

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **„ Удосконалення операцій ремонту тракторних двигунів з
розробкою пристрою для хонінгування гільз ”**

Виконав: студент 3 курсу групи Аін-41
Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Миронець Богдан Сергійович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Рис В.І.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ 27 ” листопада 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту
Миرونцю Богдану Сергійовичу

1. Тема проєкту: „ Удосконалення операцій ремонту тракторних двигунів з розробкою пристрою для хонінгування гільз ”

Керівник проєкту: Рис Василь Іванович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 17 червня 2024 року.

3. Вихідні дані: _____
3.1. Звітні матеріали про діяльність ремонтних майстерень підприємств.
Звітні матеріали власників техніки про наявність і використання
ремонтно-обслуговуючої бази. Кількість тракторів зони обслуговування

4. Перелік питань, які необхідно розробити
Вступ

_____ 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГУНІВ
СМД-60

_____ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

_____ 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

_____ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

_____ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

_____ ВИСНОВКИ

_____ СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

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

5.1 Технологічне планування дільниці ремонту гільз (1 арк. форм. А1);

5.2 Гільза циліндрів (ремонтне креслення) (1 арк. форм. А1).

5.3 Конструктивно-технологічна характеристика деталі (1 арк. форм. А1);

5.4 Головка хонінгувальна (Складальне креслення) (1 аркуш форм. А1);

5.5 Робочі креслення деталей (1 аркуш форм. А1);

5.6 Основні техніко-економічні показники відновлення гільз (1 арк. форм. А1).

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Рис В.І. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «конструктивно-технічна характеристика двигунів СМД-60»</i>	<i>27.11.2023–15.02.2024</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>16.02.2024–15.03.2024</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»</i>	<i>16.03.2024–30.04.2024</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>01.05.2024–15.05.2024</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>16.05.2024–01.06.2024</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення проєкту в цілому</i>	<i>02.06.2024–17.06.2024</i>	

Студент _____ Богдан МИРОНЕЦЬ
(підпис)

Керівник проєкту _____ Василь РИС

УДК 631.1.2

Пояснювальна записка 78 с., в тому числі 15 табл., 5 рисунків, 21 літературне джерело, 6 листів креслень.

„Удосконалення операцій ремонту тракторних двигунів з розробкою пристрою для хонінгування гільз”. Миронець Богдан Сергійович. – Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2024р.

Мета дипломного проєкту – удосконалити технологію відновлення робочих поверхонь гільз двигунів внутрішнього згорання, обґрунтувати організаційний режим ремонтної майстерні, провести підбір обладнання і розробити технологічну компоновку ділянки по ремонту гільз двигунів внутрішнього згорання, а також удосконалення комплексних мироприємств по підвищенню технічного рівня окремих ділянок на виробництві і підприємстві шляхом введення в дію нового обладнання та новітніх технологій.

Обґрунтовано необхідність застосування технології розточування до ремонтного розміру робочої поверхні спрацьованої гільзи і з наступним зміцненням термообробкою або застосування нової технології покращення фізико-механічних властивостей.

Було проведено аналіз техніко-економічних показників роботи підприємства та його екологічне становище, представлено коротку характеристику базового господарства.

Визначено загальний об’єм обслуговуючих робіт і параметрів машиноремонтної майстерні, розраховано фонди часу робітників і обладнання, кількість обладнання.

Описано правила техніки безпеки, які необхідно виконувати при виробничих процесах і створення технологій, які зменшують забруднення навколишнього середовища.

Економічна ефективність проєкту складає 106,815 тисяч гривень, рентабельність – 88,7%, строк окупності – 1,03 року.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГУНІВ СМД-60.....	7
1.1. Аналіз будови двигуна і функціональне призначення його складових частин.....	7
1.2. Класифікація основних спряжень та кріпильних деталей двигунів.....	11
1.3. Діагностовані параметри і якісні характеристики технічного стану двигуна СМД-60.....	28
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	36
2.1. Відновлення зовнішньої поверхні гільз циліндрів	36
2.2. Ремонт посадочних поясків гільзи.....	38
2.3. Відновлення внутрішньої поверхні гільз циліндрів.....	39
2.4. Хонінгування гільз.....	43
2.5. Підрізання бурта.....	46
2.6. Контроль відновлених гільз циліндрів.....	46
2.7. Загальна методика	48
2.8. Розрахунок трудомісткості ремонтно-технологічних робіт	49
2.9. Розрахунок необхідної кількості робітників	50
2.10. Номенклатура ремонтно-технологічного обладнання	51
2.11. Розрахунок виробничої площі спеціалізованої дільниці	52
2.12. Загальна планування спеціалізованої дільниці	53
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	54
3.1. Опис хонінгувальної головки.....	54
3.2. Розрахунок величини зусилля запресування вставки	54
3.3. Розрахунок валу приводу головки.....	55
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в господарстві	59
4.2. Аналіз виробничих небезпек, їх джерел, причин виникнення	60
4.3. Правила техніки безпеки під час ремонту двигуна	65

	4
4.4. Розрахунок виробничого освітлення.....	66
4.4.1 Розрахунок природного освітлення.....	66
4.4.2 Розрахунок загального штучного освітлення.....	67
4.5. Основні вимоги пожежної безпеки.....	68
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	70
5.1. Розрахунок заробітної плати виробничих, допоміжних робітників, ІТР та МОП.....	70
5.2. Розрахунок балансової вартості обладнання і відрахувань	72
5.3. Розрахунок вартості енергоносіїв і матеріалів	73
5.4. розрахунок загальновиробничих і загальногосподарських витрат.....	73
5.5. Розрахунок собівартості відновлених гільз	74
5.6. Розрахунок основних економічних показників	74
5.7. Термін окупності капіталовкладень в діляницю відновлення.....	75
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

ВСТУП

Сучасне сільськогосподарське виробництво розвивається на міцній базі комплексної механізації технологічних процесів і рослинництві та тваринництві. В сільському господарстві України експлуатується потужний МТП, у складі якого налічується понад 470 тис. тракторів, 200 тис. спеціальних комбайнів, 300 тис. вантажних автомобілів, понад 538 тис. ґрунтообробних та посівних машин, а також велика кількість іншої техніки та обладнання тваринницьких ферм. В умовах комплексної механізації особливого значення набуває проблема забезпечення постійної працездатності сільськогосподарської техніки. Україна – сільськогосподарська країна, з потужним механізованим парком і добре оснащеними ремонтними майстернями. Як свідчать дані на ТО і ремонт МТП, витрачаються значні матеріальні та трудові ресурси. Щорічні грошові витрати на ТО і ремонт становлять більше 30% від їх балансової вартості. Для проведення ТО і ремонту МТП залучається більше 127 тис. ремонтних робітників, 850-900 тис. механізаторів та водіїв, тому у сучасних умовах ставиться завдання забезпечення постійної технічної готовності МТП, безперебійності його роботи при мінімальних витратах трудових та матеріальних ресурсів.

Успішно вирішити цю проблему неможливо без укріплення ремонтно-обслуговуючої бази господарства та впровадження у виробництво прогресивних технологічних ремонтних процесів. Всі державні підприємства об'єднані в агропромисловий комплекс (АПК) України. Сюди входить більше 6 тисяч центральних ремонтних майстерень (ЦРМ), приблизно 1218 ремонтно-обслуговуючих підрозділів районного рівня. Також спеціалізовані ремонтні майстерні і заводи – їх більше 660.

Основна задача ремонтно-обслуговуючої бази – забезпечення заданої технічної готовності машинно-тракторного парку господарств у потрібний для сільськогосподарського виробництва час при мінімальних трудових і матеріальних витратах. Однак, в умовах важких економічних негараздів

існуючого часу ці роботи не завжди виконуються на належному технічному рівні.

Виходячи з цього, передбачається всебічна робота по подальшому зміцненню ремонтно-обслуговуючої бази, раціональній концентрації, актуалізації та диференціації ремонтного виробництва. Ці методи дозволять значно покращити якість ремонту і технічного обслуговування, скоротити простої техніки в ремонті в період польових робіт. Ефективне використання ремонтно-обслуговуючого виробництва АПК можливе при докорінній зміні системи його планування з врахуванням кінцевих результатів. При складанні планів ремонту і технічного обслуговування машин необхідно враховувати їх технічний стан, річні навантаження, періодичність проведення ремонту і технічного обслуговування у відповідності з планово-запобіжною системою. Надається велике значення внутрішньогосподарському збалансованому плануванню ремонтно-обслуговуючих робіт, широкому втіленню нормативного методу планування. Це є обов'язковою умовою та повної окупності ланок, бригад, пунктів технічного обслуговування, ЦРМ і гаражів.

Покращення якості виконання ремонтних робіт можна досягти за рахунок модернізації застарілого ремонтно-технічного обладнання, збільшення рівня концентрації ремонту агрегатів і машин. Одним з важливих резервів зниження загальної вартості ремонту сільськогосподарської техніки є відновлення зношених деталей, собівартість яких, в основному, значно нижча, ніж нових.

За цих умов вирішальна роль у сільськогосподарському виробництві його перероблюючих галузях і, зокрема, у високопродуктивній експлуатації техніки належить інженерним кадрам господарства.

1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГУНІВ СМД - 60

1.1 Аналіз будови двигунів і функціональне призначення його складових частин

Двигун СМД-60 - чотирьохтактний, шестициліндровий, V-подібний дизель примусового рідинного охолодження, з безпосереднім вприском палива і турбонадувом.

Дизель складається з блок-картера, двох головок циліндрів, кривошипно-шатунного механізму, механізму газорозподілу, складальних одиниць і агрегатів систем живлення паливом, повітря, мащення, охолодження, випуску відпрацьованих газів і пускового пристрою.

Циліндри розташовані в два ряди під кутом 1,57 рад (90°) і виконані в загальному блоці разом з верхньою частиною картера.

В розвалі між циліндрами розташовані випускні колектори, впускний тракт і турбокомпресор. Паливна помпа розподільчого типу з механічним всережимним регулятором, розташована в задній частині дизеля і має привід від механізму газорозподілу. Для очищення палива на дизелі встановлено два фільтри: один - для грубого, другий - для тонкого очищення. Для очищення повітря, що поступає в циліндри, на дизелі застосований очисник повітря з паперовими фільтр-патронами. Фільтрація оливи відбувається в повнопотоковій оливній центрифугі. Водяна помпа відцентрового типу з вентилятором і компресор мають пасовий привід від шківів, що розміщений на передній частині колінчастого валу, а генератор - від шківів на водяній pompі.

Пуск дизелів СМД-60 (встановлюваних на комбайні) забезпечується дистанційно з місця водія одноциліндровим бензиновим пусковим двигуном, передача від якого до маховика дизеля здійснюється одноступінчатим редуктором.

На дизелі передбачені місця для встановлення датчиків тиску оливи і температури води, а також датчик сигналізації аварійного тиску оливи.

Принцип дії, дизеля полягає в перетворенні теплової енергії газів, що утворюються при згорянні палива в циліндрах, в механічну роботу. Повний цикл здійснюється в кожному циліндрі протягом двох обертів колінчастого валу і включає чотири такти: впуск, стиск, робочий хід і випуск.

При такті впуск, коли поршень рухається від в.м.т. до н.м.т., в циліндр через відкритий впускний клапан поступає повітря. При руху поршня від н.м.т. до в.м.т. (впускний і випускний клапани закриті) повітря стискається, при цьому його температура підвищується. В кінці такту стиску через форсунку в камеру впорскується паливо. Розпилене і перемішане в середовищі стислого повітря паливо спалахує, тиск в камері підвищується. Гази, що утворюються при згоранні палива розширюються і тиснуть на днище поршня, в результаті чого поршень рухається в.м.т. до н.м.т. і через шатун передає зусилля на кривошип колінчастого валу, примушуючи його обертатися, тобто відбувається робочий хід. Коли поршень після робочого ходу починає рухатися від н.м.т. до в.м.т., відкривається випускний клапан і відпрацьовані гази виштовхуються поршнем з циліндра, відбувається такт випуску. Після випуску відпрацьованих газів цикл повторюється.

Для кращого протікання робочого процесу відкриття і закриття впускного і випускного клапанів не співпадають з положенням поршня, в мертвих точках. Фази газорозподілу показані на рис. 1.1.

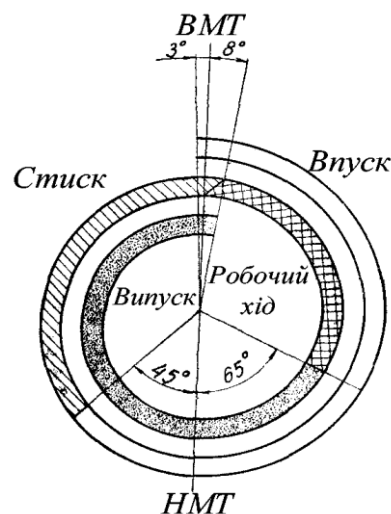


Рисунок 1.1 – Фази газорозподілу

Робочі ходи в циліндрах дизеля настають один за іншим в порядку роботи циліндрів 1-4-2-5-3-6.

Випередження відкриття і запізніле закриття впускного клапана забезпечує краще наповнення циліндра свіжим повітрям. Випередження відкриття і запізніле закриття випускного клапана забезпечує більш повне видалення відпрацьованих газів з циліндра дизеля.

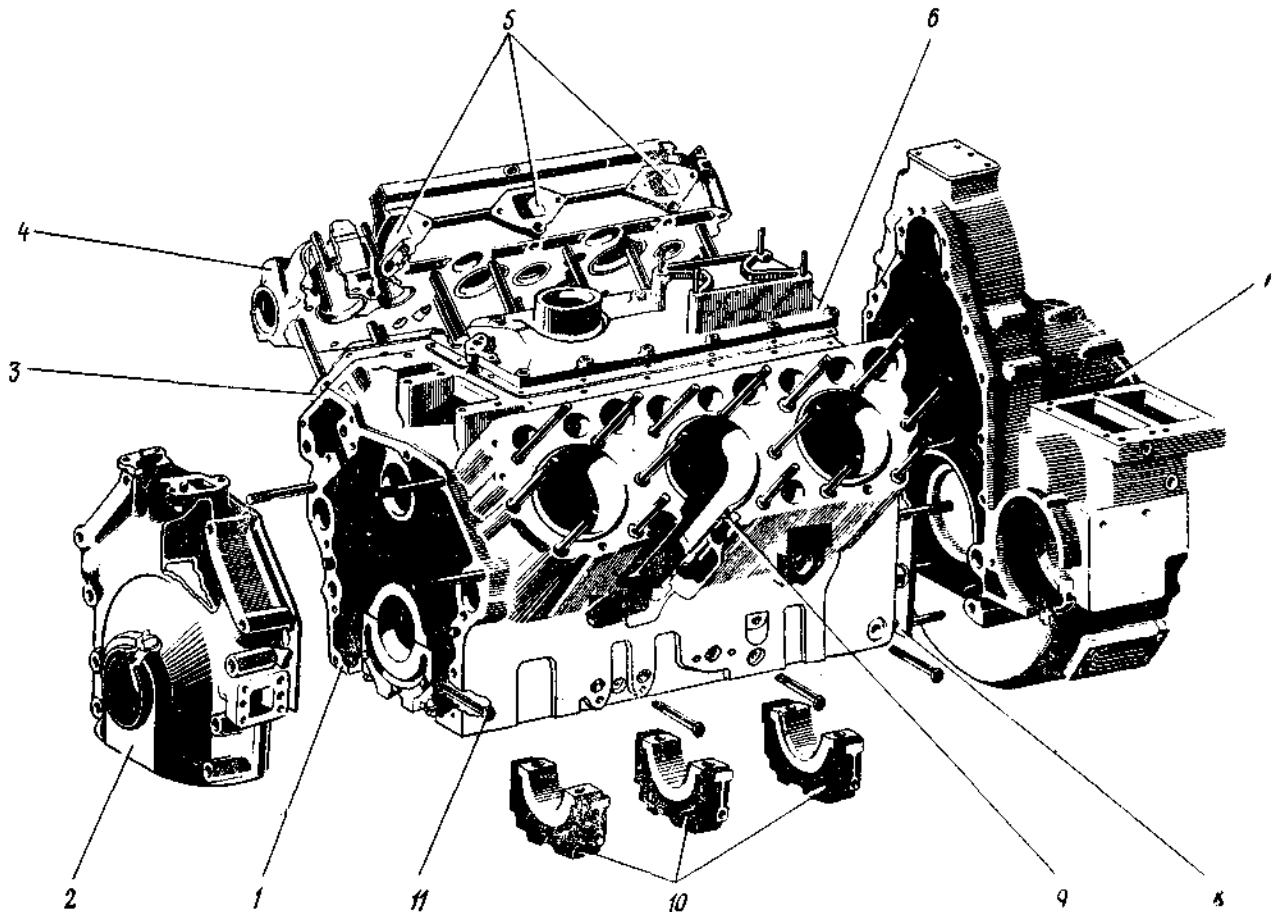


Рисунок 1.2 – Блок – картера з передньою кришкою, картером маховика і головка циліндрів: 1 – блок – картера; 2 – передня кришка; 3 – прокладка; 4 – головка циліндрів; 5 – випускні отвори; 6 – кришка ресивера; 7 – картер маховика; 8 – щит; 9 – гільза циліндрів; 10 – кришки корінних підшипників; 11 – спеціальний болт.

