14} + 4 = 12,4 \text{ годин}$$

Фронт сервісного обслуговування f – це кількість машин, які одночасно знаходяться в обслуговуванні. Його визначають за формулою:

$$f = \frac{t_{\text{Ц}}}{\tau_{\text{Р}}} \quad (2.4)$$

де $t_{\text{Ц}}$ - цикл сервісного обслуговування машин, год.;

$\tau_{\text{Р}}$ - такт сервісного обслуговування, год.

$$f = \frac{12,4}{7,92} = 1,57$$

Пропускна здатність підприємства характеризується кількістю об'єктів, які можуть пройти сервісне обслуговування за певний період часу.

Пропускна здатність підприємства визначається залежністю:

$$B_{\text{ПР}} = \frac{\Phi_{\text{д}} \cdot m_{\text{СК}} \cdot n}{t_{\text{Ц}}} \quad (2.5)$$

де $\Phi_{\text{д}}$ - фонд часу розбирально-складальної ділянки на запланований період, год.;

$m_{\text{СК}}$ - можлива кількість робочих місць на розбиранні і складанні машин;

n - кількість змін розбирально-складальної ділянки.

При виконанні сервісних робіт на потоковій лінії по розбиранню (складанню) машин кількість машино - місць визначають:

$$m_{\text{СК}} = \frac{L}{l + (1,5 \dots 2,5)} \quad (2.6)$$

де L - довжина лінії розбирання (складання) агрегату;

l - повна довжина агрегату, що підлягає сервісному впливу, м;

1,5-2,5 - відстань між агрегатами в метрах на лінії розбирання (складання).

$$m_{\text{СК}} = \frac{6}{1,4 + 2,5} \approx 2$$

$$B_{\text{ПР}} = \frac{1820 \cdot 2 \cdot 1}{12,4} = 293$$

Підраховану пропускну здатність підприємства на плановий період $B_{ПР}$ зрівнюють з програмою M_3 і визначають коефіцієнт завантаження за рівням:

$$\eta_3 = \frac{N}{B_{ПР}} = \frac{250}{293} = 0,85 \quad (2.7)$$

Визначено, що сервісний центр завантажено не на повну потужність ($\eta_3 = 1$).

2.4 Обсяг робіт на дільницях

Вихідною величиною для визначення потрібної кількості робочих, устаткування і виробничих площ є обсяг робіт по кожній дільниці, який розраховується на основі виробничої програми дільниці та технологічних процесів на сервісне обслуговування двигунів і відновлення гільз циліндрів.

Обсяг робіт по дільницям визначається укрупнено, шляхом розподілу між дільницями загального обсягу робіт у відповідності з їх процентним співвідношенням на підставі довідкових даних. Результати розрахунків занесені у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Розподіл робіт між дільницями

Найменування дільниці	Відсоткове співвідношення трудомісткості робіт і площ, %	Обсяг робіт, люд.-год.
Розбирально - мийна	15	4387
Ремонту двигунів	60	17550
Випробування двигунів	15	4387
Відновлення гільз циліндрів	10	2925

2.5. Склад і кількість працюючих

Повний склад складається з основних виробничих робочих, допоміжних робочих, інженерно-технічних працівників, обслуговуючого персоналу.

Облікова кількість виробничих робочих по дільницях визначається:

$$m = \frac{T_{\text{дйл}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K}, \quad (2.8)$$

де $T_{\text{дйл}}$ – обсяг робіт по дільниці на даний період року, люд.-год.;

$\Phi_{\text{др}}$ - дійсний фонд часу робочого на дільниці, год.;

K – коефіцієнт, який враховує перевиконання норм виробітку, $K=1,05-1,15$.

Таблиця 2.4 - Розподіл основних виробничих робочих між дільницями

Найменування дільниці	Обсяг робіт, люд.-год.	Кількість робочих	
		розраховано	прийнято
Розбирально - мийна	4387	2,19	2
Ремонту двигунів	17550	8,77	9
Випробування двигунів	4387	2,19	2
Відновлення гільз циліндрів	2925	1,41	1

Кількість інженерно-технічних працівників – 1; допоміжних робочих – 1.

2.6 Визначення основного технічного устаткування

При організації робочих місць для забезпечення виконання технологічних процесів ремонту двигунів, відновлення гільз циліндрів на виробничих дільницях передбачають застосування основного технологічного устаткування, оргоснащення, підйимально-транспортних засобів.

Номенклатуру і типи основного технологічного устаткування розбирально-мийної дільниці, дільниць ремонту та випробування двигунів у проекті прийняли у відповідності з існуючою на підприємстві технологією ремонту.

Визначення кількості устаткування для дільниці з відновлення гільз циліндрів проводили за формулою

$$n_2 = \frac{T_2}{\Phi_2 \cdot i \cdot \eta_2 \cdot k}, \quad (2.9)$$

де T_2 – трудомісткість робіт з термопластичного обтиснення та термічної обробки, год;

Φ_2 – фонд робочого часу однієї одиниці устаткування, год;

i – кількість змін;

η_2 – коефіцієнт використання устаткування (прийнято 0,85);

Решту устаткування та організаційного оснащення підбирали без розрахунків, виходячи із необхідності виконання всього комплексу ремонтних робіт на підприємстві і вимогами до організації робочих місць.

Виробничу площу дільниці по відновленню гільз циліндрів визначали за кількістю виробничих робітників:

$$F = m_v \cdot f_{\Pi} \quad (2.10)$$

де m_v – кількість виробничих робітників, що працюють на дільниці;

f_{Π} - питома площа на одного робітника даної дільниці, м²

Результати розрахунків представлені в графічній частині дипломного проекту.

2.7 Розрахунок енергетичних витрат

Розрахунок енергетичних показників

Активна потужність:

$$P_a = \eta_c \sum_{i=1}^n P_{уст}, \quad (2.11)$$

де η_c - коефіцієнт використання, що враховує недовантаження и неодноразність роботи споживачів електроенергії, витрати в мережі та в електродвигунах,

$P_{уст}$ - потужність приймачів;

n – кількість (дільниць) обладнання на дільницях.

Для металообробного устаткування:

$$P_{a_{м.о}} = 0,15 (4,6 + 10,2 + 4,4 + 2,2 + 3 + 4,6 + 0,95 + 0,39 + 9,2 + 30 + 3) = \\ = 0,15 \cdot 72,54 = 10,88 \text{ кВт}$$

Для підйимально-транспортного обладнання:

$$P_{a_{п.т.о}} = 0,10 \cdot (0,68 + 2,24 + 0,68 + 0,68 + 0,68 + 2,24) = 0,10 \cdot 7,2 = \\ = 0,72 \text{ кВт.}$$

Для пресового обладнання:

$$P_{a_{пр.об}} = 0,20 \cdot (2,2 + 2,2) = 0,88 \text{ кВт}$$

Для термічного обладнання:

$$P_{a_{терм.}} = 0,75 (20 + 40) = 45 \text{ кВт.}$$

Для зварювально-наплавлювального обладнання:

$$P_{a_{с.н}} = 0,70(30) = 21 \text{ кВт.}$$

Для стендового обладнання:

$$P_{a_{стенд}} = 0,25(8,5 + 0,55 + 3 + 1 + 1,3 + 50) = 15,84 \text{ кВт.}$$

Річні витрати силової енергії

$$W_{Г} = \sum_{i=1}^n P_a \cdot \Phi_{до} \cdot \eta_z \tag{2.12}$$

де $\sum_{i=1}^n P_a$ - сума активних потужностей споживачів електроенергії по кожній дільниці, кВт год;

$\Phi_{до}$ - дійсний фонд часу обладнання, год;

η_z - коефіцієнт рівномірності завантаження обладнання ($\eta_z = 0,75$)

$$W_{Г} = 65,82 \cdot 1836 \cdot 0,75 = 90634 \text{ кВт}$$

(Сумарна активна потужність дорівнює $\sum_{i=1}^n P_a = 10,88 + 0,72 + 0,88 + 06,5 + 21 + 15,84 = 65,82$ кВт).

Річні витрати освітлювальної електроенергії по кожній ділянці

$$W_{Г.ос} = \frac{T_{ос} \cdot F_{уч} \cdot S_о}{1000} \quad (2.13)$$

де $T_{ос}$ - річна кількість годин, коли використовується максимальне навантаження (800 годин для 50° широти);

$F_{уч}$ - площа ділянок;

$S_о$ - - потужність освітлювального навантаження.

$$W_{Г.ос.I} = \frac{800 \cdot 25 \cdot 54}{1000} = 1080 \text{кВт}$$

$$W_{Г.ос.II} = \frac{800 \cdot 18 \cdot 108}{1000} = 1555,2 \text{кВт}$$

$$W_{Г.ос.III} = \frac{800 \cdot 18 \cdot 54}{1000} = 778 \text{кВт}$$

$$W_{Г.ос.IV} = \frac{800 \cdot 30 \cdot 54}{1000} = 1296 \text{кВт}$$

$$W_{Г.ос.V} = \frac{800 \cdot 16 \cdot 54}{1000} = 691 \text{кВт}$$

$$W_{Г.ос.VI} = \frac{800 \cdot 25 \cdot 54}{1000} = 1080 \text{кВт}$$

$$W_{Г.ос.VII} = \frac{800 \cdot 8 \cdot 54}{1000} = 346 \text{кВт}$$

Загальні річні витрати освітлювальної електроенергії:

$$\begin{aligned} W_{Г.ос} &= \sum_{I=1}^n W_{Г.ос.i} = 1080 + 1555,2 + 778 + 1296 + 691 + 1080 + 346 = \\ &= 6827,2 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

Потрібність в сумарнім повітрі:

$$Q_B = k_C \cdot k_{II} \cdot k_{\text{Э}} \cdot \sum_{I=1}^n Q_{CP} \cdot \Phi_{Д.О} \quad (2.14)$$

де k_C - коефіцієнт попиту споживачів у повітрі ($k_C < 0,6$)

$k_{\text{Э}}$ - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації ($k_{\text{Э}} = 1,3$);

$k_{\text{П}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати повітря в зв'язку з негерметичності пневмоприймачів (з'єднань);

$\sum_{I=1}^n Q_{CP}$ сумарні витрати при безперервній роботі пневмоприймачів.

$$Q_B = 0,6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (15 + 4 + 45) = 75,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗИ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ

3.1 Конструкція і матеріали гільз циліндрів

Призначення циліндрів – утворення циліндричної поверхні об'єму камери згоряння. Циліндр сприймає нормальні зусилля від поршня, а також відводить частину тепла від нього при згорянні палива і передає навколишньому середовищу через воду при водяному охолодженні двигуна або у повітря при повітряному. При рідинному охолодженні гільзи циліндрів бувають двох типів – сухі та мокрі. Сухі виконують у вигляді труби, яка запресовується у циліндрові розточки блока і остаточно обробляються. Такі циліндри застосовувались, зокрема, на дизельних двигунах. Складність заміни і обробки при ремонті обмежило їх застосування. Мокрі циліндри дозволяють проводити заміну їх без зняття двигуна з шасі. Гільзи циліндрів відливаються зі спеціального чавуну, дзеркало підлягає гартуванню токами високої частоти і ретельній механічній обробці, кінцевою операцією якої є хонінгування дзеркальної поверхні з мікронерівністю не вище 0,3-0,7 мкм. Гільзи двигунів з верхнім буртом конструктивно мають багато спільного. Два посадочних пояска – верхній та нижній призначенні для встановлення у відповідні розточки в блоці. Діаметр верхнього посадочного пояска, як правило на 1,5-2 мм більше діаметра нижнього.

