

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики
(повне найменування факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до кваліфікаційної атестаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка технології відновлення блоку циліндрів двигуна
Д-240 на базі ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського)
освітнього рівня за ОПІ 132 – «Матеріалознавство»,
групи МЗ-20

Сергій МУСІЄНКО

Керівник: _____ Ігор ШЕПЕЛЕНКО

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань – 13 – Механічна інженерія

(цифр і назва)

Спеціальність – 132 – Матеріалознавство

(цифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Сергій МАГОПЕЦЬ

«__» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Мусієнку Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технології відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240 на базі ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький»

керівник роботи Шепеленко Ігор Віталійович, доктор технічних наук, професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ року № _____

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «05» червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики.

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

Загальний розділ. Інформація про виробничу діяльність бази практики. Обґрунтувати тему кваліфікаційної роботи.

Технологічний розділ. Розглянути технічну характеристику двигуна Д-240 та умови його роботи. Надати основні ~~конструктивно~~-технологічні технологічні особливості блоку циліндрів двигуна Д-240. Проаналізувати умови роботи деталі. Визначити основні причини виникнення дефектів та методи їх відновлення. Скласти технологічний маршрут відновлення блоку циліндрів. Розробити технологічний процес відновлення деталі. Розрахувати режим роботи і норми часу на кожну операцію.

Організаційний розділ. Розглянути особливості виконання робіт на слюсарно-механічній дільниці. Виконати розрахунок трудомісткості та режиму роботи на слюсарно-механічній дільниці. Розрахувати штат та обладнання слюсарно-механічної дільниці. Визначити площу та енергетичні витрати на слюсарно-механічній дільниці. Розглянути техніку безпеки та охорону праці при виконанні робіт на слюсарно-механічній дільниці.

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

1. Ремонт креслення деталі (A1). 2. Аналіз способів відновлення блоку циліндрів. (A1). 3. Технологічні карти на відновлення (A1). 4. Планування слюсарно-механічної ділянки (A1).

6. Дата видачі завдання: 08.04.2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	05.05	
2	Технологічний розділ	15.05	
3	Організаційний розділ	25.05	
4	Графічний матеріал	05.06	

Здобувач вищої освіти

Сергій МУСІЄНКО

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Ігор ШЕПЕЛЕНКО

(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Розроблена кваліфікаційна атестаційна робота складається з листів пояснювальної записки та 5 листів графічної частини. Пояснювальна записка вміщує три розділи, в яких розкрити наступні питання.

В загальному розділі роботи представлено історію створення та основні етапи розвитку ТОВ «Калита-Нова». Обґрунтовано тему кваліфікаційної атестаційної роботи.

У технологічному розділі детально розглянуто умови роботи та технічну характеристику двигуна Д-240. Визначені конструктивно-технологічні особливості блоків циліндрів двигуна Д-240. Проаналізовані причини зношування блоку циліндрів. Представлено технологічний процес дефектації блоку циліндрів. Складено технологічний маршрут відновлення деталі. Розглянуті існуючі способи відновлення блоку циліндрів. Обґрунтовано вибір раціонального способу відновлення деталі. Розроблено технологічний процес відновлення дефектів блоку циліндрів. Розраховані режими обробки та норми часу на виконання технологічних операцій для розробленого технологічного процесу.

В організаційному розділі розглянуто організація технологічного процесу слюсарно-механічної дільниці. Виконані розрахунки трудомісткості робіт на дільниці, а також показників режимів роботи на підприємстві, кількості робочої сили, обрано технологічне обладнання. Визначено площу слюсарно-механічної дільниці. Проведені енергетичні розрахунки дільниці, що проектується. Розглянуті міроприємства з техніки безпеки при виконанні робіт на слюсарно-механічній дільниці.

Вступ.....	
1. Загальний розділ.....	
1.1. Історія створення та основні етапи розвитку ТОВ «Калита-Нова»	
1.2. Обґрунтування теми бакалаврської кваліфікаційної роботи	
2. Технологічний розділ.....	
2.1. Характеристика двигуна Д-240	
2.2. Характеристика умов роботи та основних процесів зношування агрегату	
2.3. Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється	
2.4. Причини зношування блоку циліндрів	
2.5. Технологічний процес дефектації блоку циліндрів	
2.6. Характеристика дефектів та складання технологічного маршруту відновлення блоку циліндрів	
2.7. Технічні вимоги при відновленні блоку циліндрів	
2.8. Відомі методи і технології відновлення блоку циліндрів	
2.9. Вибір раціонального способу відновлення деталі	
2.10. Проектування технологічного процесу відновлення блоку циліндрів	
2.11. Обґрунтування вибору установочних баз при виконанні технологічних операцій відновлення блоку циліндрів	
2.12. Обґрунтування вибору технологічного обладнання, ріжучого і контрольно-вимірювального інструменту при відновленні блоку циліндрів ...	
2.13. Розрахунок та вибір технологічних режимів, а також норм часу операцій виконання технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна	

3. Організаційний розділ.....	
3.1. Організація технологічного процесу слюсарно-механічної дільниці .	
3.2. Розрахунок трудомісткості робіт слюсарно-механічної дільниці	
3.3. Розрахунок показників режиму роботи слюсарно-механічної дільниці	
3.4. Визначення штатів слюсарно-механічної дільниці	
3.5. Розрахунок і вибір технологічного обладнання слюсарно-механічної дільниці	
3.6. Розрахунок площі слюсарно-механічної дільниці	
3.7. Обґрунтування та вибір підйомно-транспортного обладнання	
3.8. Розрахунок енергетичних витрат на виконання робіт на слюсарно-механічній дільниці	
3.8.1. Вибір та розрахунок вентиляції	
3.8.2. Розрахунок освітлення дільниці	
3.8.3. Розрахунок електроенергії.....	
3.8.4. Розрахунок пара та палива.....	
3.8.5. Розрахунок витрати води.....	
3.8.6. Розрахунок річної витрати стиснутого повітря дільниці.....	
3.9. Техніка безпеки та охорона праці при виконанні робіт на слюсарно-механічній дільниці	
 Висновки.....	
Список використаної літератури.....	

Вступ

Незважаючи на явні складності сучасного періоду в Україні ведеться повинна вестися постійна робота з розвитку й удосконалювання ремонтної бази і конкретно по реорганізації виробництва відновлення деталей автотракторної і сільськогосподарської техніки, забезпечення їх сучасною технологією і високопродуктивним устаткуванням. Відновлення найбільш навантажених і деталей сільськогосподарських машин, що зношуються, є одним зі шляхів зниження собівартості сільгосппродукції.

Однією з найбільш важливих деталей двигунів є блок циліндрів, що по суті, є його основною базовою деталлю і визначає ресурс двигуна, впливає на працездатність усіх складових вузлів.

Існуючі способи відновлення цієї найбільш важливої базисної деталі дають порівняно низький економічний ефект – порядку 40% від вартості нового. Тому, виникає об'єктивна потреба в розробці нової, більш сучасної технології їхнього відновлення, що при розроблювальній технології дозволить підвищити продуктивність праці і знизити собівартість відновлення, а також збільшити довговічність відновлених деталей у цілому.

Сучасна організація ремонту двигунів містить у собі передові методи діагностики, сучасні способи усунення дефектів, що ґрунтуються на застосуванні високопродуктивного устаткування. Важливі при цьому питання організації виробництва, раціонального його розміщення, організації праці, що дозволить поліпшити основні організаційно-технічні показники ремонту автотракторної техніки на 15-20%.

Одним з могутніх резервів підвищення якісних і економічних показників ремонту агрегатів є розробка технології відновлення найбільш відповідальним, особливо – базисних деталей.

Таким чином, організація ремонту базисних деталей двигуна Д-240, зокрема блоку циліндрів є реальним резервом зниження собівартості ремонту агрегату в цілому, а отже, одним з основних шляхів підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Історія створення та основні етапи розвитку ТОВ «Калита-Нова»

НВФ «Калита» була зареєстрована 15.11.1993 р. у формі товариства з обмеженою відповідальністю. Спочатку підприємство спеціалізувалося на відновленні колінчастих валів за допомогою електродугового напилення, але вже через рік – в жовтні 1994 році підприємство уклало угоду з Державним Інноваційним фондом щодо реалізації інноваційного проекту під назвою «Технологія відновлення колінчастих валів електродуговим напиленням композиційними покриттями». Впровадження проекту зайняло шість місяців, а вже через місяць після цього підприємство досягло проектної потужності.

В четвертому кварталі підприємство розпочало роботи по впровадженню лінії для відновлення блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння. «З цією метою було придбано та введено в експлуатацію розточувальне обладнання і розроблено технологію хонінгування циліндрів з використанням прогресивного інструменту: алмазних різців та алмазних хонінгувальних брусків. З 1995 року на підприємстві впровадили:

- дільницю з ремонту головок блоків циліндрів двигунів;
- нову технологію відновлення розподільчих валів методом безвтулкового спряження (для автомобілів «Москвич», «ГАЗ-2410», ВАЗ тощо)» [1].

У 1997 році на підприємстві відкрили нову дільницю для ремонту паливної апаратури і розширили спектр послуг з відновлення пар тертя деталей машин. Було придбано високоточний універсальний координатно-розточувальний верстат, що дозволило здійснювати ремонт різних корпусних деталей і спряжень типу вал-втулка.

У 1998 році підприємство оновило технологію ремонту головок блоків циліндрів двигунів, застосовуючи передові технології компанії "NEWAY".

Крім того, був створений відділ ремонту карбюраторів ДВЗ, оснащений сучасним обладнанням, яке дозволяє моделювати роботу карбюраторів в умовах, максимально наближених до реальних умов експлуатації двигуна.

У 1999 році на підприємстві була створена дільниця для виконання зварювальних та рихтувальних робіт, а вже в наступному – 2000 році почало функціонувати відділення шиномонтажу та балансування коліс. Того ж року на підприємстві було встановлено верстат для правки зварених коліс автомобілів. У 2001 році були розпочаті роботи з ремонту ходової частини легкових автомобілів.

З 2000 року підприємство розпочало свою діяльність під новою назвою ТОВ "Калита-Нова". На сьогодні це автосервісне підприємство, яке забезпечує підтримку автомобілів у справному технічному стані. Основне завдання компанії - здійснювати технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів. Проходження практики на цьому підприємстві надає студентам можливість ознайомитися з технологіями технічного обслуговування та ремонту автомобілів, а також поглибити свої теоретичні знання, отримані під час навчання. Технічна база підприємства дозволяє виконувати ремонт та основних деталей автотракторної техніки (рис.1.1).



a)



б)



в)

Рис.1.1. Ремонт базових деталей автотракторної техніки на підприємстві ТОВ «Калита-Нова» [1]

1.2. Обґрунтування теми бакалаврської кваліфікаційної роботи

Сучасні ремонтні технології та обладнання дають змогу усувати дуже складні ушкодження автотракторних двигунів, тобто є технологічна можливість відновлювати двигуни, які зазнали серйозних ушкоджень.

Більша частина автотракторних деталей в результаті зносу втрачає не більше 2% своєї маси. Найскладніші та металомісткі деталі – менше 1% маси. Водночас їхні характеристики міцності, фізико-механічні властивості матеріалів практично не знижуються. Під час відновлення мають бути забезпечені необхідні розміри, форма, взаємне розташування поверхонь і осей, шорсткість поверхонь та інші параметри деталей [2].

Загальні принципи проектування технологічного процесу відновлення деталей передбачають вибір найбільш раціональних способів усунення дефектів і побудову оптимальної послідовності операцій.

Блоки автомобільних і тракторних двигунів поділяють на такі види: лінійні (для рядних двигунів) і V-подібні. Вони можуть бути з мокрими або з сухими гільзами, з сухими напівгільзами, без гільз. Крім того, блоки діляться на одно- і дворядні, а також – з нижнім і з верхнім розташуванням клапанів. Для більшості двигунів число циліндрів – від 2 до 12

У малолітражних автомобільних двигунів блоки найчастіше лінійні - чавунні або алюмінієві з сухими напівгільзами і з верхнім розташуванням клапанів.

Товщини стінок і перегородок у чавунних блок-картерах становлять 5...8 мм. Стінки водяних сорочок роблять товщиною 4...7 мм. Допустиме коливання товщини стінок 1,5...2 мм. В алюмінієвих блоках товщина стінок на 1,5...2 мм більша, ніж у чавунних.

Обробка окремих елементів блоків виконується з високою точністю. Особливе значення має точність розмірів і форми дзеркала циліндрів (або посадкових пасків під гільзи), гнізд під вкладиші корінних опор. Важливим є

також забезпечення правильного взаємного розташування зазначених поверхонь.

Блоки циліндрів двигунів, як правило, виготовляють із сірого чавуну марок СЧ 18-36, СЧ 15-32, СЧ 24-44 або алюмінієвого сплаву АЛ 4.

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

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

У зв'язку з цим особливої важливості набувають питання відновлення цієї дуже важливої, базової деталі двигуна, яка по суті лімітує в цілому ресурс роботи двигуна.

Отже, тема кваліфікаційної бакалаврської роботи, яка спрямована на розробку технології відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240, є безумовно важливою та актуальною.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Характеристика двигуна Д-240

«На тракторах МТЗ-100/102 установлений чотирициліндровий, рядний дизель Д-240 з турбонаддувом, безпосереднім упорскуванням палива та рідинним охолодженням (рис.2.1 і 2.2)» [3].