Блок-картер 1 (рис. 1.2) є корпусною деталлю, з чавунним литвом, що об'єднує два блоки циліндрів, розташованих V-подібно під кутом $1,57$ рад (90°), і верхню частину картера колінчастого валу. По довжині блок-картера осі

циліндрів одного ряду зміщені щодо осей циліндрів іншого ряду на 36 мм, що дає можливість розмістити два шатуни протилежних циліндрів, на одній шатунній шийці колінчастого валу. Поперечні перегородки в нижній частині блок-картера утворюють приливи, призначені для підвіски колінчастого валу. Разом з кришками вони утворюють галтелі для корінних підшипників колінчастого валу. Кожна кришка корінного підшипника кріпиться двома шпильками і додатково двома стяжними болтами 11, що забезпечують жорсткість нижньої частини картера.

Кривошипно – шатунний механізм призначений для перетворення прямолінійного зворотно – поступального руху поршня в обертовий рух колінчастого вала. Основними деталями кривошипно – шатунного механізму є: поршні з поршневыми кільцями і пальцями, шатуни, колінчастий вал і маховик.

Механізм газорозподілу призначений для забезпечення впуску в циліндри повітря і випуску продуктів згорання палива. Механізм газорозподілу складається з розподільчого вала, впускних і випускних клапанів, деталей встановлення і приводу: штовхачів, штанг, коромисел, регулювальних гвинтів з гайками, тарілок з сухариками, пружин, направляючих втулок, стійок і осей.

Система живлення призначена для очистки і подачі в циліндри двигуна розпиленого палива в кількості, що відповідає режиму його роботи. До системи живлення входять: фільтри грубої і тонкої очистки палива, паливна помпа з регулятором і підкачуючою помпою, форсунки, паливо проводи високого і низького тиску, паливний бак.

Система мащення призначена для безперебійної подачі оливи до тертьових поверхонь двигуна з метою зменшення тертя та зносу деталей, а також для відведення від них тепла і продуктів зносу. Система мащення дизеля є комбінованою: частина деталей змащується під тиском, інші – розбризкуванням.

Система охолодження призначена для примусового відводу тепла від найбільш нагрітих деталей (гільз, блока, головок циліндрів) і підтримання

необхідного температурного режиму дизеля. Двигун має закриту рідинно - примусову систему охолодження.

Генератор призначений для живлення споживачів електричною енергією і підзарядки акумуляторних батарей під час роботи машини.

Стартер СТ 362 призначений для запуску пускового двигуна і являє собою чотирьохполюсний електродвигун постійної напруги змішаного збудження потужністю 0,55 кВт (0,75 к.с.) і напругою 12 В.

Компресор. На двигунах СМД – 60 встановлюється повітряний компресор поршневого типу, двохциліндровий, односторонньої дії, призначений для нагнітання повітря в пневматичну систему.

Пусковий двигун. Двигун П – 350 – одноциліндровий, карбюраторний, двохтактний з кривошипно – камерною продувкою, потужністю 9,94 кВт (135 к.с.) при частоті обертання колінчастого вала 66,7 об/с. (4000 об/хв.). Двигун кріпиться на фланці картера маховика вала дизеля. Пуск двигуна здійснюється стартером СТ 362 або ручним дублюючим пусковим механізмом.

1.2 Класифікація основних спряжень та кріпильних деталей двигунів

Під час ремонту машин, а саме двигунів, має бути відновлена не лише роботоздатність, але й їх міжремонтний ресурс. Тому у двигунах залишаються для подальшої експлуатації лише ті деталі та спряження, залишковий ресурс яких дорівнює або перевищує міжремонтний ресурс агрегату. У зв'язку з цим граничний стан деталей і спряжень під час ремонту набуває іншого змісту і визначається як допустиме при ремонті (або просто допустиме) значення параметру стану. Таким чином, допустимим значенням параметра стану називається таке його значення, за якого залишковий ресурс деталі або спряження дорівнює міжремонтному ресурсу окремого елемента або машини в цілому.

Основними спряженнями кріплення двигунів є різьбові з'єднання:

- кріплення двигуна до рами здійснюється чотирма болтами;

- двигун до коробки переміни передач кріпиться за допомогою шести шпильок;
- газовідвідні труби фіксуються чотирма шпильками;
- кріплення всіх електричних провідників забезпечується переважно різьбовими з'єднаннями.

За допомогою пресових з'єднань кріпляться всі патрубки системи охолодження, та опалювання кабіни.

Таблиця 1.1 – Моменти затягування основних різьбових з'єднань, Н·м (кгс·м)

Найменування	Значення
Гайок кріплення кришок корінних підшипників	260-280 (26-28)
Додаткових болтів кріплення кришок корінних підшипників	160-180 (16-18)
Болтів кріплення кришок шатунів	240-260 (24-26)
Болтів кріплення фланця і маховика колінчастого валу	240-260 (24-26)
Храповика колінчастого валу: для тракторних дизелів	220-240 (22-24)
для комбайнових дизелів	300-330 (30-33)
Гайок кріплення головки циліндрів	220-240 (22-24)
Гайок кріплення стійок осей коромисел	80-100 (8,0-10)
Гайок кріплення форсунок	20-25 (2,0-2,5)
Гайки розпилювача форсунки	55-70 (5,5-7,0)
Ковпака форсунки	90-110 (9,0-11)
Штуцера підведення палива до форсунки	100-120 (10-12)
Гайок кріплення фільтру кронштейна	80-90 (8,0-9,0)
Гайки колеса компресора турбокомпресора	40-45 (4,0-4,5)
Гайки кріплення блоку шестерень розподільного валу	270-320 (27-32)
Гайки кріплення ротора центрифуги	20-40 (2,0-4,0)
Гайки кріплення шестерні приводу масляного насоса (односекційного і двохсекційного)	120-140 (12-14)
Стяжних болтів односекційної оливної помпи	20-25 (2,0-2,5)
Болтів кріплення односекційної оливної помпи	50-60 (5,0-6,0)
ПУСКОВИЙ ДВИГУН	
Гайок кріплення маховика і шестерні колінчастого валу	170-190 (17-19)
Болтів кріплення половин картера пускового двигуна	15-22,5 (1,5-2,25)
Гайок кріплення циліндра	30-37,5 (3,0-3,75)
Гайок кріплення головки циліндра	47,5-55 (4,75-5,5)
Спеціального болта валу редуктора	48-52 (4,8-5,2)
Болтів кріплення тримача редуктора	14-17 (1,4-1,7)

Таблиця 1.2 – 1.3. Можливі несправності двигунів та методи їх усунення

Несправність, зовнішній прояв	Метод усунення. Необхідні регулювання і випробування	Застосовуваний інструмент і обладнання
1	2	3
<p>Дизель не запускається (при прокручуванні колінчастого валу пусковим двигуном і повній подачі палива дизель не дає спалахів): в паливну систему потрапило повітря</p> <p>Дизель дає окремі спалахи і глохне або працює з перебоями: в паливну систему потрапило повітря</p> <p>не відрегульований кут випередження впорскування палива</p> <p>несправна паливна помпа</p>	<p>Прокачати систему помпою ручного прокачування палива для видалення повітря, при необхідності усунути підсмоктування повітря</p> <p>Прокачати систему помпою ручного прокачування палива для видалення повітря, при необхідності усунути підсмоктування повітря</p> <p>Перевірити кут випередження впорскування палива і при необхідності виставити рекомендований</p> <p>Зняти паливну помпу з дизеля і відправити до майстерні на ремонт</p>	<p>Комплект інструменту, що додається до дизеля</p> <p>Комплект інструменту, що додається до дизеля</p> <p>Ключі гайкові 12х14, 17х19, моментоскоп, пробка для паливопроводу</p> <p>Ключі гайкові 12х14, 17х19, ключ торцевий 14х17, плоскогубці, пробки для паливопроводів</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>Дизель не розвиває потужності: не забезпечується повна подача палива через розрегулювання тяг керування паливною помпою забруднились фільтруючі елементи фільтру тонкої очистки палива</p> <p>несправні форсунки</p>	<p>Відрегулювати тяги керування паливною помпою</p> <p>Промити праву і ліву секції фільтру 2ТФ-3. У разі необхідності замінити фільтруючі елементи</p> <p>Виявити несправні форсунки, промити і відрегулювати їх</p>	<p>Ключі гайкові 8x10, 17x19, ключ торцевий 19x22, відро, елемент фільтруючий в зборі (2ТФ-3)</p> <p>Ключі гайкові 12x14, 17x19, ключ торцевий, 14x17, стенд для випробувань і регулювання форсунок, пристрій для розбирання і складання форсунок, мийна ванна, пристрій для очищення отворів розпилювача форсунки, скребок, кісточка, заглушки і пробки для паливопроводів і отворів під форсунки, викрутка</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>не виставлений кут випередження вприскування палива</p> <p>несправна паливна помпа</p> <p>знизився тиск надуву</p> <p>Дизель димить на всіх режимах роботи, з випускної труби йде чорний дим: засмітився очисник повітря дизеля</p>	<p>Перевірити кут випередження вприскування палива і при необхідності виставити рекомендований</p> <p>Зняти паливну помпу з дизеля і відправити до майстерні на ремонт</p> <p>Див. несправності турбокомпресора</p> <p>Обдути стислим повітрям або промити основний фільтр-патрон очисника повітря</p>	<p>Ключі гайкові 12x14, 17x19, моментоскоп, пробка для паливопроводів</p> <p>Ключі гайкові 12x14, 17x19, ключ торець 14x17, плоскогубці, пробки для паливопрорводів</p> <p>Компресор, відро з миючим розчином</p>
<p>не виставлений кут випередження вприскування палива</p> <p>погана якість палива (не відповідає рекомендованому)</p> <p>несправна паливна помпа</p> <p>знизився тиск надуву</p>	<p>Перевірити кут випередження вприскування палива і при необхідності виставити рекомендований</p> <p>Замінити паливо на рекомендоване</p> <p>Зняти паливну помпу з дизеля і відправити до майстерні на ремонт</p> <p>Див. несправності турбокомпресора</p>	<p>Ключі гайкові 12x14, 17x19, моментоскоп, пробка для паливопроводів</p> <p>Ключ гайковий 32x36, ванна, агрегат заправний механізований</p> <p>Ключі гайкові 12x14, 17x19, ключ торцевий 14x17, плоскогубці, пробки для паливопроводів</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>З випускної труби йде білий дим: дизель працює з переохолодженням</p> <p>відсутній зазор між стержнями клапанів і бойками коромисел</p> <p>недостатня герметичність в клапанах</p>	<p>Прогріти дизель, під час роботи підтримувати температуру води в межах 353 - 368 К (80 - 95°C)</p> <p>Відрегулювати зазори між клапанами і коромислами</p> <p>Притерти клапани і перевірити їх на герметичність</p>	<p>Ключ гайковий 17x19, викрутка, щуп 0,5 мм</p> <p>Комплект ключів, що додається до дизеля, ручна дрелька, присос, паста притирочна, гас, моторна олива</p>
<p>З випускної труби йде сизий дим: попадання масла в камеру згоряння</p> <p>в результаті зносу маслоснімних поршневих кілець</p> <p>Дизель перегрівається, вода в радіаторі кипить: засмітилася сітка або стільники радіатора</p> <p>ослаб натяг пасів вентилятора</p>	<p>Відправити дизель до майстерні для заміни маслоснімних поршневих кілець</p> <p>Очистити радіатор від пилу</p> <p>Перевірити і при необхідності відрегулювати натяг пасів приводу вентилятора</p>	<p>Комплект інструменту, що додається до дизеля, знімач поршневих кілець, пристосування для встановлення шатунно-поршневих груп в гільзи</p> <p>Віник, компресор</p> <p>Ключі гайкові 17x19, 32x36, пристосування для вимірювання натягу пасів</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>витік води з системи охолодження</p> <p>погіршилося розпилювання палива форсунками</p> <p>Манометр не показує тиску оливи на прогрітому дизелі</p> <p>порушена герметичність з'єднань маслопроводів</p> <p>несправний манометр</p>	<p>Усунути підтікання і долити воду до нижнього бурту горловини радіатора</p> <p>Виявити несправні форсунки, промити їх</p> <p>Зупинити дизель і перевірити стан маслопроводу від дизеля до манометра, усунути несправність</p> <p>Перевірити справність манометра шляхом встановлення контрольного манометра</p>	<p>Лійка з сіткою</p> <p>Ключі гайкові 12x14, 17x19, ключ торцевий 14x17, стенд для випробування і регулювання форсунок, пристосування для розбирання і складання форсунок, мийна ванна, пристосування для очищення отворів розпилювача форсунки, скребок, кісточка, заглушки і пробки для паливопроводів і отворів під форсунки, викрутка</p> <p>Контрольний манометр</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>Манометр показує низький тиск оливи: рівень оливи в картері дизеля нижче допустимого</p> <p>забита сітка всмоктуючої трубки оливної помпи</p>	<p>Перевірити рівень оливи в картері і при необхідності долити до верхньої мітки щупа</p> <p>Зняти нижню кришку картера і прочистити сітку всмоктуючої трубки оливної помпи</p>	<p>Заправний механізований агрегат</p> <p>Ключі гайкові 12x14, 32x36, ванна, заправний механізований агрегат</p>
ТУРБОКОМПРЕСОР		
<p>Ротор турбокомпресора не обертається (відсутній характерний звук високого тону):</p> <p>заклинювання ротора в підшипнику</p> <p>Ротор турбокомпресора не розвиває оберти (сторонній шум в турбокомпресорі, дизель не розвиває повної потужності):</p> <p>зачіпання робочого колеса турбіни за вставку</p>	<p>Замінити турбокомпресор новим</p> <p>Замінити турбокомпресор новим</p>	<p>Комплект інструментів, що додається до дизеля</p> <p>Комплект інструментів, що додається до дизеля</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>Знизився тиск надуву (дизель димить і не розвиває повної потужності)</p> <p>порушена герметичність кріплення турбокомпресора</p> <p>Порушена герметичність внутрішніх ущільнень турбокомпресора (підвищений викид оливи з компресора):</p> <p>засмітився очисник повітря дизеля</p> <p>знос кільце ущільнювачів або канавок ущільнення ротора турбокомпресора</p> <p>втрата пружності гумового ущільнюючого кільця диска ущільнення компресора</p>	<p>Підтягнути стягуючі хомути сполучення шланга патрубка компресора, перевірити цілісність прокладок випускного колектора і при необхідності замінити їх новими. Підтягнути кріплення випускного колектора</p> <p>Обдути стислим повітрям або промити основний фільтр-патрон очисника повітря</p> <p>Зняти турбокомпресор з дизеля і замінити кільця ущільнювачів. Найменший допустимий розмір кільце ущільнювача по товщині - 1,65 мм При ширині канавок понад 2 мм замінити турбокомпресор</p> <p>Зняти турбокомпресор з дизеля і замінити кільце ущільнювача</p>	<p>Ключ гайковий 8x10, ключ торцевий 14x17, викрутка</p> <p>Компресор, відро з миючим розчином</p> <p>Комплект інструменту, що додається до дизеля</p> <p>Комплект інструменту, що додається до дизеля</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
ПУСКОВИЙ ДВИГУН		
<p>Пусковий двигун не запускається: немає подачі палива</p> <p>немає іскри на контакті проводу з свічкою</p> <p>Трос приводу ручного дублюючого пускового механізму не намотується на барабан: неправильно відрегульовано затягування спіральної пружини</p> <p>злам кінця спіральної пружини</p>	<p>Перевірити наявність палива в баку. Промити відстійник на паливному баку. Продути паливопровід. Промити сітчастий фільтр паливопідвідного штуцера карбюратора пускового двигуна</p> <p>Перевірити надійність електричного контакту проводу високої напруги у виводі магнето. При необхідності обрізати рівно кінець дроту, щоб не було виступаючих жилок і вставити його у калібрований вивід, магнето так, щоб голка увійшла в середину проводу, а його торець впирався в дно виводу</p> <p>Перевірте зазор між контактами переривника магнето, при необхідності зачистити контакти і відрегулювати зазор</p> <p>Відрегулювати затягування спіральної пружини</p> <p>Заправити кінець спіральної пружини в місце кріплення</p>	<p>Ключ гайковий 17x19, бензин</p> <p>Ніж перочинний</p> <p>Напильник з щупами, викрутка</p> <p>Ключі гайкові 12x14, викрутка</p> <p>Ключ гайковий 12x14, плоскогубці, викрутка</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>Пусковий двигун не розвиває повної потужності, глохне: засмітився очисник повітря пускового двигуна</p> <p>неправильно відрегульована довжина тяги від регулятора до карбюратора</p> <p>не відрегульований карбюратор</p> <p>збитий кут випередження запалення</p> <p>При працюючому пусковому двигуні і включеній муфті редуктора колінчастий вал дизеля не обертається:</p> <p>не включена пускова шестерня з вінцем маховика дизеля</p>	<p>Промити фільтруючий елемент очисника повітря</p> <p>Відрегулювати довжину тяги так, щоб дросельна заслінка при натисненні на важіль регулятора вільно переміщалася від положення повного відкриття до положення повного закриття</p> <p>Відрегулювати стійку роботу пускового двигуна на частоті обертання холостого ходу і мінімальній частоті обертання. Регулювання проводити на прогрітому двигуні</p> <p>Перевірте встановлення кута випередження запалення, при необхідності відрегулювати</p> <p>Заглушити пусковий двигун і ввести пускову шестерню редуктора в зачеплення з вінцем маховика дизеля. При необхідності відрегулювати механізм керування редуктором пускового двигуна</p>	<p>Деко мале, нагнітач, паливо дизельне, олива моторна</p> <p>Викрутка</p> <p>Те ж</p> <p>Викрутка, ключ гайковий 8x10, ключ торцевий 24</p> <p>Ключ гайковий 12x14, плоскогубці</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
пробуксовує муфта зчеплення редуکتора	Відрегулюйте кут встановлення важеля включення муфти зчеплення на редукторі	Те ж
МУФТА ЗЧЕПЛЕННЯ ДИЗЕЛЯ		
<p>Муфта пробуксовує:</p> <p>відсутній зазор між упором вижимного підшипника і кільцем віджимних важелів</p> <p>замаслення дисків муфти</p> <p>зношилися фрикційні накладки ведених дисків муфти</p> <p>поломка або усадка нажимних пружин</p> <p>Муфта «веде»: великий зазор між упором вичавного підшипника і кільцем віджимних важелів викривлення ведених дисків</p> <p>перекіс нажимного диска</p>	<p>Відрегулювати зазор</p> <p>Розібрати муфту, промити диски бензином</p> <p>Замінити накладки або поставити нові ведені диски</p> <p>Замінити пружини</p> <p>Відрегулювати зазор</p> <p>Розібрати муфту, замінити ведені диски</p> <p>Відрегулювати положення віджимних важелів, забезпечивши рівномірність зазору між упором вижимного підшипника і кільцем віджимних важелів по колу</p>	<p>Щуп 3,8x22, ключі гайкові 12x14, 17x19, 22x24, 32x36</p> <p>Щуп 3,8x22, ключі гайкові 12x14, 17x19, 22x24, 32x36</p> <p>Те ж</p> <p>Те ж</p> <p>Те ж</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
ГЕНЕРАТОР 15.3701		
<p>Амперметр не показує зарядки відразу після запуску дизеля і далі протягом всього часу роботи:</p> <p>обрив плюсового виводу або замикання його на корпус генератора</p> <p>пробій ізоляції тепловідводу; коротке замикання у вентилях прямої і зворотної полярності однієї фази обрив ланцюга котушки збудження</p> <p>замикання на корпус генератора однієї з фаз статора</p> <p>Генератор не віддає повної потужності (без акумуляторної батареї різко знижується напруга при збільшенні навантаження, за наявності акумуляторної батареї остання систематично недозаряджається): проковзує привідний ремінь</p>	<p>Зняти генератор з дизеля, спаяти і ізолювати місце обриву. Ізолювати місце пошкодження ізоляції</p> <p>Зняти генератор з дизеля, замінити випрямляч</p> <p>Зняти генератор з дизеля, спаяти і ізолювати місце пошкодження, а при неможливості усунення даного дефекту замінити котушку збудження</p> <p>Зняти генератор з дизеля, замінити статор</p> <p>Відрегулювати натягнення ременя приводу генератора</p>	<p>Ключі гайкові 12х14, 17х19, ключ торцевий 14х17, викрутка, плоскогубці</p> <p>Те ж</p> <p>Ключі гайкові 12х14, 17х19, ключ торцевий 14х17, викрутка, плоскогубці</p> <p>Те ж</p> <p>Ключі гайкові 12х14, 17х19, пристосування для вимірювання натягу ременів</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
несправний ІРН	Зняти генератор з дизеля, замінити ІРН	Ключі гайкові 12х14, 17х19, ключ торцевий 14х17, викрутка, плоскогубці
обрив дротів, що йдуть до ІРН	Спаяти і ізолювати місце пошкодження	Паяльник, каніфоль, олово, ізоляційна стрічка
обрив однієї з фаз статора; міжвиткове замикання обмотки статора	Зняти генератор з дизеля, замінити статор	Ключі гайкові 12х14, 17х19, ключ торцевий 14х17, викрутка, плоскогубці
обрив ланцюга вентиля однієї або декількох фаз випрямляча	Зняти генератор з дизеля, замінити випрямляч	Те ж
міжвиткове замикання обмотки котушки збудження	Зняти генератор з дизеля і замінити котушку збудження	Те ж
Шум генератора: проковзує привідний ремінь або надмірне його натягнення	Відрегулювати натяг ременя приводу генератора	Ключі гайкові 12х14, 17х19, пристосування для вимірювання натягу ременів