У верхній частині циліндр ущільнюється буртом, який притискається голівкою через прокладку до поверхні виточки в блоці. Для надійної герметизації верхньої частини циліндра необхідно, щоб борт його виступав над верхньою плитою блока.

Виступання гільз над блоками повинні бути у межах 0,02 – 0,21мм.

3.2 Умови експлуатації гільз циліндрів

Дзеркало циліндра піддається зношенню під впливом багатьох факторів. Циліндр зношується не однаково по всій висоті. Найбільше зношення спостерігається в зоні верхнього компресійного кільця при положенні поршня у верхній мертвій точці. Дзеркало циліндра у цьому місці має виробітку у вигляді кільцевої канавки, утворюючої сходинок відносно верхньої частини. У нижній частині циліндра зношення, як правило, невелике.

Основними видами зношення дзеркала циліндра є: абразивне, корозійне, механічне.

Абразивне зношення циліндра. Найбільший вплив на зношення циліндрів чинить абразивний пил, який попадає в двигун. Спостереження за двигунами при експлуатації в зимовий період (листопад - квітень) та влітку (травень - листопад), при виконанні в ці періоди приблизно однакової роботи, показали, що в літній період зношення майже удвічі більше ніж в зимовий. Інтенсивність виходу з ладу деталей двигуна пропорційна кількості кремнію в маслі. Зношення циліндрів двигуна при звичайній експлуатації на дорогах з асфальтовим покриттям складає: взимку 1,48 мкм на 1000км пробігу, влітку – 3,09 мкм; на ґрунтовий дорозі влітку 5,8 мкм на 1000 км. При роботі автомобіля в дуже пильних умовах зношення на 1000 км пробігу складає 27,0 мкм. Отже, робота автомобіля в пильних умовах визначає підвищене зношення циліндрів, хоча температурний режим роботи двигуна влітку нормальний. При незначній кількості пилу, що попадає в двигун, загальне зношення деталей зменшується. В цьому випадку абразивне зношення циліндрів буде мінімальним, залишиться тільки корозійний характер зношення.

Пил в двигун потрапляє через впускний тракт разом з повітрям, маслом, паливом через сапуни у дизелів та примусову систему вентиляції картерів у карбюраторних двигунів, через нещільності у з'єднаннях всмоктувального колектора і картера.

Місця найбільшого зношення дзеркал циліндрів залежать від того звідки потрапляє пил в циліндр. Якщо він потрапляє у двигун через впускний тракт, найбільше зношення буде у верхній частині дзеркала циліндра, а також верхніх компресійних кілець. При використанні забрудненого масла найбільше зношення дзеркал циліндрів в середній частині, швидко виходять з ладу маслоз'ємні кільця.

В циліндри найчастіше над усе пил потрапляє через впускний колектор або через нещільності у з'єднаннях (слабо затягнуті кріплення колектора, порвані з'єднувальні гумові рукава і прокладки).

Частина пилу, що потрапила в циліндри (до 90%), видаляється при такті випуску разом з газами, решта потрапляє в масло, що знаходиться у піддоні. Він утворює з маслом своєрідну притирну пасту, яка при русі поршня інтенсивно зношує дзеркало циліндра, поршневі кільця і сам поршень.

Попадання в циліндри двигуна 1% повітря через нещільності в колекторах або у всмоктувальному тракті, тобто яке не пройшло через повітроочисник, у 10 разів збільшує кількість пилу у горючій суміші. Це призводить до інтенсивного зношення дзеркала циліндра і поршневих кілець. Найбільше зношення викликає пил з частинками 20 – 30 мкм.

Наявність у паливі пилу (кварцу) у кількості до 0,004% викликає збільшення зношення циліндрів і поршневих кілець у 20 разів більше, ніж при використанні добре очищеного палива. Тому при експлуатації двигунів особливу увагу слід приділяти стану фільтрів грубого та тонкого очищення палива, паливних баків.

Основними заходами по зменшенню абразивного зношення циліндрів двигунів є:

- належне очищення повітря повітроочисником (коефіцієнт пропуску пилу не повинен перевищувати 0,3 – 0,8%);
- повна герметизація всмоктувальних трактів і колекторів;
- використання чистого, відстояного палива;

- запобігання попаданню пилу у паливні ємності;
- належне очищення палива фільтруючими елементами;
- належна герметизація усіх з'єднань двигуна.

Дослідження показують, що забезпечення указаних заходів при експлуатації тракторів і автомобілів зменшує зношення робочої поверхні циліндрів у 2 – 2,4 рази.

Корозійне зношення дзеркал циліндрів. Однією з причин зношення верхньої частини циліндра є корозія матеріалу, виникаюча при температурах робочої суміші нижче точки роси. При роботі двигуна з низькою температурою води і масла (до 60 – 70°C) частина продуктів згоряння палива конденсується, що викликає корозію циліндра. Це пояснюється наступним. Продуктами згоряння є вода H_2O , вуглекислий газ CO_2 , окис вуглецю CO , окис азоту N_2O та сірнистий газ. При згорянні 1 кг палива виділяється біля 1 кг води, яка видаляється з циліндра у вигляді водяного пару. У випадку роботи двигуна на малих температурних режимах водяні пари конденсуються на стінках циліндрів. В утвореному конденсаті при малій температурі води та масла легко розчиняються двоокиси, що знаходяться у відпрацьованих газах. Розчинення двоокисів у воді утворює кислоти, що викликають сильну корозію дзеркала циліндра. Крім цього кислоти розрушують масляну плівку на дзеркалі циліндру. Корозія металу, напівсухе або сухе тертя між поршневими кільцями і дзеркалом внаслідок руйнування масляної плівки сприяють інтенсивному зношенню циліндра особливо при роботі двигуна на низькотемпературному режимі: чим менше температура охолоджувальної рідини, тим більше конденсат на циліндрі.

Підвищене зношення циліндрів при низьких температурах охолоджуючої рідини не можна пояснити тільки дією утворених при згорянні палива кислот, тому що нержавіючий чавун гільзи практично не піддається корозії. Зношення дзеркала циліндра в цьому випадку пояснюється також погіршенням змазки, що викликає ерозійне руйнування поверхні дзеркала. Для зменшення зношення

циліндрів необхідно підтримувати температуру рідини не нижче 70°C. Для цієї мети на радіаторах встановлюють жалюзі, застосовують термостати.

Температура циліндрів по висоті неоднакова, що призводить до появи деформацій і порушенню спряжень в деталях циліндро-поршневої групи, до зміни їх геометричних розмірів, перекосів і, як наслідок, підвищене зношення циліндрів.

Перекося циліндрів можуть виникати не тільки у наслідок нерівномірного нагріву, але й при непослідовній затяжці шпильок кріплення голівки блока циліндрів з неоднаковим зусиллям. Тому слід виконувати рекомендації про послідовність і зусилля затяжки шпильок голівки.

Найбільша монтажна деформація і пов'язане з нею виникнення овальності гільзи виникає в основному у нижній частині. Середня статистична монтажна деформація гільз у тракторних двигунах досягає 0,03 – 0,03 мм, овальність при цьому доходить до 0,06 – 0,08 мм, що у декілька разів перевищує допуск на овальність у вільному стані. Деформація циліндрів викликається також деформацією посадочних гнізд на верхній плиті блока і, як наслідок, згинанням опорних буртів циліндрів відносно блока. Деформація циліндрів може бути значно зменшена за рахунок рівномірної затяжки гаєк, що кріплять голівку блока, з зусиллям рекомендованої межі.

Зношення тертям. Процес зношення дзеркала циліндра тертям в значній мірі залежить від умов змащення. При русі поршня з великою швидкістю кільця та дзеркало забезпечуються нормальним рідинним змащенням. У верхній і нижній мертвих точках швидкість поршня зменшується, умови мащення кілець і дзеркала тут різко погіршуються – шар змазки наближається до граничних умов, тобто товщина масляного шару наближається до молекулярної, що викликає безпосередній контакт між кільцем та дзеркалом. Останнє особливо різко виражено при наближенні поршня до ВМТ на такті стиснення у момент згоряння палива. При цьому тиск газів за першим поршневим кільцем значно підвищується. Коли поршень переходить ВМТ, його швидкість падає до нуля, у

той же час відбувається згорання палива та різко підвищується тиск газів. Поршневе кільце притискається газами до стінки циліндра з більшим тиском при порушеній змазці і нерухомому поршні, що викликає безпосередній контакт між дзеркалом циліндра і поршневим кільцем та їх інтенсивне зношення.

При русі поршня вниз кільце, притиснене до дзеркала циліндра, знімає шар металу з дзеркала і, в свою чергу, зношується. При подальшому русі поршня вниз швидкість його підвищується. Нижче на поверхні дзеркала є нормальний шар масла, і поршневі кільця, в том числі і верхні, рухаються по масляній плівці. У нижній мертвій точці умови роботи поршня такі ж, як і у верхній, але тиск газів у канавці на поршневе кільце вдесятеро разів менше, тому тут зношення незначне. Зношення тертям складає незначну частину загального зношення гільзи.

Великий вплив на зношення стиранням здійснює чистота обробленої поверхні. Зношення стиранням при неблагоприємних умовах (застосування мастил інших марок, перегрів двигуна, підвищений тиск газів в результаті зміни кута початку подачі палива і інші) може викликати задири на дзеркалі циліндра та поршневих кільцях. При обробці дзеркала циліндра з недостатньою чистотою зношення стиранням буде дуже інтенсивним і його частка в загальному зношенні значно підвищиться.

Корозійне зношення притаманне в основному дзеркалу циліндра, поршневі кільця майже не схильні до цього виду зношення. Тому підвищене зношення дзеркала і мале кільце свідчить саме про корозійний характер зношення. Величина зношення по висоті дзеркала циліндра при корозійному зношенні та стиранні буде відносно малою, вона обмежується вузькою смугою поверхні без мастила у верхній частині циліндра.

Кавітаційне руйнування гільзи. Кавітація – від латинського *cavitas* – пустота. Суть цього явища складається в утворенні в рідині пустот (бульбашок) при зниженому тиску з наступним їх замиканням. Під впливом змінного тиску в рідині утворюються кавітаційні порожнини двох виглядів. Порожнини, що

замикаються, володіють більшою енергією, мають високу ерозійну активність. Інші бульбашки пульсують не замикаючись і мають малу ерозійну активність. Перемінний тиск в потоці рідини можна створити при допомозі вібратора. В дизелях таке явище спостерігається у випадку вібрації циліндрів. В результаті вібрування відбувається процес розривання суцільності рідини в місцях потоку, де тиск знижується до тиску насичених парів цієї рідини при даній температурі або до критичного тиску, при якому починається виділення у вигляді бульбашок (каверн) розчинених у воді газів або повітря. Ці бульбашки, а також частки, що знаходяться у воді, знижують її міцність і є місцями виникнення кавітаційних каверн. Руйнування зовнішньої поверхні гільзи відбувається там, де під дією великого тиску замикаються кавітаційні бульбашки.

