

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення поворотних кулаків (цапф) передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6 з дослідженням параметрів моделі зношування пари тертя.*

Виконав: студент VI курсу, групи МАмз-61

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Коваль М.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гупка А.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., доц., О.Л.Ляшук

«16» вересня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Ковалю Максиму Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення поворотних кулаків (цапф) передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6 з дослідженням параметрів моделі зношування пари тертя.

Керівник роботи _____

Гупка Андрій Богданович к.т.н., старший викладач

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

Затверджені наказом по університету від «16» вересня 2019 року № 4/7 – 810

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Передня підвіска тролейбуса ЗиУ-6 – А1; Схема поточного ремонту передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6 – А1; Дифектувальна карта та карта ескізів – А1; Пристрій для випресовування шворнів ПВШ-50М – 2А1; Деталювання – А1; Пересувний гідравлічний 12-ти тонний домкрат – А1; Схема установки для напилання – А1; Розрахунок тисків що діють на спряженні деталі пари тертя – А1; Дільниця для відновлення поворотних кулаків (цапф) передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6. – А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>доцент Гудь В.З.</i>		
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>доцент Ляшук О.Л.</i>		
<i>Охорони праці</i>	<i>доцент Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викладача Клепчик В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>доцент Лясота О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання 16.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>26.09.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>09.10.19 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>23.10.19 р.</i>	
4	<i>Спеціальний розділ</i>	<i>30.10.19 р.</i>	
5	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>06.11.19 р.</i>	
6	<i>Проектний розділ</i>	<i>13.11.19 р.</i>	
7	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>27.11.19 р.</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>04.12.19 р.</i>	
9	<i>Екологія.</i>	<i>11.12.19 р.</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>18.12.19 р.</i>	

Студент

_____ (підпис)

Коваль М.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гупка А.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення поворотних кулаків (цапф) передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6 з дослідженням параметрів моделі зношування пари тертя.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи к.т.н., старший викладач Гупка Андрій Богданович.

Пояснювальна записка складається з дев'яти розділів і 107 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: поворотний кулак, технологічний процес, обробка, контроль, якість.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Коротка характеристика, призначення та загальна будова передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6.....	8
1.2 Характеристика умов роботи й основних процесів зношування агрегату в цілому та окремих його спряжень.....	12
1.3 Загальна характеристика методів виготовлення деталей пари тертя.....	20
1.4 Характеристика мащення деталей пари тертя.....	21
1.5 Технологія технічного обслуговування шворневого вузла тролейбуса.....	23
1.6 Висновки та постановка на магістерську роботу.....	24
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	26
2.1 Вибір обладнання для відновлення.....	26
2.2 Вибір обладнання для механічної обробки.....	30
2.3 Технологічний процес відновлення та підвищення зносостійкості вала....	31
2.4. Контроль якості відновленої деталі включаючи оцінку зносостійкості....	42
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	46
3.1 Призначення, принцип роботи пристрою для випресування шворнів вантажних тролейбусів з ручним приводом.....	46
3.2. Модернізація приводу.....	49
3.3 Розрахунок гідроциліндра однобічної дії.....	49
3.4 Розрахунок пружини.....	50
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	52
4.1 Компоненти видів забезпечення САПР і вимоги до них.....	52
4.2 Процедури синтезу й аналізу.....	54
4.3 Принципи побудови маршрутів проектування.....	55
4.4 Підходи до верифікації.....	56
4.5 Типові проектні процедури.....	58
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	60
5.1 Розрахунок швидкостей ковзання та шляхів тертя.....	60
5.2 Розрахунок тисків що діють на спряженні деталі пари тертя.....	61