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>Акумуляторна батарея систематично перезаряджається (амперметр тривалий час показує великий зарядний струм, а за відсутності акумуляторної батареї перегорають лампи):</p> <p>коротке замикання конденсатора фільтру</p> <p>значне збільшення регульованої напруги ІРН; коротке замикання ІРН</p> <p>Акумуляторна, батарея систематично недозаряджається:</p> <p>значне зменшення регульованої напруги ІРН</p> <p>При роботі генератора без акумуляторної батареї на номінальній частоті обертання і вище перегорають лампи:</p> <p>обривши ланцюги конденсатора</p>	<p>Зняти генератор з дизеля, замінити конденсатор</p> <p>Зняти генератор з дизеля, замінити ІРН</p> <p>Зняти генератор з дизеля і замінити ІРН</p> <p>Зняти генератор з дизеля, відновити ланцюг або замінити конденсатор</p>	<p>Ключі гайкові 12x14, 7x19, ключ торцевий 14x17, викрутка, плоскогубці</p> <p>Те ж</p> <p>Те ж</p> <p>Те ж</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
СТАРТЕР СТ 362		
<p>При включенні стартера тягове реле спрацьовує, але вал пускового двигуна не повертається або повертається дуже поволі:</p>		
<p>поганий контакт в місцях під'єднання дротів до стартера і акумуляторної батареї</p>	<p>Перевірити надійність контактів і при необхідності зачистити</p>	<p>Ключі гайкові 8x10, 17x19</p>
<p>розряджена або несправна акумуляторна батарея</p>	<p>Зарядити або замінити батарею</p>	<p>Джерело струму</p>
<p>зависли або зносилися щітки</p>	<p>Зняти стартер з двигуна, усунути зависання або замінити зношені щітки</p>	<p>Ключ гайковий 17x19</p>
<p>забруднився колектор</p>	<p>Зняти стартер з двигуна, протерти або зачистити колектор</p>	<p>Те ж</p>
<p>зруйнована обмотка якоря Якір стартера обертається, але не повертається вал пускового двигуна:</p>	<p>Зняти стартер з двигуна і замінити якір</p>	<p>Те ж</p>
<p>пробуксовує муфта вільного ходу приводу стартера</p>	<p>Зняти стартер з двигуна і замінити привід</p>	<p>Те ж</p>

Продовження табл. 1.2

1	2	3
<p>При включенні стартера чути скрегіт (шестерня включення не входить в зачеплення з вінцем маховика):</p> <p>привід туго переміщається по валу</p> <p>Після запуску двигуна стартер не вимикається:</p> <p>заїдання приводу на валу якоря стартера; заїдання якоря тягового реле</p>	<p>Зняти стартер з двигуна, протерти шліци вала і втулки приводу ганчіркою, злегка змоченою в бензині, і змастити моторною оливою</p> <p>Зняти стартер з двигуна, розібрати і усунути причину заїдання</p>	<p>Те ж</p> <p>Те ж</p>

1.3 Діагностовані параметри і якісні характеристики технічного стану двигуна СМД-60

Діагностика дизеля проводиться з метою визначення його технічного стану і доцільності подальшої, безремонтної експлуатації. Проводиться при ТО-1, ТО-2, ТО-3 і сезонному технічному обслуговуванні без збільшення оперативної трудомісткості. Параметри і якісні ознаки технічного стану, які повинні визначатися при діагностиці дизеля і його складових частин, приведені в табл. 1.3.

При перевірці потужностно - економічних показників на гальмівному стенді навантаження на дизель необхідно збільшувати поступово, особливо починаючи з середніх значень.

Діагностика дизеля може здійснюватися за допомогою пересувних або стаціонарних засобів діагностики. Місця на дизелі, що використовуються при діагностуванні технічного стану відображені рис. 1.1:

- 1, 10, 11, 17 - визначення кута випередження вприскування палива;
- 2 - визначення зазору між упором вижимного підшипника і кільцем віджимних важелів;
- 3 - визначення тиску, що створює паливна помпа і її продуктивності;
- 4 - перевірка і регулювання форсунок;
- 5,6 - визначення зазорів між клапанами і коромислами;
- 7,8 - визначення кількості газів, що прориваються до картер дизеля;
- 9 - визначення величини тиску стискання в циліндрі пускового двигуна;
- 12 - визначення частоти обертання кулачкового валу паливної помпи (частоти обертання колінчастого валу дизеля);
- 13 - визначення технічного стану покажчика температури води, встановленого в кабіні;
- 14 - визначення тиску повітря, що нагнітається;
- 15 - перевірка тиску оливи в головній оливній магістралі дизеля;
- 16 - визначення ступені засмічення фільтра тонкої очистки палива;
- 18 - визначення ступені засмічення повітроочисника дизеля.

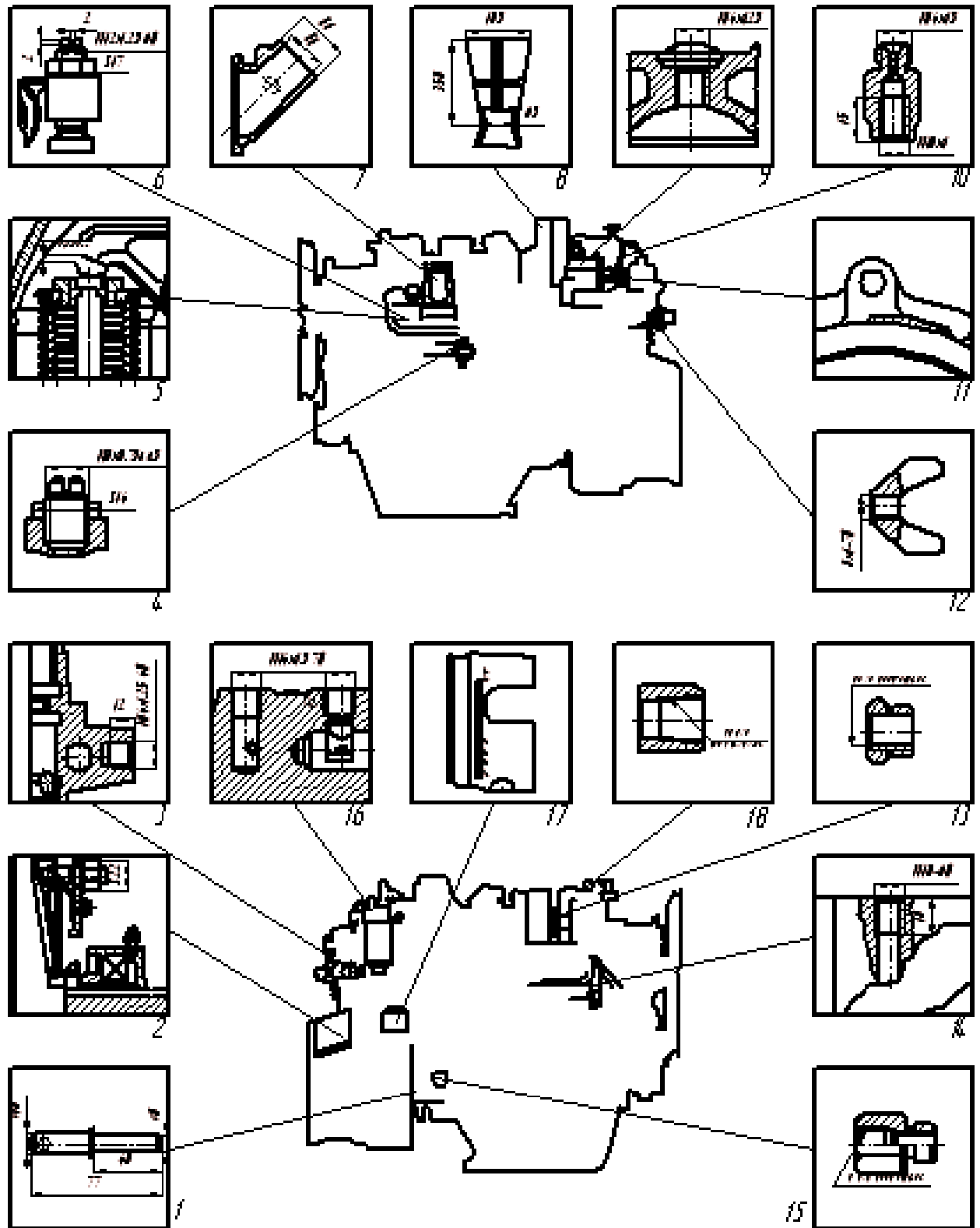


Рисунок 1.3 – Схема діагностування параметрів і якісних характеристик технічного стану двигуна СМД - 60

Таблиця 1.3 – Параметри і якісні характеристики технічного стану двигунів СМД-60

Об'єкт діагностування	Параметри і якісні признаки технічного стану								Режим функціонування об'єкта			
	Прямі (структурні)				Непрямі (функціонально-залежні від структурних)				N об/хв.	Температура води К (°С)	Навантаження в % від експлуатаційної потужності	Час підтримування режиму
	Найменування	Номінальні	Граничні	Похибка вимірювання	Найменування	Номінальні	Граничні	Похибка вимірювання				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Двигун (в цілому)	Експлуатаційна потужність, кВт (к.с.)	110,4-114,1 (150-155)	103,0 (140)	±1% від N _э	Крутний момент при номінальній частоті обертання колінчастого вала Н·м (кгс·м)	570 (57)	442,0 (44,2)	± 0,01M _{кр} (± 0,001M _{кр})	33 ^{+0,83} _{-0,17} (2000 ⁺⁵⁰ ₋₁₀)	353-368 (80-95)	100	Неменше п'яти хв. до початку вимірів
-	Частота обертання колінчастого вала об/с (об/хв.)	33 ^{+0,83} _{-0,17} (2000 ⁺⁵⁰ ₋₁₀)	31 ^{+0,83} _{-0,17} (1870 ⁺⁵⁰ ₋₁₀)	-	-	-	-	-	-	353-368 (80-95)	100	Неменше п'яти хв. до початку вимірів
-	Розхід палива г/кВт·люд. (г/к.с.люд.)	252 (185)	284 (203)	± 2,8 (±2)	-	-	-	-	33 ^{+0,83} _{-0,17} (2000 ⁺⁵⁰ ₋₁₀)	353-368 (80-95)	100	Неменше п'яти хв. до початку вимірів
Циліндро – поршнева група												
Циліндро-поршнева група	Зазор між гільзою і поршнем, мм	0,236-0,276	0,60	± 0,02	Кількість газів, що прориваються в картер дизеля, дм ³ /хв. (л/хв.)	48-54	140	± 5	36 (2180)	353-368 (80-95)	холостий хід	30с.