«Дизель складається із блоку циліндрів, головки циліндрів, кривошипно-шатунного механізму, механізму газорозподілу, системи охолодження, змащення, живлення, пуску, електроустаткування» [3]. Його технічна характеристика наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика дизеля Д-240 [4]

Найменування	Одиниці вимірювання	Значення
1	2	3
Тип	-	Безкомпресорний, чотиритактний
Спосіб сумішоутворення	-	Безпосереднє упорскування палива
Потужність експлуатаційна	кВт (к.с.)	73,50 ^{+4,0} (100 ⁺⁵)
Число циліндрів	шт.	4
Діаметр циліндра	мм	110
Хід поршня	мм	125
Ступінь стиску	-	15,1
Робочий об'єм циліндра	л	4,75
Порядок роботи	-	1-3-4-2
Питома витрата палива на режимі експлуатаційної потужності	г/кВт год (г/к.с. год)	242 (178)

Продовження табл.2.1

1	2	3
Загальна витрата масла	% від витрати палива	1,3
Турбокомпресор	-	Доцентрова радіальна турбіна на одному валу з відцентровим компресором
Паливний насос		Чотирьохступінч. 3 насосом, що підкачує
Напрямок обертання кулачкового валу	-	Праве
Регулятор частоти обертання	-	Механічний, з коректором подачі палива
Форсунка	-	ФД-22, ФД-22М
Тиск упорскування палива	МПа	17,5-18,0
Повітряочисник	-	Комбінований із сухим відцентровим і масляним інерційно-контактним очищенням повітря
Система змащення	-	Комбінована
Система охолодження	-	Водяна, закрита із примусовою циркуляцією рідини

Продовження табл.2.1

1	2	3
Система пуску дизеля	-	Електростартер 24.3708
Маса сухого дизеля без муфти зчеплення	кг	458

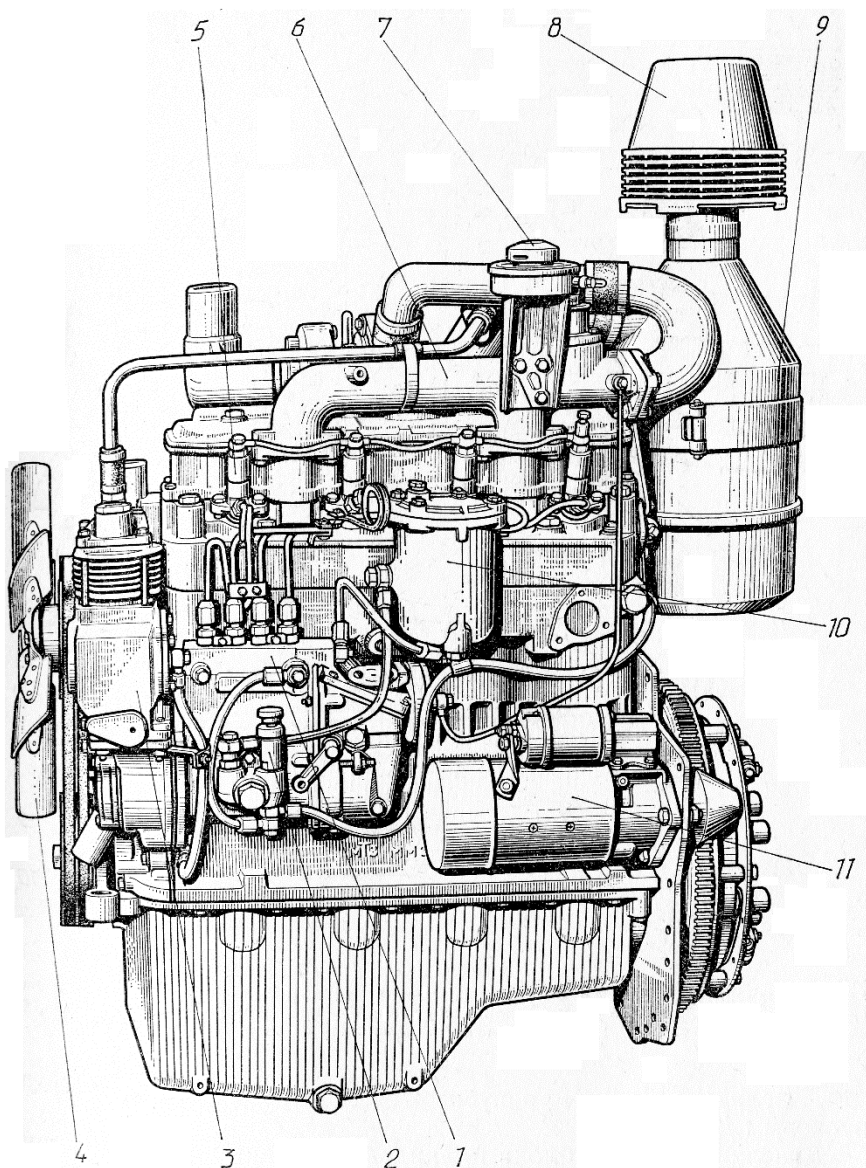


Рис.2.1. «Дизель 240 (вид ліворуч): 1 – паливний насос; 2 – насос, що підкачує; 3 – компресор; 4 – вентилятор; 5 – форсунка; 6 – впускний колектор; 7 – бачок електрофакельного підігрівника; 8 – фільтр грубого очищення повітря; 9 – повітряочисник; 10 – фільтр тонкого очищення палива; 11 – стартер» [3]

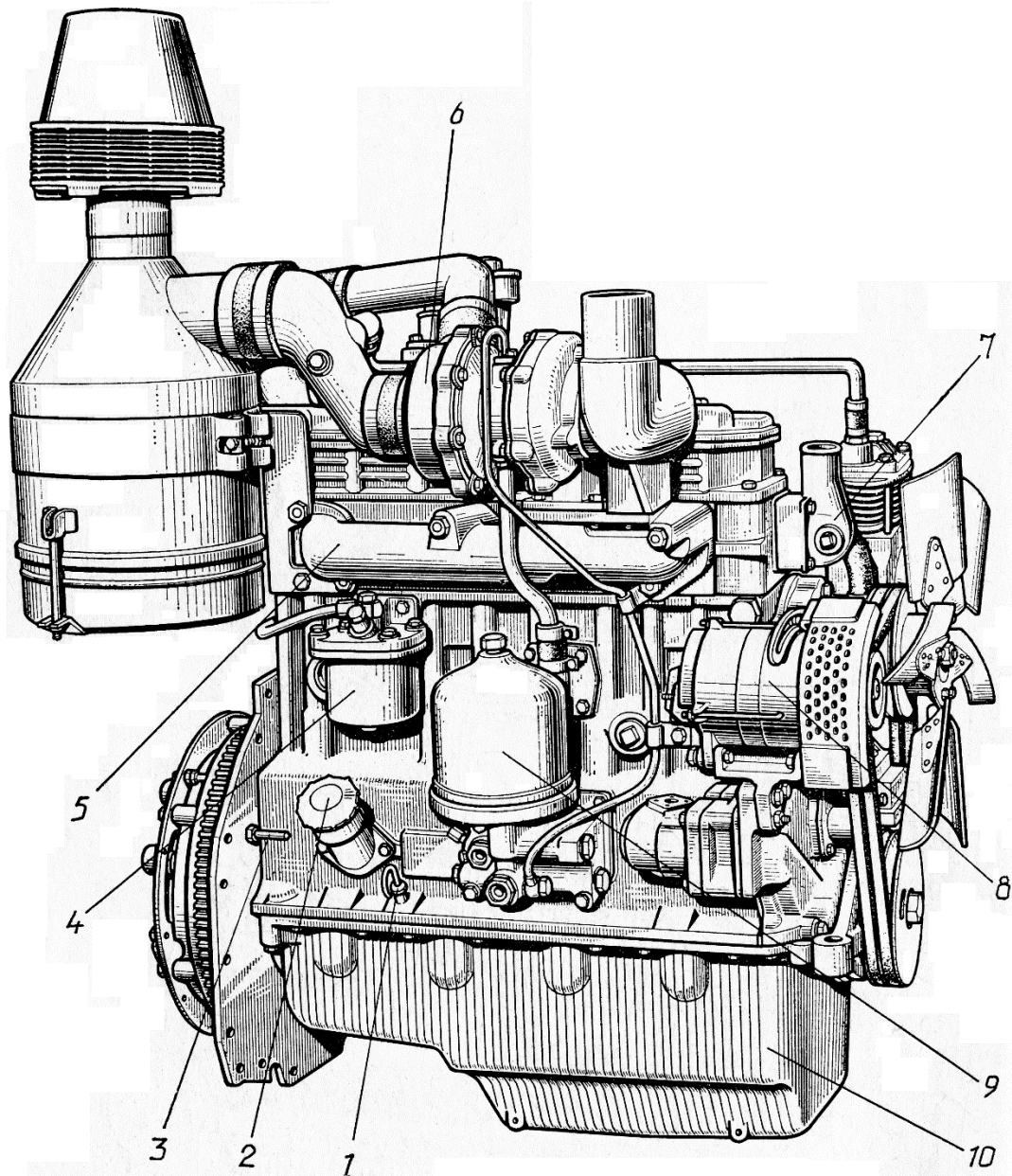


Рис.2.2. «Дизель Д-240 (вид праворуч): 1 – маслозмірювальний щуп; 2 – маслозаливна горловина; 3 – фіксатор; 4 – фільтр грубого очищення палива; 5 – випускний колектор; 6 – турбокомпресор; 7 – корпус термостата; 8 – генератор; 9 – відцентровий масляний фільтр; 10 – піддон картера» [3]

2.2. Характеристика умов роботи та основних процесів зношування агрегату

В процесі експлуатації трактора за двигуном ведеться постійний контроль, приділяється максимум уваги, але все одне саме він з усіх агрегатів, як правило, виходить з ладу.

«Це слід пояснюється тим, що деталі двигуна піддаються активному хімічному, термічному, механічному впливу та навантажені значними динамічними зусиллями. В умовах експлуатації стабільність робочих характеристик двигуна може порушуватися через велику кількість причин, що викликають несправності його деталей і механізмів. Несправності і знос можуть виникнути в результаті механічного зношування (змінюється форма та об'єм поверхонь, що труться, без суттєвих фізичних і хімічних змін), молекулярно-механічного (одночасний вплив молекулярних або атомарних сил на поверхню деталі), абразивного (в результаті ріжучої і шкрябуючих дії твердих тіл або частинок), втомлюваного (повторне деформування мікрооб'ємів матеріалу) та багато інших факторів, таких як порушення регулювань механізмів і систем деталей спряжень» [5].

«Строк служби деталі залежить від якості матеріалу, з якого вона виготовлена, її термічної і механічної обробки, точності збирання агрегатів машини, умов експлуатації та режимів роботи» [6].

«Дорожні та кліматичні умови, різка відміна режимів транспортних робіт обумовлюють часту зміну швидкостей, тривале використання понижених передач з високим ступенем використання великого крутного моменту, що призводить до різкої зміни температурного і навантажувального режимів роботи двигуна» [5].

Найголовнішим критерієм довговічності деталей – це втомлювана міцність. При цьому перевірочні розрахунки на опір втоми, як правило не виконують, але саме вони є головним критерієм, які дозволяють стверджувати про працездатність деталі. У сполученнях блоку циліндрів

діють наступні сили: кругова, радіальна та осьова, а також моменти – згинальний та крутний. Як відомо в даному агрегаті контактують циліндричні поверхні.

«При експлуатації блок циліндрів підлягає впливу різноманітних механічних навантажень, ударам, вібраціям, акустичним шумам та ін. Джерелом цих навантажень можуть бути, як робочі процеси, які відбуваються, так і взаємодія об'єкту з рельєфом (дорожнім, польовим, ґрунтовим та ін.), попадання пилу, продуктів зношування, вплив знакозмінних динамічних навантажень» [5].

«В умовах тривалих вібрацій проявляються ефекти втомленості матеріалів. Удари зумовлюють в елементах вузлів коливання у широкому спектрі частот, що може викликати на власних резонансних частотах більші амплітуди переміщення елементів і відкази деталей. Акустичні шуми за характером впливу подібні вібраціям і ударам, тільки у вищому діапазоні частот, які діють. Всі ці впливи перебувають у складній взаємозалежності і виявляються у вигляді механічної, теплової та хімічної енергій» [6].

Серед головних причин зношування спряжень є:

Підшипникові з'єднання. «Зношуються внаслідок попадання в зону роботи абразиву, продуктів зносу, тому що агрегат експлуатується у важких умовах, сприймаючи велику кількість різних знакозмінних навантажень. Великий вплив на знос має втома матеріалу. Опір коченню пояснюється деформаційним втратами в обоймі підшипника. Крім того, на них діють небажані радіальні та осьові навантаження. Аналіз роботи підшипників показав, що зношування поверхонь блоку і підп'ятника підшипника обумовлено втомлюваними процесами в їх поверхневих шарах, що відбувається в результаті силових взаємодій у процесі роботи, тим більше у важких польових умовах» [7].

Різьбові з'єднання. «Зношуються під дією вібрації. Найбільш небезпечна деформація для болтів, шпильок, це зминання і зріз, у даному випадку від крутного моменту, $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$. Різьба, у більшості випадків

зношується під дією вібраційних навантажень при роботі двигуна внаслідок пластичної деформації і втоми матеріалу, що призводить до зносу і навіть зриву витків різьби» [7].