5.3. Розрахунки зношування підшипникового вузла поворотної цапфи тролейбуса.....	65
6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	69
6.1 Вибір організаційних форм технічного обслуговування.....	69
6.2 Організація планування технічного обслуговування й ремонтів.....	69
6.3 Організація технічного обслуговування.....	70
6.4 Річний план проведення технічного обслуговування.....	71
6.5 Розподіл трудомісткості за видами обслуговування тролейбусів.....	73
6.6 Організація технологічного процесу технічного обслуговування й ремонту тролейбусів.....	76
6.7 Методи організації робіт з технічного обслуговування.....	77
7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	80
7.1 Техніко-економічне обґрунтування впроваджуваного технологічного процесу по відновленню деталей.....	80
7.2 Визначення загально виробничих витрат та витрат, що пов'язані з експлуатацією та ремонтом обладнання майстерні,що проектується.....	84
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	94
8.1 Загальні вимоги безпеки до технічного стану автомобілів, обладнання та інструменту.....	94
8.2 Розрахунок вентиляції і освітлення головного виробничого корпусу.....	97
8.3 Визначення режимів радіаційного захисту робітників, службовців і ремонтної дільниці в умовах радіоактивного зараження місцевості.....	99
9 ЕКОЛОГІЯ	101
9.1 Умови скидання стічних вод у водойми.....	101
9.2 Класифікація забруднювальних речовин.....	102
9.3 Методи очищення стічних вод.....	103
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ	106
БІБЛІОГРАФІЯ	107

ВСТУП

Сучасне машинобудування характеризується підвищеними вимогами до створюваних машин, обладнання чи конструкцій. Це викликано різноманітністю умов їх експлуатації, необхідністю підвищення навантажувальної здатності, технічних систем, зростанням швидкостей і прискорень їх робочих органів, високими вимогами до якості сучасних транспортних, технологічних, будівельних та інших машин.

Відомо широке коло різноманітних методів та способів, що забезпечують підвищення надійності, довговічності та продуктивності використання людиною технічних засобів різноманітного призначення. Як свідчить інженерна практика, у більшості випадків (80...90%) причиною виходу з ладу вузлів та агрегатів є поступова втрата їх функціональної придатності, зумовлена зношуванням рухомих спряжень. В зв'язку з цим науковцями, конструкторами, технологами і експлуатаційниками приділяється значна увага підвищенню зносостійкості, довговічності трибосистем ковзання. З цією метою опрацьована і застосовується на практиці велика група різноманітних методів та способів підвищення зносостійкості.

Основним напрямком розвитку народного господарства для покращення транспортного обслуговування населення передбачено розвиток міжміського, міського і пригородного транспорту. В зв'язку з цим в 90-х роках отримав подальший розвиток міський електричний транспорт, основними видами якого є тролейбус, трамвай і метрополітен.

Тролейбуси, маючи беззаперечні переваги перед іншими видами громадського транспорту, отримали всезагальне признание, як з боку служб експлуатації, так і серед пасажирів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка характеристика, призначення та загальна будова передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6.

Підвіска тролейбуса забезпечує пружний зв'язок рами або кузова з мостами й колесами, пом'якшує удари що сприймаються ними, а також поштовхи під час їзди по нерівностям дороги.