Вібрація циліндрів, що викликає звуковий та ультразвуковий тиск у рідині, сприяє утворенню та замиканню кавітаційних каверн, які супроводжуються гідравлічними ударами, підвищенню температури у зоні замикання. В наслідок чого різко збільшується напруга в матеріалі циліндра, його нагрів, різні електрохімічні процеси, які призводять до руйнування стінок циліндра і частково – блока.

Причиною кавітаційних руйнувань є не тільки високий тиск і велика температура, що з'являється при закритті каверн, але і електрохімічні та дифузійні процеси, що відбуваються на межі середовищ: рідина – зовнішня поверхня циліндра.

При замиканні каверн тиск всередині рідини набагато перевищує необхідний для утворення каверн і може досягати десятки тисяч атмосфер. Підвищення тиску в місцях утворення каверн при їх закритті супроводжується підвищенням температури середовища. Нагрівання, викликане поверхневим тертям, має локальний характер.

Висока температура в мікрооб'ємах каверн, що замикаються, виникає також під впливом високого тиску. Локальні точки з підвищеною температурою

небезпечні для поверхні циліндрів, тому що викликають їх електрохімічну корозію.

Під впливом великого тиску у зоні закриття каверн починається поступове руйнування стінок циліндра. Одночасно відбувається і температурне руйнування поверхні – плавлення. Крім того, на границі рідини з поверхнею гільзи відбуваються окиснево-відновні процеси, що викликають руйнування матеріалу циліндра.

Для кожного двигуна є свої величини рівня вібрацій циліндрів, які характеризуються амплітудою, швидкістю, прискоренням і частотою коливального процесу. При вібрації циліндра утворюється гідроакустичне поле, що сприяє кавітації охолоджувальної рідини. Інтенсивність кавітації залежить не тільки від вібрації, але і від температури води, її в'язкості, швидкості руху, наявності домішок, тиску у даній точці. Кавітаційний процес починається при падінні тиску у даній точці середовища до критичного або до тиску насиченої пари. Необхідна для виникнення кавітації інтенсивність коливань є критичною і залежить від частоти і амплітуди. Дослідження показали, що при коливаннях циліндрів з величиною прискорення більше 18g починаються кавітаційні руйнування.

Вібрація циліндра, що призводить до кавітації, викликається ударами поршня при переході ВМТ, тобто перекладкою поршня. При цьому змінюється напрямок сили тиску поршня на дзеркало. Так як між поршнем і дзеркалом є зазор, перекладення поршня відбувається з ударом. Енергія удару залежить від величини зазору. Зі збільшенням зазору енергія удару збільшується. Вібрація циліндрів відбувається при частотах вільних коливань, які для різних дизелів мають значення 800 – 3000 Гц.

Прискорення коливань циліндра підчас роботи дизеля з алюмінієвим поршнем може складати 50g, з чавунним – 23g. Це пояснюється різністю зазорів між поршнем і циліндром при різних матеріалах. У алюмінієвого поршня зазор повинен бути більшим, що призводить до більшої енергії удару при

перекладенні поршня в ВМТ і, як наслідок, до більшого прискорення коливань, ніж при чавунному поршні. При вібрації циліндра з прискоренням нижче 18 – 20g кавітації не спостерігається.

Кавітаційне руйнування циліндрів спостерігається у дизеля СМД-14, що відпрацював 2000 годин. Руйнуюча дія кавітації з'являється в більшому ступені при температурі води 50 - 60°C, при більш високій температурі в меншому ступеню. Кавітаційні руйнування можна усунути зменшенням вібрації циліндрів, дотриманням теплового режиму двигуна, який повинен знаходитися у межах 75°C та вище, підвищенням тиску в системі охолодження.

Відомо, що проводились дослідження по штучному утворенню кавітаційних руйнувань гільз. З цією метою зазор між поршнем та циліндром змінювався від 0,16 до 0,55 мм (нормальний 0,2 – 0,24 мм), зазори по посадочних поясках гільзи в блоці – від 0,01 до 0,4 мм (нормальний 0,1 – 0,235 мм). Температура води витримувалась 55°C. При таких умовах впродовж 150 – 200 годин були виявлені такі ж пошкодження гільз, як після довгої експлуатації.

Випробування показали, що ступінь руйнування поверхні циліндра знаходиться у прямій залежності від прискорення коливального руху циліндрів. На величину кавітаційного руйнування в більшій мірі впливає зазор між поршнем та циліндром. При нормальному зазорі з поршнем зі сплаву АЛ-10В максимальне значення коливального прискорення було 22g. Збільшення зазору до 0,5 мм збільшувало прискорення до 86 – 100 g. При зазорі 0,16 мм між поршнем та циліндром кавітаційного руйнування не спостерігалось.

Кавітаційне руйнування циліндрів притаманне в основному дизелям. На карбюраторних двигунах подібних явищ не спостерігається. Це пояснюється тим, що зазори між поршнем та циліндром у карбюраторних двигунів набагато менше, ніж у дизелів, і під час роботи двигуна вони скорочуються до мінімуму. Крім того, тиск кінця стиснення та згоряння у цих двигунів більше чим у два рази менше, ніж у дизелів, тому енергія удару при перекладанні поршня в ВМТ буде незначна, рівень вібрації циліндру набагато менше.

3.3 Вибір обладнання для проектуємої ділянки на основі аналізу технологічного процесу відновлення гільз циліндрів

Технологічний процес може передбачати усунення кожного дефекту окремо (подефектна технологія) або декількох дефектів (маршрутна технологія). Маршрутна технологія найбільш прийнятна для спеціалізованих підприємств і є закінченим технологічним процесом відновлення деталей з раціональною послідовністю операцій по усуненню групи дефектів. Обґрунтування маршруту та сполучення дефектів, що до нього входять, у значній мірі залежить від повторності дефектів у об'ємі деталей (коефіцієнта повторності), що потребує значного об'єму експериментальних випробувань. Кількість маршрутів повинна бути мінімальною, але достатньою для організації оптимальних технологічних рішень.

Кількість маршрутів та дефекти, що до них входять при ремонті гільзи циліндрів дизельних двигунів наведені у карті сполучення дефектів по маршрутах (табл.3.1).

Розглянемо можливі варіанти усунення дефекту №1 – зношення внутрішньої поверхні гільзи циліндру. При дефектації гільзи циліндрів доцільно сортувати на три розмірні групи:

- діаметр внутрішньої поверхні менше $\varnothing 130,1^{+0,06}$ - допустимі без ремонту;
- при діаметрі від $\varnothing 130,1^{+0,06}$ до $\varnothing 130,5^{+0,06}$ - придатні до відновлення термопластичним обтисненням, або придатні до ремонту розточенням з послідовним хонінгуванням до ремонтного розміру $\varnothing 130,5^{+0,06}$;
- при діаметрі більше $\varnothing 130,5^{+0,06}$ - непридатні до ремонту .

Доцільністю використання термопластичного обтиснення при відновленні гільзи циліндрів є те, що відновлена гільза має ресурс нової. І при подальшому використанні може ще раз ремонтуватися розточуванням з

послідуючим хонінгуванням до ремонтного розміру $\varnothing 130,5^{+0,06}$, що вдвічі збільшує її ресурс.

Таблиця 3.1 - Карта сполучення дефектів по маршрутах

Найменування та позначення деталі:

Гільза циліндра 236- 1002021.

№ дефекту	Найменування дефекту	Номер маршруту та узгодження дефектів.		
		1	2	3
1	Зношення внутрішньої поверхні гільзи до розміру більше $\varnothing 130,1^{+0,06}$	1	1	1
2	Зношення поверхні посадочних поясків до розміру менше ніж: - верхнього $\varnothing 153^{+0,05}_{-0,09}$; - нижнього $\varnothing 152,5^{-0,26}$.	2	2	-
3	Зношення бурту гільзи циліндра по висоті менше ніж $12,1^{+0,03}$	3	-	-

Для усунення дефектів 2 і 3, маємо єдиний доцільний спосіб їх усунення – це електродугова металізація, тобто напилення шару металу, з послідуючою механічною обробкою. Можливо також застосування таких способів, як холодне наварення або гаряче наварювання чавуну. Але високотемпературні методи не є ефективними, тому що холодне наварення не дає змоги повністю уникнути формування крихких структур і виникнення залишкових напружень. Гаряче зварювання потребує спеціального термічного обладнання, що викликати підвищення собівартості ремонту.

Технологічний процес відновлення гільзи методом термопластичного обтиснення приведений у плані операцій відновлення деталі (табл.3.2).

Таблиця 3.2. - План операцій відновлення гільзи циліндра.

Номер операції	Найменування операції. Спосіб встановлення деталі. Обладнання, пристрій, інструмент.	Номер Переходу	Зміст Переходу
005	Токарна	1	Встановити деталь на оправку і закріпити
	Встановлення на оправку		оправку і закріпити
	Півавтомат спеціальний гідрокопіюючий EM140A	2	Точити зовнішню поверхню до Ø 148
	Різець BK8	3	Зняти деталь.
	Скоби 8118-0018(17)-1		
	Штангенциркулі ШЦ-1-125-01, ШЦ-2-250-0,1		
	Лупа ЛП1-2,5 ^x		
010	Провести термопластичне обтиснення	1	Установити деталь
	Установка відновлення гільз ОР-11301.	2	Обжати до Ø 129,7
	Установка високочастотна гартувальна ВЧИ2-100/0,066	3	Зняти деталь
	Нутромір індикаторний НИ 100 – 160		
	Кільце для налагодження нутромірів 70-8149-1101		
	Штангенциркулі ШЦ-1-125-01, ШЦ-2-250-0,1		
015	Термічна обробка	1	Установити деталь

	Маніпулятор для гартування	2	Гартувати (900-950°C, 20 – 30с).
	Установка височастотна індукційна гартувальна Н32-100/8	3	Відпускати (250°C, 60 – 120с).
	Установка для відпускання	4	Зняти деталь.
020	Дробоструменева обробка	1	Встановити деталь
	Установка для очищення гільз ОМ-21601	2	Обробити поверхні посадочних поясків та нижній торець бурта ДЧК-1.5 Ø 1 – 1.5мм
		3	Зняти деталь
025	Металізація	1	Встановити деталь
	Верстат електрометалізаційний ОКС-11244-ГОСНИТИ	2	Металізувати до розмірів
	Проволока 1,6 Св-08А Ø 1,6мм		Впп до Ø 153,6 ^{+0,26}
	Штангенциркуль ШЦ-2-250-0,1		Нпп до Ø 153,1 ^{+0,26}
		3	Поверхню нижнього торця бурта до 12,5 Зняти деталь
030	Шліфувальна	1	Встановити деталь на насадку і закріпити в центрах
	Верстат круглошліфувальний 3М-151У	2	Шліфувати поверхню впп на довжині 11 мм до Ø 153,2 _{-0,08} мм
	Центр 70-7160-1113		
	Насадка 70-7160-1114		
	Конус Морзе 4, серія підсилена		
	Штангенциркулі ШЦ-1-125-01, ШЦ-2-250-0,1	3	Шліфувати поверхню нпп на довжині 50 мм
	Скоби 8118-0017(18)-1		