2.3. Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється

«Блок циліндрів є основною корпусною деталлю й призначений для закріплення і монтажу на ньому всіх основних деталей і вузлів двигуна. У розточеннях блоку встановлені чотири гільзи циліндрів, що ущільнюються в нижній частині гумовими кільцями. Блок циліндрів має поздовжній масляний канал, від якого по поперечних каналах масло підводить до корінних підшипників колінчатого вала, форсункам охолодження поршнів і до шийок розподільного валу» [3]. Знизу блок циліндрів закритий масляним картером. До заднього торця блоку прикріплений лист, за допомогою якого дизель з'єднується з остовом трактора.



Рис.2.3. Блок циліндрів двигуна Д-240

Блоки автомобільних і тракторних двигунів поділяють на такі види: лінійні (для рядних двигунів) і V-подібні. Вони можуть бути з мокрими або з сухими гільзами, з сухими напівгільзами, без гільз. Крім того, блоки діляться на одно- і дворядні, а також - з нижнім і з верхнім розташуванням клапанів. Для більшості двигунів число циліндрів - від 2 до 12.

У малолітражних автомобільних двигунів блоки найчастіше лінійні - чавунні або алюмінієві з сухими напівгільзами і з верхнім розташуванням клапанів.

Товщини стінок і перегородок у чавунних блок-картерах становлять 5...8 мм. Стінки водяних сорочок роблять товщиною 4...7 мм. Допустиме коливання товщини стінок 1,5...2 мм. В алюмінієвих блоках товщина стінок на 1,5...2 мм більша, ніж у чавунних.

Обробка окремих елементів блоків виконується з високою точністю. Особливе значення має точність розмірів і форми дзеркала циліндрів (або посадкових пасків під гільзи), гнізд під вкладиші корінних опор. Важливим є також забезпечення правильного взаємного розташування зазначених поверхонь.

Блоки циліндрів двигунів виготовляють із сірого чавуну марок СЧ 18-36, СЧ 15-32, СЧ 21-40, СЧ 24-44 або алюмінієвого сплаву АЛ 4.

Блок циліндрів двигуна Д-240 (240-1002015А) виготовляють із чавуну СЧ 21-40. Хімічний склад у %: C=3,2...3,5; Cu=0,15...0,4; Si=7,0...8,5; S до 0,012; P до 0,2; Mn=0,6...0,8; Cr=0,3...0,45; Ni $\geq$ 0,12; Ti=0,03...0,06. Твердість даної виливки становить 170-241 НВ. Маса блоку циліндрів становить 96 кг.

«Блоки циліндрів являють собою складні виливки коробчатого типу з ребрами для підвищення твердості. Складна конфігурація, різна товщина стінок приводить до появи значних по величині залишкових ливарних напружень. Під дією цих напружень блоки піддаються деформації в різних напрямках» [3]. В результаті таких процесів, через певний час, протягом

якого відбудеться природне старіння блоку, він може втратити первісні розміри оброблених частин.

До залишкових ливарних напружень додаються напруги від затягування гайок та від дії тиску газів.

«Сумарні напруги можуть становити більше 100МПа. Такі напруги здатні викликати руйнування блоку. Найбільші напруги виникають у міжциліндрових перемичках під впливом залишкових ливарних, монтажних напружень і тиску газів» [3].

Виступ бурту гільзи циліндра над верхньою площиною блоку також впливає на величину напружень. «Затягування болтів кріплення викликає деформацію блоку. Підвищення міцності й надійності блоку забезпечується шляхом зменшення залишкових ливарних напружень, які становлять більше 50 % величини сумарних напружень, що виникають у блоці циліндрів» [3].

Небезпека високих сумарних напружень має особливе значення для блоків з відносно малою масою. Як до автомобільних, так і до тракторних двигунів пред'являється одне з головних вимог – мала маса. Це досягається головним чином за рахунок зменшення маси блоку двигунів.

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

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

Блок циліндрів працює в умовах високих температур. Більшість оброблених поверхонь піддаються механічному зношуванню. Відповідно до цього основними дефектами блоку циліндрів є:

- «- відхилення від площинності поверхні прилягання до голівки циліндрів;

- тріщини в перемичках між посадковими місцями під гільзи й пробійни в стінках водяної сорочки;

- зношування поверхонь отворів під втулки розподільного валу, під вкладиші корінних підшипників, під палець проміжного зубчастого колеса, овальність і конусоподібність отворів;
- зношування поверхонь під кришки корінних підшипників;
- ушкодження різьбових отворів;
- зношування посадкових місць під посадкові паски гільз циліндрів;
- відхилення від співвісності поверхонь отворів під вкладиші колінчастого валу щодо крайніх опор і поверхонь отворів під втулки розподільного валу;
- зношування торцевої поверхні гнізда під бурт гільзи циліндра» [3].

«Причини виникнення даних дефектів – складні умови роботи блоку циліндрів: великі навантаження, втомлювальне руйнування, кавітаційне руйнування, вплив високих температур, а також механічні ушкодження при неправильній експлуатації, обслуговуванні й ремонті» [5].

«Для попередження виникнення даних дефектів необхідно дотримувати правил експлуатації, використовувати тільки якісні технологічні рідини, не піддавати двигун надмірно високим навантаженням» [5].

2.4. Причини зношування блоку циліндрів

При експлуатації зношування всіх деталей тертя двигуна є природнім незбіжним процесом.

При цьому основний інтерес представляють зноси деталей, що лімітують моторесурс двигунів. До таких деталей, в першу чергу, відносяться базові деталі: колінчастий вал і блок циліндрів, а також деталі, зноси яких особливо впливають на експлуатаційні показники двигуна, а їх заміна пов'язана зі значною трудомісткістю (вкладиші колінчастого вала, гільзи циліндрів, поршні і поршневі кільця).

Внутрішні поверхні, на яких обертаються підшипники зношуються не

тільки за рахунок дії сили тертя ковзання, а і в результаті механічної дії. Опір ковзанню пояснюється деформаційними витратами у твердому тілі, внутрішніх поверхонь. При терті ковзання відбувається прослизання поверхонь. У випадку твердих тіл деформації поверхонь невеликі, і окисні плівки, що є на поверхні тертя, не піддаються значним руйнуванням. Ковзання поверхонь при цьому проходить не по металу, а по окисним плівкам, що можуть зношуватися. Сила тертя в сполученнях блоку циліндрів при великих швидкостях залежить від наявності в'язкості мастила, тертя, шорсткості поверхні і інших чинників. У даному випадку має місце зношування механічне, утом матеріалу і динамічні навантаження. Відбувається процес руйнування поверхонь деталі в результаті дії високих знакозмінних навантажень, що призводять до виникнення тріщин водяної рубашки від втоми матеріалу і інше.

«Сила тертя в сполученні також збільшується у випадку технологічних і монтажних похибок, підвищених швидкостей і при терті в ущільненнях. Значення коефіцієнтів тертя в деяких видах сполучень блоку циліндрів знаходяться в діапазоні 0,055...0,10. Зокрема, для об'єктів сільськогосподарського виробництва основними дестабілізуючими кліматичними факторами є: вплив тепла і холоду, відносна вологість повітря, роса та обмерзання, пил і пісок, сонячна радіація та ін.» [7].

Відповідно до вище перерахованих умов, головним видом зношування є механічне, стирання металевих пар в наслідок чого зазор буде збільшуватися за рахунок зміни (зменшення) геометричних розмірів деталей протягом тривалої роботи сполучень.

Найбільш характерними дефектами блоку циліндрів є: тріщини поверхонь. В основному тріщини утворюються на стінках водяної рубашки, в перемичках між отворами під гільзи циліндрів, котрі можуть проходити і через різьбові отвори та в інших місцях. При наявності тріщин подальша експлуатація блока стає неможливою і блок піддається ремонту.

Короблення площин прилягання до головок блоку циліндрів,

проявляється у вигляді зміни геометричних параметрів поверхні вище допустимих значень.

Різьбові з'єднання сприймають напруження розтягування, стискання, здвигу. Це призводить до пошкодження різьби шпильок і отворів, може викликати перегрів двигуна.

У водяній рубашці блока циліндрів з'являється накип і відкладення, тріщини і внутрішні обломи її кромek, а також корозія металу під впливом води і повітря, що попадає туди.

Знос посадочних місць під борт гільзи циліндрів може досягати 0,03 мм. Знос посадочних поверхонь під втулки розподільчого вала і під вкладиші корінних підшипників, а також ряд інших дефектів, що проявляються у вигляді зміни розмірів.

«Поступова зміна геометричних розмірів тіла при терті, що виявляється у від'єднанні з поверхнею тертя матеріалу або його пластичної деформації називається процесом зношування. Головним видом зношування в сполученні блоку циліндрів є механічний вид зношування» [7].

«Взаємодія сполучених поверхонь при зовнішньому терті локалізована в дуже тонких поверхневих шарах контактуючої пари. Фізико-механічні і хімічні властивості цих шарів відрізняються від аналогічних властивостей основного матеріалу тіл. Ця різниця пояснюється, в основному, змінами у поверхневих шарах, які відбулися в процесі механічної дії тертя» [7].

«Складність процесів, які відбуваються при контактуванні тіл, призводить до виникнення різних теорій зовнішнього тертя. Найбільшого розвитку набула молекулярно-механічна теорія, запропонована І.В.Крагельским. Вона базується на уявленні про двоїсту (молекулярно-механічну) природу тертя і дискретність контакту внутрішньої поверхні з зовнішньою» [7].

«Розгляд контактування поверхонь блоку циліндрів з позиції молекулярно-механічної теорії дає таке уявлення про механізм протікання цього процесу» [7].

«Внаслідок неминучої наявності макро і мікровідхилень та хвилястості поверхонь сполучень, їх взаємне зіткнення відбувається не по номінальній площі $A_{\text{ном}}$, а тільки по її частині. У зіткнення звичайно входять найвищі мікронерівності, сумарна площа контакту, тобто фактична $A_{\text{факт}}$. Внаслідок деформацій мікронерівностей поверхонь утворюються плями дотику, які становлять контурну площу дотику $A_{\text{кон}}$. Фактична площа контакту дорівнює сотим чи десятим часткам відсоткам від номінальної площі, а контурна – кільком відсоткам. При переміщенні однієї поверхні відносно плями дотику переміщуються, зникають, знову з'являються. Взаємодія виступів, що утворюють плями дотику поверхонь сполучення, називають фрикційним зв'язками. Виникнення і порушення цих зв'язків з двоїстою молекулярно-механічною природою і визначає процес зношування поверхонь блоку циліндрів» [7].

«Складність вивчення та розгляду процесу зношування полягає в тому, що утворення й руйнування фрикційних зв'язків супроводжуються так званими похідними процесами, виникненням локальних температур, адсорбційним насиченням елементами з навколишнього середовища та від контртіла, хімічною взаємодією (окисленням) тощо. Незважаючи на складність й різноманітність процесів, що впливають на зношування поверхонь, основними, які переважають у даних умовах тертя, є процес механічного зношування в результаті механічної дії. Руйнування поверхневого шару поверхонь блоку циліндрів відбувається в результаті силового впливу з боку внутрішнього середовища – деталей, які рухаються відносно нього» [7].

2.5. Технологічний процес дефектації блоку циліндрів

До основних дефектів блоків двигунів відносяться: знос або задирок внутрішньої поверхні гільзи або блоку, тріщини і відколи різного характеру і розташування; зношування гнізд під вкладиші корінних підшипників, отворів

у втулках розподільного вала, торцевих поверхонь корінного опори під напольгливий підшипник; уламки болтів або шпильок; зрив або зношування різьблення в отворах.

Характерні дефекти гільз: тріщини, зношення робочої поверхні, корозійні та кавітаційні пошкодження посадкових поясів. Тріщини і ослаблення вставки є дефектами, за яких гільзи циліндрів вибраковуюються.

Дефекти блока циліндрів двигуна Д-240 визначаються керівництвом з капітального ремонту деталей і вузлів двигуна. У табл. 2.2 наведено основні дефекти деталі.