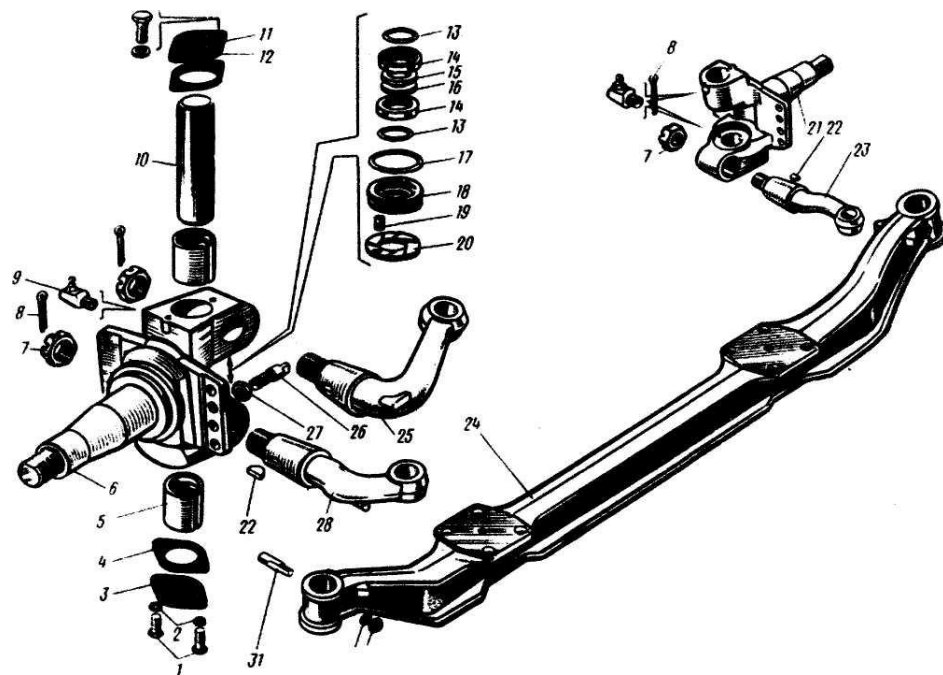


Рис. 1.1. Передня вісь і поворотні кулаки.

1 – болт; 2,30 – пружинні шайби; 3 – кришка поворотного кулака (нижня); 4 – прокладка кришки; 5 – втулка шкворня; 6 – кулак поворотної передньої осі (лівий); 7,27,29 – гайки; 8 – розвідний шплінт; 9 – масльонка; 10 – шкворінь; 11 – запобіжний клапан; 12 – кришка поворотного кулака (верхня); 13 – ущільнююче кільце; 14 – обойма сальника; 15 – шайба кулака; 16 – регулювальна шайба; 17 – півкільце сальника; 18 – кільце опорного підшипника; 19 – штифт; 20 – шайба опорного підшипника; 21 – кулак поворотний (правий); 22 – сегментна шпонка; 23 – важіль поворотного кулака до тяги рульової трапеції (правий); 24 – балка передньої осі; 25 – важіль поворотного кулака до тяги сошки рульового механізму; 26 – упор поворотного кулака; 28 – важіль поворотного кулака до тяги рульової трапеції (лівий).

Пружні властивості підвіски зумовлені застосуванням пружного елемента. Робота підвіски ґрунтується на перетворенні енергії удару в разі наїзду колеса на нерівності дороги і в переміщенні пружного елемента підвіски, внаслідок чого сила удару, що передається на кузов, зменшується й підвищується плавність ходу тролейбуса.

За характером взаємодії коліс і кузова під час руху тролейбуса всі підвіски розділяється на залежні, та незалежні.

Залежні підвіски забезпечують жорсткий зв'язок між лівим і правим колесом. У результаті чого переміщення одного з них у поперечній площині передається іншому і спричиняє нахил кузова.

Незалежні підвіски характеризуються відсутністю жорсткого зв'язку між колесами одного моста. Кожне колесо підвішене до кузова незалежно від іншого колеса. В результаті при наїзду одним колесом на нерівності дороги його колювання не передаються іншому колесу, зменшується нахил кузова і підвищується в цілому стійкість тролейбуса під час руху.

Підвіска тролейбуса складається з таких основних пристроїв:

- пружного елемента;
- напрямого пристрою;
- гасильного елемента.

Як пружний елемент у підвісках використовують металеві листові ресори, циліндричні пружини, торсіони. Неметалеві пружні елементи забезпечують пружні властивості підвіски за рахунок пружності гуми, стисненого повітря або рідини. Вони менш поширені, ніж металеві. Іноді в підвісках застосовують комбіновані пружні елементи, які складаються з металевих і неметалевих елементів.

Напрямна пристрій підвіски передає штовхаючі, гальмівні, й бокові зусилля від коліс на раму або на корпус тролейбуса. В разі пружинної підвіски за напрямний пристрій правлять важелі і штанги підвіски. В ресорній підвісці сама листова ресора передає поздовжні й бокові зусилля, завдяки чому конструкція підвіски спрощується.

Гасильний елемент підвіски призначається для гасіння колювань кузова й коліс у разі наїзду колеса на перешкоду і називається амортизатором. На

тролейбусах і троллейбусах застосовують рідинні амортизатори . Принцип їхньої дії полягає в перетворенні енергії коливань, внаслідок рідинного тертя, на теплову енергію з наступним її розсіюванням.