	Скоба 70-8102-11	4	до $\varnothing 152,7_{-0,08}$ мм Зняти деталь.
035	Розточення	1	Встановити деталь і закріпити
	Верстат отделочно-розточний 2Е78ПН Шпиндель 2Е.78.П72.000. Різець з ельбору Р.2А.78.71.202В-02	2	Розточити внутрішню поверхню на довжині $285_{-0,68}$ мм до $\varnothing 129,92^{+0,040}$ мм
	Наладка 2Е.78П.Н1.000-0,1 Нутромір індикаторний НИ 100-160 Кільце для налагодження нутромірів 70-8149-1101-01	3	Зняти деталь.
040	Шліфувальна	1	Установити деталь
	Верстат спеціальний безцентрово шліфувальний ВШ-416Б Карандаш 3908-0059 1 Круги шліфувальні ПП 600×63×305 14А50-ПС-27К5 50 м/с 1 кл.А, ПП 600×25×305 14А50-ПС-27К5 50 м/с 1 кл.А,	2	Шліфувати поверхню впп на довжині 11 мм до $\varnothing 153,1_{-0,04}$ мм
	ПП 150×20×32 13А50-ПСМ-27К5 50 м/с 1 кл.А	3	Шліфувати поверхню нпп на довжині 50 мм до $\varnothing 152,6_{-0,04}$ мм
	Пристрій контрольний 70-8731-1109	4	Шліфувати поверхню впп на довжині 11 мм до $\varnothing 153_{-0,09}^{-0,05}$ мм
	Мікрометр МК 250-1 Штангенциркуль ШЦ-2-250-0,1	5	Шліфувати поверхню нпп на довжині 50 мм до $\varnothing 152,5_{-0,09}^{-0,05}$ мм
	Скоби 70-8112-1101-03(-02)	6	Зняти деталь.

045	<p>Токарна</p> <p>Гідро копіювальний півавтомат ЕМ140А</p> <p>Різець ВК8</p> <p>Скоби 70-8102-1123-01(-02), Штангенциркулі ШЦ-1-125-01, ШЦ-2-250-0,1</p> <p>Глибиномір індикаторний 0-10</p> <p>Шаблони 70-8384-1104, 70-8384-1105-011, 70-8384-1105-03, 70-8384-1105-02</p> <p>Пристрій контрольний 70-8731-1109</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>Установити деталь</p> <p>Обточити бурт і канавку гільзи, витримуючи:</p> <p>Ø 160_{-0,04} мм – діаметр пояска бурта;</p> <p>12_{+0,03} мм – висоту бурта;</p> <p>0,7_{+0,5} мм – глибину канавки;</p> <p>0,7 мм – радіус канавки;</p> <p>285_{-0,68} мм – висоту гільзи;</p> <p>розміри фаски нижнього торця та пояска бурта 0,3×45° 2×30° - розмір верхньої фаски внутрішньої поверхні гільзи;</p> <p>1×45° - нижньої фаски.</p> <p>Зняти деталь.</p>
050	<p>Токарна</p> <p>Верстат токарно гвинторізний 1К62</p> <p>Різець ВК8</p> <p>Оправка гідро пластова (цангова)</p>	<p>1</p> <p>2</p>	<p>Установити деталь і закріпити на оправці</p> <p>Проточити за один прохід витримуючи:</p> <p>15±0,3; 6±0,3; 6±0,3 –</p>

	<p>Штангенциркуль ШЦ-2-250-0,1</p> <p>Шаблони цехові</p>	<p>ширину відповідно першої, другої та третьої канавок;</p> <p>$\varnothing 143,4_{-0,16}$ – діаметр першої; $\varnothing 145_{-0,26}$ – другої та третьої канавок;</p> <p>$191_{-0,68}; 210_{-0,68}; 221_{-0,68}$;</p> <p>- відстані між верхньою плоскістю та плоскістю верхнього торця гільзи відповідно для першої, другої та третьої канавок;</p> <p>$4 \pm 0,1$ – ширину пояска між першою та другою канавкою;</p> <p>$5 \pm 0,1$ – між другою та третьою канавками;</p> <p>зовнішні кромки канавок притупити фаскою $0,3 \times 45^\circ$;</p> <p>внутрішні кромки виконати галтеллю $R1,5 \pm 0,2$ мм;</p> <p>верхні та нижні плоскості канавок виконати під кутом 5°</p>
--	--	--

		3	відносно верхнього торця гільзи Зняти деталь
055	Хонінгувальна	1	Установити деталь
	Верстат одношпindelний хонінгувальний 3K83УС202А	2	Хонінгувати внутрішню поверхню на довжині 285 _{-0,68} мм з $\text{Ø}129,92^{+0,040}$ до $\text{Ø}129,96^{+0,040}$ мм
	Пристрій для алмазного хонінгування ОР-11333(;4;5)(-0,1;-0,2); бруски 2768-0116 АСВ 160/125(80/63;28/20)-100-М1	3	Хонінгувати внутрішню поверхню на довжині 285 _{-0,68} мм з $\text{Ø}129,96^{+0,040}$ до $\text{Ø}130^{+0,02}$ мм
	Нутромір індикаторний НИ 100-160	4	Хонінгувати внутрішню поверхню на довжині 285 _{-0,68} мм з $\text{Ø}130^{+0,02}$ до $\text{Ø}130^{+0,06}$ мм
	Кільце для налагодження нутромірів 70-8149-1101(-01) Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1	5	Зняти деталь
060	Контрольна	1	Перевірити шорсткість внутрішньої поверхні гільзи – не більш Ra 0,32 мкм, поверхонь бурта і посадочних поясків Ra 2,5 мкм.
	Верстак слюсарний 242.09.00.000 Штангенциркулі ШЦ-1-125-01, ШЦ-2-250-0,1 Лупа ЛП1-2,5 ^x Зразки шорсткості Нутромір індикаторний НИ 100-160	2	Перевірити висоту бурта 12,1 ^{+0,030} мм; Діаметри верхнього
	Кільце для налагодження		

Розрахунок режимів різання при розточенні внутрішньої поверхні гільзи

Частота обертання шпинделя дорівнює:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (3.1)$$

де D – діаметр деталі, мм;

V – швидкість різання, м/хв.

Швидкість різання знаходять по формулі:

$$V = \frac{C}{t^x S^y T^m}, \quad (3.2)$$

де C – коефіцієнт механічних якостей матеріалу деталі, $C = 24,0$ [5];

t – глибина різання, мм. Враховуючи припуск на сторону і номінальні розміри поверхні маємо $t = 0,1-0,27$ мм.

S – подача; при розточенні чавуну з глибиною різання $0,1-0,27$ мм, $S=0,05$ мм/об [5];

T – стійкість інструмента, хв. $T = 90$ хв [5];

Значення m при обробці чавуну розточним різцем зі сплаву ВК дорівнює $0,200$ [5]. Значення x при обробці чавуну дорівнює $0,15$; $y = 0,30$ [5].

Таким чином швидкість різання дорівнює:

$$V = \frac{24}{0,1^{0,15} 0,05^{0,3} 90^{0,2}} = 280 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя дорівнює:

$$n = \frac{1000 \times 280}{3.14 \times 130} = 850 \text{ об/хв.}$$

Оперативний час знаходимо по формулі:

$$T_{оп} = T_о + T_в, \quad (3.3)$$

де $T_о$ – основний технологічний час при точінні, хв.;

T_B – допоміжний час, що витрачається на встановлення і зняття деталі зі станка, пуск і зупинку верстата, підвід і відвід ріжучого інструменту, вимірювання розмірів і т.д. В даному випадку $T_B = 0,4$ хв.

Основний технологічний час знаходимо по формулі:

$$T_O = \frac{L}{n \cdot S} i, \quad (3.4)$$

де L – розрахункова довжина обробки у напрямку подачі, мм; $L = 285$ мм;

i – кількість переходів.

Таким чином оперативний час дорівнює:

$$T_{OP} = \frac{285}{850 \cdot 0,05} + 0,4 = 7,1 \text{ хв.}$$

Вибір режимів різання при чистовому шліфуванні поверхні верхнього посадочного пояса

Число проходів дорівнює:

$$i = \frac{z}{t}, \quad (3.5)$$

де z – припуск на шліфування на сторону, $z = 0,025$ мм;

$t = (0,005 - 0,015)$ мм – прохід при круглому чистовому шліфуванні, приймаємо $t = 0,005$ мм. Таким чином число переходів дорівнює:

$$i = \frac{0,025}{0,005} = 5. \quad (3.6)$$

Повздовжня подача S знаходиться за формулою:

$$S = S_D B_K, \quad (3.7)$$

де S_D – повздовжня подача у частках ширини круга на один оберт деталі;

B_K – ширина шліфувального круга в м, $B_K = 0,05$ м.

Як відомо, при круглому шліфуванні подача залежить від виду шліфування. При чистовому шліфуванні незалежно від матеріалу та діаметру деталі повздовжня подача дорівнює $S = (0,2 - 0,3)B_K$ [5].

Подача дорівнює:

$$S = 0,2 \times 0,05 = 0,01 \text{ мм/об.}$$

Колова швидкість деталі V_D для чистового шліфування дорівнює

$$V_D = 2 - 5 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання деталі дорівнює:

$$n_D = \frac{1000V_D}{\pi D}, \quad (3.8)$$

де D – діаметр деталі, $D = 153$ мм.

$$n_D = \frac{1000 \times 3}{3,14 \times 153} = 6,25 \text{ м/хв.}$$

Швидкість повздовжнього переміщення стола дорівнює:

$$V_{CT} = \frac{S \cdot n_D}{1000} = \frac{0,01 \cdot 6,25}{1000} = 0,063 \text{ м/хв.} \quad (3.9)$$

Розрахуємо оперативний час при шліфуванні.

$$T_{on} = T_o + T_e, \quad (3.10)$$

Основний час при шліфуванні дорівнює:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_D \cdot S} K, \quad (3.11)$$

де L – довжина повздовжнього ходу стола, мм. При шліфуванні в упор L знаходимо по формулі:

$$L = 1 - 0,5B_K = 11 - 0,5 \cdot 5 = 8,5 \text{ мм.}$$

l – довжина поверхні, що шліфують.

K – коефіцієнт точності; при чистовому шліфуванні дорівнює 1,4.

Таким чином

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_D \cdot S} K = \frac{8,5 \cdot 5}{6,25 \cdot 0,01} 1,4 = 9,52 \text{ хв.}$$

Допоміжний час при роботі на круглошліфувальних верстатах дорівнює 0,43 хв. До нього належать наступні операції: встановлення деталі, пуск верстата, зупинення верстата, зняття деталі [5].

