Форма № Н-9.02

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 технологічного процесу відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі заднього мосту автомобіля МАЗ-53371 на базі ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» ДП «Кіровоградський облавтодор» філії «Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського) освітнього рівня за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», групи АТ-21СКЗ

_____ Ігор РИБЧЕНКО

Керівник: _____ Руслан ОСІН

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____ _____

Форма № Н-9.01

Центральноукраїнський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань – 27 – Транспорт
(шифр і назва)

Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, доц. Сергій МАГОПЕЦЬ
_____ «___» _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Рибченку Ігорю Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технологічного процесу відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі заднього мосту автомобіля МАЗ-53371 на базі ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» ДП «Кіровоградський облавтодор» філії «Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький»

керівник роботи Осін Руслан Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «01» червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Експлуатація та ремонт автомобілів сімейства МАЗ. 3. Науково-технічна література по ТО і ремонту автомобілів

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

Загальний розділ. Історія розвитку ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філії «Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький.

Технологічний розділ. Коротка характеристика агрегату що ремонтується. Характеристика умов роботи і основних процесів зношування агрегату в цілому і окремих його спряжень. Характеристика конструктивно-технологічних особливостей відновленої деталі. Аналіз умов роботи та причини зношування деталі. Обґрунтування та розробка технологічного процесу дефектування деталі, яка відновлюється. Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталі. Обґрунтування та вибір оптимального методу відновлення деталі. Обґрунтування та розробка структурної послідовності базового та розробленого технологічних процесів відновлення деталі. Обґрунтування та вибір установочних баз при виконанні операцій. Обґрунтування та вибір технологічного обладнання,

ріжучого, вимірювального і допоміжного інструменту. Розрахунок і вибір режимів різання та нормування операцій технологічного процесу відновлення деталі.
Організаційний розділ. Розрахунок трудомісткості виконання робіт, фондів часу, кількості працюючих та обладнання, площі дільниці, вентиляції, освітлення, електроенергії, води і стиснутого повітря.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Чашка внутрішня. Ремонтне креслення (А1). 2. Основні способи відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь (А1). 3. Технологічні карти відновлення чашки внутрішньої (А1). 4. Схема складання заднього мосту автомобіля МАЗ-53371 (А1). 5. Технологічне планування агрегатної дільниці (А1).

6. Дата видачі завдання: 20.04.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	01.05	
2	Технологічний розділ	15.05	
3	Організаційний розділ	30.05	

Здобувач вищої освіти _____ Ігор РИБЧЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Руслан ОСІН
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Визначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз.	Прим.
			Документація загальна			
			Знов розроблена			
	А4	КР.АТ.23.01.00.00.00.ПЗ	Пояснювальна записка			
			Документація по			
			технологічному розділу			
			Знов розроблена			
	А1	КР.АТ.23.01.21.00.00	Чашка внутрішня.			
			Ремонтне креслення	1		
	А1	КР.АТ.23.01.22.00.00	Основні способи відновлен-			
			ня зовнішніх циліндричних			
			поверхонь	1		
	А1	КР.АТ.23.01.23.00.00	Технологічні карти віднов-			
			лення чашки внутрішньої	1		
	А1	КР.АТ.23.01.24.00.00	Схема складання заднього			
			мосту автомобіля МАЗ-53371	1		
			Документація по			
			організаційному розділу			
			Знов розроблена			
	А1	КР.АТ.23.01.31.00.00	Технологічне планування			
			агрегатної дільниці	1		

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	КР.АТ.23.01.00.00.00.ВП		
Розробив		Рибченко			ВІДОМІСТЬ РОБОТИ	Літера	Лист	Листів
Перевірив		Осін				І		
Н. контр.		Красота				ЦНТУ гр. АТ-21 СКЗ		
Затвердив		Магопець						

Анотація

В представленій кваліфікаційній роботі запропоновано технологічний процес відновлення зовнішніх поверхонь деталей заднього мосту при ремонті автомобілів сімейства МАЗ електроконтактним наварюванням композиційної стрічки. Кваліфікаційна робота складається з 49 аркушів розрахунково - пояснювальної записки і п’яти аркушів графічної частини.

В загальному розділі наведена характеристика бази практики та перспективи розвитку.

У технологічному розділі кваліфікаційної роботи міститься опис і розрахунок технологічного процесу відновлення чашки внутрішньої водила колісної передачі, що відновлюється. Суть даного процесу полягає в тому, що відновлення шийки під підшипник виконується електроконтактним наварюванням спеченої композиційної кераміко – металевої стрічки.

В організаційному розділі виконані розрахунки фондів часу, трудомісткості ремонтних робіт, числа робітників на дільниці, що проектується. Виконано добір сучасного технологічного обладнання та устаткування і розроблене планування дільниці. Розраховано витрати електроенергії, пара, палива, води, стиснутого повітря. Зроблено розрахунок природного і штучного освітлення та вентиляції.

ЗМІСТ

	Стор.
Анотація……..	4
Вступ……..	7
1. Загальний розділ	
1.1. Історія розвитку підприємства……	9
2. Технологічний розділ	
2.1. Коротка характеристика заднього мосту автомобіля МАЗ-53371	12
2.2. Характеристика умов роботи і основних процесів зношування агрегату в цілому і окремих його спряжень	13
2.3. Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється	14
2.4. Аналіз причин зношування поверхонь чашки заднього мосту	15
2.5. Вплив основних зносів чашки на технічний стан заднього мосту	15
2.6. Технологічний процес дефектування деталі, що відновлюється	16
2.7. Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталі	17
2.8. Технічні умови на відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі	19
2.9 Огляд існуючих способів відновлення	19
2.10 Обгрунтування та вибір оптимального способу відновлення і його коротка характеристика	21
2.11 Розробка структурної послідовності виконання технологічного процесу відновлення	23
2.12 Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій	24
2.13 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання, оснащення, ріжучого, вимірювального інструмента і ремонтних матеріалів	25
2.14 Розрахунок і вибір режимів виконання операцій технологічного процесу відновлення	28

3. Організаційний розділ
3.1. Аналіз технологічного процесу і організація виконання робіт на дільниці 29
3.2. Розрахунок трудомісткості робіт на агрегатній дільниці 30
3.3. Режим роботи дільниці і розрахунок фондів часу 31
3.4 Розрахунок кількості робітників і робочих місць на дільниці …. 33
3.5 Розрахунок і вибір технологічного обладнання …… 34
3.6 Розрахунок площі дільниці ……. 36
3.7 Компонування агрегатної дільниці 38
3.8 Обґрунтування та вибір підйомно-транспортного обладнання 38
3.9 Енергетичні розрахунки виконання робіт на дільниці 39
Висновки……. 47
Список використаної літератури…….. 48
Додатки……. 50

ВСТУП

Основне призначення автомобільного транспорту, якісне і повне забезпечення потреб народного господарства і населення у перевезеннях вантажів та пасажирів.

Автомобільний транспорт є найбільш мобільним і універсальним засобом комунікацій і посідає важливе місце в транспортному комплексі України. На його частку припадає понад 80% усіх вантажних перевезень і близько 80% усіх пасажирських. Також на автомобільний транспорт припадає близько 70% трудових ресурсів, понад 60% витрати палива нафтового походження, значна частина капітальних вкладень і основних виробничих фондів та понад 65% усіх транспортних витрат.

На сьогоднішній час парк автомобілів України поповнюється транспортними засобами більш досконалої конструкції, як вітчизняного так і зарубіжного виробництва. Вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується чисельність автомобілів з дизельними двигунами та тих, що працюють на альтернативних видах палива, збільшується кількість транспортних засобів великої вантажопідємності та пасажиромісткості.

Збільшення кількості автомобілів на дорогах веде до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, а зниження їх токсичності значною мірою забезпечується справністю системи живлення і запалювання. Із зростанням швидкостей та інтенсивності руху підвищуються вимоги до надійності автотранспортних засобів, оскільки несправні систем керування автомобіля є джерелом дорожньо - транспортних пригод. Справність цих систем у значної мірі залежить від рівня технічного обслуговування та діагностування.

На утримання автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний транспортний процес, галузь робить великі витрати. Так, ускладнення конструкції автомобілів призводить, як правило, до збільшення обсягу робіт по технічному обслуговуванню, до збільшення обсягу робіт і витрат на забезпечення працездатності.

Але, якої б досконалої конструкції автомобіль не використовувався і як якісно та своєчасно не виконувались операції технічного обслуговування,

впродовж терміну його служби, через процеси старіння та знеміцнення в матеріалах деталей, спряженнях, механізмах та агрегатах проходження закономірних природних та патологічних процесів, початкові техніко – економічні показники погіршуються, знижуються показники надійності та працездатності автомобілів.

Тобто у житті будь – якого автомобіля об’єктивно настає момент коли подальша його експлуатація стає технічно неможливою чи економічно недоцільною. Тому в процесі експлуатації машина потребує не тільки періодичного технічного обслуговування з метою підтримання її технічного стану, а і ремонту для відновлення працездатності та надійності.

Проте, коли автомобіль вийшов з ладу, це ще не означає, що всі деталі та спряження втратили свої якості і переважна більшість із них спроможні і в подальшому виконувати задані технологічні функції, а певна кількість здатні, за допомогою відновлення продовжувати участь в експлуатації машини.

Як показує досвід, з одного боку, ремонту автомобілів уникнути технічно неможливо, а з іншого – він є економічно доцільним. Таким чином якісний ремонт автомобільної техніки є невід’ємною складовою її життєвого циклу і об’єктивною запорукою працездатності, надійності та довговічності.

1.1 Історія розвитку підприємства.

«Філія «Кіровоградська ДЕД» дочірнього підприємства “Кіровоградський облавтодор” Державної акціонерної компанії «Автомобільні дороги України» створено як відособлений структурний підрозділ дочірнього підприємства «Кіровоградський облавтодор» відкритого акціонерного товариства “ Державна акціонерна компанія “ Автомобільні дороги України “ утвореного відповідно до наказу Державної служби автомобільних доріг України від 17. 08. 2004р. No 114» [26].

«Філія «Кіровоградська ДЕД» створена з метою забезпечення економічних інтересів та задоволення потреб держави, населення та оборони країни в удосконаленні і розвитку автомобільних доріг загального користування, розширення можливостей виробничого та соціального розвитку підприємства, підвищення ефективності використання матеріальних, фінансових та інших ресурсів на основі спільної діяльності, розподілу праці і кооперації» [26].