Таблиця 2.2 - Технологічна карта дефектації блока циліндрів двигуна Д-240

Позиція на ескізі	Найменування дефекту	Способи виявлення дефекту і засоби контролю	Розміри, мм		Висновок
			по кресленню	допустимі без ремонту	
1	2	3	4	5	6
1	Тріщини на стінках водяної сорочки	Огляд	Не допускається		Бракувати
2	Забоїни і задирки на торцевій поверхні гнізда під бурт гільзи	Огляд	Не допускається		Бракувати
3	Зрив або знос різьблення під болти кріплення головки	Огляд	Не допускається		Ремонтувати
4	Знос торцевої поверхні гнізда під верхній бурт гільзи циліндра	Огляд	Не допускається		Ремонтувати
5	Знос верхніх посадкових місць під гільзи циліндрів	Нутромір НИ100-160 ГОСТ 9244-83	126 ^{+0,106} _{+0,043}	126,2	Ремонтувати
6	Знос посадкового місця під нижній пасок гільзи циліндрів	Нутромір НИ100-160 ГОСТ 9244-83	126 ^{+0,106} _{+0,043}	126,2	Ремонтувати

Продовження табл.2.2

7	Знос поверхні отвору під штовхачі	Нутромір НИ 18-50 ГОСТ 9244-89	$\varnothing 25^{+}$ 0,052	25,3	Ремонтувати
8	Знос поверхонь отворів під шейки розподільного вала	Пробка 50,04 ГОСТ 2015-80	$\varnothing 50^{+}$ 0,027	50,04	Ремонтувати
9	Відхилення від співвісності отворів втулок	Пристосування	Не допускається		Ремонтувати
10	Відхилення від овальності отворів втулок	Нутромір НИ 18-50 ГОСТ 9244-89	Не допускається		Ремонтувати
11	Відхилення від площини поверхонь прилягання під головку циліндрів	Пристосування	Не допускається		Ремонтувати
12	Знос поверхні під втулку розподільного вала в блоці циліндрів	Пробка 60,05 ГОСТ 2015-80	$\varnothing 60^{+}$ 0,03	$\varnothing 60,05$	Ремонтувати
13	Знос корінних опор	Нутромір 50-100 ГОСТ 9244-85	$\varnothing 81^{+}$ 0,022	$\varnothing 81,05$	Ремонтувати
14	Відхилення від співвісності корінних опор	Пристосування	-	-	Ремонтувати
15	Відхилення від овальності корінних опор	Пристосування	-	-	Ремонтувати

2.6. Характеристика дефектів та складання технологічного маршруту відновлення блоку циліндрів

До найбільш частих дефектів блоку циліндрів, що зустрічаються на практиці слід віднести:

«- тріщини між посадочними отворами під гільзи циліндрів;

- тріщини та пробоїни в стінках водяної рубашки;
- знос посадочних отворів під гільзи циліндрів;
- обломи шпильок і болтів у різьбових отворах;
- знос різьблення в різьбових отворах;
- протікання води та мастила по технологічних заглушках і пробкам;
- знос бронзової втулки передньої опори розподільчого валу;
- послаблення посадки під шпильки закріплення головки циліндрів і кришок корінних підшипників» [8].

З досвіду експлуатації можна зазначити, що деталі машини не можуть бути рівномірними, тому і їх зношування не виникає одночасно. З цих міркувань для відновлення деталей і вузлів агрегатів доцільно застосувати маршрутну технологію, яка є більш сучасною формою організації ремонтного виробництва. Така технологія дозволяє направляти деталі, що відновлюються, за різними маршрутами в залежності від виду і величини зношування, застосовувати пристосування з максимальним коефіцієнтом завантаження, а також прогресивні технологічні процеси відновлення деталей, які підвищують економічні показники ремонту двигуна.

Складені маршрути відновлення блоку циліндра двигуна Д-240 представлені в табл.2.3.

Найбільш часто зустрічаються дефекти, які містять у маршруті №2. Тому саме для таких дефектів будемо складати технологічний процес відновлення деталі.

Таблиця 2.3 – Можливі маршрути відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240

Найменування дефекту	Маршр. №1	Маршр. №2	Маршр. №3	Маршр. №4
1	2	3	4	5
1.Тріщини на стінках водяної сорочки		+	+	
2.Забоїни і задирки на торцевій поверхні гнізда під бурт гільзи			+	
3.Зрив або знос різьблення під болти кріплення головки	+	+		+
4.Знос торцевої поверхні гнізда під верхній бурт гільзи циліндра	+			+
5.Знос верхніх посадкових місць під гільзи циліндрів	+			+
6.Знос посадкового місця під нижній пасок гільзи циліндрів			+	
7.Знос поверхні отвору під штовхачі	+	+	+	
8.Знос поверхонь отворів під шийки розподільного вала		+		
9.Відхилення від співвісності отворів втулок				
10.Відхилення від овальності отворів втулок				
11.Відхилення від площини поверхонь прилягання під головку циліндрів		+		
12.Знос поверхні під втулку розподільного вала в блоці циліндрів		+		
13.Знос корінних опор		+		

Продовження табл.2.3

1	2	3	4	5
14.Відхилення від співвісності корінних опор				
15.Відхилення від овальності корінних опор				

2.7. Технічні вимоги при відновленні блоку циліндрів

У технічних умовах на відновлення блоку циліндрів зазначено висунуті наступні вимоги:

«- овальність і конусоподібність поверхонь під вкладиші корінних підшипників не більше 0,014 мм;

- овальність і конусоподібність поверхонь під вкладиші розподільного вала не більше 0,015 мм;

- неплоскостність поверхні прилягання до головки циліндрів не більше 0,2 мм на всій довжині;

- неплоскостність поверхні прилягання нижнього картера не більше 0,05 мм на всій довжині й 0,05 на довжині 50 мм;

- неперпендикулярність осі поверхонь під вкладиші корінних підшипників щодо поверхні прилягання картера зубчастих коліс не більше 0,015 мм» [3];

«- неперпендикулярність осі поверхонь під посадкові паски гільз циліндрів щодо торцевої поверхні під бурт гільзи не більше 0,04 мм на довжині 200 мм;

- непаралельність поверхні прилягання головки циліндрів щодо поверхонь під вкладиші корінних підшипників не більше 0,05 мм;

- взаємна неперпендикулярність поверхонь прилягання головки циліндрів і прилягання картера зубчастих коліс не більше 0,1 мм на довжині 100 мм;

- загальна вісь поверхонь під посадкові паски гільз циліндрів повинна лежати в площині минаючої через вісь поверхні під вкладиші корінних підшипників» [3];

«- відносне биття поверхонь під посадкові паски гільз циліндрів допускається не більше 0,02 мм;

- забоїни на поверхні під вкладиші корінних підшипників не допускаються;

- всі різьблення повинні бути чистими, без забоїн, викрашувань і зриву більше 2 ниток;

- биття середніх корінних опор щодо крайніх не більше 0,015 мм;

- після усунення тріщин у перемичках між посадковими місцями під паски гільз, тріщин і пробоїн у стінках водяної сорочки блок циліндрів піддати гідровипробуванню під тиском 0,6 МПа протягом однієї хвилини» [3].

Висунуті вимоги до відновлення деталей вимагають детально та обґрунтовано підійти до питання вибору раціонального способу відновлення. Отож, більш детально зупинимосся на аналізі відомих технологій відновлення блоку циліндрів.

2.8. Відомі методи і технології відновлення блоку циліндрів

Відновлення чавунних блоків заводиться з виконання слюсарних операцій з ліквідації тріщин, обломів і пробоїн. Під час відновлення чавунних блоків зварюванням розглядаються різні методи. Ліквідація окремих ушкоджень передбачає використання специфічних технік і підходів. Зазвичай, зварювання чавунних блоків циліндрів в холодному стані вважається найбільш відповідальним, хоча існують виняткові випадки, коли використовується підігрів або робота в гарячому стані. Зварювання використовується широко через свою високу якість порівняно з іншими методами. Утворення тендітних ледебуритних і мартенситних структур у зоні

сплавки, які можуть призвести до високих напружень і, відповідно, до виникнення тріщин, залежить від хімічного складу зварювальних матеріалів і режимів зварювання, а також від особливостей конструкції деталі. Суттєві складності можуть виникнути при заварюванні тріщин у місцях змінного перетину, які піддаються високому термічному та динамічному навантаженням.

Забезпечення герметичності швів зварюванням може бути важким завданням, тому в процесі відновлення блоків циліндрів рекомендується використовувати різноманітні методи, такі як зварювання у поєднанні з пайкою, використанням епоксидних смол або відновленням за допомогою електродів різних марок.

Важливо зазначити, що метод відновлення за допомогою епоксидних смол є перспективним та може бути використаний для закладення тріщин без необхідності зварювання. Це дає можливість здійснювати ремонт із використанням альтернативного підходу, який може бути більш простим та менш трудомістким у виконанні.

Для досягнення високої якості відновлення використовується електродугове зварювання з використанням електродів з монель-металу. Однак такі електроди є досить рідкісними, тому для економії вартісних матеріалів застосовується комбінований метод зварювання. Якість відновлення перевіряється шляхом випробування блоку циліндрів на герметичність.

У разі пробоїв водяної сорочки в стінках циліндрів застосовується метод гільзування циліндрів. Для забезпечення герметичності перед запресовуванням гільзи, поверхні циліндрів вище й нижче пробоїни покриваються епоксидним складом, попередньо знежирюючи їхню поверхню. Цей підхід забезпечує якісне відновлення блоків з пробоями, що розташовані не менше, ніж на 10 мм від нижнього краю гільзи циліндра. Також цим же методом відновлюються блоки циліндрів з тріщинами в отворах під штовхачі та напрямники клапанів. Для отворів з тріщинами, які

не виходять на краї, після очищення та знезирення поверхні, в них запресовуються спеціальні ремонтні втулки, попередньо покриті епоксидною композицією. Для забезпечення кращого зчеплення на поверхні втулок роблять дві кільцеві та дві спіральні перехресні канавки. Після висушування та гідравлічного випробування блоки циліндрів відправляються на усунення інших дефектів.

Існуючі методи закладення тріщин і пробоїн у водяній сорочці блоку циліндрів, які в основному полягають у зварюванні тріщин, дійсно забезпечують високу якість ремонту, але вони є витратними та вимагають високого рівня кваліфікації зварників. Пропонується до застосування епоксидні композиції для закладення тріщин, що забезпечує герметичність водяної сорочки блоку. В порівнянні з зварюванням, цей метод має значно менші витрати і більш доступну вартість. До переваг цього підходу також можна віднести те, що він не вимагає впливу високих температур на блок, що особливо важливо для чавунних корпусних деталей.

Для виправлення зношення та кавітаційних раковин на нижніх посадкових пасках під гільзу циліндра, часто використовується розточування на вертикально-розточувальних верстатах. Під час цього процесу, створюється додаткове ремонтне кільце з готовою канавкою під гумове ущільнення, або можливе закладання гільзи на епоксидний компаунд.

Для відновлення блоків циліндрів зі зношеними постелями корінних підшипників застосовують кілька методів. Наприклад, це розточування до номінального розміру гнізд підшипників за рахунок зсуву осі отворів та підпилювання опорних торців кришок. Цей метод має кілька недоліків: зсув осі колінчастого валу, що призводить до зміни ступеня стиску та нерівномірності втулок розподільного валу; невідповідність осей колінчастого валу та провідного валу, що потребує додаткового наплавлення та розточування отвору в картері зчеплення під фланець кришки підшипника провідного валу, а також неможливість повторного ремонту блоку циліндрів за допомогою цього методу.

Методом ефективного відновлення зношених гнізд корінних підшипників є використання алмазного хонінгування. Ця технологія розроблена для автомобільних блоків двигунів, але її можна застосувати і до інших двигунів з чавунними блоками. Процес полягає в попередньому шліфуванні площин з'єднання кришок гнізд корінних підшипників на глибину від 0,08 до 0,12 мм. Потім блок циліндрів збирають і піддають хонінгуванню за допомогою довгої головки, що дозволяє одночасно обробляти всі отвори та забезпечити їхню співвісність. Для цього використовується верстат мод.3А84. Цей метод ефективний для блоків циліндрів, зношування і неспіввісність яких не перевищують 0,05 мм. Якщо ж неспіввісність і знос гнізд корінних підшипників перевищують 0,20 мм, рекомендується використання методу електролітичного залізнення.

Існують декілька методів відновлення зношених гнізд корінних підшипників з використанням епоксидних складів: розмірний метод і метод з подальшим розточуванням.

Розмірний метод полягає в наступному: блок циліндрів з зношеними гніздами попередньо розточують так, щоб товщина шару полімеру після нанесення була від 0,4 до 0,6 мм. Після очищення поверхні від жиру на неї наносять епоксидний склад, встановлюють борштангу і затискають її кришками. Борштангу, діаметр якої відповідає розміру гнізд, попередньо очищають і покривають розділовим шаром, що складається з 96% бензину і 4% поліізобутилену. Щоб запобігти витіканню полімеру, на борштангу встановлюють ущільнювальні кільця. Для точного позиціювання борштанга фіксується по осі колінчастого валу за допомогою кондукторних пластин, закріплених з торців блоку. Після затвердіння полімеру борштангу знімають, а поверхню очищають від залишків поліізобутилену та полімеру. Подальша механічна обробка не потрібна.

Метод з подальшим розточуванням полягає в наступному: після нанесення та затвердіння епоксидного складу без використання борштанги відновлені гнізда піддають розточуванню до необхідного розміру.

Для відновлення отворів під втулки розподільчого валу ефективним є метод встановлення сталевих кілець. Процес складається з наступних етапів:

1. Розточування посадкового отвору до шорсткості $R_z = 20 \dots 10$ мкм.
2. Зняття заходної фаски розміром $0,5 \times 45^\circ$.
3. Виготовлення втулки зі сталеві стрічки.
4. Знежирення поверхонь отвору та втулки.
5. Приготування епоксидного складу.
6. Нанесення епоксидного складу на поверхню отвору.
7. Встановлення втулки в отвір.
8. Розкочування втулки.
9. Розточування отвору до номінального розміру.

Альтернативний метод не використовує епоксидного складу. У цьому випадку в посадковому отворі нарізається гвинтова канавка. Цей метод забезпечує вищу точність, хоча й потребує більших матеріальних витрат. Він вважається більш ефективним через забезпечення максимальної точності відновлення.

При ремонті різьбових отворів використовуються наступні методи усунення дефектів:

- заварювання отворів з подальшим свердлінням і нарізуванням нової різьби;
- встановлення ввертиша;
- свердління нових отворів і нарізування різьби в нових місцях;
- встановлення різьбових спіральних вставок.