Таким чином оперативний час при шліфуванні дорівнює:

$$T_{on} = T_o + T_e = 9,52 + 0,43 = 9,95 \text{хв.} \quad (3.12)$$

На підставі аналізу технологічного процесу відновлення гільзи циліндрів виконано підбір обладнання проектуємої дільниці (табл. 3.1).

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Безпека життєдіяльності

Реєстрація нещасних випадків на підприємстві ведеться в строгому документальному порядку, щорічно складається звіт по охороні праці. На підприємстві побутова кімната обладнана кутом „охорони праці”, на кожному робочому місці розвішані плакати по техніці безпеки і виробничій санітарії. Однак охороні праці і техніці безпеки необхідно приділяти більш уваги.

При вивченні причин виробничого травматизму використовують такі методи:

- статистичний метод;
- топографічний метод;
- монографічний метод;
- економічний метод.

Статистичний метод дозволяє визначити порівняльну динаміку виробничого травматизму за кілька років. Користуючись оціночними показниками травматизму – коефіцієнтом частоти і коефіцієнтом важкості травматизму можна визначити закономірність зростання (або зниження) травматизму по ділянкам-відділенням та в цілому по підприємству .

Коефіцієнт частоти травматизму (K_q) показує кількість постраждалих на 1000 працюючих за аналізує мий період і визначається за формулою:

$$K_q = 1000 \frac{T}{P}, \quad (4.1)$$

де T - кількість працівників, які постраждали за період, що аналізується (2018, 2019, 2020, 2021, 2022 роки);

P - середнє облікове число працюючих на той період.

Приклад розрахунку (2022 рік):

$$K_q = 1000 \frac{1}{11} = 90,9 \quad (4.2)$$

Коефіцієнт важкості травматизму (K_T) показує кількість днів непрацездатності на один нещасний випадок і визначається за формулою :

$$K_T = \frac{D}{T}, \quad (4.3)$$

де D - сумарна кількість днів непрацездатності по травматизму (по лікарським листкам) за період, що аналізується.

Приклад розрахунку (2022 рік):

$$K_T = \frac{15}{1} = 15.$$

Іноді визначають узагальнений коефіцієнт втрат (K_{II}) на 1000 працівників:

$$K_{II} = K_q \cdot K_T = 1000 \frac{D}{P}, \quad (4.4)$$

Приклад розрахунку (2022 рік):

$$K_{II} = 90,9 \cdot 15 = 1363,5.$$

Коефіцієнт охорони праці (K_{OT}) визначається за формулою:

$$K_{OT} = \frac{K_{П.Ж.Т.} + K_{С.П.} + K_{Б.Т.О.} + K_{Б.Т.П.} + K_{М.О.Т.} + K_{Б.В.П.}}{6}, \% \quad (4.5)$$

де $K_{П.Ж.Т.}$ - коефіцієнт втрат живої праці;

$K_{С.П.}$ - коефіцієнт виконання правил техніки безпеки;

$K_{Б.Т.О.}$ - коефіцієнт безпеки технологічного обладнання машинно-тракторних агрегатів;

$K_{Б.Т.П.}$ - коефіцієнт безпеки технологічних процесів;

$K_{Б.В.П.}$ - коефіцієнт безпеки шкідливостей виробництва;

$K_{М.О.Т.}$ - коефіцієнт виконання планових заходів по охороні праці.

Коефіцієнт втрат живої праці визначається за формулою:

$$K_{П.Ж.Т.} = \left[1 - \frac{D_P}{D_P + D_{TP} + D_{ЗAB}} \right] \cdot 100, \quad (4.6)$$

де D_P - кількість робочих днів в господарстві за період, що аналізується;

D_{TP} - загальна кількість днів непрацездатності працівників, які постраждали за період, що аналізується з врахуванням інвалідного періоду або смертельних випадків;

$$D_{TP} = D + T_{CM} \cdot t \cdot \gamma_L + T_{ИН} \cdot t \cdot \gamma_{ИН}, \quad (4.7)$$

де D - кількість днів непрацездатності працівників, що постраждали по причині виробничого травматизму, один та більше днів;

T_{CM} - кількість травм зі смертельним витіканням;

t - середня кількість днів, що були відпрацьовані одним працівником на протязі року;

γ_L - час (в роках), на протязі якого працівник не буде приймати участь в сфері матеріального виробництва;

$\gamma_{ИН}$ - час (в роках) при інвалідному виході, на протязі якого працівник, що постраждав не буде приймати участі в сфері матеріального виробництва;

$T_{ИН}$ - число травм з інвалідним виходом;

$D_{ЗAB}$ - кількість втрачених днів по захворюваності (крім пільг по вагітності).

Проведемо розрахунок для 2022 року:

$$D_{TP} = 15 + 0 \cdot 292 \cdot 0,041 + 0 \cdot 292 \cdot 0,04 = 15 \text{ днів}$$

$$t = 365 - 52 - 6 - 15 = 292 \text{ днів}$$

$$D_p = 365 - 52 - 6 = 307 \text{ днів}$$

$$K_{п.ж.т.} = \left[1 - \frac{307}{307 + 15 + 42} \right] \cdot 100 = 15,66\%$$

$$\text{Звідки } K_{исп} = 100 - 15,66 = 84,34\% .$$

Визначаємо коефіцієнт охорони праці:

$$K_{от} = \frac{0,8434 + 0,86 + 0,94 + 0,92 + 0,9 + 0,89}{6} = 0,89\%$$

Висновок: згідно умови, якщо коефіцієнт охорони праці складає 81-95%, то праця вважається “гарною”.

Таблиця 4.1 - Динаміка виробничого травматизму

Найменування показників	Період, що аналізується				
	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6
Кількість виробничих працівників	11	13	14	14	15
Число травм з втратою працездатності більше трьох днів	1	1	2	1	1
Число робочих днів втрачених в зв'язку з травматизмом	15	7	46	20	30
Число днів втрачених в зв'язку з захворюваністю	42	57	66	62	49
Коефіцієнт частоти травматизму (K_q)	90,9	76,9	142,8	71,4	66,6
Коефіцієнт важкості травматизму (K_T)	15	7	33	20	30
Коефіцієнт втрат на 1000 працівників	1363,5	538,3	4712,4	1428	1998
Коефіцієнт охорони праці	89%	88%	87%	88%	91%
Відшкодування по травматизму, (грн.)	62,79	34,8	214,08	100,3	126,1

В процесі виробництва робітники підприємства зазнають впливу таких шкідливих виробничих факторів:

- на дільниці відновлення гільз циліндрів – виділення надлишкового конвекційного і променистого тепла, підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- на дільниці зварювання і наплавлення (електродугова металізація) утворюється шкідливий зварювальний аерозоль, до складу якого входять марганець і його оксиди, хромати, біхромати, хромовий ангідрид, фтористий водень та оксид заліза які відносяться до 1 і 2 класів небезпеки по токсичності

Для забезпечення нормальних умов праці обслуговуючого персоналу необхідно забезпечувати виконання при експлуатації таких основних заходів:

- дотримання проектного технологічного режиму роботи всіх виробничих підрозділів підприємства за встановленими параметрами;
- широке впровадження систем автоматизації та механізації виробничих процесів і трудомістких робіт;
- зниження рівнів шуму і вібрації при роботі технологічного обладнання і транспортних засобів до значень, встановлених ДСТУ 12.1.003;
- розміщення технологічного обладнання згідно з ВНТП-СгіП-46-13;
- організація систематичного контролю за справністю обладнання, машин і підйомно - транспортних засобів, а також за наявністю і справністю огорожуючих та запобіжних пристроїв, колірним опорядженням приміщень і обладнання;
- контроль загазованості вибухонебезпечних приміщень газоаналізаторами, заблокованими з системами аварійної сигналізації, вентиляції і захисту;
- заміну шкідливих речовин у виробництві менш шкідливими, сухих способів обробки виробів з виділенням пилю мокрими;
- застосування місцевих індивідуальних витяжних вентиляційних систем для видалення шкідливих газів, пари та аерозолі;
- утримання в стадії готовності засобів пожежної безпеки.

В комплекті обладнання виробничих підрозділів передбачено аптечки з набором медикаментів та засобів для надання першої допомоги при механічних травмах, опіках отруєннях і т.п.

Обслуговуючий персонал забезпечений спецодягом та спецвзуттям згідно з типовими галузевими нормами стосовно груп виробничих процесів робітників, наведе них в табл. 4.2.

На підприємстві передбачено службу охорони праці та приміщення по охороні праці згідно з вимогами ст. 23 Закону України “Про охорону праці” (Редакція від 31.03.2023р.) та інших нормативних документів.

Для профілактики травматизму та профзахворювань важливо вміти оцінювати безпеку обладнання та машин. Оглядами, випробуванням ті заміром з наступним порівнянням з вимогами ДСТУ та галузевою нормативно-технічною документацією визначають безпечність конструкції машин. Безпосереднім оглядом та випробуванням оцінюють: безпеку входу на робоче місце і виходу з нього, усунення технічних і технологічних відказів; зручність нагляду за робочими органами, приладами; електро- і пожежобезпеку; наявність засобів безпеки складових одиниць машин, які працюють під тиском і (або) при високій температурі; наявність, надійність і пофарбування огороження небезпечних місць; розміри робочого місця оператора, огляд з нього; шум, вібрацію та параметри мікроклімату на робочому місці оператора; концентрацію пилу та шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Верстати і обладнання повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.2.003, ДСТУ 12.2.009, а при роботі на верстатах слід керуватися ДСТУ 12.3.025 та правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів.

На токарних верстатах патрон і планшайбу необхідно встановлювати так, щоб не допустити самовідгвинчування. Якщо деталь обробляють двосторонніми різцями, то непрацююче лезо обов’язково потрібно закрити запобіжним чохлам. Для захисту від бризок охолодної емульсії треба встановити спеціальний щиток або користуватися захисними окулярами.

Подачу різця регулюють так, щоб не утворювалася довга стружка. Не дозволяється нагромадження стружки на верстаті.

Знімати або встановлювати деталь на верстат слід тільки після відведення різця. Готові деталі треба акуратно укласти на стелаж або в спеціальну тару.

Верстати повинні бути обладнанні захисними екранами, а якщо їх немає, то необхідно користуватися захисними окулярами.

Таблиця 4.2 - Санітарна характеристика виробничих процесів

Найменування дільниць підприємства	Санітарна характеристика виробничих процесів	Професія працівників	Група виробничих процесів
Розбирально-мийне	Миття агрегатів і деталей відбувається в мийних машинах 1,5-3%-ним лужним розчином при температурі 60-80°C. Процес миття при обслуговуванні мийних машин пов'язаний з намоканням спеціального одягу	мийник	2в
	При розбиранні машин і агрегатів після їх миття відбувається забруднення тіла і спеціального одягу за рахунок залишків бруду та масел	слюсар-ремонтник	1б
Ремонту двигунів	При дефектації деталей відбувається забруднення тіла і спеціального одягу за рахунок залишків бруду та масел	слюсар-ремонтник	1б
	При комплектуванні та складанні деталей відбувається забруднення тіла та спеціального одягу від залишків бруду на деталях та консерваційних матеріалів на нових деталях	комплектувальник	1б
		слюсар-ремонтник	1б
		верстатник	1б
Відновлення гільз циліндрів	При термічній обробці деталей відбувається виділення конвекційного і променистого тепла	терміст	2б

Якщо на деталях є заглибини або канавки, то перед проточуванням їх слід забити дерев'яними брусочками.