Крім того в залежній підвісці розрізняють підресорні і не підресорні частини троллейбуса:

Підресорні – механізми і вузли троллейбуса з'єднані з колесами через ресори.

Не підресорні –вузли і деталі з'єднані з колесами безпосередньо (балки переднього і заднього мостів, важелі, тяги)

Передній керуємий міст забезпечує поворот троллейбуса за допомогою поворотних цапф, шарнірно з'єднаних з балкою моста. На керуємий міст, окрім вертикального навантаження від сили тяжіння троллейбуса повздовжніх і поперечних зусиль від коліс, діють також сили і моменти, що виникають при повороті і гальмуванні троллейбуса.

Передня вісь (рис 1.1.) , з поворотними кулачками вальчатого типу і циліндричними шкворнями. В отвір кулачків 6 і 21 під шкворінь 10 напресовані втулки 5 шкворнів, що виконують роль підшипників ковзання. Від осьового переміщення шкворінь 10 зафіксований клином 31 і гайкою 29 з шайбою 30.Шкворінь встановлений в верх торцем з прорізом. Отвори в кулачках після встановлення шкворня закривають кришками 3 і 12 з прокладками 4 для захисту підшипників від бруду і пилу. Верхня кришка має запобіжний клапан 11 для виходу мастила. Між нижніми торцями проушини балки 24 і кулаками встановлені опорні підшипники, що складаються з опорного кільця 18 і шайби 20.Шайба зафіксована від провертання штифтами 19 в розточках на поворотних кулаках. Між верхніми торцями проушини балки і кулаками встановлені шайби 16 і 16 товщиною 1,5 і 0,25 мм, за допомогою яких регулюють осьовий зазор в шкворневому з'єднанні. Підшипники ковзання і опорні підшипники змащують через масльонки 9.

Верхній 25 і нижні 23 і 28 важелі закріплені в кулачках гайками 7 з шплінтами 8.Ричаги від провертання в кулаках зафіксовані сегментними шпонками 22.Кути повороту кулаків обмежені упорами 26,повернутими у

фланці поворотних кулаків і зафіксовані гайками 27. Упори при максимальному повороті коліс впираються в бобишки на балці осі.

На ступиці є п'ять шпиць, рівномірно розташованих по окружності. Кінці шпиць закінчуються конічними опорами, що поставлені для посадки конічної поверхні обода. Кут конуса 28 градусів забезпечує при зтяжці гайок 3 з моментом 245...294 N силу тертя, необхідну для надійного з'єднання ободу зі ступицею, і запобіганню ободу від повороту при гальмуванні. В тілі ступиці між шпицями є 5 отворів, що стоять для болтів 15 кріплення гальмівного барабана 17. Гайки 16 болтів які самі фіксуються.

Для зменшення зносу шин і покращення стійкості і керування тролейбуса ступиця в зборі з гальмівним барабаном балансується.

Ступиця обертається на двох конічних роликів підшипниках 11 і 14. На внутрішній і зовнішній обоймах підшипників є маркування, яке повинне в точності співпадати для обох обойм. Внутрішня обойма підшипника 14 впирається в упорне кільце 18. Підшипник зовні захищений від бруду кришкою 9 з прокладкою 12.

Гальмівні механізми 32 передніх коліс змонтовані на супортах, які кріпляться болтами фланців поворотних кулаків. Рульова трапеція передньої осі включає поперечну тягу 30, шарові пальці які конічними хвостовиками щільно входять в конічні отвори важелів і закріплені гайками зі шплінтами. Аналогічно кріпиться повздовжня рульова тяга 23 до важеля поворотного кулака і тяги сошки рульового механізму.

Поперечний кут нахилу шворня і кут розвалу коліс забезпечуються при виготовленні деталей переднього моста, відносно ресори – кронштейнами амортизатора.

Втулка в шкворневому вузлі тролейбуса виготовляється із латуні ЛО90-1. Сам шкворінь виготовляється із легованої конструкційної сталі 18ХГТ.