«Кіровоградська ДЕД» займається роботами пов’язані з будівництво, ремонт та утримання автомобільних доріг області.

«Предметом діяльності є: - виконання робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг, мостів, інших споруд та елементів обстановки доріг; - забезпечення сталої роботи на автомобільних дорогах в умовах стихійного лиха, аварії катастроф і подолання їхніх наслідків; - розвиток промисловості та виробництва будівельних, дорожньо-будівельних матеріалів і конструкцій, інших виробів, необхідних для будівництва та ремонту автомобільних доріг і споруд на них; - розробка родовищ будівельних матеріалів, переробка гірничої маси, виробництво будівельних матеріалів; - підготовка та виконання розкривних робіт, буріння; - виробництво товарів народного сподівання; - закупівля, постачання та збут продукції, матеріалів і енергоносіїв; - автомобільні перевезення вантажів і пасажирів як на території України, так і за її межами; - створення і розвиток мережі закладів дорожнього сервісу; - технічне обслуговування та ремонт дорожньої техніки і автотранспортних засобів; - виготовлення дорожніх знаків, інформаційних та рекламних щитів, знаків з техніки безпеки, малих архітектурних форм; - організація функціонування

системи інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах; - виробництво і реалізація сільськогосподарської продукції; - проведення бартерних, клірингових та лізингових операцій; - надання правових, аудиторських та консультаційних послуг; - надання послуг у галузі маркетингу, а також посередницьких, складських та транспортно-експедиційних послуг; - впровадження та експлуатація комп'ютерних мереж, - інженерно-геологічні, топо-геодезичні та інженерно-гідрометеорологічні вишукування; - проведення фінансової-економічного аналізу діяльності; - складання проектно-кошторичної документації; - виконання наукових і науково-дослідних, проектно-вишукування та дослідно-конструкторських робіт, надання інженерно та економіко-консультаційних послуг; - зовнішньоекономічна діяльність; - здійснення покриття і страхування ризику учасників будівництва і ремонту автомобільних доріг загального користування; - будівництво об'єктів соціально-побутової сфери, надання житлово-комунальних послуг; - забезпечення функціонування лікувальних та оздоровчих закладів, надання туристичних послуг, проведення спортивних, культурно-масових та інших заходів; - здійснення природньоохоронних заходів, спрямованих на зниження і компресію негативного впливу виробництва на природне середовище, здоров'я і майно людей; - видання бюлетенів та інших засобів інформації; - проведення ринкової оцінки об'єктів нерухомості, обладнання та транспортних засобів; - охороні послуги перевізникам вантажів на автомобільних дорогах; - виконання інших функцій, пов'язаних з реалізацією покладених на нього завдань, які не суперечать чинному законодавству» [26].

До складу «Кіровоградська ДЕД» входять відділи, дільниці, підсобні виробництва, ремонтно-механічні та майстерні та інші підрозділи.

На теперішній час день підприємство на високому рівні підтримує свою ринкову присутність в галузі дорожнього будівництва.

Професіоналізм робітників, що працюють на даному підприємстві дає змогу успішно реалізовувати об'єкти найвищого рівня складності. Основними принципами виробничої стратегії філії є висока якість, помірні ціни та дотримання відповідних термінів що прописані в договорі.

Підприємство завжди працює на вдосконаленням щодо підвищення якості виконуваних робіт. Багато уваги підприємство приділяє сучасним системам нівелювання, що дозволяють робити дорожнє покриття більш рівним. На балансі даного підприємства є техніка таких виробників як ЗИЛ, МАЗ, КамАЗ, автотракторна техніка та будівельні машини.

2.1 Коротка характеристика заднього мосту автомобіля МАЗ-53371

«На автомобілі МАЗ-53371 застосований задній міст, який складається з нероз'ємної балки (типа банджо), рознесеної головної передачі, диференціалу з конічними шестернями і повністю розвантажених напіввісей. Рознесена головна передача включає в себе центральну конічну шестеренну передачу і колісні планетарні передачі» [23].

«Центральна передача, виконана у вигляді пари конічних шестерень зі спіральними зубцями, встановлена разом з диференціалом у відлитому з ковкого чавуна картері редуктора, який фланцем, розташованим у вертикальній площині, кріпиться на шпильках гайками і на направляючих штифтах до сталевої литої балки заднього мосту. Вал малої конічної шестерні центральної передачі встановлений в з'ємному корпусі на двох конічних роликових підшипниках. Задній кінець вала малої конічної шестерні встановлений на циліндричному роликовому підшипнику у виточці внутрішньої перегородки картера. Велика конічна шестерня приклепана до правої чашки коробки диференціалу» [23].

«Коробка диференціалу встановлена на двох конічних роликових підшипниках, розташованих в гніздах картера і закріплених кришками. Між чашками коробки диференціалу закріплена хрестовина з встановленими на ній на звертних бронзових втулках сателітами. Напівосьові шестерні, що входять в зачеплення з сателітами, посаджені на шліцах на кінці напівосей» [24].

«На зовнішньому кінці кожної напівосі встановлена на шліцах і закріплена стопорним кільцем ведуча сонячна циліндрична прямозуба шестерня планетарної колісної передачі. Між шестернею і кожухом на напівосі поставлений обмежувальний упор. Сонячна шестерня знаходиться в зачепленні з трьома сателітами, встановленими на роликових підшипниках на осях. Вісі закріплені стопорними болтами в кронштейні – водилі, що складається з двох частин: внутрішньої чашки і фланцю складної форми. Обидві частини скріплені трьома болтами. Водило маточиною внутрішньої чашки з'єднано на шліцах з кінцем труби напівосьового рукава і закріплено на трубі разом з підшипниками маточини колеса гайкою зі стопорною шайбою і контргайкою. Сателіти також входять в зачеплення з коронною шестернею. Маточина колеса встановлена на трубі напівосьового рукава: внутрішнім кінцем – на двохрядному конічному

роликовому підшипнику, а зовнішнім – на циліндричному роликовому підшипнику, закріпленому на маточині водила планетарного механізму» [23].

2.2 Характеристика умов роботи і основних процесів зношування агрегату в цілому і окремих його спряжень

Задній ведучий міст передає крутний момент від двигуна автомобілю на його ведучі колеса, з цим і пов’язано виникнення основних зносів і пошкодження його деталей. На довговічність роботи вузлів і деталей заднього мосту великий вплив оказують умови експлуатації автомобілю (категорія доріг, температурний режим, вологість, запиленість тощо) [13].

Основні несправності заднього мосту і їх причини наведені нижче [13].

Підвищений нагрів заднього мосту:

- недостатня або надлишкова кількість мастила;
- досить туге затискання конічних підшипників ведучої шестерні або диференціалу;
- відсутність достатніх зазорів в зачепленні конічних шестерень.

Підвищений шум в задньому мосту [13]:

- зміщення пятна контакту до кінців зубців конічної пари;
- втрата конічними підшипниками попереднього натягу або їх знос;
- неякісне мастило або недостатня його кількість;
- знос зубців шестерень або наявність на них сколів;
- неправильний бічний зазор у конічних шестерень центрального редуктора.

Течія мастила:

- несправність (пошкодження, знос) ущільнень;
- зноси поверхонь під робочі поверхні ущільнень;
- руйнування ущільнюючих прокладок між корпусними деталями.

2.3 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється

Внутрішня чашка водила колісної передачі (500-2405022Г) заднього мосту автомобілю МАЗ-53371 виготовлена з сталі 40 ГОСТ 1050-88 і має вагу 13,8 кг. Внутрішня чашка представляє собою тіло обертання з довжиною, меншою діаметрального розміру і відноситься до деталей класу “порожні стержні”. Твердість чашки повинна бути в межах НВ 241…285.

На торцевій поверхні чашки є три отвори діаметром $32^{+0,056}_{+0,025}$ мм для установки осей шестерень колісної передачі і три отвори діаметром $26^{+0,023}$ мм для установки болтів кріплення зовнішньої чашки. Всі отвори даної поверхні мають шорсткість Ra = 6,3 мкм.

На зовнішній поверхні маточини чашки є посадочна дільниця з діаметром $120^{-0,015}_{-0,038}$ мм і шорсткістю Ra = 2,5 мкм для установки внутрішнього кільця зовнішнього роликового підшипника. Внутрішня поверхня маточини чашки виконана у вигляді шліців евольвентного профілю 90x2,5x9g ГОСТ 6033-80 і служить для з’єднання з кожухом напівосі. Шорсткість бічних поверхонь шліц складає Ra = 6,3 мкм.

Зовнішній діаметр фланцю чашки має шорсткість Ra = 3,2 мкм. Переходи від одного діаметра до іншого, радіуси закруглень і невказані граничні відхилення розмірів визначені стандартами ЄСКД. В якості базової поверхні, що визначає взаємну точність встановлюємих деталей, служить поверхня для установки внутрішнього кільця роликового підшипника.

2.4 Аналіз причин зношування поверхонь чашки заднього мосту

В процесі експлуатації автомобілів деталі заднього мосту втрачають свою працездатність під дією різноманітних процесів зношування [12, 14].

Внутрішня чашка заднього мосту разом з іншими спряженими деталями сприймає змінні навантаження, дію зовнішнього тертя і тому можна виділити основні пошкодження і види зносу [13]:

- знос посадочної поверхні під внутрішнє кільце зовнішнього роликового підшипника. Посадочна поверхня підлягає зминанню при коливальному русі, а це

приводить до зменшення розмірів і зміні поля допуску між чашкою і кільцем підшипника, що негативно відбивається на довговічності підшипника.

- знос внутрішніх поверхонь отворів під кріпильні болти і вісі шестерень колісної передачі за рахунок дії зовнішніх змінних навантажень. Даний знос негативно відбивається на надійності з'єднання з зовнішньою чашкою і працездатності зачеплення.
- знос шліцьової дільниці з'єднання чашки і кожуха напіввісі з'являється у вигляді зминання бічних поверхонь шліців при тривалій дії великих навантажень або при порушенні допустимих відхилень розмірів спряжених деталей.