Для усунення неспіввісності отворів під втулки розподільчого валу та корінні підшипники рекомендується використовувати метод розточування.

2.9. Вибір раціонального способу відновлення деталі

«Одним із підходів до вибору раціонального способу відновлення є застосування технологічного, технічного та економічного критеріїв» [2].

«Технологічний критерій визначає можливість застосування різних методів відновлення, враховуючи конструктивно-технічні особливості деталей або певних груп деталей» [2]. Серед цих особливостей слід відзначити:

- геометричну форму і розміри деталі;
- матеріал, з якого виготовлена деталь;
- термічну або іншу поверхневу обробку;
- твердість матеріалу;
- шорсткість поверхні та її точність;
- характер навантаження на деталь;
- вид тертя та зношування, яке відбувається;
- величину зношування деталі.

На підставі параметрів можна обрати раціональний метод відновлення, який буде найбільш ефективним і довговічним для конкретної деталі або групи деталей.

Критерій довговічності дозволяє оцінити кожний метод усунення дефектів з точки зору його впливу на властивості поверхні деталі з метою її відновлення або зміцнення. Це виконується з урахуванням достатньої твердості, зносостійкості і зчеплення покриття відновленої деталі, що забезпечує працездатність на тривалий термін.

Так окремо для кожного способу відновлення можна визначити коефіцієнт довговічності за наступною залежністю:

$$K_d = K_i \cdot K_v \cdot K_c,$$

де K_i – коефіцієнти зносостійкості;

K_v – коефіцієнти витривалості;

K_c – коефіцієнти зчеплення покриттів.

Цілком зрозуміло, що чим більше коефіцієнт довговічності, тим більше терміну служби деталей в експлуатації. Таким чином, найбільш раціональним буде спосіб, для якого K_d буде max.

Розглянемо вибір раціонального способу відновлення дефекту блоку циліндрів – знос постелі корінних підшипників.

Для електроконтактного наварювання металевої стрічки коефіцієнт довговічності дорівнює:

$$K_{\partial} = 0,90 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 0,81$$

При розточування постелі корінних підшипників під встановлення вкладишів ремонтного розміру коефіцієнт довговічності дорівнює:

$$K_{\partial} = 0,95 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 0,86$$

При розточуванні постелі корінних підшипників під номінальний розмір коефіцієнт довговічності дорівнює:

$$K_{\partial} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,00$$

При встановленні металевої стрічки на штифти коефіцієнт довговічності дорівнює:

$$K_{\partial} = 0,90 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 0,81$$

Проведені розрахунки дозволяють стверджувати, що розточування постелі корінних підшипників під номінальний розмір з переносом їхньої осі в глиб циліндрів є найбільш раціональним способом відновлення оскільки коефіцієнт довговічності дорівнює 1,00. Тобто післяремонтний ресурс відновленої деталі дорівнює ресурсу нового виробу.

Для інших дефектів блоку циліндрів виконуємо аналогічні розрахунки.

Закладення тріщин пропонується виконувати за допомогою епоксидних композицій. Така технологія забезпечить герметичність водяної сорочки блоку та економічність.

2.10. Проектування технологічного процесу відновлення блоку циліндрів

Ремонтні підприємства рекомендують розпочати безпосередній ремонт блоку циліндрів з відновлення різьбових отворів. Метод використання різьбових спіральних вставок полягає в розширенні дефектного отвору та

нарізанні нової різьблення більшого розміру. Після цього відповідна спіральна вставка встановлюється в підготовлений отвір, технологічний повідець видаляється. Останнім етапом операції є прогонка внутрішньої різьби вставки мітчиком.

Далі потрібно відновити отвір під втулку під шийки розподільного вала. Це досягається шляхом пресування втулок і подальшого розточування їх до номінального розміру на спеціальному верстаті.

Далі – відновлюються постелі корінні підшипники. Ця операція починається з відкриття кришок підшипників та знімання їх. Потім проводимо шліфування торцевих поверхонь до глибини від 0,2 до 0,3 мм. Після цього кришки знову монтуємо на блок циліндрів, виконуючи одночасно розточування всіх посадкових місць на агрегатному верстаті з використанням борштанги. Після процедури розточування постелі корінних підшипників піддаються хонінгуванню за допомогою спеціальної головки на хонінгувальній установці, яка дозволяє обробити всі п'ять постелей одночасно.

Після закінчення операції з відновлення постелі необхідно також відновити посадкові місця для втулок розподільного валу. Це включає розточування поверхонь отворів і запресовування втулок ремонтного розміру.

Відновлення посадкових пасків під гільзи циліндрів здійснюється таким чином: спочатку розточуємо паски для установки кільця, після чого запресовуємо кільце і розточуємо його до номінального розміру.

Після відновлення посадкових місць для гільз необхідно усунути зношення поверхонь отворів під штовхачі. Це виконується так: спочатку зенкуємо отвір під штовхачі, а потім розгортаємо його. Після цього у підготовлений отвір запресовуємо втулки, які ми також зенкували й розгортали, до номінального розміру.

Закладення тріщин виконуємо використанням епоксидного складу.

В подальшому необхідно прошліфувати привалочні поверхні під під головки блоку циліндрів та виконати контроль проведених операцій з відновлення.

Розроблений технологічний процес відновлення гільзи циліндрів представлено в табл. 2.4.

Таблиця 2.3 – Змість операцій технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240

№ опер.	Назва операції	Зміст операції
1	2	3
005	Слюсарна	Дефектувати деталь, що відновлюється (блок циліндрів)
010	Калібрувальна	Виконати калібрування різьбових отворів
015	Свердлильна	Розсвердлити дефектні різьбові отвори
020	Слюсарна	Встановити спіральні різьбові вставки
025	Слюсарна	Перепресувати втулки розподільчого валу
030	Розточувальна	Розточити втулки розподільчого валу
035	Шліфувальна	Шліфувати торці кришок корінних підшипників

Продовження табл.2.3

1	2	3
040	Розточувальна	Розточити отвору під вкладиші корінних підшипників
045	Хонінгувальна	Хонінгувати отвори під вкладиші корінних підшипників
050	Розточувальна	Розточити отвори під втулки розподільчого валу
055	Слюсарна	Запресувати втулки ремонтного розміру
060	Свердлильна	Зенкувати отвір в блоці під втулки штовхачів з подальшим розгортанням
065	Слюсарна	Запресувати втулки
070	Свердлильна	Зенкувати отвору в блоці під втулки штовхачів з подальшим розгортанням
075	Слюсарна	Закрити тріщини в стінках водяної сорочки
080	Шліфувальна	Шліфувати привалочну площину
085	Контрольна	Виконати контроль відновлення

2.11. Обґрунтування вибору установочних баз при виконанні технологічних операцій відновлення блоку циліндрів

Точність відновлення деталі багато в чому залежить від правильного вибору установчих баз. Установчі бази слід розрізняти на основні і допоміжні.

Основною базою служать поверхні деталі, які здатні забезпечити при складанні вірне положення всіх деталей агрегату, що ремонтується.

Процес відновлення різьбових отворів починається з розсвердлювання цих отворів на вертикально-свердлильному верстаті. Блок циліндрів підтримується так, щоб його площина прилягання до нижнього картера відповідала площині прилягання головок циліндрів зверху. Для

цього блок установлюється у спеціальне пристосування для розточення отворів під паски гільз.

При ремонті тріщин може використовуватися будь-яка поверхня блоку як база, оскільки закладення здійснюється вручну, що дозволяє забезпечити зручне розташування для відновлення.

Під час обробки отворів під втулки розподільного вала, отворів для втулок розподільного вала, отвору під палець проміжної шестірні та площини під вкладиші корінних підшипників, а хонінгування отворів для вкладишів корінних підшипників, як базу використовуються площини прилягання головок циліндрів. Блок циліндрів закріплюється в пристосуванні за допомогою привалочних площин на спеціальному верстаті. Привалочна площина повинна бути попередньо піддана шліфуванню. Під час обробки її в якості бази використовується площина прилягання нижнього картера.

Під час обробки отворів під посадкові паски гільз блок циліндрів слід орієнтується за поверхнею прилягання нижнього картера. Блок закріплюється на спеціальному пристосуванні для розточування отворів під посадкові паски гільз.

Відсутність відповідних технологічних баз може призвести до розхилення координатних розмірів при відновленні деталей. При обробці технологічних баз слід звернути увагу до необхідності забезпечення високої точності відповідно до вимог технічних стандартів для виготовлення та ремонту блоків циліндрів.

2.12. Обґрунтування вибору технологічного обладнання, ріжучого і контрольно-вимірювального інструменту при відновленні блоку циліндрів

При виборі технологічного обладнання для виконання операцій технологічного процесу відновлення блоку циліндрів керується наступними вимогами:

- «1. Відповідність основних розмірів обладнання розмірам оброблюваної деталі;
2. Відповідність продуктивності обладнання якості деталей, що підлягають обробці протягом року;
3. Мінімальні часові витрати на обробку.
4. Мінімальні витрати на виробництво.
5. Необхідність використання наявного обладнання» [5].

Ці вимоги допомагають забезпечити ефективне та економічно обґрунтоване використання обладнання для відновлення деталей.

Різальний інструмент повинен забезпечити необхідну точність та шорсткість оброблених поверхонь із забезпеченням максимальної продуктивності обробки.

Контрольно-вимірювальний інструмент повинен забезпечити необхідну якість та точність відновлення деталі.

У відповідності до розробленого технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240 виконуємо вибір технологічного обладнання, матеріалів для відновлення, різального і контрольно-вимірювального інструментів (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Технологічне обладнання, матеріали для відновлення, різальний контрольно-вимірювальний інструменту для виконання операцій технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240

Продовження табл.2.4

№ од.	Найменування і марка обладнання	Найменування, марка інструменту і ремонтних матеріалів	Найменування, марка контрольно- вимірювального інструменту
1	2	3	4
005			штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1; пробки різьбові; лінійка; набір щупів; нутроміри індикаторні
010	кантувач		мітчик 2620-1619,2, вороток 6910-0042, пробка 8221-3067 5Н
015	верстат радіально- свердлильний 2М55	свердло	штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1
020	комплект пристосувань ПИМ- 5331 ГОСНІТІ	молоток 7850-0104; мітчик 2620-1575.2; вороток 6910-0042	штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,01; пробка 8221- 3075 5Н

Продовження табл.2.4

1	2	3	4
025	верстат ОРГ 5365	пристосування для перепресування втулок, свердло 2300-7016	нутромір 50-100; штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,10
030		борштанга для розточування отворів втулок розподільчого вала різець 2142-0147 ВК8	нутромір НІ 100-160-1
035	верстат радіально- свердлильний 2М55	круг шліфувальний ПП40×10×10 24А10ПСТ1-С1К5 35 м/с 1 кд.А	
040	верстат агрегатно- розточний 11А873	різець ВК6М 2142- 0091, борштанга для розточування корінних опор	нутроміри 50-100 і 100- 160-1
045	установка для хонінгування 014-24	алмазні бруски АСВ 80/63 100МВ1	нутроміри 50-100 і 100- 160-1
050	верстат агрегатно- розточний 11А873А	борштанга для розточування отворів втулок розподільчого валу; різець 2142-0147 ВК8	нутромір НІ 100-160-1

2.13. Розрахунок та вибір технологічних режимів, а також норм часу операцій виконання технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна

Для прикладу, розрахуємо режими обробки та норму часу для виконання операції 015 – Свердлильна

Операція 015 – Свердлильна

Виходячи із змісту операції обираємо діаметр свердла 20 мм, для якого подача згідно [10] згідно $S=0,3$ мм/об. Коректуємо дані з технічною характеристикою верстата 2A55 та остаточно визначаємо $S=0,2$ мм/об.

Припуск на операцію 015 визначаємо за формулою

$$h = \frac{(d_1 - d)}{2},$$

де d, d_1 – діаметр до і після обробки, мм.

Таким чином, припуск дорівнює

$$h = \frac{(18 - 16)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

За прийнятою подачею і діаметра свердла згідно [10] приймаємо швидкість різання $V_p=22$ м/хв.

Знайдемо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D},$$

де V_p – швидкість різання, м/хв;

D – діаметр свердла, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 22}{3.14 \cdot 18} = 389,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Таким чином, приймаємо наступне значення частоти обертання $n=350$ хв^{-1} .

Визначаємо швидкість різання

$$V_p = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000}.$$

Підставляючи діючи значення, маємо

$$V_p = \frac{350 \cdot 3.14 \cdot 18}{1000} = 19,8 \text{ м/хв.}$$

Основний час на для операції 015 визначаємо наступним чином:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

або

$$T_o = \frac{60 \cdot 1}{350 \cdot 0.2} = 0,36 \text{ хв.}$$

За даними [10] приймаємо допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T_{д1}=0,95 \text{ хв.},$$

а також допоміжний час, що пов'язаний із проходом $T_{д2}=0,6 \text{ хв.}$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_e + T_d \quad (2.7)$$

$$T_{оп} = 0,36 + 0,11 = 0,47 \text{ хв.}$$

Розрахуємо додатковий час:

$$T_{\partial} = T_{он} \frac{T_{об} + T_{отд}}{100}$$

де $T_{об}$, $T_{отд}$ – час на обслуговування робочого місця та відпочинок і природні потреби, %

$$T_{\partial} = 0,47 \frac{2+6}{100} = 0,376 \text{ хв.}$$

Визначаємо за [12] підготовчо-заключний час, $T_{пз}=3,2 \text{ хв.}$

Розраховуємо штучний час:

$$T_{шт} = T_e + T_{\partial} + T_{доо};$$

$$T_{шт} = 0,36 + (0,95+0,6) + 0,376 = 2,3 \text{ хв.}$$

Встановимо штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}$$

де n – число деталей у партії.