Колесо тролейбуса прикріплено до маточини що встановлена на підшипниках на поворотній цапфі переднього моста. Основними частинами колеса є диск з ободом і пневмо шиною .

Поворотна цапфа має плавний перехід до фланця який обробляють до високої чистоти обробки поверхні і проводять поверхневе гартування методом

СВЧ для підвищення втомлю вальної міцності деталі. На великій циліндричній цапфі встановлюють внутрішній конічний роликовий підшипник 7614, на меншій шийці маточини переднього колеса встановлюють зовнішній роликовий підшипник 7611. Ці підшипники сприймають як радіальне так і осьове навантаження що діє на колесо. На конічних роликових підшипниках поворотної цапфи обертається маточина переднього колеса.

Підшипники закріплені на цапфі гайкою із замковим кільцем і контргайкою з шайбою. Ущільнення підшипників з внутрішньої сторони забезпечується саморухомим сальником, що розташований на внутрішній стороні маточини. Для щільності підшипників із зовнішньої сторони служить кришка яка встановлюється з прокладкою на зовнішньому торці маточини колеса.

1.2 Характеристика умов роботи й основних процесів зношування агрегату в цілому та окремих його спряжень.

Деформація передньої осі (прогин, кручення, та ін.) виникає головним чином внаслідок необережного переїзду перешкод. В результаті деформацій передньої вісі порушується встановлення передніх коліс, що викликає підвищене зношування шин та ускладнює керування тролейбусом.

Прогнуту вісь вирівнюють правлінням за допомогою преса.

В шворнях поворотних цапф та підшипниках передніх коліс внаслідок зношування виникає підвищений люфт, внаслідок чого погіршується керуваність тролейбусом та підвищується зношування шин. Експлуатація тролейбуса з великим люфтом підшипників передніх коліс та шворнів може привести до значного виходу з ладу тролейбуса або ДТП.

Шворні що вийшли з ладу, їх втулки та підшипники ступиць коліс слід своєчасно замінювати. У випадку відсутності нових шворнів можна встановити старі, для чого шворнінь потрібно повернути на 90° і для його закріплення використати другу лиску яка є на шворню.

Деталі підвіски можуть мати наступні несправності: поломки пружних елементів (ресор, пружин) внаслідок необережного водіння при подоланні

дорожніх перешкод; зменшення пружності пружин або окремих листів ресор, і як наслідок провисання їх та перекошування кузова, а при незалежній підвісці порушення кутів встановлення передніх коліс.

Зламани, а також листи ресор що втратили пружність необхідно замінювати своєчасно.

Прискорене зношування пальців та втулок ресорної підвіски виникає головним чином через недостатнє їх змащування. Зношені деталі замінюють на нові.

Несправності амортизаторів виникають зазвичай через витікання гальмівної рідини через зношені сальники. У телескопічних амортизаторів в деяких випадках можна видалити підтікання рідини через сальники, затягнувши гайку резервуара.

Аналіз умов роботи поворотної цапфи тролейбуса. Весь вузол переднього колеса тролейбуса, з точки зору надійності, слід розглядати як складну систему послідовно з'єднаних елементів.

Надійність поворотного кулака переднього колеса тролейбуса необхідно розглядати разом з вирішенням задач підвищення зносостійкості осі колеса. Тут головним видом відмови являється фретинг-корозія з проковзуванням при механічній дії колії підшипників кочення. Визначення механізму зношування цієї пари тертя являється вирішальним фактором.

Шворневий вузол переднього колеса тролейбуса визначає як його керованість так і надійність експлуатації.

Головна конструктивна особливість шворневого вузла складається з надзвичайно високого навантаження вузла тертя "шворінь - втулка" і наявності періодичних зворотно-обертювих рухів колеса, що викликають проковзування шворня по втулці.

Важкі умови експлуатації шворня і поворотного кулака визначають інтенсивний знос їх основних складових елементів.

Малий термін експлуатації до граничного стану зносу шворневого вузла і поворотного кулака вимагає пошуку нових технологічних і конструктивних методів підвищення його зносостійкості. Застосування нових технічних рішень вимагає методів оцінки ефективності цих рішень.