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-	-	-	-	-	Розхід оливи на угар в % до витраченого пального	0,8	2,0	$\pm 0,03$	38 (2280)	353- 368 (80- 95)	90	10 год.
Кривошипно – шатунний механізм												
Кривошипно шатунний механізм	Зазор в підшипниках колінчастого вала, мм:	-	-	-	Тиск оливи в головній магістралі системи змащування при температурі оливи 353-368K (80-90°C), МПа (кгс/см ²):	-	-	-	-	-	-	Стабільні покази приладів в процесі експлуатації і перевірки
-	Шатунних	0,09-0,146	0,5	$\pm 0,02$	При номінальній частоті обертання колінчастого вала	0,3- 0,5 (3,0- 5,0)	0,15 (1,5)	+0,01 (+0,1)	33 ^{+0,83} - _{0,17} (2000 ⁺⁵⁰ - ₁₀)	353- 368 (80- 95)	-	-
-	Корінних	0,10-0,156	0,5	$\pm 0,02$	При мінімальній частоті обертання холостого ходу	0,1 (1,0)	0,05 (0,5)	+0,01 (+0,1)	13 (800)	353- 368 (80- 95)	-	-
-	-	-	-	-	Величина вільного ходу поршня по вертикалі відносно шатунних підшипників, мм	0,09- 0,146	0,5	$\pm 0,02$	Заміри проводити при температурі навколишнього середовища і температурі деталей, рівною 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)			
-	Зазор між поршневим пальцем і втулкою верхньої головки шатуна, мм	0,023- 0,045	0,2	$\pm 0,007$	Величина вільного ходу поршня по вертикалі відносно шатуна, мм	0,023 0,045	0,2	$\pm 0,007$	Заміри проводити при температурі навколишнього середовища і температурі деталей, рівною 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)			

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Механізм газорозподілу												
Механізм газорозподіл	Втомленість клапанів відносно нижньої площини головки циліндрів, мм	-	-	-	-	-	-	-	Заміри проводити при температурі навколишнього середовища і температурі деталей, рівною 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)			
-	впускний	0,25-0,75	3,0	$\pm 0,02$	-	-	-	-	-	-	-	-
-	випускний	0,45-0,95	3,0	$\pm 0,02$	-	-	-	-	-	-	-	-
Система живлення												
Паливний насос	Кут випередження впорскування палива, в радіанах повороту колінчастого вала двигуна	0,453-0,506 (26-29)		$\pm 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Несправність подачі палива по штуцерам помпи, %	6	-	-	Циклова подача палива по штуцерам помпи, мм ³ /цикл.	112-117		$\pm 2,0$	$16,5^{+0,42}_{-0,08}$ (1000^{+25}_{-5})	-	-	-
Паливно підкачувальна помпа	Зазор в спряженні гільза-поршень	-	-	-	Тиск, що створює помпа	0,25 (2,5)		$0,15 \pm 0,05 (+0,5)$ ($1,5$)- $0,03 (-0,3)$	$16,5^{+0,42}_{-0,08}$ (1000^{+25}_{-5})	-	-	-
Форсунка	Тиск початку підняття голки форсунки, МПа (кгс/см ²)	17,5-18,0 (175-180)	15,5 (155)	$\pm 0,2$ ($\pm 2,0$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Паливні фільтри	Перепад тиску палива до і після фільтра 2ТФ-3, МПа (кгс/см ²)	0,02-0,04 (0,2-0,4)	0,2-0,22 (2,0-2,2)	$\pm 0,2$ ($\pm 2,0$)	-	-	-	-	36 (2180)	353-368 (80-95)	Максимальний холостий хід	30с.

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Система живлення повітрям												
Повітроочисник	Засмічення повітроочисника	-	-	-	Розрідження в вихідному патрубку повітроочисника мм рідинного стовпця	200	340	$\pm 5,0$	36 (2180)	-	Максимальний холостий хід	30с.
Система змащування												
Оливна помпа	Зазор між зубами шестерень колінчастого вала і оливної помпи, мм	Не більше 0,15	0,85	$\pm 0,02$	Тиск оливи в головній магістралі системи змащування при температурі оливи 353-368K (80-95°C),МПа (кг/см ²)	0,3-0,5 (3,0-5,0)	0,15 (1,5)	$\pm 0,002$ ($\pm 0,02$)	$33^{+0,83}_{-0,17}$ (2000^{+50}_{-10})	353-368 (80-95)	-	-
-	Зазор між шестернями і корпусом	0,175-0,176	0,25	$\pm 0,02$	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Продуктивність помпи	1,8 (108)	1,6 (98)	$\pm 0,01$ ($\pm 1,0$)	Тиск оливи в головній магістралі системи змащування при температурі оливи 353-368K (80-95°C),МПа (кг/см ²)	0,3-0,5 (3,0-5,0)	0,15 (1,5)	$\pm 0,002$ ($\pm 0,02$)	$33^{+0,83}_{-0,17}$ (2000^{+50}_{-10})	353-368 (80-95)	-	-
Центрифуга	Зазор між віссю і ротором, мм	0,04-0,103	0,2	$\pm 0,02$	Величина радіального переміщення ротора, мм	0,04-0,103	0,2	$\pm 0,02$	-	-	-	-
-	Частота обертання ротора, об/с (об/хв.)	Не більше 90 (5400)	-	$\pm 0,01$ ($\pm 1,0$)	Тривалість обертання ротора, с	-	40	$\pm 2,0$	-	353-368 (80-95)	Перевіряти відразу після зупинки двигуна	

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Відновлення зовнішньої поверхні гільз циліндрів

Розроблені технологія і уніфікований комплект оснащення для відновлення гільз циліндрів діаметром 105, 110, 120, 130 мм. В комплект оснащення входять: хон чорновий, хон чистовий, пристосування для закріплення гільз при хонінгуванні, пристосування для дефектоскопії, оправка для різців, пристосування для встановлення різців на розмір, оправка з гідро пласту. Комплект оснащення при незначній переналадці дозволяє отримати якісний ремонт гільз циліндрів двигунів Д-240, Д-65, СМД-60, СМД-62, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б.

2.1. Відновлення зовнішньої поверхні гільз циліндрів.

Очистка зовнішньої поверхні гільз від накипу і корозії виконується сталюю щіткою на токарному або спеціальному верстаті. Очистку гільз виконують також в спеціальній установці ОМ-21601, де в якості очисного матеріалу дозволяється використовувати металевий пісок, кісткову кришку, флюс.

Усунення кавітаційних руйнувань гільз циліндрів. Кавітаційні руйнування поверхонь гільз циліндрів рекомендується усувати покриттям на основі епоксидних смол. Технологічний процес ремонту зовнішньої поверхні гільз складається із слідуєчих операцій: зачистка поверхні, обезжирення поверхні, приготування епоксидного складу, затвердіння.

Ділянки гільзи, зіпсовані кавітацією, і поверхню навколо зіпсування зачищають до металевого блиску, продувають тиснутим повітрям і двічі обезжирюють технічним ацетоном. Потрапляння води, оливи і бруду на обезжирені поверхні не дозволяється.

Після обезжирювання гільзи нагрівають в електропечі типу ОКБ-4188А, СНОЛ-3,5 або іншій до 60°C. Температура гільзи в момент нанесення епоксидної смоли повинна бути не нижче 40°C. Приготування епоксидного

складу виконують на робочому столі з витяжною шафою типа ОП-2078 по рецепту (в масових частках): епоксидна смола ЕД-16 – 100, дибутилфат - 15, портландцемент - 9.

Епоксидний склад після додавання завердзувача повинен бути використаний протягом 20...25 хв. На кавітаційні пошкодження і на зачищену ділянку біля них епоксидний склад наноситься шпателем, заповнюючи складом раковини. Ділянки навколо пошкодження покривають епоксидним складом товщиною не більше 0,6 мм. Затвердіння складу виконується при температурі 20°C протягом 72 годин. Дозволяється затвердіння епоксидного складу при 20°C протягом 12 годин, після чого по одному із слідує режимів: 40°C – 48, 60°C – 24, 80°C – 5 годин. Температурний режим повинен бути витримано з точністю – +5°C.

Не дозволяється потрапляння на епоксидний склад оливи, води і бруду під час затвердіння. Якість покриття визначають візуально. Підтоки і напливи складу на посадочні пояски в місці розташування ущільнюючого кільця не дозволяється.

Для усунення кавітаційних руйнувань на зовнішній поверхні гільзи циліндрів розроблено більш простий метод контактної зварювання сталюї смуги. До поверхні гільзи сталюї смугу приварюють на устаткуванні 011-1-07 для контактної електроконтактної покриття. Після очищення гільзи визначають площу ушкодженої поверхні і вирізають заготовку з сталюї листа або рулону стрічки товщиною 0,3 мм. Стрічка повинна прикривати пошкоджену ділянку гільзи на 5...10 мм. При цьому використовують сталь 10, 15, 20. Гільзу, підготовлену до ремонту, закріплюють в патроні устаткування і піджимають центром задньої бабки торцевою частиною патрону. Після цього на ремонтвану ділянку деталі накладають стрічку і приварюють до поверхні гільзи однією зварною точкою в середині верхньої частини стрічки так, щоб точка знаходилася на відстані не більше 1...2 мм від краю стрічки. Щоб зменшити короблення і перекіс стрічки нижню її частину приварюють також однією зварною точкою, симетричною першій.

Після цього електроди зміщують до країв стрічки і приварюють їх зварними швами, перпендикулярним до утворюючої гільзи.

Для гільз, що мають раковини глибиною більше 5 мм, доцільно використовувати два устаткування. На першому устаткуванні до поверхні гільзи приварюють стрічку, на другій – по краям стрічки швами, паралельними утворюючій. Приварювання стрічки до пошкодженої поверхні гільзи виконують при режимі: частота обертання гільзи – 1,5...2,0 об/хв; подача зварювальних лещат – 5,0...6,0 мм/об; зусилля стиску електродів – 1000 Н; час імпульсу зварювального струму – 0,08 с; час паузи – 0,12 с; сили зварювального струму – 5400 А. Діаметр електродів приймають рівним 150 мм, ширина верхньої робочої частини – 5 мм, нижньої – 12 мм.

Застосування широких електродів дозволяє уникнути руйнування поверхні гільзи, що контактує з нижнім електродом, оскільки тепло, яке виділяється зварним током, в цьому випадку більш інтенсивно відводиться електродом від місця нагрівання деталі.

2.2. Ремонт посадочних поясів гільзи

Гільзи з кавітаційними руйнуваннями на нижньому посадочному поясі та з овальністю поясів, більш допустимого, ремонтують також контактним приварюванням стрічки. Після очищення знімають установочні фаски під кутом 30° з обох торців гільзи. Після цього обточують або шліфують верхній та нижній посадочні пояски до діаметра, менш за номінальний на 0,5 мм. Нижній посадочний пояс обробляють в місці контакту з резиновим ущільнюючим кільцем на ширині 25 мм. Далі вирізають заготовку стрічки з будь-якої мало вуглецевої сталі товщиною 0,4...0,5 мм, встановлюють гільзу в патрон устаткування і приварюють стрічку до поясів гільзи окремими кільцевими швами.

До верхнього посадочного пояска стрічки приварюють двома зварними швами, а до нижнього – чотирма, виконуючи наступний режим приварювання частота обертання деталі – 3 об/хв., подача зварних лещат –

ручна, зусилля стиску електродів – 1000 Н, сила зварного струму – 5700 А, час імпульсів зварного струму – 0,16 с, час паузи – 0,22 с.

Після приварювання стрічки пояски гільзи шліфують до номінального розміру. При закріпленні гільзи на шліфувальному верстаті слід уникати її деформації; установочні бази гільзи при шліфуванні привареного шару повинні співпадати з базами, прийнятими для її приварювання. Не допускається також виступання привареного шару відносно поверхні нижнього посадочного пояска, так як при запресуванні гільз можливий зріз стрічкою частини ущільнюючого кільця.

2.3. Відновлення внутрішньої поверхні гільз циліндрів.

Після очищення, контролю, усунення кавітаційних руйнувань на зовнішній поверхні і відновленні посадочних поясків внутрішня поверхня гільзи обробляється під ремонтний розмір, тобто збільшення внутрішнього діаметру на 0,7 мм; а гільз двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б – на 0,5 мм. Розточування гільз виконують на вертикальному алмазно-розточному верстаті моделі 278 або 278Н.

Практичний досвід показує, що в сучасних умовах відновлення працездатності гільз циліндрів для тракторних дизельних двигунів ремонтними розмірами затруднене відсутністю поршнів з ремонтними розмірами. Раціональнішим є застосування методу постановки додаткових деталей (пластинування). За такою технологією гільзу спочатку розточують для установки нової деталі – втулки, виготовленої із такого ж матеріалу як і гільза двигуна. В розточений отвір встановлюють втулку і запресовують її із натягом, який рівний монтажному із допуском $\Delta = 180\text{--}210$ мкм. потім встановлену втулку розточують до номінального розміру під поршень відповідної розмірної групи. Відповідно до цього запропоновано сучасну технологію відновлення працездатності внутрішніх поверхонь гільз циліндрів, яка складає наступну послідовність технологічних операцій: розточування до розміру під встановлювану втулку; запресування втулки;

розточування втулки до номінального розміру; хонінгування внутрішньої поверхні встановленої втулки. Розраховані технологічні параметри режимів відновлення працездатності внутрішніх робочих поверхонь гільз циліндрів.

Розрахунок режимів різання при розточці циліндрів зводиться до визначення глибини різання (t), подачі (S), швидкості різання (V_p), обертів шпинделя (n) і машинного (основного) часу (t_M). Для даного діаметру глибину різання обираємо $t=0,4$ мм. Подачу (S) визначається з урахуванням вимог до чистоти розточеної поверхні. Обираємо $S=0,1$ мм/об. Швидкість різання (V_p) при розточці визначають з урахуванням стійкості різця, величини подачі, глибини різання і матеріалу оброблювальної деталі. Термічно необроблені циліндри розточуються різцями, що обладнані пластинками із твердих сплавів ВК-6, ВК-8, а термічно оброблені – ВК-2, ВК-3. Гільза циліндра двигуна СМД-60/62 відливається із спеціального чавуну і термічній обробці не піддавалася. Швидкість різання при розточці незагартованих чавунних циліндрів і гільз рекомендується обирати в межах 100...200 м/хв.

$$n=(1000 \cdot V_p)/(\pi \cdot D_p)=(1000 \cdot 100)/(3,14 \cdot 134)=237 \text{ об/хв.}$$

Отримані в процесі розрахунку оберти і основний машинний час уточнюються відповідно до паспортних даних верстата і логарифмічної діаграми. Після коректування обертів визначаємо фактичну швидкість різання. Згідно з даними паспорта верстата 277А обираємо $n=236$ об/хв.