2.5 Вплив основних зносів чашки на технічний стан заднього мосту

При появі будь-якого виду зносу внутрішньої чашки заднього мосту порушуються зазори і натяги в спряжених деталях, а це викликає порушення в роботі зовнішнього роликового підшипника, з'єднання з кожухом напівосі, зачеплення колісної передачі і надійності кріплення зовнішньої чашки заднього мосту [15].

При експлуатації автомобілю слід своєчасно усувати виникаючі несправності, якісно проводити огляди і технічне обслуговування заднього мосту.

Надійність і працездатність заднього мосту забезпечує і надійність експлуатації всього автомобілю.

2.6 Технологічний процес дефектування деталі, що відновлюється

«Деталі після миття і очищення від забруднень у відповідності з технологічним процесом підлягають дефектуванню, тобто контролю з метою виявлення дефектів. Під дефектами деталі розуміють всякі відхилення її параметрів від величин, встановлених технічними умовами або робочим кресленням» [16].

«Основними задачами дефектування і сортування деталей є: контроль деталей для визначення їх технічного стану; сортування деталей на три групи: годні для подальшого використання, деталі, що підлягають відновленню і

негодні; накопичення інформації о результатах дефектування і сортування з метою використання її при удосконаленні технологічних процесів і для визначення коефіцієнтів гідності, змінності і відновлення деталей; сортування деталей по маршрутам відновлення» [21].

«Дефектування деталей проводять шляхом їх зовнішнього огляду, а також за допомогою спеціального інструменту, пристосувань, приладів і обладнання» [21].

«Результати дефектування і сортування фіксують шляхом маркування деталей фарбою. При цьому зеленою фарбою відмічають годні для подальшого використання деталі, червоною – негодні, жовтою – ті, що потребують відновлення. Годні деталі після дефектування направляють на комплектувальну дільницю і далі на складання агрегатів і автомобілів, а негодні – на склад утилю. Деталі, що потребують відновлення, після визначення маршруту ремонту поступають на склад деталей, що очікують ремонту, і далі на відповідні дільниці відновлення» [13].

Технічні вимоги на дефектування чашки внутрішньої водила колісної передачі представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічні вимоги на дефектування чашки внутрішньої водила колісної передачі

Номер і найменування дефекту	Розмір, мм		Спосіб встановлення дефекту і вимірювальний інструмент	Висновок
	номінальний	допустимий без ремонту		
- Обломи і тріщини будь-якого характеру і розташування	-	-	Огляд	Браку-вати
1 Знос шліцьових впадин по ширині	$1{,}23^{+0{,}065}_{+0{,}036}$	1,40	Калібр шліцьовий	Браку-вати
2 Знос шийки під підшипник	$120^{-0{,}015}_{-0{,}038}$	119,96	Мікрометр МК125-1 ГОСТ 6507-78	Ремон тувати
3 Знос отвору під вісь сателітів	$32^{+0{,}050}_{+0{,}025}$	32,07	Нутромір індикаторний НИ-50М ГОСТ 868-82 Пробка 32,07 мм	Ремон тувати
4 Знос отвору під центруючі болти	$26^{+0{,}023}$	26,04	Нутромір індикаторний НИ-50М ГОСТ 868-82 Пробка 26,04 мм	Ремон тувати

2.7 Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталі

При розгляданні дефектів внутрішньої чашки водила колісної передачі слід відмітити, що при наявності тріщин будь-якого характеру і розташування, а також при зносі шліцьових впадин, що перебільшують допустимий, чашка не підлягає відновленню (бракується) [16, 19].

Найбільш часто на поверхні чашки виникають зноси шийки під підшипник і отворів під вісі сателітів. Рідше виникають зноси отворів під центруючі болти.

При досягненні зносів поверхні під підшипник 0,002…0,017 мм вони підлягають відновленню. Отвори під вісі сателітів і центровочні болти підлягають відновленню при зносах порядку 0,01…0,04 мм.

«Відновлення деталей в ремонтному виробництві може вестися по технологічному процесу, розробленому на кожний дефект (подефектна

технологія), на комплекс дефектів визначеного сполучення, виникаючих на деталях даного найменування (маршрутна технологія) і на групу однотипних деталей визначеного класу, у відповідності з типізацією технологічних процесів (групова технологія)» [22].

«Найбільше розповсюдження в ремонтному виробництві отримала маршрутна технологія. При маршрутній технології розробляється технологічний процес на усунення визначеного сполучення дефектів і найкращу послідовність виконання технологічних операцій, при найкоротшому маршруті проходження деталей по цехам і дільницям. При цьому збільшується значення і роль способу відновлення деталей, так як зміст маршруту визначається саме способом відновлення. Маршрути відновлення і їх нумерація встановлюються на дільниці контролю і сортування деталей. Кількість маршрутів для деталей даного найменування повинна бути мінімальною, звичайно в межах двох-трьох і не більше п’яти для складних корпусних деталей. Велика кількість маршрутів ускладнює планування і облік виробництва, ускладнює технологічну документацію, потребує збільшення складських приміщень тощо» [22].

Розбивання дефектів внутрішньої чашки водила колісної передачі на маршрути відновлення наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Маршрути відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі

Номер маршруту	Номер дефекту			
	1	2	3	4
I	-	+	-	+
II	-	+	+	-
III	-	-	+	-

Найбільш часто при дефектуванні зустрічаються дефекти, наведені в маршруті II, на який і будемо розробляти технологічний процес відновлення.

2.8 Технічні умови на відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі

При розробці технологічних процесів відновлення деталей, за основу приймають технічні умови. Виходячи з них вибирають способи відновлення і ремонтні матеріали, а також визначається структура технологічних процесів. Базою для розробки технічних умов на відновлення деталей є технічні умови на їх виготовлення [13].

Після відновлення внутрішня чашка водила колісної передачі повинна відповідати наступним вимогам:

- твердість поверхонь чашки 241…285 НВ;
- овальність і конусність поверхні під підшипник не більше 0,012 мм;
- радіальне биття поверхні під підшипник відносно осі ділильного циліндра шліців не більше 0,06 мм;
- на торцевій поверхні, що прилягає до зовнішньої чашки водила, поза зоною загартування СВЧ, допускається величина шорсткості Rz=20мкм;
- обробка отворів під вісі сателітів і центруючі болти проводити сумісно з зовнішньою чашкою водила (дет. 500-2405023Б).

2.9 Огляд існуючих способів відновлення

В ремонтному виробництві існує велика кількість способів і засобів відновлення зношених деталей [7, 8, 10, 11].

Найбільше розповсюдження в ремонтному виробництві для відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь отримали різні способи наплавлення. Технологія наплавлення має переваги отримання достатньо великої товщини покриття і високої продуктивності. При цьому утворюється шар з необхідним хімічним складом, високою твердістю і зносостійкістю.

В загальному об’ємі робіт по відновленню деталей в ремонтному виробництві на наплавлення різних видів приходиться порядку 77%. Розглянемо найбільш широко розповсюджені види.

Наплавлення під шаром флюсу. Спосіб характеризується великою продуктивністю в результаті застосування високих щільностей струму; можливістю керування складом і властивостями наплавленого покриття за

рахунок додаткового легування. Важливою особливістю способу є простота використовуваного обладнання. Але існує ряд недоліків процесу, що ускладнюють його використання. До них відносяться: обмеження можливості процесу, пов'язане з формою деталі (поверхня деталі повинна бути горизонтальною або близькою до неї); значне розплавлення основного металу, частка якого в наплавленому шарі може досягати 65…75% і, отже, проблеми зі стабільністю хімічного складу і властивостей покриття; високий нагрів деталі і неможливість наплавлення деталей малих діаметрів [10, 11, 14].

Вібродугове наплавлення. Спосіб широко застосовується на ремонтних підприємствах в зв'язку з простотою освоєння і експлуатації наплавочних установок, можливість нанесення покриттів на зовнішні і внутрішні поверхні сталевих та чавунних деталей [10, 11, 19].

Даний спосіб має ряд недоліків, в тому числі незплавлення нанесеного шару з матеріалом деталі; розбризкування електродного матеріалу і його підвищена витрата; погане формування наплавленого шару і недостатня стабільність процесу наплавлення; виникнення раковин, пор в наплавленому шарі; значна термічна дія на деталь, що приводить до появи термічних напружень в деталі і тріщин в наплавленому шарі [10, 11, 19].

Наплавлення в середовищі захисних газів. Цей спосіб не потребує спеціальних пристроїв або захисних флюсів, оскільки дуга між електродом і деталлю горить в струмені газу, що витісняє повітря з плавильного простору і захищає розплавлений метал від дії кисню і азоту. В якості захисного середовища звичайно використовують вуглекислий газ, а останній час аргон або їх суміші. В ході процесу відсутні шкідливі виділення або шлакові кірки, можливо легко корегувати процес, проводити процес при різному просторовому положенні поверхні, що наплавляється. Разом з тим процес має низьку продуктивність, характеризується підвищеним розбризкуванням металу і значною термічною дією на деталь [7, 19].

Електроконтактне наварювання. Процес заключається в приварюванні до поверхні деталі сталевої стрічки, дроту або порошку за допомогою потужних електричних імпульсів. Спосіб має високу продуктивність. Метал прогрівається на невелику глибину, чим забезпечується стабільність хімічного складу і

властивостей покриття, не має потреби в застосовуванні флюсів та захисних газів. Разом з тим для реалізації способу необхідні спеціальні установки і виникає можливість неприварювання окремих дільниць нанесеного шару з основним металом [19].

Крім перелічених вище способів для відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь можна використовувати: індукційне, електроіскрове, лазерне та електромагнітне наплавлення, хромування та залізнення, різні види напилення, ЕМО тощо.

Отвори під вісі сателітів та центровочні болти відновлюють гальванічним способом (місцевим ванним залізненням) або електроіскровим нарощуванням, кільцуванням, розкатуванням звертних втулок і заварюванням.

2.10 Обґрунтування та вибір оптимального способу відновлення і його коротка характеристика

«При виборі способів стосовно підприємств по спеціалізованому відновленню деталей рекомендується методика, запропонована доктором технічних наук М.А.Масино, в основу якої покладені критерії розглянуті проф. В.А.Шадричевим Сутність даної методики полягає в наступному. Розглядають різні потенціально-можливі способи відновлення, що відповідають критерію застосованості ($К_т$ = 1) і вибирають ті, які забезпечують необхідний ресурс відновлюваних деталей, тобто відповідають необхідному значенню коефіцієнта довговічності ($К_д \geq 0,85$). З способів, що відповідають коефіцієнту застосованості і необхідному значенню коефіцієнта довговічності, вибирають ті, що відповідають найбільшому значенню коефіцієнта техніко-економічної ефективності ($К_{т.еф}$)» [22].