Таким чином, маємо

$$T_{шт.к} = 2,3 + 3,2/1 = 5,5 \text{ хв.}$$

Інші операції технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240 розраховуємо аналогічно. Результати розрахунків наведені в табл.2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок норм часу виконання технологічного процесу відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240

№ операції	Найменування операції	Норма часу, хв
005	Слюсарна	4,63
010	Слюсарна	20,4
015	Свердлильна	5,5
020	Слюсарна	19,8
025	Слюсарна	12,7
030	Токарна	11,86
035	Шліфувальна	12,55
040	Токарна	13,47
045	Хонінгувальна	17,23
050	Токарна	16,56
055	Слюсарна	10,12
060	Свердлильна	32,72
065	Слюсарна	12,8
070	Свердлильна	31,86
075	Зварювальна	5,02
080	Термічна	36,4
085	Слюсарна	2,33
090	Шліфувальна	15,2

3. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Організація технологічного процесу слюсарно-механічної дільниці

«Дільниця призначена для ремонту деталей слюсарно-механічною обробкою. На цій дільниці виконують роботи по відновленню відносно простих деталей, а також для виготовлення деяких деталей нетоварної номенклатури (додаткових ремонтних, простих валів та осей)» [14].

Верстатні і слюсарні роботи являють собою часто кінцевими при виготовленні та відновленні деталей, тому слюсарно-механічна дільниця отримує заготовки зі складу матеріалів, з зварювально-наплавлювальної, ковальської та інших дільниць підприємства. Після обробки деталі надходять на дільниці комплектування або на пости збирання. Технологічний процес зв'язків слюсарно-механічної дільниці наведено на рис. 3.1.

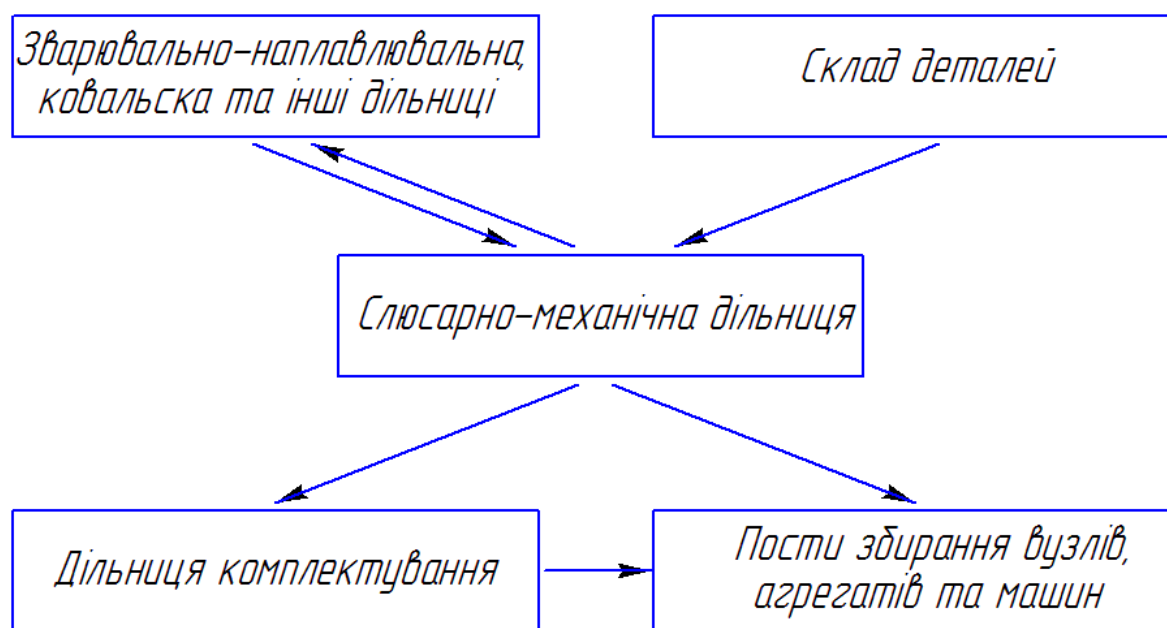


Рис. 3.1. Схема технологічного процесу зв'язків на слюсарно-механічній дільниці

Значна частина деталей машин, що надходить на відновлення, підвергається механічній обробці. Механічна обробка характеризується:

- низьким коефіцієнтом використання металу: 0,5...0,8;
- високою трудомісткістю обробки;
- багатоопераційністю технологічних процесів обробки;
- високими вимогами до якості технологічного обладнання і організації процесів;
- високими вимогами до якості виготовлення деталей у відповідності з технологічним процесом.

На ділянці оброблюється велика номенклатура різних деталей, що нараховують багато найменувань і які характеризуються:

- видом матеріалу;
- методом отримання заготовки;
- серійністю виробництва;
- складністю;
- габаритними розмірами;
- конфігурацією;
- масою;
- точністю обробки;
- чистотою поверхні і іншими характеристиками.

Роботи у ТОВ «Калита-Нова» характеризується одиничним виробництвом. Одиничне виробництво універсальне, яке охоплювати різновидні типи виробів, цьому воно повинно бути гнучким, тобто прилаштованим до виконання різних завдань.

«Технологічний процес виготовлення деталей має ущільнений характер: на одному верстаті виконуються декілька операцій і часто повна обробка деталей. Тому у одиничному виробництві використовують універсальне обладнання» [2].

Пристосування для обробки деталей на верстатах також мають універсальний характер, т. е. мають змогу використовуватися у різних

випадках та різному обладнанні. Спеціальні пристосування не використовуються або використовуються дуже рідко, так як значні затрати на їх виготовлення економічно не доцільні.

Необхідний при цьому ріжучий інструмент також універсале (стандартні свердла, фрези, різці, зенківки та інше), так як із-за великої номенклатури деталей, що оброблюють використання спеціального інструмента не доцільне.

Рівним образом і засоби вимірювання, що використовують при обробці деталей, повинні бути універсальними, тобто повинні надати змогу вимірювати поверхні різних розмірів, форми та інші. В цьому випадку широко використовують штангенциркулі, мікрометри, нутроміри, індикатори часового типу, багато обертові вимірювальні головки та інші універсальні засоби вимірювання.

Організаційна оснастка призначена не тільки для складування інструменту, деталей, встановлення на неї різноманітного обладнання, пристосування, приборів та інші, але іноді і являє собою робоче місце.

3.2. Розрахунок трудомісткості робіт слюсарно-механічної дільниці

За даними переддипломної практики у ТОВ «Калита-Нова» трудомісткість робіт на слюсарно-механічної дільниці може скласти $T_{\text{см}} = 5337$ люд. – год.

З метою збільшення ефективності роботи на дільниці (коефіцієнта використання технологічного обладнання)

Під час переддипломної було виконано дослідження можливості надання послуг по проведенню робіт на слюсарно-механічної дільниці іншим підприємствам та організаціям м. Кропивницький. З урахуванням цих досліджень трудомісткість робіт по наданню послуг іншим підприємствам та організаціям може скласти 15 % і буде дорівнювати:

$$T_{\text{смд}} = T_{\text{см}} \cdot k_{\text{д}} = 5337,00 \cdot 0,15 = 800,55 \text{ люд. – год.}$$

де $T_{\text{смпд}}$ - річна трудомісткість робіт по наданню послуг іншим підприємствам та організаціям, люд - год;

$T_{\text{см}}$ - річна трудомісткість робіт на дільниці, люд - год;

k_d - коефіцієнт, враховуючий відсоткове відношення трудомісткість робіт по наданню послуг іншим підприємствам та організаціям.

Визначаємо загальну трудомісткість робіт, що планується виконувати на слюсарно-механічній дільниці:

$$T_{\text{смп}} = T_{\text{см}} + T_{\text{смпд}} = 7117,00 + 1067,55 = 8184,55 \text{ люд.} - \text{год.}$$

На слюсарно-механічній дільниці виконуються верстатні та слюсарні роботи, тому виконуємо розподіл трудомісткості по видам цих робіт, у залежності від відношення трудомісткості виконання верстатних і слюсарних робіт до загальної трудомісткості робіт слюсарно – механічній дільниці.

$$T_{\text{вид.роб.}} = T_{\text{смп}} \cdot k_{\text{вид.роб.}}$$

де $T_{\text{вид.роб.}}$ - трудомісткість по видам робіт, що планується виконувати на слюсарно-механічній дільниці, люд. – год.;

$T_{\text{смп}}$ - загальна трудомісткість робіт, що планується виконувати на слюсарно-механічній дільниці, люд. – год.;

$k_{\text{вид.роб.}}$ – коефіцієнт розподілу трудомісткості по видам робіт.

Визначаємо трудомісткість виконання верстатних та слюсарних робіт [14]:

- верстатних

$$T_{\text{верст.}} = T_{\text{смп}} \cdot k_{\text{верст.}} = 8184,55 \cdot 0,75 = 6138,41 \text{ люд.} - \text{год.},$$

- слюсарних

$$T_{\text{слюс.}} = T_{\text{смп}} \cdot k_{\text{слюс.}} = 8184,55 \cdot 0,25 = 2046,14 \text{ люд.} - \text{год.}$$

3.3. Розрахунок показників режиму роботи слюсарно-механічної дільниці

Для прийнятого режиму роботи виробництва визначаємо річні фонди часу робочих і обладнання.

Номінальний річний фонд часу робітників, обладнання, ділянки при 40 годинному робочому тижні і однозмінному режимі роботи складає $\Phi_n = 1994$ годин.

Дійсний річний фонд часу робітників менше враховує час втрат, пов'язаних з відпустками, виконанням державних і суспільних обов'язків тощо, який можна визначити за формулою:

$$\Phi_{d.p.} = \Phi_n \cdot \left(1 - \frac{c}{100}\right) = 1994 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1794,60 \text{ год.}$$

де Φ_n – номінальний річний фонд часу, годин;

c – процент втрат робочого часу.

Дійсний річний фонд часу обладнання враховує витрати часу, пов'язані з проведенням планових ремонтів та визначається за формулою:

$$\Phi_{d.ob.} = \Phi_n \cdot \left(1 - \frac{f}{100}\right) = 1994 \cdot \left(1 - \frac{6}{100}\right) = 1874,36 \text{ год.}$$

де Φ_n – номінальний річний фонд часу обладнання, годин;

f – процент втрат часу на планово-запобіжний ремонт.

3.4. Визначення штатів слюсарно-механічної ділянки

Штат ремонтного підрозділу складається з виробничих і допоміжних робітників, спеціалістів, службовців та пожежно-сторожової охорони [14].

Визначення числа виробничих робітників і розподілення їх по професіям ведеться розрахунковим шляхом в залежності від об'єму і виду робіт, які необхідно виконувати. Кількість слюсарів і верстатників визначаємо окремо. При розрахунку кількості робітників слід враховувати можливість багатOVERстатного обслуговування.

БагатOVERстатне обслуговування може бути організоване на фрезерних і стругальних верстатах, робота на яких характеризується великим машинним часом. Практично кількість робітників, що обслуговують фрезерні і

стругальні верстати, зменшують вдвічі, маючи при цьому на увазі, що один робітник може обслуговувати два верстати [14].

За свердлильними верстатами робітників не закріплюють, так як на них працюють слюсарі. Тому при розрахунку кількості слюсарів в загальну трудомісткість повинен бути включений об'єм свердлильних робіт [14].

Визначення числа виробничих робітників ведеться розрахунковим шляхом в залежності від об'єму робіт.

Списочний ($R_{\text{сп}}$) і явочний ($R_{\text{яв}}$) склад основних виробничих робітників слюсарно – механічної дільниці визначається за формулами [15]:

$$P_{\text{сп.вид.роб.}} = \frac{T_{\text{вид.роб.}}}{\Phi_{\text{д.р.}} \cdot K};$$

$$P_{\text{яв.вид.роб.}} = \frac{T_{\text{вид.роб.}}}{\Phi_{\text{н.р.}} \cdot K},$$

де « $T_{\text{вид.роб.}}$ – річна трудомісткість виду робіт, люд. - год.;

$\Phi_{\text{д.р}}$ – дійсний річний фонд часу робочого, годин;

$\Phi_{\text{н}}$ – номінальний річний фонд часу робочого, годин;

K – коефіцієнт перевиконання норм виробітку» [15].

Визначаємо списочну та явочну кількість основних робітників за видами робіт:

- списочну кількість верстатників:

$$P_{\text{сп.верст.}} = \frac{6138,41}{1794,6 \cdot 1,05} = 3,26 \text{ осіб}$$

Приймаємо, $P_{\text{сп.верст.}} = 3$ особи.

- явочну кількість верстатників:

$$P_{\text{яв.верст.}} = \frac{6138,41}{1994,0 \cdot 1,05} = 2,93 \text{ осіб,}$$

Приймаємо, $P_{\text{яв.верст.}} = 3$ особи.

- списочну кількість слюсарів:

$$P_{\text{сп.слюс.}} = \frac{2046,14}{1794,6 \cdot 1,05} = 1,08 \text{ осіб,}$$

Приймаємо, $P_{\text{сп.слюс.}} = 1$ особу.