Тоді:

$$V_p=(\pi \cdot D_p \cdot n)/1000=(3,14 \cdot 134 \cdot 236)/1000 = 99,3 \text{ м/хв.}$$

$$t_M=L/(n \cdot S), \text{ хв.}$$

де L – довжина шляху різця, мм; $L=l+l_1+l_2$; l – довжина циліндра, мм; $l=225$ мм; l_1 – величина врізання різця (1,5...2 мм), $l_1=1,5$ мм; l_2 – величина перебігу різця (1,5...2 мм), $l_2=1,5$ мм;

$$L=225+1,5+1,5 = 228 \text{ мм}$$

$$t_M=228/(236 \cdot 0,1) = 9,66 \text{ хв}$$

Налагодження верстата здійснюється на задане число обертів і подачу за допомогою відповідних рукояток. При такому режимі різання овальність та конусність гільз знаходиться у межах 0,01...0,03 мм, шорсткість поверхні дорівнює $R_a=0,63...0,32$ мкм. При такій обробці припуск на хонінгування не перевищує 0,04...0,05 мм, що дозволяє скоротити витрати на хонінгування на 30...40%.

Розточування гільзи під номінальний розмір. Визначаємо глибину різання (t), подачу (S), швидкість різання (V_p), оберти шпинделя (n) і машинний (основний) час (t_m). Обираємо глибину різання $t=0,25$ мм. Подача визначається з урахуванням потреб до чистоти розточеної поверхні перед хонінгуванням і паспортних даних верстата. Верстат 277А має подачі 0,05; 0,1; 0,125; 0,20 мм/об. Обираємо $S=0,05$ мм/об.

Швидкість різання при розточці визначається з урахуванням стійкості різця величини подачі, глибини різання і матеріалу оброблювальної поверхні. Термічно необроблені циліндри розточуються різцями, обладнаними пластинками із твердих сплавів ВК-6, ВК-8. Тонкостінна втулка відливається із сірого чавуну СЧ-21-40 і термічній обробці не піддавалася. Швидкість різання при розточці незагартованих чавунних циліндрів і гільз рекомендується обирати в межах 100...200 м/хв

$$n=(1000 \cdot V_p)/(\pi \cdot D_p)=(1000 \cdot 100)/(3,14 \cdot 130)=245 \text{ об/хв.}$$

Отримані в процесі розрахунку оберти і основний машинний час уточнюються відповідно до паспортних даних верстата і логарифмічної діаграми. Після коректування обертів визначаємо фактичну швидкість різання. Згідно з даними паспорта верстата 277А обираємо $n=300$ об/хв.

Тоді:

$$V_p=(\pi \cdot n)/1000=(3,14 \cdot 130 \cdot 300)/1000=122,5 \text{ м/хв.}$$

$$t_m=L/(n \cdot S), \text{ хв.}$$

де L – довжина шляху різця, мм;

$$L=l+l_1+l_2;$$

l – довжина циліндра, мм; $l=225$ мм; l_1 – величина врізання різця (1,5...2 мм), $l_1=1.5$ мм; l_2 – величина перебігу різця (1,5...2 мм), $l_2=1,5$ мм;

$$L=225+1,5+1,5=228 \text{ мм}$$

$$t_m=228/(300 \cdot 0,05)=15,2 \text{ хв}$$

Верстат обладнаний пристосуванням для кріплення гільзи. Розточують гільзи циліндрів до необхідних розмірів за один прохід при режимі: частота обертання шпинделя верстату – 112 об/хв., подача інструменту – 0,2 мм/об, глибина різання – 0,3 мм. Рекомендують мий режим забезпечує овальність та конусність розточеної поверхні не більше 0,04...0,05 мм, шорсткість обробленої поверхні не більше $R_a = 2.5 \dots 1.25$ мкм. В якості ріжучого інструмента при розточуванні застосовують різці з пластинками з твердого сплаву ВК2. За допомогою алмазних кругів ріжучі кромки пластини доводять до шорсткості $R_a=0.32 \dots 0.16$ мкм. Цими різцями, внаслідок недостатньої їх стійкості, до переточування вдається розточити не більше 5...7 гільз. В результаті зношування різця овальність та конусність гільз зростають до 0,08...0,1 мм, а шорсткість обробленої поверхні гільз зростає до $R_z=20 \dots 10$ мкм.

Необхідно враховувати, що нижню частину гільзи шириною 30 мм і верхню шириною 10...15 мм не загартовують. При переході різця з незагартованої ділянки на загартований різко зростає зусилля різання, під дією якого інструмент віджимається і діаметр гільзи, що розточується, змінюється. Різниця діаметрів загартованої і незагартованої ділянок досягає 0,15...0,2 мм та припуск на хонінгування збільшується. Істотно дозволяє збільшити виробництво при розточуванні гільз застосування різців із синтетичного матеріалу ельбора - Р. Висока твердість, стійкість при нагріванні і незмочуваність розплавленим металом забезпечує високі ріжучі властивості різців, виготовлених із ельбору - Р. Найбільш ефективно застосування розточних різців з вставками із ельбору - Р при розточуванні до ремонтного розміру гільз циліндрів двигунів типу ЯМЗ, твердість внутрішньої поверхні яких досягає HRC 50. Використовують для

розточування вставки із ельбору - Р діаметром 8...12 мм, виготовлені серійно, заточивши попередньо головний кут в плані до 45°, допоміжний до 15°. Заточують вставку на універсально-заточувальному верстаті ЗА64М. Кругами АЧК125-150 із синтетичних алмазів ЛСО10-6В1 100% до шорсткості $R_a = 0.32 \dots 0.16$ мкм. Заради отримання шорсткості $R_a = 0.16 \dots 0.08$ мкм різці доводять по формі такими ж кругами із синтетичних алмазів АСМЗ-5В1-100%. Різцями, загостреними таким чином, можливо розточити до 70 гільз циліндрів без повторного загострення.

2.4. Хонінгування гільз.

Після розточування чи шліфування внутрішню поверхню гільзи хонінгують. Хонінгування виконують на вертикально-хонінгувальному верстаті ЗМЗЗ чи ЗА83. Гільзи закріплюють в діафрагмових пристосуваннях одно - чи двомісних. Хонінгувальна головка, що використовується, дозволяє хонінгувати внутрішню поверхню гільз циліндрів тракторних двигунів діаметрами 105, 110, 120, 130 мм. При переналагодженні головки виконують заміну корпусу, упорів та штирів. Алмазні бруски припаюють до колодок хонінгувальної головки. При пайці нагрівання алмазнесучої поверхні більше 300°C не допускається. До колодки бруски можна приклеювати епоксидним клеєм. Бруски деякий час прироблюються без охолоджуючої рідини на бракованих деталях. З метою прискорення приробітки наносять абразивний порошок, змішаний з солідолом, на внутрішню поверхню деталі. Зернистість порошку повинна бути вище за зернистість алмазних брусків. Приробіток припиняється при 70%-ому контакті бруска з обробленою поверхнею. При чистовій обробці площа контакту бруска і гільзи повинна бути не менше 85%.

Чорнове хонінгування загартованих гільз циліндрів тракторних двигунів виконують алмазними брусками А 250/200-М1Сн-100% при колівій швидкості хонінгувальної головки 60...70 м/хв., швидкості зворотно-поступового руху 15...18 м/хв. Припуск на чорнове хонінгування складає

0,1...0,12 мм. Полу чистове хонінгування виконують брусками АСВ 125/100-АСВ 100/80-МС2-100% при коловій швидкості хонінгувальної головки 60...70 м/хв. і швидкості зворотно-поступового руху 12...15 м/хв. Припуск на чистове хонінгування складає 0,005 мм. Хонінгування незагартованих гільз циліндрів тракторних двигунів виконується брусками: чорнове АСР200/160 – ОСР60/125-М1-100%, полу чистове – АСР-160/80 – АСР80/63-М1-100%, чистове – АСМ28/20 – АСМ20/14-М1-100%.

Режим при чорновому хонінгуванні незагартованих гільз: колова швидкість хонінгувальної головки – 60 м/хв., швидкість зворотно-поступального руху – 18 м/хв., тиск розтискання брусків – 0,6...1,0 МПа; напівчистовому: колова швидкість хонінгувальної головки – 36 м/хв., швидкість зворотно-поступового руху – 15 м/хв., тиск розтискання брусків – 0,6...0,8 МПа; чистовому: колова швидкість хонінгувальної головки – 16 м/хв., швидкість зворотно-поступального руху – 18 м/хв., тиск розтискання брусків – 0,4...0,6 МПа. Припуск при чорновому хонінгуванні незагартованих гільз приймається рівним 0,05...0,08 мм; напівчистовому – 0,03 мм; чистовому – 0,005 мм.

Розрахунок режимів різання (хонінгування). Розрахунок режимів хонінгування зводиться до визначення швидкостей обертового ($V_{вр}$) і зворотно-поступового ($V_{вп}$) руху, числа обертів (n_x), довжини ходу хонінгувальної головки (L_x), числа її подвійних ходів ($n_{дв.х}$) і машинного часу (t_m).

Обертова і зворотно-поступальна швидкості при хонінгуванні визначаються в залежності від матеріалу та твердості оброблювальних деталей, а також хонінгувальних брусків. Обираємо $V_{вр}=60$ м/хв. і $V_{вп}=15$ м/хв.

По вибраній обертовій швидкості підраховується кількість обертів довідної головки (n_x).

$$n_x = (1000 \cdot V_{вр}) / (\pi \cdot D_p) = (1000 \cdot 60) / (3,14 \cdot 130) = 147 \text{ об/хв.}$$

Отриману кількість обертів уточнюємо з урахуванням паспортних даних верстата 3A833 (125, 185, 250 об/хв.). Обираємо $n_x=185$ об/хв. Підраховуємо фактичну обертову швидкість головки:

$$V_{вр} = (n_x \cdot \pi \cdot D_p) / 1000 = (185 \cdot 3,14 \cdot 130) / 1000 = 75,5 \text{ м/хв.}$$

Довжина ходу довідної головки (L) підраховується по формулі:

$$L = l_1 + 2l_2 - l_B$$

де l_1 – довжина циліндра, що оброблюється, мм; $l_1=225$ мм

l_2 – перебіг бруска, мм ($l_2=20$ мм)

l_B – довжина бруска, мм ($l_B=100$ мм)

$$L = 225 + 20 - 100 = 145 \text{ мм}$$

Кількість подвійних ходів визначається згідно залежності:

$$n_{дв.х} = (V_{вр} \cdot 1000) / 2L = (75,5 \cdot 1000) / (2 \cdot 145) = 262,5 \text{ об/хв.}$$

Машинний (основний) час визначається по формулі:

$$t_M = k / (S_p \cdot n_{дв.х})$$

де k – припуск на хонінгування, $k = 0,04$ мм;

S_p – радіальна подача на один подвійний хід довідної головки, $S_p=0,001$ мм

$$t_M = 0,04 / (0,001 \cdot 262,5) = 0,152 \text{ хв}$$

Оцінка точності геометричної форми і чистоти поверхні циліндра. Ці параметри оцінюються до і після хонінгування циліндра. Точність геометричної форми визначається по величині овальності і конусності циліндра індикатором-нутроміром.

В якості охолоджуючої рідини при хонінгуванні застосовують суміш гасу з 10% веретенної оливи. Нагрівання гільз більше 50°C в процесі хонінгування не дозволяється. Овальність та конусність внутрішньої поверхні гільзи після хонінгування не повинні перевищувати 0,02 мм, шорсткість повинна бути не більше $R_a=0,32 \dots 0,16$ мкм.

2.5. Підрізання бурта

Операцію підрізання бурта виконують перед останньою операцією хонінгування. Підрізають бурти на токарно-гвинторізному верстаті 16К20П. При цьому гільзу встановлюють гідро пластову оправку, яка забезпечує центрування гільзи до 0,01 мм, не дає місцевих деформацій при затисканні її і має високі експлуатаційні якості. Оправку закріплюють на шпинделі верстата і з'єднують штангою і пневмоциліндром, який закріплений на шпинделі верстата. Гільзу циліндра встановлюють на оправку і фіксують за допомогою втулок оправки, які розтискаються гідро пластом. При обробці гільзи циліндрів різних двигунів переналагоджування оправки з гідро пластом виконують шляхом заміни оправки. Бурт підрізають різцями, закріпленими на оправці. Для установки різців застосовують спеціальне пристосування.

Підрізання бурта виконують при 185 об/хв. шпинделя верстата і подачі 0,15 мм/об.

2.6. Контроль відновлених гільз циліндрів

Відремонтвані гільзи циліндрів сортуються на розмірні групи і повинні відповідати вимогам. Шорсткість внутрішньої робочої поверхні гільз циліндрів повинна бути не більше $R_a=0.32$ мкм. На внутрішній поверхні гільз риски, вибоїни і раковини – не допускаються. Допускаються на внутрішній поверхні на відстані не більше 60 мм від нижнього торця гільзи двигуна Д-240, Д-50, Д-65; 65 мм для гільз двигунів СМД-60, СМД-14, СМД-62; 80 мм для гільз двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, газові раковини величиною не більше 1 мм за найбільшим виміром і глибиною не більше 1 мм, які знаходяться одна від однієї на відстані не менше 40 мм, в кількості не більше двох.

На ділянках до 15 мм від верхнього, 8 мм від нижнього торців гільз циліндрів двигунів Д-240, Д-50, Д-65 допускаються овальність та конусність 0,035 мм із збільшенням діаметра к торцям. На ділянках до 15 мм від

верхнього і нижнього торців гільз двигунів СМД-60 та СМД-62 допускаються овальність і конусність до 0,04 мм. На ділянках до 15 мм від верхнього, 9 мм від нижнього торців гільзи двигуна СМД-14 овальність і конусність допускаються до 0,08 мм. На ділянках до 20 мм від верхнього і нижнього торців гільз двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01М, А-41 овальність і конусність допускаються до 0,035 мм із збільшенням діаметра к торцям. На всіх перерахованих ділянках гільз допускається підвищення шорсткості до $R_a=1,25...0,63$ мкм. Допускається зменшення діаметра посадочних поясків від номінальних розмірів на величину не більше 0,05 мм.

Контроль внутрішнього діаметра відновлених гільз, биття посадочних поясків і торців буртів відносно внутрішнього діаметра гільз на спеціалізованих підприємствах виробляють з допомогою пристосування для контролю гільз циліндрів КИ-5475 ДЕРЖНІТІ. При контролі гільзу надівають на колібр-пробку до упору і провертають навколо осі на 360° . За показами індикаторів і довжиноміра визначають відповідно биття торця бурта, посадочних поясків, а також діаметри, овальність та конусність внутрішньої поверхні гільзи в трьох поєднаннях.

Надходяче до пристосування повітря повинен бути попередньо очищене і осушене, для чого можна використовувати спеціальні устаткування типу УОВ-10, УОВ-20, УОВ-30, групові фільтри, ресивери-відстоювачі. Похибка вимірювання довжиноміром – 0,006 мм; індикатором – 0,015 мм. Границі вимірювання довжиноміром 0,025...0,1 мм; індикатором – 0...0,2 мм. Тиск в системі повинен бути 0,32...0,6 МПа, робочий тиск – $0,15 \pm 0,05$ МПа. Контроль гільз виконують при температурі 20°C . Огляд внутрішньої поверхні гільз циліндрів на наявність рисок, забоїн виконують на спеціальних устаткуваннях для дефектоскопії. Шорсткість внутрішньої робочої поверхні гільз циліндрів в умовах ремонтних підприємств контролюють по прикладам шорсткості поверхні.

На базі розрахованих технологічних параметрів режиму розроблено маршрутну карту, яка складає основу технологічного процесу відновлення працездатності.