Основні способи відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь, що відповідають коефіцієнтам застосованості і довговічності, мають наступні значення техніко-економічної ефективності:

- вібродугове наплавлення, $К_{т.еф.} = 0,256$;
- наплавлення під шаром флюсу, $К_{т.еф.} = 0,436$;
- наплавлення в середовищі CO_2, $К_{т.еф.} = 0,403$;

- хромування, $К_{т.еф.}$ = 0,087;
- залізнення, $К_{т.еф.}$ = 0,064;
- контактне наварювання, $К_{т.еф.}$ = 0,660;
- електролітичне натирання, $К_{т.еф.}$ = 0,219;
- електромеханічна обробка, $К_{т.еф.}$ = 0,420.

На підставі вище вказаних показників коефіцієнта техніко-економічної ефективності різних способів відновлення приймаємо електроконтактне наварювання сталевої стрічки.

«Сутність процесу відновлення контактним наварюванням полягає в приварюванні потужними імпульсами струму до поверхні деталей сталевої стрічки, порошку або дроту. Зварювальні точки, що утворюються при цьому, розташовуються по гвинтовій лінії і частково перекривають одна одну, що досягається обертанням деталі зі швидкістю, яка пропорційна частоті імпульсів, і повздовжнім переміщенням зварювальних кліщів» [22].

Процес контактного наварювання протікає при великій силі струму (5000…20000 А) і порівняно низькому напруженні (1…7В). Струм подається імпульсами (0,02…0,80 с), з паузами між ними (0,08…0,12с) [14, 19].

Найважливіша особливість способу відновлення, що розглядається – відсутність великої поверхні нагріву деталей, можливість приварювання шару сталевої стрічки, дроту і твердих сплавів, загартування шару безпосередньо в процесі наварювання. Цей спосіб підвищує продуктивність в 2…3 рази, зменшує витрату метала в порівнянні з наплавленням в 3…4 рази. В залежності від зносу деталі, товщину шару, що приварюється, можна регулювати від 0,1 до 1,5 мм, що дозволяє зменшити припуски на наступну механічну обробку і трудомісткість. Важливі переваги наварювання – відсутність вигорання легуючих домішок, прогрів металу на невелику глибину і поліпшення умов праці [14, 19].

Використання стрічок зі сталей різних марок дозволяє отримати шари твердістю до 65 HRC. Витрата електроенергії на наварювання 1 кг металу при товщині шару 1 мм складає 0,87 кВт·год [14, 19].

2.11 Розробка структурної послідовності виконання технологічного процесу відновлення

Розробка структурної послідовності виконання операцій технологічного процесу відновлення полягає у встановленні раціонального порядку виконання операцій, при якому досягається необхідна якість виробів, що задовольняє технічним вимогам, і в той же час процес виконується при найменших матеріальних і трудових затратах [14, 19].

Структурна послідовність виконання технологічногно процесу відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технологічний процес відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі

Номер і найменування операції, номер переходу	Зміст операції або переходу
1	2
005 Токарна	Точити поверхню під підшипник з ∅119,9 мм до ∅119,5 мм довжиною 43 мм
010 Наварювання	Наварити стрічку на поверхню під підшипник з ∅119,5мм до ∅121,0 мм довжиною 43 мм

Продовження таблиці 2.3

1	2
015 Зварювальна	Заварити отвір ∅32 мм глибиною 16 мм
020 Шліфувальна	Шліфувати поверхню під підшипник з ∅121,0 мм до ∅120,3 мм довжиною 43 мм
025 Токарна	
Перехід 1	Видалити напливи на зовнішній торцевій поверхні
Перехід 2	Видалити напливи на внутрішній торцевій поверхні
Перехід 3	Правити фаску 11×30° на поверхні ∅120,5 мм
Перехід 4	Правити галтель R 10 мм
030 Слюсарна	Зібрати водило колісної передачі
035 Свердлильна	
Перехід 1, 2 та 3	Свердлити отвір ∅20 мм глибиною 16 мм
Перехід 4, 5 та 6	Розсвердлити отвір ∅31,75 мм глибиною 16 мм
Перехід 7, 8 та 9	Розвернути отвір ∅31,93 мм глибиною 16 мм (начорно)
Перехід 10, 11 та 12	Розвернути отвір $\varnothing 32^{+0,050}_{+0,025}$ мм глибиною 16 мм (начисто)
Перехід 13, 14 та 15	Зенкувати фаску 3,5×30° в отворі $\varnothing 32^{+0,050}_{+0,025}$ мм
040 Слюсарна	Розібрати водило колісної передачі
045 Шліфувальна	Шліфувати поверхню під підшипник з ∅120,3 мм до $\varnothing 120^{-0,015}_{-0,038}$ мм довжиною 43 мм

2.12 Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій

«Правильний вибір установчих баз при розробці технологічних процесів обробки деталей визначає їх точність по координаційно-кінематичним розмірам. Вибір баз для обробки ремонтних заготовок представляє відому складність, пов’язану з можливим зносом, викривленням і короблення базових поверхонь. В цьому випадку необхідно керуватися наступними положеннями: - якщо у ремонтної заготовки збереглася заводська допоміжна база, то її доцільно застосовувати за установчу; - при обробці (ремонті) деталі не по всім, а по окремим поверхням в якості установчої бази потрібно брати базові або базисні поверхні, що збереглися; - якщо є потреба обробити деталь по всім базовим і базисним поверхням, то в якості чорнової опорної бази слід вибирати таку, при

використанні якої можна обробити всі базові і базисні поверхні за одну установку; - кращі результати по координаційній і координатній точності досягаються в тих випадках, коли всі операції обробки деталі виконуються від однієї і тієї ж бази» [24].

При виконанні технологічних операцій відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі закріплення здійснюємо по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 242_{-1,9}$ мм.

2.13 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання, оснащення, ріжучого, вимірювального інструмента і ремонтних матеріалів

Технологічне обладнання вибирають в залежності від форми, габаритів, точності, чистоти поверхні деталі, що обробляється та економічних міркувань.

Ремонтне виробництво характеризується дрібносерійністю. В зв'язку з цим при виборі обладнання необхідно враховувати можливість обробки на ньому достатньо широкої номенклатури деталей і виконання великої кількості технологічних операцій [14, 19].

Пристосування і інструмент вибирають в залежності від прийнятої технологічної схеми ремонту. Критерієм при цьому служить програма підприємства і точність, яку потрібно одержати на даній операції з врахуванням погрішності установки і закріплення деталі.

Вимірювальні засоби вибирають в залежності від величини допуску на розмір, точності, форми оброблюваної поверхні або інших контрольних параметрів ремонтуємих деталей [14, 19].

Ремонтні матеріали вибирають в залежності від прийнятого способу відновлення, необхідної твердості, хімічного складу, механічних властивостей і товщини покриття, що наноситься [14, 19].

Вибране технологічне обладнання, оснащення, ріжучий, вимірювальний інструмент і ремонтні матеріали приведені в таблицях 2.4 і 2.5.

Таблиця 2.4 - Технологічне обладнання і оснастка

Номер та найменування операції	Найменування, позначення обладнання і оснащення	Коротка характеристика обладнання
1	2	3
005, 025 Токарна	Верстат токарно-гвинторізний 1К620 Патрон 7100-0039 ГОСТ 2675-80	Діаметр деталі, що обробляється: над станиною–400мм, над супортом–220 мм. Відстань між центрами–1000 мм. Частота обертання шпинделя–12…3000 об/хв (регулювання безступінчасте). Кількість величин подач–48. Межи величин подач: повздовжніх–0,07…4,10мм/об, поперечних–0,035…2,080 мм/об. Потужність головного електродвигуна–10 кВт. Габаритні розміри–2812×1166×1324 мм. Маса верстату – 2140 кг
010 Наварювання	Установка 011-1-02М “Ремдеталь” Патрон 7100-0039 ГОСТ 2675-80 Трансформатор ТС-500	Розміри деталі, що відновлюється: діаметр – 20…250 мм, довжина – 1250 мм. Товщина шару, що приварюється – 0,65…1,50 мм. Потужність – 50кВА. Частота обертання шпинделя – 0…25 об/хв. Зусилля притискання електродів – 0,5…2,0 кН. Габаритні розміри – 2400×1000×1800 мм. Маса 1200 кг. Номінальний струм – 500 А. Вторинна напруга – 60 В. Межі регулювання сили струму – 170…650 А. Потужність – 32 кВА. КПД – 0,86. Габаритні розміри – 950×818 мм. Маса 250 кг.
015 Зварювальна	Стіл для електро-зварювальних робіт ОРГ-1468-03-340 Трансформатор ТС-500 Щиток наголовний ННП-С-701У1	Габаритні розміри 1155×745×645 мм. Маса – 122 кг Характеристику трансформатора наведено вище в операції 010 “Наварювання”

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
020, 045 Шліфувальна	Верстат кругло-шліфувальний 3Б151 Патрон 7100-0039 ГОСТ 2675-80	Розміри деталі найбільші: діаметр – 200 мм, довжина – 700 мм. Висота центрів – 110 мм. Розмір шліфувального кола: діаметр – 600 мм, ширина – 63 мм. Частота обертання деталі: найменша – 63 об/хв, найбільша – 400 об/хв (регулюється безступінчасто). Потужність електродвигуна привода шпинделя – 7,0 кВт. Габаритні розміри 3100×2100×1560 мм. Маса верстату – 3800 кг
030, 040 Слюсарна	Верстак ОРГ-1468-01-060А	Габаритні розміри: 1200×800×805 мм. Маса – 162 кг
035 Свердлильна	Верстат вертикально-свердлильний 2А135 Кондуктор власного виготовлення	Найбільший діаметр свердла–35 мм. Відстань від вісі шпинделя до лицьової сторони станини–300 мм. Найбільша відстань від торцю шпинделя до столу–750 мм. Найбільший хід шпинделя – 225 мм. Розміри робочої частини столу 500х450 мм. Межи чисел обертів шпинделя-68…1100 об/хв. Потужність електродвигуна–4,5кВт. Габарит-ні розміри верстату 1245×790×2690 мм.