- явочну кількість слюсарів:

$$P_{\text{яв.верст.}} = \frac{2046,14}{1994,0 \cdot 1,5} = 0,98 \text{ осіб,}$$

Приймаємо, $P_{\text{яв.верст.}} = 1$ особу.

Знаходимо кількість допоміжних робітників слюсарно-механічної дільниці, яка складає 10...15% від кількості основних виробничих робітників:

$$P_{\text{доп.}} = P_{\text{осн}} \times (0,10 \dots 0,15) = 4 \cdot 0,15 = 0,60 \text{ осіб}$$

де $P_{\text{доп.}}$ - кількість допоміжних робітників, осіб;

$P_{\text{осн}}$ - кількість основних робітників, осіб.

Кількість спеціалістів та пожежно-сторожової охорони приймають у відсотковому відношенні від суми основних виробничих та допоміжних робітників.

Визначаємо кількість спеціалістів слюсарно-механічної дільниці:

$$P_{\text{сп.}} = 0,1 \cdot (P_{\text{доп.}} + P_{\text{осн}}) = 0,1 \cdot (0,60 + 4,00) = 0,46 \text{ осіб}$$

Приймаємо одного робітника, який буде виконувати функції допоміжного робітника у декількох зонах та дільницях. Аналогічно, для декількох зон та дільниць, приймаємо кількість спеціалістів.

Отже загальну кількість основних та допоміжних робітників і спеціалістів на слюсарно-механічній дільниці з урахуванням, що допоміжний робітник та спеціаліст обслуговують декілька виробничих зон та дільниць складе 5 чоловіка.

3.5. Розрахунок і вибір технологічного обладнання слюсарно-механічної дільниці

Обладнання підприємств розділяють на виробниче, допоміжне, підйомно-транспортне і енергетичне.

Виробниче обладнання призначене для відновлення форми і стану ремонтуємих об'єктів та для зміни форми і стану вихідних матеріалів при виготовленні нових виробів з застосуванням обробки різних видів [14].

Підйомно-транспортне обладнання призначене для механізації трудомістких підйомно-транспортних і навантажувально-розвантажувальних робіт у виробничому процесі підприємства.

Кількість слюсарних верстаків приймають в залежності від необхідного числа робочих місць для слюсарів (після розрахунку числа слюсарів). Приймаємо один слюсарний верстат. Інше обладнання приймають згідно вимогам технологічного процесу.

Число верстатів визначають по трудомісткості верстатних робіт, дійсному фонду часу обладнання і коефіцієнту завантаження:

$$n = \frac{T_{\text{верст.}}}{\Phi_{\text{д.об}} \cdot k} = \frac{6138,41}{1874,36 \cdot 0,90} = 3,64 \text{ од.}$$

де $T_{\text{верст.}}$ – річна трудомісткість верстатних робіт, люд-год.;

$\Phi_{\text{д.об}}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

k – коефіцієнт завантаження верстату по часу.

Приймаємо $n = 4$ верстати.

Інше обладнання приймаємо згідно технологічного процесу. Вибране обладнання зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Обладнання слюсарно-механічної дільниці

Номер по кресленню і найменування обладнання	Марка, тип обладнання	Кількість обладнання	Габаритні розміри обладнання, мм	Площа обладнання, м ²		Потужність обладнання, кВт
				одиночі	всього	
1	2	3	4	5	6	7
1.Верстат токарно-гвинторізний	16K20M	1	3080×1565	4,82	4,82	10,00
2.Верстат токарно-гвинторізний	163	1	3550×1690	6,00	6,00	13,00
3.Верстат широкоуніверсальний фрезерний	6P82Ш	1	2470×1950	4,82	4,82	5,50
4.Верстат круглошліфувальний	3151	1	3100×1800	5,58	5,58	7,00
5.Верстат вертикально-свердильний	2A135	1	1240×810	1,00	1,00	4,50
6.Обдирочно-шліфувальний верстат	3Б634	1	1000×665	0,66	0,66	4,60

Продовження табл. 3.1

1□	2□	3□	4□	5□	6□	7□
7·Верстак·слюсарний□	ОРГ-1468-¶ 01-070А□	1□	2400×800□	1,92□	1,92□	-□
8·Верстат·настільно-свердлильний□	НС-12□	1□	710×360□	0,26*□	0,26*□	0,60□
9·Прес·ножиці·комбіновані□	Власного¶ виготовлення	1□	1500×600□	0,90□	0,90□	-□
10·Тумбочка·для·інструменту¶ і·пристосувань·до·металорізального·обладнання□	ОРГ-1468-¶ 18-830□	5□	600×400□	0,24□	1,20□	-□
11·Стелаж·для·деталей·і·металу□	Власного¶ виготовлення	1□	1200×500□	0,60□	0,60□	-□
12·Ларь·для·обтирочного·матеріалу□	ОРГ-1468-¶ 07-090А□	1□	1000×500□	0,50□	0,50□	-□
13·Ящик·для·піску□	ОРГ-1468-¶ 03-320□	1□	500×400□	0,20□	0,20□	-□
14·Ящик·для·стружки□	Власного¶ виготовлення	1□	1000×500□	0,50□	0,50□	-□
15·Рухомий·гідравлічний·кран□	423М□	1□	2290×1160□	2,66□	2,66□	-□
Всього□					31,36□	45,20□
Примітка°-°Обладнання, що позначено *· знаходяться на верстаках і при розрахунку площі, що займає обладнання не враховується□						

3.6. Розрахунок площі слюсарно-механічної дільниці

Вся площа слюсарно-механічної дільниці ділиться на виробничу і допоміжну. До виробничої площі підприємства відноситься площа, яка зайнята технологічним обладнанням (верстатами, верстаками, стелажми, стендами тощо), транспортним обладнанням (кранами, рольгангами і т.д.), об'єктами ремонту (агрегатами, складальними одиницями, деталями), які знаходяться на робочих місцях та поруч з ними, а також проходами між обладнанням і робочими місцями [14].

Найбільш доцільно застосовувати в нашому випадку розрахунок по площі підлоги, яка зайнята обладнанням, і по перехідним коефіцієнтам [14]:

$$F = \sum F_0 \cdot k = 31,36 \cdot 3,5 = 109,76 \text{ м}^2,$$

де $\sum F_0$ - загальна площа, яка зайнята обладнанням дільниці, м²;

k – перехідний коефіцієнт, що враховує робочі зони, проїзди і проходи.

Попередньо приймаємо площу ділянки, $F = 108 \text{ м}^2$.

Різниця між розрахованою площею та прийнятою складає:

$$\Delta = \frac{109,76 - 108,00}{109,76} \cdot 100 = 1,61 \text{ \%}.$$

Така величина різниць розрахованої та прийнятої площ для слюсарно – механічної ділянки вкладається у встановлені норми відхилень (допустиме відхилення повинне лежати в межах $\pm 10,0\%$).

Отже приймаємо ділянку загальною площею 108 м^2 , що відповідає прийнятим нормам у будівництві та має розміри відповідно за шириною та довжиною - $9 \times 12 \text{ м}$.

3.7. Обґрунтування та вибір підйомно-транспортного обладнання

Підйомно-транспортне обладнання необхідно для оснащення робочих місць, а також для піднімання та переміщення виробів і матеріалів між робочими місцями і між ділянками, які суміжні з ділянкою, що проектується.

До підйомно-транспортного обладнання пред'являються наступні основні вимоги:

- забезпечення максимальної зручності для робітників;
- надійність в роботі, включаючи страховку і фіксацію;
- зменшення габаритів і металоємності конструкцій обладнання з одночасним підвищенням маневреності на обмежених виробничих площах;
- зменшення енергоємності за рахунок використання новітніх технологій;
- легкість в керуванні і простота обслуговування;
- вартість обладнання не повинна перебільшувати визначених меж з метою його швидкої окупності.

Підйомно-транспортне обладнання вибирають, враховуючи наступні фактори: масу і габаритні розміри, виробів (вантажів), що піднімаються і

переміщуються; траєкторію і довжину шляхів їх переміщення; необхідну продуктивність робіт і безпечні умови їх виконання; можливість суміщення робіт і взаємодію обладнання місцевого (у робочих місць) і внутрішньодільничого або міждільничого призначення; величину початкових і експлуатаційних витрат.

При виборі найбільш оптимальної моделі для конкретного виробництва слід враховувати і санітарно-гігієнічні аспекти підйомно – транспортного обладнання.

У відповідності до рекомендацій по вибору підйомно-транспортних засобів для слюсарно-механічної дільниці приймаємо рухомий гідравлічний кран.

3.8. Розрахунок енергетичних витрат на виконання робіт на слюсарно-механічній дільниці

3.8.1 Вибір та розрахунок вентиляції

Проектування виду вентиляції залежить від кількості і ступеню небезпеки шкідливостей, що виділяються. У виробничих приміщеннях ремонтних підприємств застосовується природна та штучна вентиляція [15].

На слюсарно-механічній дільниці, для якої встановлена кратність обміну повітря 2,0...3,0, застосовується природна вентиляція [15].

Природна вентиляція здійснюється через відкриті фрамуги. Розмір фрамуг приймається в розмірі 2...4% від площі дільниці.

Визначаємо розмір фрамуг у слюсарно-механічній дільниці:

$$F_{\text{фр}} = (0,02 \dots 0,04) \cdot F = 0,04 \cdot 108 = 4,32 \text{ м}^2,$$

де F – площа дільниці, м^2 .

Приймаємо площу, $F_{\text{фр}} = 5 \text{ м}^2$.

3.8.2 Розрахунок освітлення дільниці

При розрахунку природного освітлення підбирають віконні пройми [15]. Визначаємо площу скла:

$$F_{\text{ск}} = \frac{F \cdot e_{\text{min}} \cdot \eta_o}{\tau_o \cdot r_1} = \frac{108 \cdot 1,7 \cdot 0,2}{0,4 \cdot 2,0} = 45,9 \text{ м}^2,$$

де F – прийнята площа ділянки, м^2 ;

e_{min} - коефіцієнт природного освітлення;

η_o - коефіцієнт, що враховує розміри приміщення;

τ_o - коефіцієнт світлопропускання віконних проїм;

r_1 - коефіцієнт, що враховує колір приміщення і розміщення вікон.

Приймаємо $F_{\text{ост}} = 46 \text{ м}^2$.

При розрахунку штучного освітлення спочатку визначаємо світловий потік, необхідний для освітлення ділянки, що проектується.

$$F_{\text{cn}} = \frac{\kappa \cdot F \cdot E}{\eta_{\text{cn}}} = \frac{1,5 \cdot 108 \cdot 125}{0,5} = 40500 \text{ лк},$$

де κ – коефіцієнт запасу освітлення, що враховує її зниження внаслідок забруднення ламп або світильників;

F – прийнята площа ділянки, м^2 ;

E – мінімальне нормоване освітлення, лк;

η_{cn} – коефіцієнт використання світлового потоку.

Після визначення світлового потоку розраховуємо кількість ламп, необхідних для освітлення ділянки.

$$z_{\text{л}} = \frac{F_{\text{сп}}}{F_{\text{л}}} = \frac{40500}{4320} = 9,375 \text{ ламп},$$

де $F_{\text{сп}}$ – світловий потік, лк;

$F_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, лк.

Приймаємо 10 люмінісцентних ламп ЛБ потужністю 80 Вт напругою 220В.

3.8.3 Розрахунок електроенергії

Розрахунок потреби ділянки в електроенергії визначається окремо по силовому та освітлювальному навантаженню [15].

Розрахунок річної потреби в електроенергії проводиться методом визначення навантажень по коефіцієнту попиту [15]. Для кожної групи

електроприймачів активну потужність визначаємо по формулі:

$$P_a = k_c \sum P_{\text{вст}}, \text{ кВт},$$

де k_c - коефіцієнт попиту;

$\sum P_{\text{вст}}$ - сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт.

Знаходимо активну потужність для груп електроприймачів і зводимо в табл.3.2.

Таблиця 3.2 - Потужність електроприймачів по групам обладнання

Найменування обладнання по групам	Кількість обладнання	Встановлена потужність обладнання, кВт	Коефіцієнт попиту	Активна потужність, кВт
1.Верстат токарно-гвинторізний 16K20M	1	10,00	0,20	2,00
2.Верстат токарно-гвинторізний 163	1	13,00	0,20	2,60
3.Верстат <u>широкоуніверсальний</u> фрезерний 6P82Ш	1	5,50	0,20	1,10
4.Верстат круглошліфувальний 3151	1	7,00	0,20	1,40
5.Верстат вертикально- свердлильний 2A135	1	4,50	0,20	0,90
6.Обдирочно-шліфувальний верстат 3Б634	1	4,60	0,20	0,92
8.Верстат <u>настільно-свердлильний</u> НС-12	1	0,60	0,20	0,12
Всього $\sum P_a$				9,04

Визначаємо річну витрату електроенергії для силового споживання з урахуванням дійсного фонду часу та коефіцієнту завантаження

$$W_c = \sum P_a \cdot \Phi_{\text{д.об}} \cdot n \cdot \eta_z = 9,04 \cdot 1874,36 \cdot 1 \cdot 0,8 = 13555,37 \text{ кВт},$$

де $\sum P_a$ – сума активних потужностей споживачів, кВт;

$\Phi_{\text{д.об}}$ – річний дійсний фонд часу обладнання, год;

n – число робочих змін;

η_3 – коефіцієнт завантаження струмоприймачів по часу.