Таким чином розроблено технологію відновлення працездатності спрацьованих гільз тракторних двигунів, яка дозволить відновити параметри внутрішніх робочих та зовнішніх неробочих поверхонь деталей, підвищити надійність та зменшити затрати на ремонт двигунів.

2.7. Загальна методика

До основних принципів організації виробничого процесу спеціалізованої дільниці відносяться [12]: спеціалізація; прямоточність; пропорційність; неперервність; ритмічність; механізація; автоматизація.

Принцип спеціалізації виражається в обмеженні виробничої діяльності на окремих місцях виконанням однієї або декількох технологічно однорідних операцій.

Принцип прямоточності потребує дотримання найкоротшого шляху руху предметів праці від одержання матеріалів (деталей) до випуску готової продукції

Принцип неперервності характеризується відсутністю перерв у виробничому процесі.

Принцип ритмічності характеризується виконанням взаємопов'язаних виробничими підрозділами за однакові проміжки робочого часу однакових об'ємів робіт, що відповідають заданій програмі.

Принцип пропорційності потребує дотримання рівності виробничих можливостей взаємопов'язаних операційних дільниць потокової лінії або окремих поточкових ліній об'єму робіт по заданій виробничій програмі.

В даній частині необхідно провести розрахунок і проектування дільниці по відновленню деталей за наступною методикою [13] :

– визначення річної виробничої програми дільниці;

- розрахунок і підбір необхідної кількості основних виробничих робітників, а також допоміжних та інженерно-технічних робітників;
- підбір і розрахунок необхідної кількості ремонтно-технологічного обладнання для відновлення заданої номенклатури деталей;
- розрахунок та підбір основної та допоміжної виробничої площі в залежності від вибраного ремонтно-технологічного обладнання, виходячи з його габаритних розмірів;
- проведення розстановки обладнання згідно з технологічною лінією відновлення;
- розробка загальної компоновки ділянки і креслення плану ділянки з прив'язуванням його до загального виробничого корпусу підприємства.

2.8. Розрахунок трудомісткості ремонтно-технологічних робіт

В річну програму спеціалізованої ділянки входить визначення трудомісткості ремонтно-технологічних робіт по кожній операції [14]. Для визначення сумарної трудомісткості ремонтно-технологічних робіт користуються формулою :

$$T_c = \Sigma T_i , \quad (2.1)$$

де T_i – трудомісткість виконання певного виду робіт, год ;

Визначаємо трудомісткості виконання основних технологічних операцій (T_i) згідно технологічного маршруту відновлення деталі за формулою:

$$T_i = T_{шт} + T_{пз} , \quad (2.2)$$

де $T_{шт}$ – штучний час ;

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час.

Результати розрахунків приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Трудомісткість ремонтно-технологічних робіт

Назва та номер технологічної операції	Трудомісткість, T_i , год
1. Очищення	0,13
2. Дефектування	0,15
3 Розточування	1,00
4. Запресовування	0,15
5. Підрізання	0,25
6. Розточування	0,67
7. Хонінгування	0,05
8. Контроль	0,15

2.9. Розрахунок кількості необхідних робітників

Розрахувавши трудомісткість робіт по видах, розраховуємо формулою [12]:

$$P_i = T_i / \Phi_a, \quad (2.3)$$

де P_i – необхідна для виконання певного виду робіт кількість робітників;

T_i – трудомісткість виконання певного виду робіт ;

Φ_a – річний дійсний фонд часу (2070 год) [12].

Кількість допоміжних робітників приймається рівною 10 - 15 % від кількості основних робітників.

Кількість інженерно-технічних робітників і молодшого обслуговуючого персоналу приймаємо, відповідно, 8 - 10 % і 2 - 4 % від кількості основних робітників.

При розрахунку чисельності персоналу повинні враховуватись фактори масового суміщення професій і бригадної організації робіт.

Ці умови дають можливість зменшити кількість робітників на ділянці. Так до ділянки механічної обробки включаються фрезерні, токарні, шліфувальні та свердлильні роботи, які буде виконувати одна людина. Також

компонують термічні і пресові роботи. Результати розрахунків заносимо в табл. 2.2.

Таблиця 3.2 – Чисельність робітників на дільниці

Назва операції	Основні робітники	Допоміжні робітники	Інженерно-технічні робітники	Молодший обслуговуючий персонал	Всього
1. Очищення		1			
2. Дефектування і контроль	1				
3. Розточування	1				
4. Напресовування	1	1			
5. Підрізання					
6. Розточування	1				
7. Хонінгування	1				
8. Контроль				1	
Всього на дільниці	5	2	1	1	9

2.10. Номенклатура ремонтно-технологічного обладнання

Номенклатуру обладнання для спеціалізованої дільниці по відновленню встановлюють, виходячи із виробничої необхідності по технологічним процесам відновлення деталей [13]. Виходячи із виробничої необхідності, підбирають і уточнюють номенклатуру основного обладнання спеціалізованої дільниці по відновленню спрацьованих деталей машин переробної промисловості. Кількість одиниць основного обладнання визначається за формулою [12]:

$$N_{об} = T_i / (\Phi_i \times K_i), \quad (2.4)$$

де T_i - трудомісткість робіт, які виконуються на даному обладнанні, год;

Φ_i - дійсний річний фонд часу, год ;

K_i - коефіцієнт завантаження обладнання ($K_i = 0,7 - 0,8$) [12].

Результати розрахунків заносимо в табл. 2.3.

Таблиця 3.3 – Номенклатура обладнання спеціалізованої дільниці

Найменування	Кількість, шт.	Габаритні розміри, мм	Маса, кг	Потуж- ність, кВт
1	2	3	4	5
1. Машина мийна ОМ - 5342	1	2000×4150	2100	
2. Установка для очистки гільз ОМ-21601	1	1000×500	76	
3. Верстат слюсарний на одне робоче місце ОРГ - 5365	1	1250×750	170	3,5
4. Контейнер для гільз				
5. Верстат універсальний вертикально-свердлильний 2А135	1	2522×360	1500	4,125
	1	380×360	39	0,5
6. Прес гідравлічний Р - 324	1	2100×960	700	4,0
7. Устаткування для електроконтактного приварювання	1	480×145	68	
8. Верстат універсальний кругло-шліфувальний 3А130;	1	1250×830	1450	4,5
9. Автомат безцентрово-шліфувальний ВШ-416;	1	1820×1875	1340	3,4
10. Алмазно-розточний верстат 2А7ЄН;	1	1600×680	145	
11. Верстат вертикальнохонінгувальний 3М63;	1	500×500	45	
12. Автооператор до верстату 3М63 ОГ-76;	1	800×400	2600	5,7
13. Верстат токарно-гвинторізний 1ІК20П	1			
14. Пожежний щит	1			

2.11. Розрахунок виробничої площі спеціалізованої дільниці

При підрахунках виробничої площі дільниці враховують площу, яку займає технологічне обладнання, допоміжне обладнання, пристрої, а також

перехідні коефіцієнти. Виробничу площу ділянки розраховують за формулою [15] :

$$F_{\text{в}} = \Sigma (F_{\text{об}} \cdot K_{\text{п}}), \quad (2.5)$$

де $F_{\text{об}}$ – площа, яку займає обладнання, м^2 ;

$K_{\text{п}}$ – перехідний коефіцієнт, який враховує робочі зони і проходи по нормам технологічного проектування ремонтних підприємств. ($K_{\text{п}} = 2,5 - 5$).

Загальну площу ділянки розподіляють відповідно :

- виробнича — 100% ;
- допоміжна — 12% від виробничої ;
- складська — 8% від виробничої ;
- конторсько-побутова — 6% від виробничої.

2.12. Загальне планування спеціалізованої ділянки

Спеціалізовану ділянку по відновленню даної номенклатури деталей розміщують в загальному корпусі виробничого або ремонтного підприємства. Вона (ділянка) працює як окрема частина виробничого підприємства і займається відновленням тієї номенклатури деталей, які є на виробництві [8]. Габаритні розміри спеціалізованої ділянки разом з допоміжними службовими приміщеннями, встановлюються виходячи з умови, що периметр її при заданій площі повинен бути мінімальним. Для цього користуються коефіцієнтом доцільності, який розраховується за формулою :

$$\eta_{\text{д}} = \sqrt{F_{\text{д}} / P \cdot 0,282}, \quad (2.6)$$

де $F_{\text{д}}$ – встановлена площа ділянки, м^2 ;

P – периметр будови, м ;

0,282 – коефіцієнт пропорційності, чисельно рівний квадратному кореню з відношення площі круга до його довжини.

Коефіцієнт доцільності повинен бути $\eta_{\text{д}} \geq 0.8$.

Приймаємо прямоточну схему виробничого процесу.

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Опис будови хонінгувальної головки

Хонінгувальна головка складається із корпусу, в пазах якого містяться колодки з алмазними чи абразивними брусками. Корпус шарнірно з'єднаний зі стержнем за допомогою чотирьох осей і сухаря. Через штифт хонінгувальна головка з'єднується з верстатом. До нижнього торця корпусу кріпиться уловлювач, він є направляючим елементом. Зусилля розтискання від циліндра верстата через гвинт і штовхач передається на конус, який переміщується в осьовому напрямі, штирями розтискає колодки з брусками. Пружини утримують колодки від випадання з пазів корпусу, пружина утримує від випадання вісь.

Хонінгувальна головка дозволяє хонінгувати внутрішню поверхню гільз циліндрів тракторних двигунів діаметрами 105, 110, 120, 130.

3.2. Розрахунок величини зусилля запресування вставки

Запресування тонкостінної втулки.

Маємо з'єднання двох деталей з натягом. Основними характеристиками цього з'єднання є час запресування (t_3) та зусилля запресування (P_n).

Час запресування приблизно складає $t_3=8$ хв.

Визначаємо зусилля запресування:

$$P_n = \pi \cdot d \cdot l \cdot p_{\max} \cdot f_n, \quad (3.7)$$

де d – номінальний діаметр з'єднання, мм; $d=134$ мм;

l – довжина опорної поверхні з'єднання, мм; $l=225$ мм;

f_n – коефіцієнт тертя при запресуванні,

$$f_n = (1,15 \dots 1,20) \cdot 0,085 = 0,098 \dots 0,102$$

p_{\max} – максимальний питомий тиск, який створюється на поверхні з'єднаних деталей після запресування при використанні вибраної стандартної посадки, Па;

$$p_{\max} = N_{\max} / (d \cdot (C_D / E_D + C_d / E_d)) \quad (3.8)$$

E_D, E_d – модулі повздовжньої пружності матеріалів гільзи і тонкостінної втулки, $E_D=E_d=10^{11}$ Н/м²;

C_D, C_d – коефіцієнти, які залежать від розмірів деталі та коефіцієнта Пуансона:

$$C_D=(D^2+d^2)/(D^2-d^2)+\mu_D \quad C_d=(d^2+d_0^2)/(d^2-d_0^2)-\mu_d, \quad (3.9)$$

де D – зовнішній діаметр гільзи, $D=160$ мм;

d_0 – внутрішній діаметр тонкостінної втулки, $d_0=129$ мм;

μ_D, μ_d – коефіцієнт Пуансона відповідно для матеріалу гільзи і тонкостінної втулки, $\mu_D=\mu_d=0,25$;

$$C_D=(160^2+134^2)/(160^2-134^2)+0,25=5,95$$

$$C_d=(134^2+129^2)/(134^2-129^2)-0,25=26,06$$

N_{\max} – найбільший натяг вибраної за ГОСТом посадки з урахуванням шорсткості поверхонь, $N_{\max}=50$ мкм;

$$P_{\max}=50/(134 \cdot (5,95/10^{11}+26,06/10^{11}))=0,012 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$$

Визначаємо зусилля запресування:

$$P_n=3,14 \cdot 134 \cdot 225 \cdot 0,012 \cdot 10^5 \cdot 0,1=113 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

3.3. Розрахунок валу приводу головки

Проводимо розрахунок валу виходячи з умов, що нам відомо такі вихідні дані для розрахунку: $Q_e = 1280$ Н, $Q_c = 820$ Н, крутний момент $T = 75$ Н·м; $a_1 = 60$ мм, $a_2 = 28$ мм.

Визначення допустимих напружень

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{-13T}}{n_{-1}} \quad (3.10)$$

Границя витривалості для сталі 35 дорівнює $\sigma_{-13T}=250$ МПа, $n_{-1}=3,2\dots 3,5$ – коефіцієнт запасу міцності.

Прийmemo $n_{-1}=3,5$.

Тоді

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{-13T}}{n_{-1}} = \frac{250}{3,5} = 71,43 \text{ МПа} \quad (3.11)$$

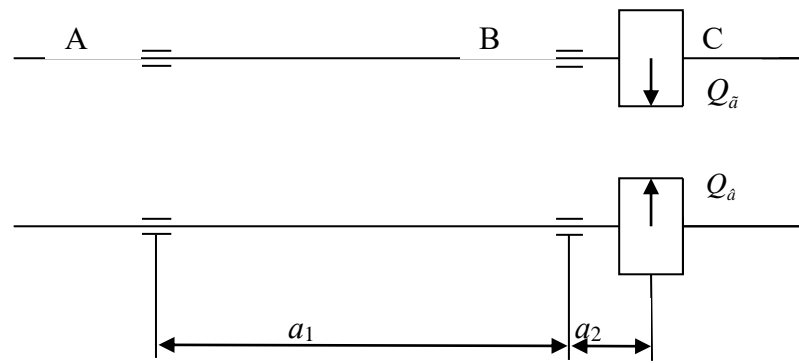


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема

Визначення сумарного згинаючого моменту (рис. 3.1)

а) Визначаємо реакцію опор

Для цього направляємо попередньо їх в додатному напрямку і складаємо суму моментів всіх сил відносно точок А і В.