Таблиця 2.5 - Ріжучий, вимірювальний, контрольний інструмент та ремонтні матеріали

Номер і найме-нування операції. Номер переходу	Найменування, позначення ріжучого інструменту. Ремонтні матеріали.	Найменування, позна-чення вимірювального інструменту
1	2	3
005 Токарна	Різець упорний 2103-0007 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
010 Наварювання	Стрічка сталева з сталі 20 ГОСТ1050-88	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
015 Зварювальна	Електрод Э46А-УОНИ-13/45-5-НС2 ГОСТ 9466-75	Огляд
020 Шліфувальна	Коло шліфувальне ПП600х50х305 25А СТ-1-5-К ГОСТ 2424-83	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
025 Токарна Перехід 1 і 2 Перехід 3 Перехід 4	 Різець 2112-0005 ВК6 ГОСТ 18880-73 Різець 2102-0005 Т15К6 ГОСТ 18877-73 Різець фасонний цеховий	 Лінійка повірочна ЛЧ 320х25 ГОСТ 8026-75 Калібр цеховий Калібр цеховий
030, 040 Слюсарна	Ключ 7811-0468 ГОСТ 2839-80	Огляд
035 Свердлильна Перехід 1, 2 та 3 Перехід 4, 5 та 6 Перехід 7, 8 та 9 Перехід 10, 11 та 12 Перехід 13, 14 та 15	 Свердло 2301-4091 ГОСТ 2092-77 Свердло 2301-3682 ГОСТ 10903-77 Розвертка 32Г8-2360-0656 ГОСТ1672-71 Розвертка 32Н7-2360-0656 ГОСТ1672-71 Зенковка 2353-0126 ГОСТ 14953-80	 Огляд Огляд Огляд Нутромір індикаторний НИ-50М ГОСТ868-82 Калібр цеховий
045 Шліфувальна	Коло шліфувальне ПП600х50х305 25А СМ-5-К ГОСТ 2424-83	Мікрометр гладкий МК 125-1 ГОСТ 6507-78

2.14 Розрахунок і вибір режимів виконання операцій технологічного процесу відновлення

Розрахунки режимів виконання технологічних операцій та норм часу на їх виконання виконувались у відповідності до стандартних методик [9, 10, 12, 16] та наведені у додатку А даної кваліфікаційної роботи.

3.1 Аналіз технологічного процесу і організація виконання робіт на дільниці

Якість ремонту різноманітної техніки, а відповідно і її подальший термін експлуатації, залежить від багатьох факторів. Одним з яких є, раціональна організація різних ланок ремонтного виробництва. Схема технологічного процесу ремонту техніки залежить від номенклатури деталей, що відновлюються, робочої програми, наявності ремонтно – технологічного обладнання та устаткування, вибраного способу відновлення деталей і організації цехів і дільниць підприємства. Технічний рівень організації виробництва на підприємстві потребує подальшого покращення і модернізації. Ці питання можливо вирішити визначив оптимальні потужності, як ремонтної бази підприємства цілому, так і окремих його структур [1, 3, 5, 6].

Ремонтне виробництво господарства включає дорожньо - ремонтне підприємство (ДРП-2) та ремонтно-механічну майстерню (РММ). Ремонтно-механічна майстерня у свою чергу включає тільки дві дільниці: слюсарно – механічну та зварювально – наплавлювальну.

Аналіз організація виконання ремонтних робіт у ремонтно – механічній майстерні свідчить о необхідності включити до її складу розбірно - мийну та агрегатну дільниці. Враховуючи відносно невелику ремонтну програму підприємства об’єднуємо ці дільниці в одну – агрегатну. Агрегатна дільниця буде складатись з двох відокремлених зон: розбірно-мийної і ремонту агрегатів та вузлів [3, 5, 6].

У розбірно-мийної зоні агрегатної дільниці виконуються розбірні роботи агрегатів, що ремонтуються, на вузли та деталі з подальшим їх миттям та очисткою.

У зоні ремонту агрегатів та вузлів виконуються наступні роботи [3, 5, 6]:

- ремонт деталей із застосуванням спеціального ремонтно - технологічного обладнання та устаткування (розточування гальмівних барабанів, обточування гальмівних накладок та ін.);

- збирання вузлів та агрегатів на спеціальних стендах (ведучих та керованих мостів, коробок передач, механізмів керувань, гідравлічних систем тощо);

- регулювання, випробування і обкатка зібраних вузлів та агрегатів.

Агрегати та вузли, які підлягають ремонту і попередньо зняті з машин, прямують у розбірно-мийну зону. У цій зоні виконується миття, очищення і дефектування деталей. Після дефектування деталі, що придатні для наступного застосування прямують на склад або у зону ремонту для подальшого складання вузлів та агрегатів. Деталі, потребують відновлення – на спеціалізовані дільниці. Деталі, що не підлягають відновленню – вибраковують, складають у спеціальні скрині і прямують в утиль або використовують для відновлення інших деталей.

У зоні ремонту агрегатів виконується збирання вузлів та агрегатів з деталей придатних для експлуатації, нових та деталей після відновлення до необхідних технічних вимог та геометричних параметрів. Відремонтовані агрегати регулюють, при необхідності випробують та обкатують і прямують на проміжний склад або відразу для встановлення на машини, що ремонтуються.

3.2 Розрахунок трудомісткості робіт на агрегатній дільниці

Трудомісткість робіт, що виконуються в зонах агрегатної дільниці можна визначити виходячи з номенклатури агрегатів, які ремонтуються, їх кількості і коефіцієнти ремонту. Але цей метод, у зв’язку з непостійністю виникнення дефектів, досить приблизний. Також трудомісткість відновлення деталей, в певній мірі, залежить від способу відновлення, застосованого обладнання та пристосування, кваліфікації робітників та ін. [2, 5, 9, 17].

Більш доцільно прийняти трудомісткість агрегатної дільниці у відповідності до матеріалів переддипломної практики.

За даними переддипломної практики на ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філія «Лелеківська

дорожньо - експлуатаційна дільниця» трудомісткість робіт, що планується виконувати на агрегатній дільниці у 2022 році склала $T_{агр}$ = 5070 люд. – год.

Проведений аналіз організації роботи ремонтно – механічної майстерні та використання її ремонтно – технологічного обладнання свідчить, що ефективність запропонованої дільниці може бути істотно покращена. Крім того значно збільшились закази сторонніх підприємств та організацій на виконання різноманітних видів ремонтних робіт. Враховуючи виконаний аналіз можна допустити зростання продуктивності роботи запропонованої дільниці на 25%, тоді планове завантаження агрегатної дільниці буде дорівнювати:

$$T_{агр.пл.} = T_{агр.} \cdot k_д = 5070 \cdot 1{,}25 = 6337{,}5 \text{ люд. – год.}$$

де $T_{дод.агр.}$ - річна планова трудомісткість робіт агрегатної дільниці; люд - год;

$T_{агр.}$ - річна трудомісткість робіт, що переносяться на агрегатну дільницю, люд - год;

$k_д$ - коефіцієнт, враховуючий зростання продуктивності рпоботи дільниці.

3.3 Режим роботи дільниці і розрахунок фондів часу

Режим роботи виробництва характеризується кількістю робочих днів у році, кількістю змін роботи за добу та тривалістю кожної робочої зміни [2, 4, 5].

Число робочих днів в році залежить від типу виробництва - переривчасте або безперервне. Робота ремонтно – механічної майстерні характеризується переривчастим процесом, який організовано в одну зміну.

Для прийнятого режиму роботи виробництва визначаємо річні фонди часу робочих і обладнання. При цьому слід розрізняти календарний, номінальний і дійсний фонди часу.

«У відповідності до прийнятих норм тривалості робочого часу в 2023 році: кількість календарних днів складає – 365 днів, з них кількість святкових днів і днів релігійних свят – 3, кількість вихідних днів –105, кількість днів, робота в які не проводиться – 108, кількість робочих днів – 257 та кількість днів, що

передують святковим та неробочим і в які тривалість робочого дня скорочується на 1 годину – 2» [25].

Номінальний річний фонд часу робітників і обладнання приймається у відповідності до кількості робочих днів у неділю, числа змін та тривалість робочого тижня. При п’яти робочих днях у тижні, однозмінному режимі роботи та тривалості робочої неділі у 40 годин номінальний річний фонд часу на 2023 рік складає $Ф_{н.} = 2054$ год. [25].

Дійсний річний фонд часу виражає фактично відпрацьований час робітником або обладнанням.

Дійсний річний фонд робочого часу робітників декілька менше ніж номінальний. Це пов’язано з наданням відпусків, як планових, так і декретних, а також пов’язаними з навчанням. Зменшення дійсного фонду часу пов’язано з скороченням робочого часу для підлітків. Розраховуємо дійсний річний фонд часу робітників [2, 5, 6]:

$$Ф_{д.р} = Ф_{н} \cdot \left(1 - \frac{c}{100}\right) = 2054 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1848{,}6 \text{ годин},$$

де $Ф_н$ – номінальний річний фонд часу, год;

с – відсоток втрат номінального річного фонду робочого часу робітників.

Дійсний річний фонд часу обладнання також менше ніж номінальний. Це пов’язано з необхідністю регламентних робіт по технічному обслуговуванню і ремонту обладнання, що приводить до вимушених простоїв. Враховав також простої пов’язані зі змінністю роботи визначаємо дійсний річний фонд часу обладнання [2, 5, 6]:

$$Ф_{д.об.} = Ф_{н} \cdot \left(1 - \frac{f}{100}\right) = 2054 \cdot \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 1889{,}68 \text{ годин},$$

де $Ф_н$ – номінальний річний фонд часу, год.;

f – відсоток втрат номінального річного фонду часу на простої технологічного обладнання.

3.4 Розрахунок кількості робітників і робочих місць на дільниці

Кількість робітників агрегатної дільниці визначається виходячи з трудомісткості робіт, що планується виконувати на дільниці, річних фондів часу та з урахуванням можливості перевиконання норм виробітку.