Основною причиною відмови вузла тертя є граничне збільшення зазору між роликowymi підшипниками і цапфою поворотного кулака керованих коліс тролейбуса внаслідок зносу посадочних місць цапфи поворотного кулака, а також зносу внутрішнього кільця підшипника внаслідок циклічної дії навантажень які діють на колесо тролейбуса і змінюються в залежності від маси тролейбуса. Швидкість зносу поворотного кулака залежить від швидкості руху тролейбуса а відповідно і кількості обертів колеса. Значну роль в процесі зношування відіграють ударні навантаження які зумовлені вибоїнами на дорогах. А також наявність осьової сили яка виникає при поворотах тролейбуса особливо при русі на високих швидкостях.

Для виготовлення підшипників які встановленні на валу поворотної цапфи використовують сталь ШХ 15.

Якісна оцінка виду зношування пари тертя. Детальний опис прийнятого механізму зношування за літературою (причини виникнення, кінетика, визначальні фактори, розрахункова оцінка, методи експериментального дослідження, шляхи зниження зносу).

Визначення механізму зношування пари тертя “цапфа-внутрішнє кільце підшипника” являється вирішальним фактором.

Тут головним видом відмови являється фретинг-корозія з проковзуванням при механічній дії змінних навантажень і змінних швидкостей а також дії колії підшипників кочення.

Фретинг-корозія – процес руйнування щільно контактуючих поверхонь пар тертя при їх коливальних переміщеннях. Для збудження корозії достатні переміщення поверхонь з амплітудою 0,025мкм. Руйнування полягає в утворенні на контактуючих поверхнях виразок і продуктів корозії у вигляді нальоту, плям і порошку. Цьому виду зношування підлягають не тільки вуглецеві сталі а і корозійно стійкі сталі в парах тертя сталь-сталь (можуть бути як одно-імені, так і різно-імені), сталь-олово або алюміній, сурма, а також чавун-бакеліт або хром і багато інших пар тертя.

Внаслідок малої амплітуди переміщення контактуючих поверхонь пошкодження зосереджуються на невеликих площадках дійсного контакту.

Продукти зношування не можуть вийти з зони контакту, в результаті виникає високий тиск і збільшується їх абразивна дія на основний метал.

При фретинг - корозії відносна швидкість руху контактуючих поверхонь невелика. Так як у випадку гармонічних коливань з амплітудою 0,025мм і частотою 50 С⁻¹ максимальна швидкість 7,5мм/с, а середня—2,5мм/с.

Якщо амплітуда коливального руху невелика (біля 2,5мм) то площа ураження фретинг - корозією збільшується, і зношування проходить як при одно напрямленому ковзанні. Тому можна вважати, що амплітуда переміщення поверхонь біля 2,5мм являється верхню межею амплітуди для збудження фретинг корозії. Все вище сказане відноситься до не змащених поверхонь.

Фретинг-корозія здійснюється також у вакуумі, в середовищі кисню, азоту і гелію. Інтенсивність зношування при фретинг корозії в атмосфері повітря вище, ніж у вакуумі і в середовищі азоту, а в кисні більше ніж в гелії. Таким чином фретинг-корозія представляє собою особливий вид руйнування металів та їх сплавів в мало і неагресивних корозійних середовищах при одно іменному впливі механічних і хімічних факторів.

Виразки і продукти корозії на спряжених поверхнях валів і напресованих на них дисків, коліс, муфт і кілець підшипників кочення, на осях цапфах коліс рухомого складу залізниць—результат прояву корозії.

Продукти корозії накопичуються у вигляді порошків, що містять металеві частинки. У випадку видалення порошків із зони тертя проходить ослаблення посадок з натягом.

Необхідні для протікання цього процесу відносні мікро переміщення спряжених поверхонь протікають внаслідок деформації деталей під дією навантаження і вібрації, а також коливань що протікають в пружних системах.

Пошкодження поверхонь внаслідок корозії являються концентраторами напружень і знижують границю втомливості. Іноді втомливі тріщини через фретинг-корозію з'являються на валах під напресованими деталями в місцях, що розміщені далеко від розрахункових небезпечних перерізів.