Горизонтальна площина

$$\sum M_A^z = R_B^z \cdot a_1 + Q_z(a_1 + a_2) = 0 \quad (3.12)$$

$$\sum M_B^z = R_A^z \cdot a_1 + Q_z \cdot a_2 = 0 \quad (3.13)$$

Звідки

$$R_B^z = \frac{Q_z(a_1 + a_2)}{a_1} = \frac{820(0,06 + 0,028)}{0,06} = 1202 \text{ Н}$$

$$R_A^z = \frac{-Q_z \cdot a_2}{a_1} = \frac{-820 \cdot 0,028}{0,06} = -382 \text{ Н}$$

Перевірка (рівність нулю суми всіх сил на вертикальну вісь)

$$-R_A^z + R_B^z - Q_z = 0 \quad (3.14)$$

$$-382 + 1202 + 802 = 0$$

Вертикальна площина

$$\sum M_A^e = -R_B^e \cdot a_1 - Q_B(a_1 + a_2); \quad (3.15)$$

$$\sum M_B^e = -R_A^e \cdot a_1 - Q_B \cdot a_2; \quad (3.16)$$

$$R_B^e = \frac{-Q_B(a_1 + a_2)}{a_1} = \frac{1280(0,06 + 0,028)}{0,06} = -1877 \text{ Н}$$

$$R_A^e = \frac{-Q_B \cdot a_2}{a_1} = \frac{1280 \cdot 0,028}{0,06} = 597 \text{ Н}$$

Перевірка

$$\begin{aligned} -R_A^e + R_B^e + Q_6 &= 0; \\ -1877 + 597 + 1280 &= 0. \end{aligned} \quad (3.17)$$

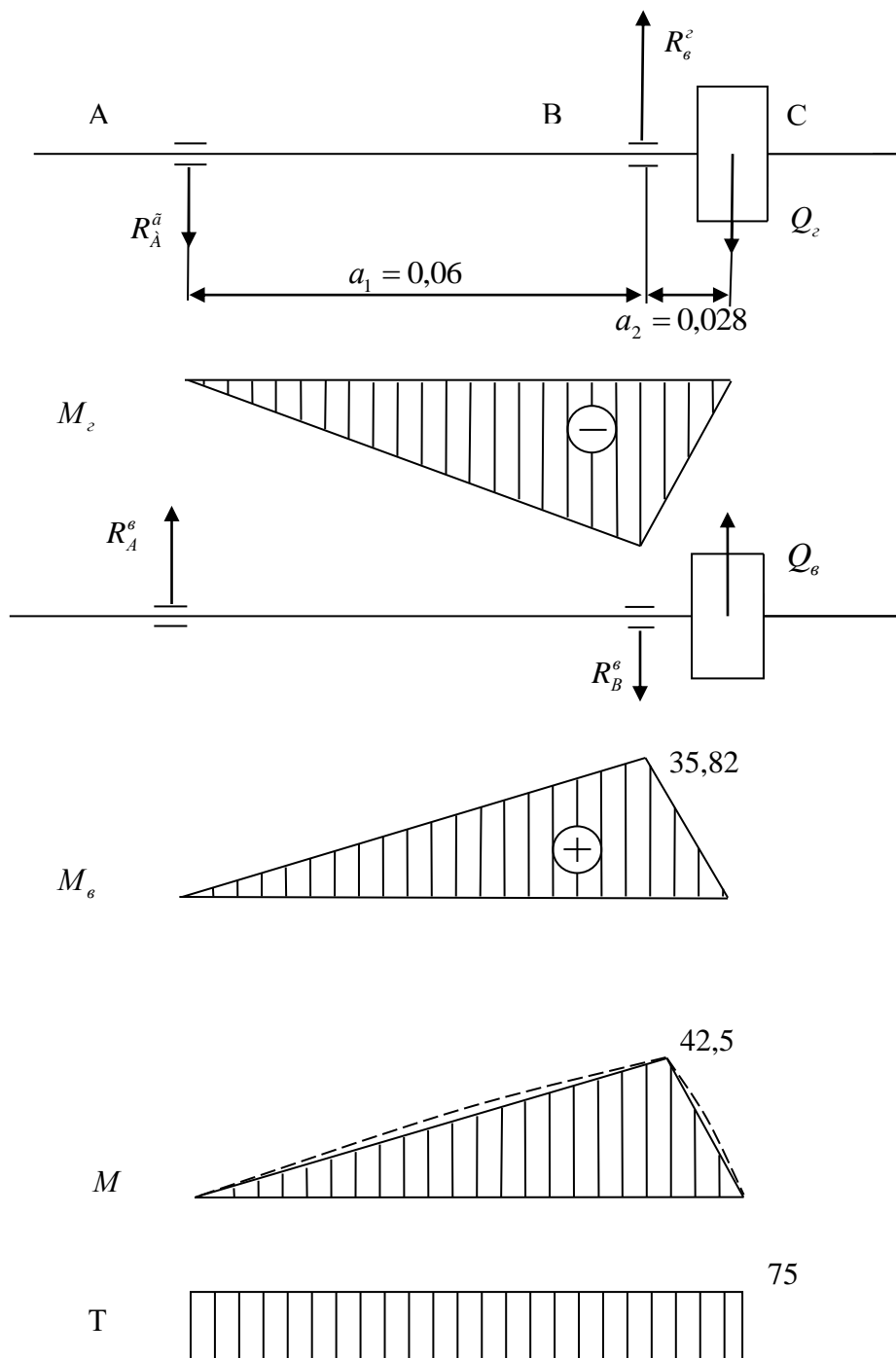


Рисунок 3.2 – Епюри згинаючих та крутних моментів

б) Будемо епюри згинаючих моментів.

Горизонтальна площина. Визначимо моменти в перерізах А, В, С

$$M_A = 0; \quad (3.18)$$

$$M_B = -R_A^c \cdot a_1 = -382 \cdot 0,06 = -22,92 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3.19)$$

$$M_C = -R_A^c(a_1 + a_2) + R_B^c \cdot a_2 = -382(0,06 + 0,028) + 1202 \cdot 0,028 = 0 \quad (3.20)$$

Вертикальна площина. Визначаємо моменти в перерізах А, В, С

$$M_A = 0 \quad (3.21)$$

$$M_B = R_A^e \cdot a_1 = 597 \cdot 0,06 = 35,82 \text{ Н} \quad (3.22)$$

$$M_C = -R_A^e(a_1 + a_2) - R_B^e \cdot a_2 = 597(0,06 + 0,028) - 1877 \cdot 0,028 = 0 \quad (3.23)$$

в) Сумарний момент у вказаних вище перерізах

$$M_A = 0 \quad (3.24)$$

$$M_B = \sqrt{(-22,92)^2 + 35,82^2} = 42,5 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_C = 0 \quad (3.25)$$

Будуємо епюру крутного моменту. Крутний момент буде діяти на ділянці валу від точки А до точки В.

Відкладаємо у відповідному масштабі значення моментів в точках А, В, С і будуємо епюри моментів у горизонтальній та вертикальній площинах і епюру сумарного моменту.

Небезпечним є переріз В. Знайдемо еквівалентний момент

$$M_{екв} = \sqrt{M^2 + 0,75T^2} = \sqrt{42,5^2 + 0,75 \cdot 75^2} = 77,6 \quad (3.26)$$

Діаметр вала визначаємо за формулою:

$$d = 10 \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{екв}}{\pi \cdot \sigma_p}} = 10 \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 77,6}{3,14 \cdot 74,29}} \cdot 10 = 15 \text{ мм} \quad (3.27)$$

Приймаємо $d = 22 \text{ мм}$.

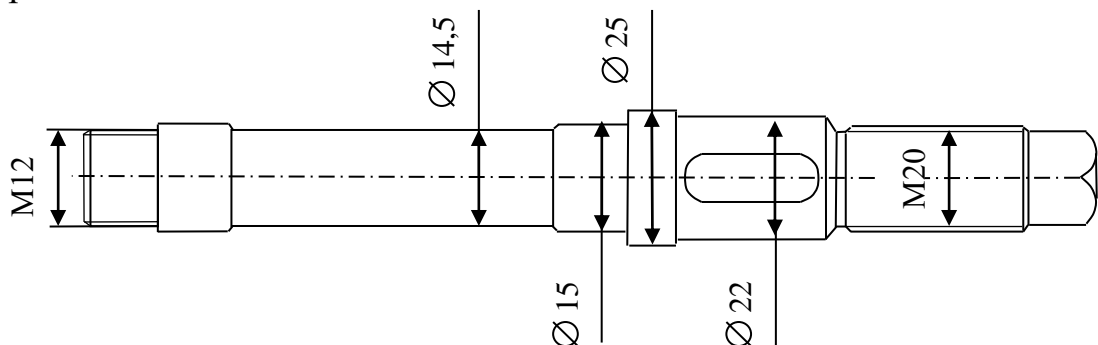


Рисунок 3.3 – Ескіз вала

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Ремонтне виробництво є особливо несприятливим з точки зору техніки безпеки, пожежної безпеки та виробничої санітарії. Це обумовлено тим, що техніка, яка надходить в виробництво є забруднена речовинами, шкідливими для здоров'я людини, горючими матеріалами, а пошкоджені деталі можуть бути причиною травмування. Специфікою ремонтного виробництва є також те, що робітники постійно працюють з різними об'єктами ремонту і виконують різні операції, їх робочі місця, як правило, не є постійними. Дані фактори негативно впливають на умови праці, поліпшення яких є одним із резервів росту її продуктивності та економічної ефективності виробництва, а також подальшого покращення соціального стану і здоров'я працівників.

Проблема поліпшення умов праці безпосередньо пов'язана з санітарно-побутовими умовами, режимом роботи і медичним обслуговуванням працівників, організацією відпочинку, харчування та інших факторів.

Збитків, яких сьогодні завдає виробничий травматизм і професійні захворювання на виробництві, можна позбавитись за рахунок розробки спеціальних заходів додержання вимог трудового законодавства, спеціальних нормативних та інших документів, а також впровадження в виробництво найновіших досягнень науки і передового досвіду з охорони праці.

4.1. Загальний аналіз стану охорони праці

Організація безпечних умов праці і дотримання працівниками правил техніки безпеки є невід'ємними елементами організації виробництва, вимог трудового законодавства і входять в обов'язки керівника агрофірми.

Загальне керівництво і відповідальність за стан охорони праці покладено на майстра дільниці. Безпосереднім керівництвом розробленням і проведенням заходів з охорони праці та техніки безпеки займається інженер з охорони праці. Головні спеціалісти несуть відповідальність за стан охорони праці по галузях. Відповідальність і керівництво на виробничих дільницях

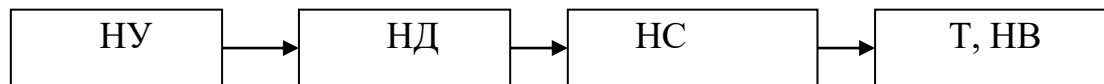
покладається на керівників відділами, майстрів. На рівні всіх ланок складаються річні та перспективні плани заходів з покращення умов праці. Інженер з охорони праці складає зведений план по підприємству.

Не дивлячись на чітке планування заходів, підприємстві є деякі незначні порушення у їх виконанні:

- не завжди виконується план реалізації асигнувань на охорону праці;
- на деяких дільницях робітники не забезпечені спецодягом і засобами індивідуального захисту;
- на токарному верстаті відсутні блокувальні пристрої (це стосується слюсарно-механічної дільниці);
- кімната з охорони праці не достатньо укомплектована наочними засобами.

4.2. Аналіз виробничих небезпек, їх джерел, причин виникнення

При дослідженні робочих місць за критеріям безпеки можна зробити загальну схему можливих ситуацій з моменту виникнення небезпечних умов до появи травми чи захворювання, згідно вимог НАОП-2.2.00-1.01-86.



де, НУ – небезпечна умова;

НД – небезпечна дія;

НС – небезпечна ситуація;

Т, НВ – травма, нещасний випадок.

Із вище приведеної схеми ми бачимо, що небезпечна умова і небезпечна дія можуть викликати, незалежно одна від однієї, небезпечну ситуацію, що може призвести до нещасного випадку чи травми. Виникнення тих чи інших нещасних випадків залежить від характеру технологічних процесів, конструкцій, пристосувань, інструментів. Результати аналізу представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз процесів формування та виникнення небезпеки при виконанні роботи на дільниці відновлення гільз

Найменування технологічного процесу	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
1	2	3	4	5	6
Верстатні роботи	Недостатній оперативний контроль (НУ)	На коробці передач токарного верстату лежать інструменти (НД1) Низький професіональний рівень токаря (НД2)	Від вібрації інструмент впав на патрон, що обертається (НС)	Аварія Травма	Підвищення професіонального рівня. Встановлення шафи для інструменту
<p> Модель процесу: НУ → НД1 → НС → А → Т </p>					

продовження таблиця 4.1

1	2	3	4	5	6
Заточні роботи	Зазор між підручником і кругом перевищує допустимий (3 мм) (НУ1)	При заточуванні працюючий неправильно тримає деталь (НД1) Працюючий знаходиться у небезпечній зоні (НД2)	Захоплення деталі кругом (НС1) Затягування її (НС2) Заклинення (НС3) Розрив круга (НС4) Викидання осколків (НС5)	Травма	Організувати постійний контроль за станком заточувальних верстатів. Розробити пристрій, який би блокував кнопку “пуск” при небезпечних розмірах зазору
<p style="text-align: center;"> Модель процесу:  <pre> graph TD NU1[НУ1] --> NS1[НС1] ND1[НД1] --> NS1 NS1 --> NS2[НС2] NS2 --> NS3[НС3] NS3 --> NS4[НС4] NS4 --> NS5[НС5] NS5 --> T[Т] ND2[НД2] --> NS5 </pre> </p>					

закінчення таблиця 4.1

1	2	3	4	5	6
Підйомно-транспортні роботи	<p>На кран-балці вийшов з ладу канат (НУ1)</p> <p>В зоні роботи знаходяться люди (НУ2)</p>	<p>На підприємстві недостатній оперативний контроль (НД1)</p> <p>Виконується підтримання вантажу (НД2)</p> <p>Оператор своєчасно не натиснув кнопку “стоп” (НД3)</p>	<p>При підніманні обривається канат (НС1)</p> <p>Вантаж впав на людей (НС2)</p>	<p>Аварія</p> <p>Травма</p>	<p>Налагодити оперативний контроль</p>
<p style="text-align: center;"> Модель процесу: <pre> graph LR NU1 --> NU2 NU2 --> NS1 NS1 --> NS2 NS2 --> A A --> T ND1 --> NS1 ND2 --> NS1 ND3 --> NS2 </pre> </p>					

4.3 Правила техніки безпеки під час ремонту двигуна

Агрегати, що ремонтуються повинні бути ретельно вимиті і очищені від бруду. Забороняється мити двигун та інші вузли та агрегати бензином, так як це може привести до пожежі. Двигун необхідно мити гарячою водою з мийними розчинами, в які входять їдкий натрій і каустична сода.

Для зливу відпрацьованих мастил з картеру двигуна необхідно завчасно підготувати герметичну посудину достатньої ємності, і підставити її під зливний отвір в картері з таким розрахунком, щоб повністю виключити розбризкування масла.

Зливні і заливні пробки потрібно відкручувати тільки призначеними для цього ключами. Демонтаж двигуна і елементів системи охолодження виконується після видалення води з системи. Після зливу води всю систему охолодження потрібно промити чистою гарячою водою.

Всі розбирально-складальні роботи, а також регулювальні необхідно виконувати в послідовності вказаній в технологічних картах. Раціональний розподіл робіт зменшує надлишкове переміщення працівника.

Розбиральні роботи в основному виконуються з допомогою гайкових ключів. Там, де це можливо, безпечніше користуватись накидними і торцевими ключами, які краще тримаються на гайках або головках болтів і зручні в роботі.

При відкручуванні і закручуванні гайок або болтів в важкодоступних місцях, при обмеженому куті можливого повороту ключа доцільно користуватись ключами з храповим механізмом. Вони уникають необхідності знімати і встановлювати головку ключа на болт або гайку після кожного повороту. При роботі в незручному положенні, потрібно особливу увагу звертати на вірне встановлення ключа на гайку, головку блока. Падаючий інструмент може нанести травму. Не можна збільшувати довжину ключа іншим ключем або трубою.

Якщо гайка заржавіла і її неможливо відкрутити ключем, необхідно спочатку постукати по гранях гайки молотком, змочити її гасом, закрутити на $\frac{1}{4}$ оберту, а потім помалу відкручувати.

Агрегати і вузли, які мають значну масу необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів. Виконувати таку роботу необхідно при допомозі інших осіб.

При збиранні агрегатів і вузлів не можна перевіряти спів падання отворів в з'єднаних деталях пальцем руки, так як не велике зміщення може привести до травми. Це виконують металевим стержнем.

4.4 Розрахунок виробничого освітлення

4.4.1 Розрахунок природного освітлення

Вихідною речовиною для розрахунку є значення коефіцієнта природного освітлення залежно від розряду зорової роботи, що визначається у СНіП.

Визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення за формулою [8,12]:

$$e_n = e * m * c, \quad (4.1)$$

де e – коефіцієнт природного освітлення залежно від розряду зорової роботи, $e = 1,5$,

m – коефіцієнт світлового клімату, $m = 2,0$,

c – коефіцієнт сонячного клімату, $c = 0,7$,

$$e_n = 1,5 * 2,0 * 0,7 = 2,1$$

Площу освітлювальних щілин для забезпечення нормованого значення КПО визначаємо за формулою [12,13]:

$$S_{\sigma} = \frac{e_n * \eta_d * S_n * K_{e.б.}}{100 * \tau_0 * r_1}, \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де e_n – нормативне значення КПО,

S_B – площа вікон,

S_{Π} – площа підлоги, $S_{\Pi} = 120 \text{ м}^2$,

τ_0 – загальний коефіцієнт світло проникнення світлових щілин, $\tau_0 = 0,3$,

η_b – світлова характеристика вікон, $\eta_b = 0,5$,

$K_{\text{с.б.}}$ – коефіцієнт, який враховує затінення вікон будинками, що стоять навпроти

$$S_e = \frac{2,1 * 0,5 * 120 * 1,2}{100 * 0,3 * 2,8} = 18 \text{ м}^2,$$

За обчисленою детальною світло пропускнуою площею визначають розмір і число вікон.