Визначаємо списочний ($R_{сп}$) і явочний ($R_{яв}$) склад основних виробничих робітників за формулами: [2, 5, 6]

$$P_{сп} = \frac{T_{агр.пл.}}{\Phi_{д.р.} \cdot к}, \qquad (3.1) \qquad P_{яв} = \frac{T_{агр.пл.}}{\Phi_{н} \cdot к}., \qquad (3.2)$$

де $T_{агр.пл.}$ – річна планова трудомісткість робіт на дільниці, люд·год;

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

$\Phi_{н.}$ – номінальний річний фонд часу робочого, год;

к – коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

Визначаємо списочну кількість слюсарів дільниці:

$$P_{сп} = \frac{6337,5}{1848,6 \cdot 1,1} = 3,12 \text{ особи.}$$

Приймаємо, $P_{сп} = 3$ особи.

Визначаємо явочну кількість слюсарів дільниці

$$P_{яв} = \frac{6337,5}{2054,0 \cdot 1,1} = 2,81 \text{ особи.}$$

Приймаємо, $P_{яв} = 3$ особи.

Обслуговування технологічного обладнання, приміщень дільниці та їх прибирання залучаються допоміжні робітники, кількість яких приймається, як відсоток від основних виробничих робітників. Знаходимо кількість допоміжних робітників, яка складає 10…15% від кількості основних виробничих [2, 5]:

$P_{доп} = P_{осн} \cdot (0,10…0,15) = 3 \cdot 0,13 = 0,39$ особи

З урахуванням отриманого значення застосовуємо одного допоміжного робітника для декілька дільниць.

Крім основних виробничих та допоміжних робітників для ефективної роботи дільниці залучаються необхідна кількість спеціалістів та робітників пожежно-сторожової охорони. Їх склад приймається, як відсоток від суми основних виробничих та допоміжних робочих [2, 5].

Визначаємо кількість спеціалістів та робітників пожежно-сторожової охорони на агрегатній дільниці [2, 5]:

$P_{сп.} = 0,1 \cdot (P_{всп} + P_{осн}) = 0,1 \cdot (0,39 + 3,00) = 0,34$ особи

Один спеціаліст та робітник пожежно-сторожової охорони буде виконувати службові обов’язки у декількох дільницях.

Загальну склад основних і допоміжних робітників та спеціалістів на агрегатній дільниці у ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філія «Лелеківська дорожньо - експлуатаційна дільниця», з урахуванням, що допоміжний робітник та спеціаліст залучаються для роботи на декількох сумісних дільницях складе 5 осіб.

3.5 Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Як було зазначено раніше, агрегатна дільниця складається з двох робочих зон, розбірно-мийної і ремонту агрегатів та вузлів. Оснащення зон ремонто – технологічним обладнанням виконується у відповідності до типу робіт, які на них виконуються [2, 5, 6].

У розбірно – мийній зоні виконуються розбірні, мийно – очисні операції та операції дефектування деталей.

Для розбирання агрегатів та вузлів застосовуються спеціальні та універсальні стенди, столи та пристосування. Для часткового та повного розбирання агрегатів і вузлів у цій зоні застосовується монтажний стіл. Складні агрегати, такі як коробки передач, ведучі та керовані мости, рульові керування рекомендовано розбирати та збирати на спеціальних стендах. Використовувати окремо стенди для розбирання та збирання, при незначній програмі їх ремонту, економічно недоцільно. Тому використовуємо один стенд для розбирання та збирання і розташовуємо їх у зоні ремонту агрегатів. Таким чином скорочуються витрати на придбання двох однакових стендів і прибираємо його з мийної зони, яка має більш агресивне середовище [2, 5, 6].

Для зменшення фізичного навантаження на робітників і підвищення продуктивності їх праці при розбиранні різьбових з’єднань використовуються пневматичні гайковерти та комплекти спеціального інструменту. Для розбирання з’єднань, що мають посадки з натягом або тих з’єднань, які після тривалої експлуатації машин важко роз’єднати використовуються гідравлічні преси.

Для миття та очищення деталей, у залежності від типу забруднення та конфігурації деталей, застосовують різноманітне мийне обладнання. Для очищення деталей простої форми, у яких відсутні внутрішні порожнини, застосовують мийні машини струминного типу. Деталі складної форми, що мають внутрішні порожнини, які не знаходяться у зоні прямого контакту з мийним струменем, рекомендовано очищати у машинах занурюваного типу. Даний тип машин дає змогу використовувати органічні миючі засоби, що дозволяє більш ефективно виконувати очистку деталей [2, 5, 6, 20].

Дефектування деталей виконується на спеціальному столі. Деталі, що підлягають очищенню, збирають у спеціальну сітчасту тару і направляють до відповідної мийної машини [2, 5, 6, 20].

Транспортування, переміщення, підйом і зняття агрегатів, вузлів та деяких важких деталей виконується за допомогою підйомно – транспортних засобів, що передбачає застосування візків та електричної талі [2, 5, 6, 20].

В зоні ремонту агрегатів і вузлів передбачені робочі місця для їх ремонту, збирання, регулювання та обкатування. Ці місця оснащені обладнанням для ремонту елементів трансмісії, ходової частини, підвіски та органів керування (рульове керування та гальмівна система). Слід зазначити, що на дільниці не виконується ремонт двигунів внутрішнього згорання, тому не передбачено і відповідне обладнання [2, 5, 6, 20].

Установка агрегатів на стенди і їх зняття виконується підйомним обладнання.

Для зберігання агрегатів, вузлів, деталей та інших матеріалів використовуються підставки і стелажі.

Умовно обладнання можна поділити на виробниче, допоміжне, підйомно-транспортне та енергетичне. Кількість обладнання на дільниці можна визначити різними методами [2, 5, 20]:

- по трудомісткості ремонтних робіт. Цей метод застосовується для визначення кількості обладнання для відновлення, розбирання, збирання та ін.;

- по тривалості технологічних операцій. Для обкатувальних стендів.

Для визначення кількості виробничого обладнання дільниці застосовуємо перший метод, тобто по трудомісткості виконання робіт:

$$N_{рм} = \frac{T_{агр.пл.}}{Ф_{д.об} \cdot к} = \frac{6337,5}{1889,68 \cdot 0,95} = 3,53 \text{ од},$$

де $T_{агр.пл.}$ – річна планова трудомісткість робіт на дільниці, люд-год;

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

к – відсоток, що враховує можливість використання обладнання.

Приймаємо $N_{рм} = 4$ од.

Решта обладнання приймається у відповідності до технологічної необхідності без розрахунку, виходячи з умови виконання всіх операцій технологічного процесу [2, 5, 6, 18, 20].

Вибране технологічне обладнання, виробничий інвентар і підйомно-транспортне обладнання зводимо в таблицю додатку А.

3.6 Розрахунок площі дільниці

Для визначення площ виробничих дільниць застосовують різні методи розрахунку у відповідності до [2, 5, 18]:

- площі обладнання, що встановлено у дільниці;
- кількості робітників на дільниці та питомій площі для одного робітника;
- кількості робочих місць на дільниці;
- площі, яку займають об’єкти, що підлягають ремонту.

Найбільш доцільно використовувати в нашому випадку розрахунок по площі підлоги, яку займає обладнання, і по перехідним коефіцієнтам [2, 5].

$F = \sum F_0 \cdot k,$

де $\sum F_0$ – площа, яку займає ремонтно – технологічне обладнання, $м^2$;

k – коефіцієнт, що враховує робочі зони, проїзди для транспортних засобів і проходи для людей.

Дільниця складається з двох виробничих зон, до яких пред’являються різні санітарно – гігієнічні вимоги (вентиляція, освітлення, склад шкідливих речовин у робочій зоні), тому зони розташовані у відокремлених приміщеннях і їх площі розраховуються окремо.

Розраховуємо площу:

- розбирально – мийної зони

$F_{рм} = 14,11 \cdot 4,0 = 56,44$ м^2

- зони ремонту агрегатів та вузлів

$F_{ра} = 28,63 \cdot 4,0 = 114,52$ м^2

Загальна площа агрегатної дільниці визначається, як сума площ розбирально – мийної зони та зони ремонту агрегатів та вузлів:

$F = F_{рм} + F_{ра} = 56,44 + 114,52 = 170,96$ м^2.

У відповідності до будівельних норм і розмірів будівельних конструкцій остаточно приймаємо площі [2, 5]:

- розбирально – мийної зони

$F_{рм} = 54$ м^2

- зони ремонту агрегатів та вузлів

$F_{ра} = 117$ м^2

Тоді остаточна площа агрегатної дільниці буде дорівнювати, $F = 171$ м^2.

Визначаємо відсоткову невідповідність розрахункової площі дільниці і її прийняту площу [2, 5]:

$$\Delta = \frac{171,0 - 170,0}{170,0} \cdot 100 = 0,6\%.$$

Нормативна різниці між площами неповинна перебільшувати ± 10%, тобто прийняте значення загальної площі агрегатної дільниці вкладається у нормативні значення відхилення (0,6% < 10,0%).

Отже дільниця складається з двох зон загальною площею 171 м^2, що відповідає прийнятим нормам у будівництві та має розміри відповідно за шириною та довжиною – 9×19 м.

3.7 Компонування агрегатної дільниці

Для підвищення ефективності роботи підприємства, необхідно забезпечити відповідний технологічний взаємозв’язків між операціями, що виконуються і робочими місцями в цілому. Основними вимогами при плануванні дільниці є відповідність схеми вантажопотоку ремонтно-механічної майстерні і виробничим процесом [2, 5]. Рух вантажопотоку повинен бути скерований у

напрямку виконання ремонтних робіт: розбиральні, мийно - очисні, дефектувальні, відновленні, механічної обробки, складальні і випробувальні.

Для підприємств, з невеликою програмою ремонтних робіт, рекомендується використовувати тупикове збирання агрегатів. При такому методі, операції по збиранню виконуються на окремих робочих місцях, які обладнаються спеціальними стендами, верстаками, столами, відповідними пристосуваннями і інструментом [2, 5].

При проектуванні дільниці необхідно суворо дотримуватися норм будівельних, протипожежних, санітарних і інших вимог.

3.8 Обгрунтування та вибір підйомно-транспортного обладнання

Підйомно-транспортні засоби приймаються у відповідності до необхідної їх вантажопідйомності, зони дії, а їх кількість – від завантаження.