Забороняється: залишати ключ у патроні верстата, застосовувати спрацьовані або несправні центри, підтримувати деталь рукою під час обертання, а також гальмувати рукою патрон верстата.

При роботі на хонінгувальному верстаті необхідно надійно закріплювати деталь на плиті або в спеціальному пристрої.

Рідину для охолодження інструменту і деталі слід наносити щіточкою або за допомогою трубки.

Під час роботи забороняється: перевіряти рукою вихід хонінгувальної голівки з деталі; користуватися брусками з пошкодженою робочою поверхнею або спрацьованими брусками; пригальмовувати рукою патрон або шпindel, що обертаються.

При роботі на шліфувально-обдирних і заточувальних верстатах необхідно перевіряти відсутність тріщин або інших дефектів на шліфувальних каменях. Камінь повинен мати клеймо із зазначенням про допустиму частоту обертання. При перевірці не дозволяється стукати по каменю. Між кругом і металевими дисками, які його притискають, слід встановлювати спеціальні картонні або гумові прокладки завтовшки не менше 1 мм. Діаметр отвору в колі повинен бути більшим ніж діаметр шпінделя на 0,5 – 1 мм. Після встановлення шліфувальний круг перевіряють на холостому ході протягом 2 – 3 хв, щоб переконатися в рівномірності обертання без биття.

Зазор між шліфувальним кругом і підручним упором повинен бути не менше 3 мм. Деталь до круга треба підводити плавно, не допускаючи ударів. Під час роботи необхідно стежити, щоб шліфувальний круг спрацьовувався рівномірно.

Для захисту очей від наждачного пилу, іскор верстат обладнують запобіжним екраном, зблокованим з пусковим пристроєм. Якщо такого екрану немає, то працювати необхідно в захисних окулярах.

Забороняється обробляти деталі торцевими поверхнями круга, якщо він для цього не призначений.

4.2 Пристрій для зняття та запресування гільз циліндрів

В кваліфікаційній роботі для поліпшення умов праці був розроблений пристрій для зняття з блока та запресування гільз циліндрів в блок.

Основні елементи пристрою: опорна плита, основа, гвинт, гайка, вісь.

Принцип дії пристрою. Основа має спеціальну проточку, якою упирається у нижній торець гільзи. Плита опорна має чотири бобишки, якими встановлюється на шпильки блоку циліндрів. На гвинт накручується гайка, яка конічною поверхнею упирається у конічну поверхню опорної плити. Далі при обертанні гайки з'являється зусилля стискання і гільза циліндрів випресовується з блоку. При запресуванні гільзи у блок використовується опорна плита з чотирма отворами, якими вона надягається на шпильки блоку циліндрів і зверху фіксується гайками. При обертанні гвинта основа упирається в гільзу циліндрів, з'являється зусилля розтягання і гільза запресовується у блок

Одним з самих небезпечних місць у пристрої є з'єднання гвинт – вісь – стійки основи. У роботі вісей, а також заклепок, шпонок, штифтів, основні значення мають деформації зрізання та зминання. Дійсний розподіл напруг в цих випадках складний, розрахунки ведуть по умовним напругам, які визначають при припущенні рівномірного їх розподілу по площині зрізання або зминання (рис 4.1).

Умова міцності при зрізанні записується наступним чином [6]:

$$\tau_{cp} = \frac{P_{cp}}{F_{cp}} \leq [\tau], \quad (4.8)$$

де τ_{cp} – дотичне напруження при зрізанні;

P_{cp} – сила, що викликає зрізання;

F_{cp} – площа зрізання.

Для вісі:

$$P_{cp} = 0,5P \quad (4.9)$$

$$F_{cp} = \pi d^2/4 \quad (4.10)$$

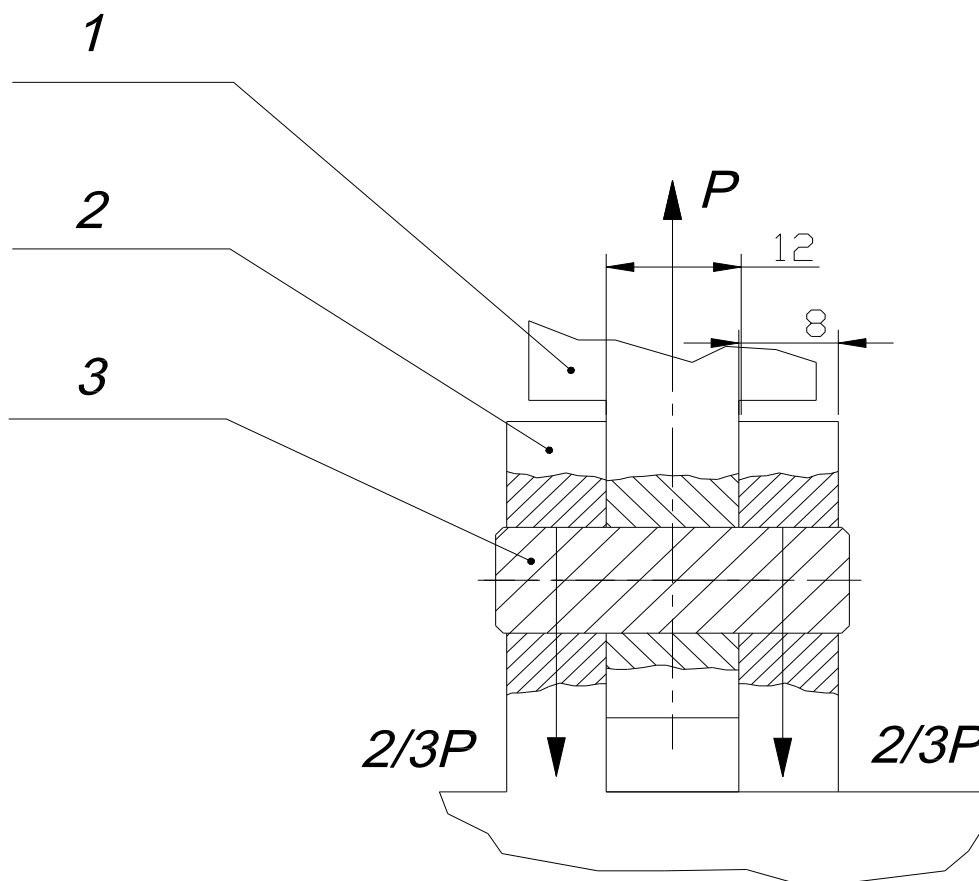


Рисунок 4.1 – Схема роботи з'єднання гвинт – вісь – стійки основи.

В нашому випадку зусилля випресування не перевищує 2000Н,

$d = 10\text{mm}$ – діаметр вісі за кресленням;

$[\tau] = 80 \text{ МПа}$ – гранична дотичні напруження для Ст. 3.

Таким чином маємо:

$$\tau_{cp} = \frac{0,5 \cdot 2000 \cdot 4}{3,14 \cdot 10^2} = 12,84 \text{ МПа} \leq [\tau],$$

тобто умова виконується.

Умова міцності при зминанні записується наступним чином:

$$\sigma_{cm} = \frac{P_{cm}}{F_{cm}} \leq [\sigma], \quad (4.11)$$

де σ_{cm} – напруження зминання;

P_{cp} – сила, що викликає зминання;

F_{cp} – площа зминання.

Для стійки основи:

$$P_{cp} = 2/3P \quad (4.12)$$

Площу зминання по циліндричній поверхні рахують по формулі:

$$F_{cm} = dh, \quad (4.13)$$

де h – довжина поверхні зминання,

$[\sigma]$ - граничне напруження, для Ст 3 $[\sigma] = 160\text{МПа}$.

Таким чином перевіряємо умову міцності на зминання однієї стійки:

$$\sigma_{cm} = \frac{2/3 \cdot 2000 \cdot}{10 \cdot 8} = 16,7 \text{Мпа} \leq [\sigma], \quad (4.14)$$

умова міцності на зминання виконується.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

При розробці заходів з охорони навколишнього середовища керуються вимогами Законів “Про охорону навколишнього середовища” (Редакція від 19.05.2023р.), “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення” (Редакція від 20.11.2022), “Земельного кодексу України” (Редакція від 22.06.2023), “Водного кодексу України” (Редакція від 19.08.2022) та іншою нормативно-технічною документацією з охорони атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод і ґрунтів від забруднення.

Основні заходи з охорони навколишнього природного середовища передбачають:

- раціональне використання природних ресурсів – земельних, водних (економічне використання свіжої, особливо питної, води для технічних і господарсько-побутових потреб);

- ефективний захист від забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та підземних вод в результаті господарської діяльності;

- зменшення обсягів утворення промислових та побутових відходів, а також екологічно безпечну їх утилізацію чи при її неможливості, складування і наступне захоронення;

- організацію періодичного контролю за станом атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів;

- прогнозування можливих аварійних ситуацій, шляхи їх попередження та ліквідації наслідків забруднення;

- очищення виробничих стоків від забруднення у місцевих та загальних очисних спорудах від мийно-очистного, фарбувального та іншого обладнання з улаштуванням оборотного водопостачання.

Виробничі викиди шкідливих речовин в приміщення і атмосферу по об'єктах ремонтно-обслуговуючих підприємств виділяються від технологічних процесів і обладнання на таких виробничих і допоміжних дільницях:

- розбирально - мийній – при митті вузлів, агрегатів і машин нагрітими миючими розчинами з використанням синтетичних миючих засобів;
- зварювально-наплавочній – при ремонті і відновлення деталей машин різними методами зварювання, на плавки і напилювання;
- відновлення гільз циліндрів термопластичним обтисненням – при термічній обробці металевих виробів;
- механічній – утворення метало-абразивного пилю при сухій механічній обробці металів.

Викиди шкідливих речовин в повітря робочої зони від технологічних процесів і обладнання на ремонтно - обслуговуючих підприємствах не повинні перевищувати допустимих концентрацій, що передбачені ДСТУ 12.1.005.

Загальна маса шкідливих речовин, які виділяються з приміщення в атмосферу від технологічних процесів і обладнання розраховуються для кожної шкідливої речовини, що знаходиться у виробничих викидах.

У випадку перевищення гранично допустимих концентрацій величин викидів забруднюючих речовин згідно з ДСТУ 12.1.005 в проекті необхідно розробити систему заходів по доведенню їх до значень, які регламентовані нормативною документацією.