Річну витрату електроенергії на освітлення дільниці визначаємо по питомій витраті електроенергії на освітлення 1 м^2 площі підлоги за одну годину [15].

$$W_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot F \cdot n \cdot k = 20 \cdot 108 \cdot 310 \cdot 0,85 = 569160 \text{ Вт} = 569,16 \text{ кВт},$$

де $P_{\text{осв}}$ – питомі витрати електроенергії на освітлення, Вт/м^2 ;

« F – прийнята площа дільниці, м^2 ;

n – річне число годин освітлювального навантаження, год.;

k – коефіцієнт попиту» [].

Знаходимо сумарну річну потребу дільниці в електроенергії

$$W_{\text{річ.}} = W_{\text{с}} + W_{\text{осв}} = 13555,37 + 569,16 = 14124,53 \text{ кВт}.$$

3.8.4 Розрахунок пара та палива

Витрата пару та палива на опалення та вентиляцію визначають із розрахунку відшкодування теплових збитків будівлі [14].

Річна потреба дільниці в паливі та парі на опалення та вентиляцію відповідно складає:

- палива:

$$Q_{\text{T}} = \frac{q_{\text{м}} \cdot H \cdot V}{q \cdot 1000 \cdot \eta_{\text{к}}} = \frac{80 \cdot 4234 \cdot 486 \cdot 1000}{3,55 \cdot 10^7 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 6,183 \text{ т},$$

- пари:

$$Q_{\text{п}} = \frac{q_{\text{м}} \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} = \frac{80 \cdot 4234 \cdot 486}{2261 \cdot 1000} = 72,808 \text{ т}.$$

де $q_{\text{м}}$ – середня витрата тепла на 1 м^3 будівлі, кДж/год ;

H – кількість годин в опалювальному періоді, год;

V – об'єм приміщення, м^3 ;

$\eta_{\text{к}}$ – коефіцієнт корисної дії котельної установки;

q – питома теплота згоряння палива, Дж/кг ;

i – тепло випаровування, кДж/кг .

3.8.5 Розрахунок витрати води

Вода на слюсарно-механічній дільниці витрачається на побутові потреби. У відповідності з діючими санітарними нормами, на одного працівника за одну зміну витрата води складає 25 літрів.

Визначаємо річну витрату вода на побутові потреби

$$Q_{об} = n_{д} \cdot q \cdot n \cdot n_p = 250 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 5 = 31250 \text{ л} = 31,25 \text{ м}^3,$$

де $n_{д}$ – кількість робочих днів у році;

q – норма витрати води, л;

n – кількість змін;

n_p – кількість робочих на дільниці.

3.8.6 Розрахунок річної витрати стиснутого повітря дільниці

Стиснуте повітря на слюсарно-механічній дільниці використовується в затискних пристосуваннях. Розрахунок потреби дільниці в стиснутому повітрі виконується в наступному порядку.

Знаходимо теоретичну середньогодинну витрату стиснутого повітря для однотипних споживачів:

$$Q_T = Q_H \cdot \eta_{об} \cdot n = 3,0 \cdot 0,14 \cdot 4 = 1,68 \text{ м}^3/\text{год};$$

де Q_H - витрата стиснутого повітря при непереривчастій роботі повітреспоживачів, $\text{м}^3/\text{год}$;

$\eta_{об}$ – коефіцієнт використання повітреспоживачів;

n – кількість повітреспоживачів.

Розраховуємо дійсну середньогодинну витрату стиснутого повітря:

$$Q_{д} = \kappa_y \cdot Q_T = 1,5 \cdot 1,68 = 2,52 \text{ м}^3/\text{год}.$$

де κ_y – коефіцієнт, що враховує втрату стиснутого повітря через нещільності з'єднань і виконання непередбачених робіт;

Q_T - теоретична середньогодинна витрата стиснутого повітря, $\text{м}^3/\text{год}$.

Визначаємо річну витрату стиснутого повітря дільниці

$$Q_p = 1,3 \cdot Q_{д} \cdot \Phi_{д.об} \cdot n \cdot \eta = 1,30 \cdot 2,52 \cdot 1874,36 \cdot 1 \cdot 0,80 = 4912,32 \text{ м}^3,$$

де $Q_{ср}$ – дійсна середньогодинна витрата стиснутого повітря $\text{м}^3/\text{год}$;

$\Phi_{д.об}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, год;

n – кількість змін;

η – коефіцієнт завантаження обладнання.

3.9. Техніка безпеки та охорона праці при виконанні робіт на слюсарно-механічній ділянці

На ділянці, що проектується, при проведенні технологічних процесів може виникати цілий ряд різних небезпек і шкідливостей, при цьому вони виявляються, як правило, при експлуатації визначеного устаткування, закладеного у відомості устаткування при проектуванні ділянки [16]. Перелік можливих небезпек і шкідливостей за видами роботи устаткування ділянки приведений нижче.

Устаткування для механічної обробки може викликати ряд небезпек, до яких можна віднести наступні: невірне закріплення деталей і інструментів під час обробки може привести до травм верстатників; поразка електричним струмом при експлуатації устаткування для механічної обробки; розрив шліфувальних кругів і поломка фрез може привести до травм верстатників і навколишніх облич; дотик до обертових інструментів приводить до травм; поломка інструментів їхній вирив і можливість поразки верстатників осколками, а також ряд шкідливостей, до яких можна віднести наступні: підвищений рівень шуму може привести до погіршення слуху, підвищений рівень вібрації, що приводить до професійних захворювань, висока запиленість повітря абразивними частками впливає на організм людини, часте зіткнення зі змащувально-охолоджуючими рідинами приводить до шкірних захворювань.

Використання підйомно-транспортного устаткування може викликати ряд небезпек, до яких можна віднести наступні: травми, пов'язані із зачепленням рук тросами і грузозахватами, травми пов'язані із поразкою електричним струмом при роботі з ручним електричним інструментом, травми, пов'язані із захламленістю робочих місць і неправильним

компонуванням технологічного устаткування, що приводить до зустрічних вантажопотоків з безліччю перетинань, травми пов'язані із падінням і перекиданням відновлюваних деталей при транспортуванні вантажопідйомними засобами, травми пов'язані із несправностями вантажопідйомних механізмів (розриви тросів, падіння вантажів), неправильністю їхньої експлуатації і порушенням термінів технічного обслуговування ремонту і повторного огляду вантажопідйомного устаткування, травми, пов'язані із порушенням правил експлуатації і ремонту вантажопідйомних механізмів [16].

Аналіз технологічного процесу робіт на слюсарно-механічній ділянці показав про необхідність дотримання наступних основних заходів, направлених на забезпечення безпечних умов праці робітників на ділянці, перелік яких приведений нижче.

З метою попередження поразки електричним струмом на ділянці проведені наступні заходи:

- все устаткування ділянки оснащено струмоприймачами і заземлений (контур). Рубильники обладнані захисними кожухами. Плавкі запобіжники встановлені в захисних шафах, неізолювані струмоведучі частини електропроводу огорожені. Відстань між струмоведучими частинами й огороженням не менш 0,6м;

- виробляється періодична перевірка контуру заземлення й опори ізоляції;

- виконано перевірку заземлення і занулення;
- здійснено установку вимикачів і плавких запобіжників;
- забезпечено неможливість випадкового дотику до струмоведучих частин, що захищені завдяки ізоляції і розташовані в недоступних місцях із застосуванням запобіжних і загороджувальних пристроїв.

З метою забезпечення безпечного рівня проведення робіт і недопущення нещасних випадків при виконанні механічної обробки деталей на ділянці проводяться наступні заходи:

- при виконанні фрезерних операцій частини фрези, що ріжуть, відгороджуються кожухом. Для захисту від стружки застосовують стружконаправляючі пристрої. Встановлювати і закріплювати вал необхідно після відводу фрези і її повної зупинки;

- при виконанні шліфувальної операції перед установкою абразивного кола перевіряється його цілісність, відсутність тріщин;

- кріплення кола повинне бути надійно за допомогою шайб і створювати в ньому внутрішнє напруження;

- перед установкою кола необхідно відбалансувати;

- установка і закріплення заготівель виробляється при повній зупинки устаткування і за правилами кріплення

- обертальні частини устаткування для токарної обробки і шліфування обгороджені захищені екранами, що просвічуються, з органічного скла;

- робітники постачені спецодягом, спецвзуттям і.

З метою забезпечення безпечного рівня вантажно-розвантажувальних робіт:

- використовуються вантажопідйомні механізми, що пройшли технічний огляд;

- використовуються справні і випробувані на максимальне навантаження вантажозахватні пристрої;

- вантажопідйомні пристосування надійно утримуються на гаку запірними замками. Вага ж вантажів не перевищує вантажопідйомність механізмів;

- ремонтні роботи не проводяться з вантажами, підвішеними на вантажопідйомних механізмах, при цьому вага і габарити вантажів не перевищують вантажопідйомність і максимально припустимі габарити вантажопідйомних засобів.

З метою недопущення нещасних випадків при транспортних роботах технологічне устаткування розташоване відповідно до прийнятого

технологічного процесу і не допускається більш 5% перетинання вантажопотоків.

ВИСНОВКИ

Метою представленої роботи було розробка технології відновлення блоку циліндрів двигуна Д-240. Поставлена мета досягнута, про що свідчить наведений матеріал в загальному, технологічному та організаційному розділах.

У загальному розділі розглянуто історію створення та основні етапи розвитку ТОВ «Калита-Нова». Обґрунтовано тему бакалаврської кваліфікаційної роботи.

У технологічному розділі наведено технічну характеристику двигуна Д-240. Велику увагу при цьому приділено умовам роботи агрегату та основних процесів зношування, що відбуваються в процесі роботи. Представлено характеристику конструктивно-технологічних особливостей блоку циліндрів. Детально проаналізовано причини зношування блоку циліндрів. Приведено технологічний процес дефектації блоку циліндрів двигуна Д-240. Складено технологічний маршрут відновлення деталі. Велику увагу приділено відомих методам та технологіям відновлення блоку циліндрів. Обґрунтовано вибір раціонального способу відновлення деталі. Розроблено технологічний процес відновлення деталі. Відновлення тріщин на деталі виконуємо використанням епоксидного складу. Обґрунтовано вибір технологічного обладнання, ріжучого і контрольно-вимірювального інструменту при відновленні блоку циліндрів. Виконано розрахунок та вибір

технологічних режимів, а також норм часу операцій виконання технологічного процесу відновлення блоку циліндрів.

В організаційному розділі виконано розрахунок слюсарно-механічної ділянки. А саме, встановлено трудомісткість робіт на ділянки, визначена кількість робітників та обладнання для виконання зазначених робіт. Обрано технологічне обладнання та розраховано площу ділянки. . З урахуванням специфіки робіт обрано технологічне обладнання. Проведені енергетичні розрахунки слюсарно-механічної ділянки, а також розглянуті міроприємства з техніки безпеки при виконанні робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://erm.kntu.kr.ua/materiali/pidgotovka.html>
2. Черновол М.И. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники: Учеб. пособие/ М.И.Черновол. – К.: УМК ВО, 1989. – 259 с.
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі/ Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. – К.: Урожай, 2002. – 324 с.
4. <https://agro-snab-sklad.com.ua/ua/p730947165-dvigatel-240243-mtz.html>
5. Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
6. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобло та інші. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416 с.
7. Основи трібології: Підручник / А.М. Антипенко, О.М.Белас, В.А. Войтов та ін. За ред. Войтова В.А. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.

8. Стецько А. Є. Технологічне забезпечення ресурсу роботи виготовлених і відновлених деталей: монографія. – Львів: Видавнича компанія «АРС», 2013. – 240 с.

9. Технологія ремонту машин та обладнання : метод. вказівки до виконання практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спец. 208 «Агроінженерія» / [уклад. : І. В. Шепеленко, М. В. Красота, Р. А. Осін] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 83 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13638>

10. Основи технології виробництва та ремонту машин : методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Основи технології виробництва та ремонту машин» : для студент. спец. 208 «Агроінженерія», освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр / [уклад. : М. В. Красота, С. О. Магопець, О. В. Бевз, І. В. Шепеленко та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 41 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13637>

11. Харламов Ю.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин/ Ю.А. Харламов, Н.А. Будагьянц. – Луганск: изд-во Восточно-укр. национ. ун-та им.В.Даля, 2003. – 480 с.

12. Данюк В.М. Нормування праці. Збірник завдань і вправ: Навч. посіб. / В.М. Данюк, Г.О. Райковська, За заг. ред. В. М. Данюка. – К.: КНЕУ, 2006. – 268 с.

13. Дідик Р.П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Дідик, В.В. Зіль, С.Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.

14. Булей И.А. Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства. К.: Вища школа, 1983. – 348 с.

15. Проектування цехів і дільниць для відновлення та зміцнення деталей : метод. вказ. до виконання курс. проекту : для магістрантів спец. 132 - Матеріалознавство / [уклад. : О. В. Бевз, С. О. Магопець, М. В. Красота, Р. А. Осін] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. - 35 с.

16. Запорожець О.І. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: вид ЦУЛ, 2019. – 264 с. 35. Практикум з економіки підприємств технічного сервісу: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко. Ю.А. Сайчук, І.И. Луценко, В.М. Романченко, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. –Харків: Діса плюс, 2021. – 252 с.