Характеристики вантажопідйомності приймаються у відповідності до маси агрегатів, вузлів та деталей, що транспортуються. Необхідно враховувати і те, що підйомне обладнання використовується для завантаження кошиків з деталями до мийної машини занурюваного типу [2, 5].

У відповідності до рекомендацій по вибору підйомно-транспортних засобів для агрегатної дільниці приймаємо консольний поворотний кран П – 402, електричну таль ТЕ 05 – 311 – 220 і кран – балку П – 751.

3.9 Енергетичні розрахунки виконання робіт на дільниці

3.9.1 Вибір та розрахунок вентиляції

В процесі виконання технологічних операцій по ремонту машин у навколишнє середовище відбувається викид шкідливих речовин, у вигляді пилу, диму та ін. Для підтримання відповідних санітарно – гігієнічних умов праці у виробничих приміщеннях застосовують вентиляцію.

Вибір типу вентиляції залежить від кількості шкідливих викидів. У виробничих приміщеннях з значною кількістю викиду шкідливих речовин

застосовують вентиляцію, яка забезпечує годинну кратність обміну повітря більше трьох, тобто - штучну вентиляцію. У приміщеннях з незначним викидом шкідливих речовин застосовують природну вентиляцію, тобто з кратністю обміну повітря менше трьох. Годинна кратність обміну повітря у робочих зонах агрегатної дільниці встановлена в межах 2,0…3,0 для розбирально – мийної зони та 1,5…3,0 для зони ремонту агрегатів [2, 5].

З урахування годинної кратності обміну повітря приймаємо для робочих зон агрегатної дільниці природну вентиляцію за допомогою фрамуг і кватирок [2, 5].

У відповідністю до рекомендацій зі створення відповідних санітарно – гігієнічних умов праці розраховуємо площі фрамуг і кватирок в розмірі 2…4% від площі підлоги робочих зон [2, 5]:

$F_{фрм} = 0,04 \cdot F_{рм} = 0,04 \cdot 54 = 2,16$ м^2

де $F_{рм}$ – площа розбирально – мийної зони, м^2.

Виходячи з особливістю будови віконних рам, приймаємо площу фрамуг розбирально – мийної зони, $F_{фрм} = 2,5$ м^2;

$F_{фра} = 0,04 \cdot 117 = 4,68$ м^2

Приймаємо площу фрамуг зони ремонту агрегатів та вузлів, $F_{фра} = 5,0$ м^2;

3.9.2 Розрахунок освітлення

У виробничих приміщеннях застосовують наступні види освітлення природне та штучне. Штучне освітлення у свою чергу може бути загальним і комбінованим, для освітлення конкретного місця проведення робі [2, 5].

У загальному виді до освітлення ставляться наступні вимоги [2, 5]:

- освітлення повинно давати робітника змогу виконувати технологічні операції без напруги зору, тобто бути достатньо яскравим, але не повинно давати тіней і відблисків;

- пристрої освітлення повинно враховувати характер виробництва. Тобто при необхідності повинні бути герметичними, вибухобезпечними та ін.

Найбільш доцільно використовувати природне освітлення, як те, що має високу біологічну і гігієнічну цінність.

Площа віконних прорізів залежить від багатьох факторів [2, 5, 6]:

- розташування прорізів (зверху, з одного боку, з обох боків та інші поєднання);

- розміри приміщення, що освітлюється;

- кількості і типу викидів, які осідають на поверхні скла і зменшують його світлопропускання;

- типу віконних прорізів (виконані з деревини або металу);

- кольору підлоги, стін та інших елементів приміщення. З урахуванням викладених вимог площа скла визначається по формулі:

$$F_{ост} = \frac{F \cdot e_{\min} \cdot \eta_o}{\tau_o \cdot r_1}, \quad м^2$$

(3.3)

де F – площа робочої зони, м^2;

e_{min} – коефіцієнт природного освітлення, що враховує розташування прорезів (бічному освітленні);

η_o – коефіцієнт, що враховує розміри приміщення;

τ_o – коефіцієнт світлопропускання;

r_1 – коефіцієнт, що враховує колір приміщення.

Визначаємо площу скла для:

- розбирально – мийної зони

$$F_{ост \cdot рм} = \frac{54 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}25}{0{,}35 \cdot 2{,}0} = 28{,}93$$

Приймаємо площу скла розбирально – мийної зони, $F_{ост.рм.} = 29$ м^2;

- зони ремонту агрегатів та вузлів

$$F_{ост.ра} = \frac{117 \cdot 2{,}0 \cdot 0{,}25}{0{,}35 \cdot 2{,}0} = 83{,}57$$

Приймаємо площу скла зони ремонту агрегатів та вузлів, $F_{ост.ра.} = 84$ м^2.

Розрахунок штучного освітлення виконується з урахуванням робіт, що виконуються у робочий зоні. Для виконання робіт, що потребують високої точності, середнє значення освітлення знаходиться в межах 300 люкс і вище. Приміщення, де виконуються менш точні роботи мають середнє освітлення – 200 люкс.

Розрахунок штучного освітлення зводиться до визначення кількості джерел світла та їх світлового потоку. Кількість ламп, які необхідні для освітлення агрегатної дільниці визначаємо по формулі [3]:

$$n = \frac{E_{ср} \cdot F \cdot k}{F_o \cdot \eta}, \tag{3.4}$$

де $E_{ср}$ – середнє нормативне освітлення робочої зони, лк;

F – площа підлоги робочої зони, $м^2$;

k – коефіцієнт запасу освітлення;

F_o – світловий потік кожного джерела освітлення, лк;

η – коефіцієнт використання світлового потоку джерела освітлення.

Визначаємо кількість ламп для:

- розбирально – мийної зони

$$n_{рм} = \frac{200 \cdot 54 \cdot 1{,}4}{3840 \cdot 0{,}45} = 8{,}75,$$

Необхідно враховувати, що освітлення робочої зони при дефектуванні деталей, більше ніж загальне освітлення при виконанні мийно – очисних робіт. Тому для виконання цієї операції передбачено комбіноване освітлення, тобто загальне по робочий зоні та індивідуальне для столу де виконується дефектування [2, 5, 6].

Приймаємо кількість ламп розбирально – мийної зони, $n_{.рм.}$ – 9 шт.;

- зони ремонту агрегатів та вузлів

$$n = \frac{300 \cdot 117 \cdot 1{,}4}{3840 \cdot 0{,}45} = 28{,}44,$$

Приймаємо кількість ламп зони ремонту агрегатів та вузлів, $n_{.ра.}$ – 29 шт.

У відповідності до виконаних розрахунків приймаємо 38 ламп ЛТБ потужністю 80 Вт та напругою 220 В.

3.9.3 Розрахунок силової електроенергії

На агрегатній дільниці електроенергія використовується для живлення двигунів різноманітного ремонтно – технологічного обладнання (силова електроенергія) та для освітлення приміщень дільниці. Активну потужність кожної одиниці обладнання, що споживає електричну енергію, визначаємо з урахуванням встановленої потужності обладнання та коефіцієнту попиту [2, 5].

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

де k_c - коефіцієнт попиту обладнання;

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

Отримані значення активної потужності зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Встановлена і активна потужність струмоприймачів по групам обладнання

Найменування обладнання по групам	Кількість обладнання	Встановлена потужність обладнання, кВт	Коефіцієнт попиту обладнання	Активна потужність обладнання, кВт
1	2	3	4	5
Однокамерна тупикова машини струминного типу	1	7,00	0,60	4,20
Обдирочно – шліфувальний верстат	2	9,20	0,15	1,38
Таль електрична	1	0,70	0,15	0,11
Гідравлічний прес	2	3,40	0,15	0,51
Кран консольно-поворотний	1	4,50	0,15	0,67
Верстат для розточки гальмівних барабанів і обточування гальмівних колодок	1	4,00	0,45	1,80
Стенд для розбирання та збирання задніх мостів	1	0,60	0,45	0,27

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Стенд для обкатування ведучих мостів	1	30	0,50	15,00
Стенд для перевірки амортизаторів	1	3,00	0,45	1,35
Верстат вертикально – свердлильний	1	4,60	0,15	0,69
Кран – балка	1	3,38	0,15	0,51
			Всього	26,49

Річну витрату силової електроенергії визначаємо з урахуванням дійсного річного часу роботи обладнання, числа робочих змін на дільниці та коефіцієнта завантаження [2, 5]:

$W_c = \Sigma P_a \cdot \Phi_{д.об} \cdot n \cdot \eta_з = 26,49 \cdot 1889,68 \cdot 1 \cdot 0,8 = 40046,10$ кВт,

де ΣP_a – загальна активних потужностей споживачів, кВт;

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

n – кількість робочих змін;

$\eta_з$ – коефіцієнт завантаження струмоприймачів.

Визначення витрати електроенергії на освітлення приміщення дільниці знаходимо у відповідності до питомої витрати електроенергії за годину на освітлення $1м^2$ площі підлоги робочої зони на протязі години, площі, яка освітлюється, коефіцієнту попиту та кількості годин у році, коли штучне освітлення застосовується.

Питома витрата електроенергії на освітлення визначається за формулою [2].

$$W_{осв} = P_{осв} \cdot F \cdot n \cdot k, \quad (3.5)$$

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

F – прийнята площа дільниці, $м^2$;

n – річне число годин освітлення на протязі року, год;

k – коефіцієнт попиту.

Для розбирально – мийної зони питома витрата електроенергії на освітлення становить 15 $Вт/м^2$, а для зони ремонту агрегатів - 25 $Вт/м^2$ [2]. Підставивши значення у формулу 3.5 визначаємо питому витрату електроенергії на освітлення розбирально – мийної зони та зони ремонту агрегатів, відповідно:

$W_{осв\ рм.} = 15 \cdot 54 \cdot 310 \cdot 0,85 = 213435$ Вт = 213,435 кВт.

$W_{осв\ рм.} = 25 \cdot 117 \cdot 310 \cdot 0,85 = 770737,5$ Вт = 770,737 кВт.

Річна витрата електроенергії на освітлення робочих зон агрегатної дільниці становить:

$W_{осв.} = W_{осв.\ рм} + W_{осв\ ра} = 213,435 + 770,737 = 984,172$ кВт.

Знаючи потребу у силової електроенергії та електроенергії на освітлення визначаємо річну потребу дільниці в електроенергії:

$W_{річ.} = W_с + W_{осв} = 39031,430 + 984,172 = 40015,602$ кВт.