4.4.2 Розрахунок загального штучного освітлення

Розрахунок ведеться у повній послідовності, залежно від розряду зорової роботи, джерела світло системи освітлення, контрасту об'єкта, розпізнання, з фоном і характеристики фону встановлюємо норму освітленості і вибираємо тип світильника і висоту його підвішування, після чого визначаємо відстань між освітлювачами та їх кількість. При цьому враховуємо, що рівномірність освітлення залежить від висоти підвішування світильників і схеми їх розташування. Отже, відношення відстані між освітлювачами до висоти їх підвішування $L_c/H_p = 1,4 - 1,8$, при шаховому $L_c/H_p = 1,8 - 2,5$.

Обчислюємо індекс (показник) приміщення за формулою [8,12]:

$$i = \frac{S}{H_p * (L + B)}, \quad (4.3)$$

де S – площа приміщення, $S = 120 \text{ м}^2$,

H_p – розрахункова висота підвішування світильника, $H_p = 3 \text{ м}$,

L та B – довжина і ширина приміщення, $L = 10 \text{ м}$, $B = 6 \text{ м}$

$$i = \frac{120}{3 * (10 + 6)} = 25$$

Розраховуємо світловий потік лампи за формулою [12,13]:

$$\Phi_n = \frac{E * K * S * z}{\eta}, \text{ лк}, \quad (4.4)$$

де E – мінімальна нормована освітленість, лк,

S – площа приміщення, м^2 ,

z - поправочний коефіцієнт, який враховує нерівномірність освітлення, $z = 0,8 - 0,9$,

η - коефіцієнт використання світлового потоку,

n – число ламп у приміщенні

$$\Phi_n = \frac{300 * 1,3 * 120 * 0,8}{4,8} = 7800 \text{ лк.}$$

За таблицями світлотехнічних характеристик електричних ламп добирають відповідну за світловим потоком лампу, враховуючи, що світловий потік дібраної лампи може відрізнятись від розрахункового на 10-20 %.

4.5 Основні вимоги пожежної безпеки

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях ремонтних підприємств горючі і легкозаймисті (спалахуючи) речовини можуть з'явитися із-за підтікання пального і мастила в ремонтованих машинах, при митті і знежиренні деталей.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкодження ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегріві струмопроводів і т. п.

Перелічені приклади можливих причин виникнення пожеж визначають характер заходів протипожежної профілактики в виробничих приміщеннях ремонтних підприємств яких необхідно дотримуватись:

- забезпечення справності електропроводки,
- захист щитками розподільчих і пускозапобіжних пристроїв,
- встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників,
- збір в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів при розбиранні ремонтованих автомобілів,
- зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів на спеціально обладнаних складах в герметично закритій тарі,

- використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я, дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям.

На території ремонтної зони повинен бути резервуар з запасом води і мережа оснащених пожежними рукавами гідрантів. В приміщеннях і на будівлях повинна встановлюватись засоби пожежегасіння у відповідності до діючих пожежних правил. У найбільш пожежо-небезпечних зонах повинна бути змонтована пожежна сигналізація.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

При розробці перспективного технологічного процесу відновлення деталей економічну оцінку визначимо порівнянням собівартості відновлення деталі з відпускною ціною цієї деталі в ремонтних підприємствах.

5.1. Розрахунок заробітної плати виробничих, допоміжних робітників, ІТР та МОП

Собівартість відновлення деталі складається із заробітної плати виробничих робітників, накладних витрат і вартості матеріалів, витрачених на відновлення деталі. Пряму заробітну плату робітників визначимо, виходячи з видів робіт, що виконуються, їхньої трудомісткості, і тарифної вартості робіт. Програму відновлення гільз приймаємо рівною 750 шт. Результати розрахунків заносимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунки заробітної плати

№ п/п	Види робіт	Трудомісткість робіт, люд.год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Заробітна плата, грн.
1.	Очищення	20	42,60	852
2.	Дефектування	50	42,60	2130
3.	Розточування	90	52,67	4740,3
4.	Запресування	45	42,60	1917
5.	Підрізання	40	52,67	2106,8
6.	Розточування	35	52,67	1843,45
7.	Хонінгування	90	52,67	4740,3
8.	Контроль	25	52,67	1316,75
9.	Всього			19646,6

Отже, пряма заробітна плата виробничих робітників становить 19646,6 грн.

Заробітну плату допоміжних робітників визначимо з таких передумов:

- кількість допоміжних робітників – 2 чол.

- годинна тарифна ставка – 42,6 грн.
- річний фонд часу – 2068 год.
- доля робочого часу у відновленні гільз становить 5%

Тоді заробітна плата допоміжних робітників становить :

$$\Phi_{\text{доп}} = 2 \cdot 2068 \cdot 0,05 \cdot 42,6 = 8809,68 \text{ грн.}$$

З урахуванням додаткової заробітної плати (20%), соціального страхування (52%) і відпусток (8,3%) повна заробітна плата визначена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Нарахування заробітної плати робітникам

Категорія робітників	Кількість, чол.	Основна заробітна плата, грн.	Додаткова заробітна плата, грн.	Відпуски, грн.	Соц. страх, грн.	Разом, грн.
Основні робітники	5	19646,6	3929,32	10216	163067	196859
Допоміжні робітники	2	8809,68	1761,74	4581	73120	88272,8
Всього						285131,73

Накладні витрати – це витрати, безпосередньо не пов'язані з технологічним процесом відновлення деталей. Вони складаються з цехових і загальновиробничих витрат. До цехових витрат відносяться витрати на заробітну плату апарату керування, відрахування на амортизацію і поточний ремонт обладнання та витрати на утримання і ремонт будівель.

Розрахунок річного фонду заробітної плати основних, допоміжних, інженерно-технічних робітників (ІТР), та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) приведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок річного фонду заробітної плати

Категорія робітників	Кількість, чол.	Посадовий оклад, грн.	Річний фонд зарплати, грн.
Основні робітники	5	9600	48000

Допоміжні робітники	2	7732	15464
Інженерно-технічні робітники	1	9585	9585
Молодший обслуговуючий персонал	1	7732	7732
Всього	9		80781

З нарахуваннями заробітна плата робітників становить :

$$\Phi_{\text{зпл}} = 80781 \cdot 1,8 = 145405,8 \text{ грн.}$$

Приймаємо частку обсягів відновлення гільз в цьому обсязі виробництва майстерні рівною 5%. Тоді заробітна плата робітників, віднесена на відновлення валів, становить :

$$\Phi_{\text{роб}} = 145405,8 \cdot 0,05 = 7270,29 \text{ грн.}$$

5.2. Розрахунок балансової вартості обладнання і відрахувань

Балансова вартість обладнання, задіяного на дільниці відновлення валів, визначається за формулою :

$$B_{\text{обл}} = C_{\text{обл}} (1 + K_{\text{тр}} + K_{\text{п}} + K_{\text{монт}}), \quad (5.1)$$

де, $C_{\text{обл}}$ – ціна обладнання, грн. ($C_{\text{обл}} = 58759,4$ грн.)

$K_{\text{тр}}$, $K_{\text{п}}$ і $K_{\text{монт}}$ – коефіцієнти, що враховують відповідно транспортно-торгові витрати ($K_{\text{тр}}=0,05$); роботи по підготовці фундаментів для обладнання ($K_{\text{п}}=0,05$) і витрати на монтування і накладку обладнання ($K_{\text{монт}}=0,04$).

Тоді :

$$B_{\text{обл}} = 58759,4 (1 + 0,05 + 0,05 + 0,04) = 58759,4 \cdot 1,14 = 66985,7 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що зайнятість обладнання на відновлення валів не перевищує 70% знаходимо :

$$B_{\text{обл}} = 66985,7 \cdot 0,7 = 46890 \text{ грн.}$$

Розрахунок відрахувань на амортизацію і поточний ремонт обладнання згідно нормативів приведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок відрахувань на амортизацію і поточний ремонт обладнання

Вартість обладнання для відновлення гільз, грн.	% на амортизацію	Сума відрахувань, грн.	% на потоко-вий ремонт	Сума відрахувань, грн.
46890	11,2	5251,68	3,5	1641,15

5.3. Розрахунок вартості енергоносіїв і матеріалів

Розрахунок вартості матеріалів і енергоносіїв, що використовуються при відновленні гільз, приведено в таблицях 5.5 і 5.6.

Таблиця 5.5 – Розрахунок вартості енергоносіїв

Вид енергоносіїв	Витрати енергоносіїв	Ціна за одиницю, грн.	Вартість витрат, грн.
Електроенергія, Квт	2550	4,32	11016
Вода, м3	20	20	400
Стиснуте повітря, м3	50	11	550
Пара, кг	190	20	3800
Всього			15766

Таблиця 5.6 – Розрахунок витрат матеріалів

Вид матеріалів	Витрати матеріалу, кг	Ціна за одиницю, грн.	Всього
Лист холоднокатаний	200	45	9000
Сода кальцінована	91	50	4550
Лабомід	190	45	8550
Разом			22100

5.4. Розрахунок загальнопромислових і загальногосподарських витрат

Розрахунок загальнопромислових та загальногосподарських витрат наведений в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок загально виробничих та загальногосподарських витрат

Назва витрат	Сума, грн.	Примітка
Заробітна плата з нарахуваннями	80781	
Утримання обладнання	240,0	0,2% вартості обладнання
Утримання та поновлення інструменту	990,0	110 грн. на працюючого
Потоковий ремонт обладнання	1641,15	Табл. 5.4
Амортизаційні відрахування	5251,68	Табл. 5.4
Витрати на охорону праці	1980	220 грн. на працюючого
Витрати на енергоносії	15766	Табл. 5.5
Всього	106649,8	
Інші загальногосподарські витрати	3199,495	3% від попередніх
Разом	109849,3	

5.5. Розрахунок собівартості відновлених гільз.

На основі визначених даних розраховуємо собівартість відновлення гільзи циліндру. Розрахунок зведено до табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Собівартість відновлення гільзи циліндра

Статті витрат	Сума на програму, грн.	Сума на один гільзу, грн.
Загальна заробітна плата робітників	80781	107,71
Матеріали	22100	29,47
Загальновиробничі і загальногосподарські витрати	16423,17	21,90
Повна собівартість		159,08

Отже повна собівартість відновлення гільзи циліндра становить 159,08 грн.

5.6. Розрахунок основних економічних показників

Вартість нової гільзи становить 670 грн. Відпускна ціна відновленої гільзи для споживачів приймається рівною 45% від ціни нового, тобто:

$$C_{\text{відн}} = 670 \cdot 0,45 = 301,5 \text{ грн.}$$

Вартість валової продукції становить

$$B_{\text{вп}} = C_{\text{відн}} \cdot N, \quad (5.2)$$

де, N – програма ремонту гільз, шт.

Отже, $B_{\text{вп}} = 301,5 \cdot 750 = 226125$ грн.

Прибуток становить :

$$П = (C_{\text{відн}} - C_{\text{в}}) \cdot N = (301,5 - 159,08) \cdot 750 = 106815 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

Рентабельність виробництва становить :

$$P = ((C_{\text{відн}} - C_{\text{в}}) / C_{\text{в}}) \cdot 100; \quad (5.4)$$

$$P = ((301,5 - 159,08) / 159,08) \cdot 100 = 88,7 \%$$

5.7. Термін окупності капіталовкладень в діляницю відновлення гільз

Визначимо термін окупності за формулою :

$$T_{\text{ок}} = K / П; \quad (5.5)$$

де K – капіталовкладення, грн.

$$T_{\text{ок}} = 109849,3 / 106815 = 1,03 \text{ року}$$

Основні техніко-економічні показники відновлення гільз приведені в табл.5.9.

Таблиця 5.9 – Основні техніко-економічні показники відновлення гільз

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
Собівартість відновлення	грн.	159,08
Відпускна ціна	грн.	301,5
Програма ремонту	шт.	750
Прибуток	грн.	106815
Рентабельність	%	88,7
Строк окупності	років	1,03

ВИСНОВОК

1. Проведено аналіз технічного стану гільз циліндрів автотракторних двигунів на прикладі СМД-60 і встановлено, що величина найбільшого зношування становить 0,19 - 0,20 мм і знаходиться в зоні ВМТ верхнього компресійного кільця.

2. Визначено коефіцієнти відновлення 0,72, придатності 0,02 і вибраковки 0,16, що вказує на безумовну актуальність розробки та удосконалення технології відновлення працездатності гільз циліндрів автотракторних двигунів.

3. На основі проведених досліджень технічного стану деталей, що були в експлуатації по трьох видах дефектів поверхонь було встановлено основні статистичні характеристики спрацювань робочих поверхонь ножів.

4. Проведений аналіз та дослідження технічного стану деталей дали змогу для найбільш точного вибору та проектування технологічного процесу відновлення деталей даної номенклатури.

5. За результатами розрахунків встановлено режими різання при розточуванні та хонінгування внутрішніх поверхонь відновлюємих гільз.

6. На основі порівняльного аналізу існуючих способів відновлення було остаточно вибрано оптимальне їх поєднання для розробленого технологічного процесу відновлення деталей. При цьому були враховані як технологічні так і економічні характеристики вибраних способів відновлення.

7. Розраховано економічну ефективність впровадження розробленого технологічного процесу відновлення деталей у виробництво з урахуванням необхідних капіталовкладень та поточкових витрат. Річний економічний ефект становить 106,815 тис. грн. Розрахунки показали високу ефективність розробленого технологічного процесу. Строк окупності складає 1,03 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Деталі машин. Конспект лекцій : навч. посіб. / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 152 с.
2. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. В. Янків. Львів : Новий Світ-2000, 2013. 264с.
3. Докуніхін В.З., Бурдейний В.С., Загузов М.М./Проектування раціональної організаційної структури та структури управління підприємствами технічного сервісу АПК – Житомир: ДАУ, 2004 р. – 60с.
4. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 6 За ред. Вітвицького В. В. Київ, “Поліграфкнига”, 2007р. 286с.
5. Загально-ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 4 За ред. Вітвицького В. В. Київ: “Поліграфкнига”, 2001. 739с.
6. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.
7. І.Ф. Педченко, ОЛ. Сідашенко, О.А. Науменко, П.С. Сиром'ятников, В.М.Власовець, ОЛ. Трішевський, А.В. Хар'яков. Організація виробничих процесів ремонтних підприємств. Навчальний посібник. – 1998 р. - 198 с.
8. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: науч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.
9. Корець М. С. Основи машинознавства : навч. посібник / М. С. Корець, А. М. Тарара, І. Г. Трегуб. Київ, 2001. 144 с.
10. М.В. Молодик. Наукові основи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві. Кіровоград: КОД,2009. 180 с.
11. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки,

енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 208 "Агроінженерія". Львів. ЛНУП. 2023. 70 с.

12. Писаренко Г.С. та інші. Опір матеріалів: Підручник. Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред Г.С. Писаренка. 2-ге вид., допов. І переробл. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.

13. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О.І. Сідашенко, та інші/ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.

14. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ: Каравелла, 2009. 368 с.

15. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.

16. Трактори : навч. посіб. для підгот. трактористів-машиністів с.-г. вир-ва категорії А2 / А. Я. Здобицький, З. З. Вантух, Л. В. Сторожук ; М-во соц. політики України, Держ. служба зайнятості, Львів. центр проф.-техн. освіти. Львів : Піча С. В. [та ін.], 2016. 106 с.

17. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Динаміка зміни кількості і трудомісткості ремонтних втручань залежно від терміну експлуатації тракторів // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №5. Львів, 2001. С. 231-243.

18. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Дослідження малоресурсних спряжень тракторів // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №2. Львів, 1998. С .139-143

19. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Критерії виконання ремонтних втручань // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №1. Львів, 1997. С.138-142.

20. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Новочасні підстави машиноремонтних втручань у господарствах // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №4. Львів, 2000. С. 208-216.

21. Яценко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Яценко М.М. Київ: НТУ. 2004. 172 с.