Виробничі стоки відпрацьованих розчинів і рідин на підприємстві утворюються від технологічних процесів і обладнання на таких виробничих дільницях:

- розбирально - мийній (відпрацьовані мийні розчини після зовнішнього миття машин і очищення агрегатів і деталей);
- механічній (відпрацьована охолоджуюча рідина);
- відновлення гільз циліндрів (відпрацьовані рідини, що використовуються для гартування і охолодження деталей);

Склад і концентрація забруднень в стічних водах під технологічних процесів і обладнання наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Склад і концентрація забруднень в стічних водах під технологічних процесів і обладнання

Технологічна операція, обладнання	Режим скидання	Склад стічних вод		Температура, °С
		найменування компонентів	концентрація, г/л	
Дільниця ремонту двигунів				
Миття двигунів, вузлів і деталей: - заглибні машини	1 раз на 2 тижні	“Лабомід 203”	20,0-25,0	70
		механічні домішки	5,0-30,0	
	нафтопродукти	0,5-5,0		
	- струмінні машини	1 раз на тиждень	“Темп-100” або	
“Лабомід-203”				
механічні домішки			0,5-10,0	
		нафтопродукти	0,5-5,0	
Дільниця по відновленню гільз циліндрів				
Ванна для охолодження	1 раз на місяць	Оксид заліза	1,0	15-25

Примітки: 1. В таблиці норми концентрацій забруднень в стічних водах прийняті при коефіцієнті використання обладнання рівному одиниці.
2. Процентний склад компонентів по масі основних миючих засобів: “Лабомід-203” – сода кальцинована – 50%, триполіфосфат натрію – 30%, рідке скло – 10%, синтанол – 8%, алкілсульфати натрію – 2%; “Темп-100” - сода кальцинована – 26%, триполіфосфат натрію – 15%, синтанол -7 – 1,5%, тринатрійфосфат – 20%, метасилікат натрію – 10%, оксифос КД-6 – 0,5%, інгібітор корозії Г-2 – 0,2%, цеоліт – 26,8%

Виробничі стоки від технологічних процесів і обладнання на ремонтно-обслуговуючих підприємствах за характером забруднень розподіляються на:

- кислотно-лужні з вмістом іонів важких металів (розбирально-мийна дільниця);
- з вмістом нафтопродуктів і механічних домішок (розбирально-мийна дільниця):
- з незначною кількістю механічних домішок, (від випробувальних стендів, ванн перевірки на герметичність, охолодження обладнання)

Скидання забруднених промислових і господарсько-побутових стічних вод у водні об'єкти забороняється. Передбачено їх обов'язкова очистка на власних очисних спорудах, що вже є на підприємстві. Така очистка забезпечує їх повторне використання для технологічних потреб чи екологічно безпечне відведення у водні об'єкти.

Поверхневі стічні води з території підприємства підлягають збиранню і очищенню на спеціальних очисних спорудах. Очищену воду використовують на спеціалізованих майданчиках для миття сільгосптехніки. Майданчики для миття сільгосптехніки обладнані оборотною системою водопостачання

Тверді відходи виробництва (відходи металів, тирса, стружка, гума і відходи пластмас) зберігають на майданчиках для утилю. Металеві відходи вивозяться на підприємства вторинної сировини.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

6.1 Основні виробничі засоби

Вартість основних фондів підприємства складається з вартості будівель та споруд, обладнання, кошторисних пристроїв та інструментів, виробничого інвентарю.

Узагальнено вартість загальних фондів проектуємого ремонтного підприємства розраховується за формулою:

$$C_0 = C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{пр}}, \quad (6.1)$$

де $C_{\text{буд}}$ – вартість виробничих будівель, грн.;

$C_{\text{об}}$ – вартість обладнання, грн.;

$C_{\text{пр}}$ – вартість приладів, пристосувань, інструменту, інвентарю, грн.

Вартість виробничої будівлі розраховується за формулою:

$$C_{\text{буд}} = C'_{\text{буд}} \cdot F_n \quad (6.2)$$

де $C'_{\text{буд}}$ - середня питома вартість будівельно – монтажних робіт віднесених до 1 м² виробничої площі;

F_n - виробнича площа, м².

Вартість установочного обладнання

$$C_{\text{обр}} = C'_{\text{обр}} \cdot F_n, \quad (6.3)$$

де $C'_{\text{обр}}$ - середня питома вартість обладнання, віднесена до 1 м² виробничої площі, грн/м²;

F_n – виробнича площа, м².

Вартість приборів, пристосувань, інструменту та інвентарю:

$$C_{np} = C'_{np} \cdot F_n, \quad (6.4)$$

де C_{np} - середня питома вартість приборів, пристосувань, інструменту та інвентарю, віднесена до 1 м² виробничої площі, грн./м²

Загальна площа будівлі $F_n = 432$ м² Площа ділянки, що створюється – 18 м².

$C_{б\ddot{y}д}$ - відсутня, тому що використовуються вже наявні площі.

$$C_{обр} = 1800 \cdot 18 = 32400 \text{ грн.}$$

$$C_{np} = 630 \cdot 18 = 11340 \text{ грн.}$$

$$C_0 = 3240 + 11340 = 43740 \text{ грн.}$$

6.2 Економічна ефективність відновлення деталі

Ефективність від відновлення деталей, вузлів, агрегатів і машин в цілому проявляється в економії матеріалів, труда та засобів на підтримку машин у працездатному стані та в можливості відновлення працездатності машини, яка вийшла з ладу в період сільськогосподарської роботи, а це означає, і в зменшенні втрат від збільшення агротехнічних строків їх виконання.

У практичній діяльності підприємства технічного сервісу найчастіше визначають економічну ефективність відновлення деталей.

Знаючи витрати, пов'язані з відновленням деталей, їх післяремонтний ресурс при діючій або технології виробництва, що впроваджується, можна виконати розрахунки ефективності ремонту і господарської доцільності відновлення деталей відповідної номенклатури в умовах конкретного підприємства.

В даному випадку при визначенні ефективності відновлення гільз циліндрів двигуна визначимо доцільність відновлення порівнянням вартості нової деталі з собівартістю її відновлення. Ці факти ще раз підкреслюють важливість відновлення гільз циліндрів, при умовах гарантування рівноцінної або навіть кращої якості.

При порівнянні вартості нової деталі з собівартістю відновленої вважають, що якщо собівартість відновлення нижче або дорівнює витратам на покупку нової деталі, то відновлення економічно доцільне. Цю умову записують наступним чином:

$$C_p \leq C_n, \quad (6.5)$$

де C_p – собівартість відновлення з урахуванням усіх витрат, пов'язаних з відновленням;

C_n – вартість нової деталі, з урахуванням усіх затрат по транспортуванню деталі.

Умова справедливо відображає економічну доцільність ремонту, якщо повністю відновлюється споживна вартість виробу, ресурс деталі після відновлення дорівнює ресурсу нової.

Вартість нової гільзи циліндрів 236-1002021, згідно з [7] дорівнює 525 грн

Собівартість відновлення підраховується за наступною формулою:

$$C_p = C_m + Z_{nl} + C_{ob} + C_{n.u.} + H_u + H_z + C_{B.P.}, \quad (6.6)$$

де C_p – собівартість відновлення деталі, грн;

C_m – витрати на ремонтні матеріали, грн;

Z_{nl} – витрати на оплату праці, грн;

C_{ob} – витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн;

C_{np} – витрати на утримання інструменту, пристроїв і оснастки цільового призначення, грн;

H_u – цехові витрати, грн;

H_z – загальногосподарські витрати, грн; $H_z = 0,375 \cdot Z_{nl}$;

$C_{B.P.}$ – позавиробничі витрати, до яких належать витрати по реалізації продукції (на тару та упаковку на складах готової продукції, витрати на постачання; інші витрати, що пов'язані з реалізацією продукції), грн. приймаються рівними 3% від виробничої собівартості: $C_{B.P.} = 0,03(C_m + Z_{nl} + C_{ob} + C_{ni} + H_u)$.

Знайдемо витрати на ремонтні матеріали за наступною формулою:

$$C_M = (0,25 - 0,40) \cdot C_{1OCT}, \quad (6.7)$$

де C_{1OCT} - остаточна вартість деталі з урахуванням усіх транспортно-заготівельних витрат (вартість ремонтного фонду), грн. Приймається, що

$$C_{1OCT} = 1,2 \cdot C_{2OCT} \quad (6.8)$$

де C_{2OCT} – остаточна вартість деталі у момент закінчення строку її служби або вибракування, грн. Приймається, що

$$C_{2OCT} = (0,25 - 0,3) \cdot C_H \quad (6.9)$$

де C_H – вартість нової деталі.

Таким чином

$$C_{2OCT} = 0,3 \cdot 525 = 157,5 \text{ грн.}$$

$$C_{1OCT} = 1,2 \cdot 157,5 = 189 \text{ грн.}$$

$$C_M = 0,4 \cdot 189 = 75,6 \text{ грн.}$$

Підприємство віднесено до 54 класу професійного ризику виробництва. Виходячи з цього, розмір єдиного внеску ЄСВ складає – 38,57%.

Затрати на оплату праці виробничих працівників визначають за наступним виразом:

$$Z_{пл} = \left(\frac{T_{H1} \cdot C_1}{60} + \frac{T_{H2} \cdot C_2}{60} + \dots + \frac{T_{H6} \cdot C_6}{60} \right) \cdot K_C \cdot K_D \cdot K_{CC}, \quad (6.10)$$

де $T_{H1}, T_{H2}, \dots, T_{H6}$ – норма часу на виконання операцій з першого по шостий розряд (з урахуванням підготовчого часу) у розрахунку на одну деталь, хв.

Приймаємо, що C_1, C_2, \dots, C_6 дорівнюють $C_{ср.г.}$

$C_{ср.г.}$ – годинна тарифна ставка робітника середнього розряду, грн./г,
 $C_{ср.г.} = 100,42$ грн./г.

K_C, K_D, K_{CC} – коефіцієнти, які враховують, відповідно, доплату за понаднормові та інші роботи ($K_C = 1,025 - 1,03$), додаткову заробітну платню ($K_D = 1,1 - 1,3$) та взносу ЄСВ ($K_{CC} = 0,3857$).

Підрахуємо сумарний час, який витрачається на відновлення однієї гільзи.

$$T_{н.сум} = \sum_{J=1}^n T_{HJ} = 53,23 \text{ хв.} \quad (6.11)$$

Таким чином, підрахуємо відрахування на заробітну платню:

$$З_{пл} = (53,23 \cdot 100,42) / 60 = 92,4 \text{ грн.} \quad (6.12)$$

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання визначають за наступною формулою:

$$C_{об} = 2,49 \sum_{j=1}^m \frac{Ц_{aj} \cdot a_j \cdot t_j}{100 \cdot \Phi_D \cdot \eta_{oj}}, \quad (6.13)$$

де $Ц_{aj}$ – балансова вартість одиниці обладнання, на якому виконується j -я операція, грн.

a_j – норми амортизаційних відрахувань по обладнанню на j -й операції, %

t_j – трудоемкість j -й операції, люд.-год.

Φ_D – дійсний річний фонд обладнання, год. (при однозмінному режимі роботи приймається 2000 год.)