3.9.4 Розрахунок пара та палива на дільниці

Для опалення приміщень ремонтно – механічної майстерні застосовується паливо та пар. При визначенні потреби пару та палива на опалення приміщень слід враховувати, що мають місце теплові збитки на природню вентиляцію, які знаходяться у межах 65…85 кДж/год на $1м^3$ [2, 5, 6].

Річна потреба палива і пару на опалення та вентиляцію у тонах складає,

відповідно [2, 5]:

$$Q_T = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{q \cdot 1000 \eta_k}; \quad (3.6)$$

$$Q_n = \frac{q_m HV}{i \cdot 1000}, \quad (3.7)$$

де q_m – середня витрата тепла на опалення 1м^3 будівлі, кДж/год;

H – тривалість опалювального періоду, год;

V – об'єм приміщення дільниці, м^3;

$\eta_к$ – КПД котельної установки;

q – питома теплота згоряння палива, Дж/кг;

і – тепло випаровування, кДж/кг.

Підставивши значення визначимо потребу палива та пару на опалення робочих зон дільниці:

$$Q_T = \frac{70 \cdot 4234 \cdot 1077{,}3 \cdot 1000}{3{,}55 \cdot 10^7 \cdot 1000 \cdot 0{,}75} = 11{,}99 \text{ т.}$$

$$Q_n = \frac{70 \cdot 4234 \cdot 1077{,}3}{2261 \cdot 1000} = 141{,}2 \text{ т.}$$

3.9.5 Розрахунок води

Вода на агрегатній дільниці витрачається на виробничі та побутові потреби.

У відповідності з санітарними нормами витрат води на одного робітника становить – 25 літрів [2, 5].

З урахуванням норми витрати води на одного робітника, кількості робітників на дільниці, числа робочих змін та кількості робочих днів у 2023 році визначаємо річну потребу вода дільниці на побутові нужди [2, 5].

$Q_{в.поб} = n_д \cdot q_п \cdot n \cdot n_р = 257 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 5 = 32125$ л = 32,125 м^3

де $n_д$ – кількість робочих днів у 2023 році;

$q_п$ – норма витрати води на одного робітника л;

n – кількість робочих змін;

$n_р$ – кількість робітників на дільниці, люд.

Крім побутових потреб, вода на дільниці використовується для миття та очищення деталей (виробничі потреби), у розбирально – мийної зони. За нормативними даними, добова потреба у воді на виробничі потреби становить – 20 літрів. Визначаємо річну потребу води виробничі потреби [2, 5]:

$Q_{в.вир} = n_д \cdot q_{вир} \cdot n \cdot n_р = 257 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 5 = 25700$ л = 25,7 м^3

де $n_д$ – кількість робочих днів у 2023 році;

$q_{вир}$ – норма витрати води на виробничі потреби, л;

n – кількість робочих змін;

$n_р$ – кількість робітників на дільниці, люд.

Сумарна витрата води на агрегатній дільниці побутові та виробничі потреби становить:

$Q_{в.} = Q_{в.поб} + Q_{в.вир} = 32,125 + 25,700 = 57,825$ м^3

3.9.6 Розрахунок річної витрати стиснутого повітря

Стиснуте повітря на дільниці використовується для живлення пневматичного гайковерту і обдування деталей.

Теоретичну середньогодинну витрату стиснутого повітря на дільниці визначаємо з урахуванням нормативної витрати стиснутого повітря, кількості споживачів та коефіцієнтів використання повітря споживачами і їх одночасної роботи [2, 5]:

$$Q_т = q_д \cdot n_п \cdot к_1 \cdot к_2, \quad (3.8)$$

де $q_д$ – нормативна витрата стиснутого повітря одним споживачем, м^3/год;

$n_п$ – кількість споживачів одного типу;

k_1 – коефіцієнт використання повітря споживачами;

k_2 – коефіцієнт одночасності роботи повітряспоживачів.

Підставивши значення визначаємо теоретичну середньогодинну витрату стиснутого повітря для пневматичних гайковертів та пістолету для обдування деталей, відповідно:

$Q_{Тг} = 36 \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 0,25 = 24,3$ м^3/год;

$Q_{Тп} = 1,2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,12 = 0,13$ м^3/год;

При використанні споживачів стиснутого повітря мають місце великі втрати через негерметичність з’єднань повітропроводів, тому ці втрати необхідно враховувати устаткування. Визначаємо дійсну середньогодинну витрату стиснутого повітря на дільниці з урахуванням коефіцієнту втрати повітря [2, 5]:

$$Q_{ср} = \eta_в \cdot \sum Q_T = \eta_d \cdot (Q_{Tг} + Q_{Tс}) = 1,4 \cdot (24,30 + 0,13) = 34,202 \text{ м}^3\text{/год},$$

де $\eta_в$ – коефіцієнт, що враховує втрати повітря;

$Q_Т$ – середня розрахункова витрата повітря на дільниці.

Визначаємо річну витрату стиснутого повітря [2, 5]:

$Q_Р = 1,3 \cdot Q_{ср} \cdot \Phi_{д.о} \cdot c \cdot \eta_з = 1,3 \cdot 34,2 \cdot 1889,68 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 67212,14$ м^3,

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

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

с – кількість змін;

$\eta_з$ – коефіцієнт завантаження обладнання по часу.

Висновки

В представленій кваліфікаційній роботі виконано аналіз існуючих способів відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь, наведена їх стисла характеристика, виконано добір найбільш прийнятного для застосування на підприємстві способу. На основі виконаного аналізу, для усунення дефектів внутрішньої чашки водила колісної передачі заднього мосту автомобіля МАЗ-53371, застосовуємо електроконтактне наварювання композиційної кераміко – металевої стрічки. Розроблено технологічний процес відновлення, на основі якого підібрано необхідне технологічне обладнання та пристосування, ріжучий, контрольний та вимірювальний інструменти, а також матеріали, що використовуються при ремонті. Розраховано режими виконання операцій та час їх виконання.

Впровадження у виробництво технологічного процесу відновлення внутрішньої чашки водила колісної передачі заднього мосту дозволить знизити витрати на ремонт транспортного засобу та зменшити час його простою.

В організаційному розділі виконані розрахунки фондів часу у відповідності до реалів військового положення. У відповідності до оснащення ремонтної бази підприємства необхідним обладнаним, перераховано трудомісткість робіт агрегатної дільниці, визначено кількість основних та допоміжних робітників. Виконано розрахунок та добір сучасного технологічного обладнання та устаткування і розроблене планування дільниці. Розраховано витрати електроенергії, пара, палива, води, стиснутого повітря. Зроблено розрахунок природного і штучного освітлення та вентиляції.

Застосування у ремонтно-механічній майстерні спеціалізованої дільниці для миття деталей та з ремонту агрегатів дозволить:

- по-перше підвищити продуктивність праці робітників, за рахунок застосування обладнання більшої продуктивності;
- по-друге поліпшити їх умови праці, за рахунок розташування мийно – очисної зони та зони ремонту агрегатів у різних приміщеннях.

Список використаної літератури

1. Автомобілі та автомобільне господарство. Курсове та дипломне проектування: Навчальний посібник / М.І. Черновол, В.В. Русских, В.В. Аулін, І.Ф. Василенко, В.М. Наливайко, Є.К. Солових, О.В. Крилов, С.Є. Катеринич. - Кіровоград. – 2007. – 248 с.

2. Булєй І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: Навч. Посібник. - К.: Вища шк., 1993. - 287 с.

3. Дудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підру ник. - К.: Знання-Прес, 2003. - 511 с.

4. Експлуатація автомобілів. Організація: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально – Українське видавництво, 2009. – 392 с.

5. Експлуатація автомобілів. Планування: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально – Українське видавництво, 2009. – 400 с.

6. Експлуатація автомобілів. Курсове та дипломне проектування: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально – Українське видавництво, 2010. – 382 с.

7. Канарчук В.И. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3-х томах. – К.: Техніка, 1994.

8. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.: іл.

9. Методи розробки та типові норми часу на ремонт автомобілів. – К.: Агропромиздат, 2001. – 367 с.

10. Практикум з ремонту машин /О.І. Сідашенко , Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

11. Ремонт машин/ О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Поліський та ін.; За ред. О.І.Сідашенко, А.Я.Поліського. - К.: Урожай, 1994. - 400 с.

12. Ремонт машин та обладнання /О.І. Сідашенко, О.А. Науменко.- К.: Урожай, 2010.-744с

13. Синельников А.Ф., Васильев Б.С. Автомобили МАЗ: Техническое обслуживание и ремонт.- Транспорт, 2000.-372с.:ил.

14. Сідашенко О.І Ремонт машин та обладнання: підручник/ Сідашенко О.І. та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А.Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014 –665 с.

15. Теоретические основы технологии ремонта машин.- Учебник в 3-х томах/ Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Том 1. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин). Харьков: ХНТУСХ, 2005.- 590с.

16. Техническое обслуживание и ремонт машин/ П.В.Лауш, Н.В.Власенко, И.П. Столяров, В.Я.Чабанный. Под ред. П.В.Лауша - К.: Вища шк., 1989. - 351 с.

17. Типовые нормы времени на ремонт автомобилей МАЗ-500, МАЗ-503 и МАЗ-504 в условиях авторемзаводов. –М., НИИ труда, 1974. –88 с.

18. Черновол М.І., Булей І.А., Кропівний В.М. Технологічні планування підприємств і їхніх підрозділів з ремонту та ТО тракторів, автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки. Альбом: Навчальний посібник – Кіровоград: КДТУ, 1999.-175 с.

19. Черновол М.И. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники. Учебное пособие. - К.: УМК ВО, 1989. - 256 с.

20. Черновол М.І. Обладнання ремонтних підприємств /М.І.Черновол, М.В.Власенко, В.М.Наливайко, В.С.Кухаренко. – К.: Урожай, 1996. -272с

21. https://studfile.net/preview/9338597/page:2/

22. https://studfile.net

23. https://budtehnika.pp.ua/2232-zadny-provdniy-mst-avtomoblv-maz.html

24. http://4ua.co.ua

25. https://buhplatforma.com.ua/article/8475-normi-trivalost-robochogo-chasu-na-2021-rk

26. https://kirovogrded.at.ua/