η_{oj} – коефіцієнт завантаження обладнання на j -й операції.

$$\begin{aligned} C_{об} = & 2,49 \left(\frac{13704 \cdot 10 \cdot 0,056}{100 \cdot 2000 \cdot 0,65} + \frac{15300 \cdot 10 \cdot 0,083}{100 \cdot 2000 \cdot 0,48} + \frac{14800 \cdot 10 \cdot 0,1}{100 \cdot 2000 \cdot 0,48} + \frac{5300 \cdot 10 \cdot 0,03}{100 \cdot 2000 \cdot 0,48} \right) + \\ & + 2,49 \left(\frac{16400 \cdot 10 \cdot 0,042}{100 \cdot 2000 \cdot 0,48} + \frac{35500 \cdot 10 \cdot 0,077}{100 \cdot 2000 \cdot 0,93} + \frac{30930 \cdot 10 \cdot 0,118}{100 \cdot 2000 \cdot 0,65} + \frac{26260 \cdot 10 \cdot 0,132}{100 \cdot 2000 \cdot 0,93} \right) + \\ & + 2,49 \left(\frac{13704 \cdot 10 \cdot 0,037}{100 \cdot 2000 \cdot 0,65} + \frac{18900 \cdot 10 \cdot 0,053}{100 \cdot 2000 \cdot 0,65} + \frac{30450 \cdot 10 \cdot 0,159}{100 \cdot 2000 \cdot 0,65} \right) = 3,83 \text{ грн} \end{aligned}$$

Знайдемо витрати на утримання інструменту, пристроїв і оснастки цільового призначення:

$$C_{ни} = (0,1 - 0,15) \cdot C_{об} = 0,12 \cdot 3,83 = 0,46 \text{ грн.} \quad (6.14)$$

Підрахуємо цехові витрати

$$H_{ц} = 1,55(0,197 \cdot C_{пр.н} + 0,116 \cdot C_{об}) \quad (6.15)$$

$$H_{ц} = 3,51 \text{ грн.}$$

Визначимо загальногосподарські витрати:

$$H_z = 0,18 \cdot З_{пл} = 0,18 \cdot 92,4 = 16,6 \text{ грн.} \quad (6.16)$$

Знайдемо позавиробничі витрати:

$$C_{В.П.} = 0,03 (C_m + З_{пл} + C_{об} + C_{ни} + H_{ц}) = 0,03 (10,15 + 9,24 + 3,83 + 0,46 +$$

+ 3,51) = 0,81 грн.

Таким чином собівартість відновлення гільзи циліндрів дорівнює:

$$C_p = 101,5 + 9,24 + 3,83 + 0,46 + 2,43 + 16,6 + 0,81 = 285,8 \text{ грн.}$$

Звичайно ремонтні засоби підприємства визначають нормативним методом, при відсутності нормативів обігових засобів, їх сумарне значення можна прийняти у розмірі 10% річного випуску продукції за повною собівартістю.

$$C_{обр} = 0,10 \cdot C_{полн} \cdot N_{пр}, \quad (6.17)$$

где $N_{пр}$ – річна виробнича програма ремонту виробів, шт.

$$C_{обр} = 0,1 \cdot 28,58 \cdot 1000 = 2858 \text{ грн.}$$

Розрахуємо основні техніко-економічні показники.

Валова продукція:

$$V_n = N_{пр} \cdot C_{о.у.}; \quad (6.18)$$

де $C_{о.у.}$ - оптова ціна виробу, грн..

$$C_{о.у.} = C_{пол} + C_{н.ндс} + C_{н.р.} + C_{из}; \quad (6.19)$$

где $C_{пол.}$ - повна собівартість відновлення, грн.;

$C_{н.ндс.}$ - величина податку на додану вартість ($C_{н.ндс.} = 0,2 C_{пол.}$);

$C_{н.р.}$ - націнка у відповідності з рентабельністю ($C_{н.р.} = 0,1 C_{пол.}$);

$C_{из}$ - вартість зношеного виробу.

$$C_{о.у.} = 28,58 + 0,2 \cdot 28,58 + 0,1 \cdot 28,58 + 23,9 = 61,06 \text{ грн.}$$

$$V_n = 1000 \cdot 61,06 = 61060 \text{ грн.}$$

Річна економія:

$$\mathcal{E}_2 = (C_1 - C_2) \cdot N_{пр}; \quad (6.20)$$

де C_1 – вартість нової деталі, грн.

C_2 - собівартість відновлення гільзи циліндру термопластичним обтисненням, грн.;

$$\mathcal{E}_2 = (79,5 - 28,58) \cdot 1000 = 50920 \text{ грн.}$$

Плановий балансовий прибуток:

$$\Pi_{\delta} = (C_{o.y.} - C_{пол}) \cdot N_{пр} \quad (6.30)$$

$$\Pi_{\delta} = (61,06 - 28,58) \cdot 1000 = 32480 \text{ грн.}$$

Загальна рентабельність:

$$P_z = \frac{100 \cdot \Pi_{\delta}}{1000 \cdot C_{нов}} \% \quad (6.31)$$

$$P_r = 100 \cdot 32480 / (1000 \cdot 28,58) = 13\%$$

Производительность труда:

$$\Pi_T = \frac{B_n}{P_{cp}}; \quad (6.32)$$

де P_{cp} - число робітників на ділянці

$$\Pi_T = 61060 / 1 = 61060 \text{ грн/чел} \quad (6.33)$$

Економічна ефективність капітальних вкладень

$$E_{nl} = \frac{\Pi_{\delta}}{K} \quad (6.34)$$

$$E_{nl} = 32480 / 44320 = 0,73 \text{ грн/грн}$$

K - капітальні вкладення.

Строк окупності капітальних вкладень:

$$O_z = \frac{K}{\Pi_{\delta}} \quad (6.35)$$

$$O_r = 1,4 \text{ года}$$

Результати розрахунків зведені до таблиці 6.1

Таблиця 6.1 - Техніко-економічні показники

Найменування	Умовне позначення та одиниці виміру	Значення показників
1.Вартість нової деталі	C_n , грн.	525
2.Остаточна вартість деталі (вартість ремонтного фонду)	$C_{1ост}$, грн.	28,7
3.Вартість зношеної деталі	$C_{2ост}$, грн.	23,9
4.Ресурс нової деталі	T_n , мото-год	5000
5.Ресурс деталі після відновлення	T_p , мото-год	5000
6.Виробнича програма	$N_{вир}$, шт	1000
7.Річна економія	Δz , грн.	50920
8.Повна собівартість	C_n , грн.	285,8
9.Валова продукція	B_n , грн.	61060
10.Загальна рентабельність	P_r , %	13
11. Строк окупності	O_2	1,4

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі виконаний комплекс робіт по аналізу існуючого рівня ремонтного виробництва та розробці заходів по створенню спеціалізованої дільниці по відновленню гільз циліндрів двигунів сільськогосподарської техніки в умовах ремонтного підприємства.

В науково-дослідній частині проекту виконаний аналіз якості нових гільз циліндрів. Запропоновано замість традиційного методу виміру твердості за Брінелем використовувати магнітний – метод виміру коерцитивної сили. Розроблена градуїрочна шкала, що дозволяє швидко переводити значення коерцитивної сили в твердість. Виконані розробки дозволяють виконувати експрес - аналіз якості гільз циліндрів.

Спроектоване відділення по ремонту двигунів зі створенням спеціалізованої дільниці по відновленню гільз циліндрів.

В проекті розглянута технологія відновлення гільз циліндрів двигунів сільськогосподарської техніки термопластичним обтисненням.

Для полегшення умов праці спроектований пристрій для випресовування гільзи з блока циліндрів при розбиранні двигуна та для запресовування гільзи в блок при збиранні. Був проведений інженерний розрахунок вісі на зріз та стійок на зминання.

Приведені основні заходи безпеки при роботі на металорізальних верстатах при виконанні технологічного процесу відновлення гільзи, а також для полегшення умов праці запропоновано кантувач для блока циліндрів.

Виконаний техніко-економічний розрахунок розробленого технологічного процесу, за даними якого при виробничій програмі 1000 шт на рік річна економія складає 50920 грн., а рентабельність виробництва 13%, термін окупності – 1,4 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сідашенко О.І. Теоретичне обґрунтування технологічних систем ремонтного виробництва: Монографія./ О.І. Сідашенко; ХНТУСГ. – Х.: «Міськдрук».2011. – 314с.
2. Мельников Г.Н, Вороненко В.П. Проектування механоскладальних цехів / Под ред. А.М. Дальського. - М.: Машинобудування, 1990.
3. Розмірний аналіз технологічних процесів / В.В. Матвєєв, М.М. Товариський, Ф.І. Бойков і ін. - М.: Машинобудування, 1982. - 264 с.
4. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т. 2 / під РСД. А.М. Дальського, А.Г. Сулова, А.Г. Косилової, Р.К. Мещерякова. - М.: Машинобудування-1, 2003. - 944 с.
5. Ремонт машин та обладнання: Підручник / Сідашенко О.І., Науменко О.А., Скобло Т.С. та ін. / За редакцією О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, - Київ: НМЦ УМО, 2011.
6. Науменко О.А. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України: рекомендації / О.А. Науменко, О.І. Сідашенко. – Київ : НАУ, 2001. - 171 с.
7. Базров Б. М. Основи технології машинобудування. М.: Машинобудування, 2005. 736 с.
8. Довідник технолога-машинобудівника: У 2-х томах / Под ред. А. М. Дальського, А. Г. Косилової, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. М.: Машинобудування, 2001., Т. 1. 912 с.; Т. 2. 944 с.
9. Обробка металів різанням: Довідник технолога / А. А. Панов [та ін.] М.: Машинобудування, 2004. 784 с.
10. Практикум з економіки ремонтного підприємства. Навчальний посібник. В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, О.М. Бистрий, П.М. Клімов. – Харків: Міськдрук, 2009 – 226 с.

11. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А. Войтов та інш./, За ред. О.І Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – 415с.
12. Опір матеріалів: Підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид. допов. і перероб. - Київ: Вища школа, 2004. – 655 с.
13. Шаповал М.І. Основи стандартизації управління якістю і сертифікації / М.І. Шаповал. – Київ, 1998. – 152 с.
14. Технологія машинобудування: навч. посібник / В. Ф. Без'язичний [та інш.]. Рибінськ: РГАТА, 2004. 141 с.
15. Хрулев А.Е. Ремонт двигунів закордонних автомобілей. А.Е. Хрулев. – М.: За кермом, 2000 г. – 440 с.
16. Гольдшмідт М.Г. Методологія конструювання: навчальний посібник. - Томськ: Вид-во ТПУ, 2007. - 160 с.
17. Дунаєв П.Ф., Льоліком О.П. Розрахунок допусків розмірів. - М.: Машинобудування, 2001. - 304 с.
18. Ільїн А.І. Планування на підприємстві: Учеб. посібник. У 2 ч. Ч. 1. Стратегічне планування. - Мн.: Нове знання, 2000. - 312 с.
19. Адаєв Ю.В. Забезпечення ритмічності машинобудівного виробництва: організаційно-економічні аспекти. - Пенза: Вид-во Пензі. держ. ун-ту, 1996. - 152 с.
20. Колесов І.М. Основи технології машинобудування: підручник для машинобудівних спеціальностей вузів. - М.: Вища школа, 1999.-591 с.