Контактуючі поверхні пошкоджуються внаслідок корозії і в той час, коли механізм або машина не працює через вібрацію, що збуджується працюючими механізмами. Подібне явище можливе і при перевезенні машин.

При корозії протікають наступні процеси. Під дією сил тертя кристалічна ґратка поверхневих шарів при циклічних тангенціальних зміщеннях розхитуються і руйнуються. Процес руйнування представляє собою диспергування поверхні без видалення продуктів зношування. Частинки зруйнованого металу піддаються швидкому окисленню. Додатковим джерелом пошкодження поверхонь може являтися місцеве захоплювання спряжених деталей.

Спрощена схема процесу корозії в початковій фазі така: переміщення і деформація поверхонь під дією змінних дотичних напружень – корозія – руйнування окисних плівок – оголення чистого металу і місцеве захоплювання – руйнування місць захоплювання і адсорбція кисню на оголених участках.

Утворення окисних плівок на поверхні металу або продуктів зношування у вигляді окислів змінює характер протікання процесу, який починає визначатись не тільки фізико-хімічними властивостями матеріалів пари тертя в вихідному стані, але і природою окислів і інших утворених хімічних з'єднань. Окисленню металу сприяє збільшення об'єму. При наявності в спряженні замкнених контурів це приводить до місцевого підвищення тиску, що сприяє підвищенню інтенсивності зношування і виникненню піттингів. Окисли надають абразивного впливу, який залежить від міцності зчеплення окисних плівок з основним металом, твердості окислів і розмірів їх частинок в продуктах зношування. Твердість окислів металів, як правило, більше твердості чистих металів.

Механізм зношування при корозії: початковий контакт деталей відбувається в окремих точках поверхонь. При вібрації окисні плівки в зоні фактичного контакту руйнуються, утворюються невеликі каверни, які заповнені окисними плівками, що поступово збільшуються в розмірах і зливаються в одну велику каверну. В ній підвищується тиск окислених частин металу, утворюються тріщини. Деякі тріщини зливаються, і протікає відколювання окремих об'ємів металу. Частинки окислів спричиняють абразивний вплив. В результаті дії підвищеного тиску і сил тертя частин окислів підвищується температура, і проходить утворення білих нетравлячихся структур у відколених частинах і на поверхні каверн.

Твердість Al_2O_3 перевищує твердість азотованої сталі. Це пояснює дивний на перший погляд факт руйнування при корозії надтвердих сплавів і сильного руйнування загартованої хромистої сталі при терті по них алюмінію. І навпаки, хромиста сталь при терті по цинку і міді – метали з більшою ніж у алюмінію, твердістю, пошкоджується менше внаслідок малої твердості окислів цинку і міді. Разом з тим мідь зношується значно менше ніж цинк не стільки в результаті більшої твердості, скільки внаслідок того, що окисні плівки міді міцно зчеплені з основою і утворюють щільний шар, який і захищає основний метал. Впровадження твердих окислів олова і алюмінію в м'які метали може значно зменшити їх подальший знос. Значний розмір частинок окислів сприяє підвищенню інтенсивності зношування. Так в парі алюміній – загартована хромиста сталь, де сталь сильно зношується, розмір частинок корунду 10мкм.

Можна було б вважати, що вільний графіт в сірих чавунах, що контактують без мастильного матеріалу, повинен зменшити швидкість зношування при корозії. Досліди цього не підтверджують. Перлітні чавуни в контакті один з іншим в меншій мірі піддаються пошкодженню, ніж феритно-перлітні. Велика твердість являється позитивним фактором. Фосфідна евтектика зміцнює феритно-перлітні чавуни.

При корозії можливе утворення і білих шарів в результаті дифузії азоту або вуглецю із продуктів розпаду мастила. В результаті схоплювання і пластичної деформації можуть утворюватись напливи матеріалу.

Із збільшенням тиску а особливо амплітуди відносних зміщень, швидкість зношування при корозії збільшується. Це зростання при підвищенні тиску обумовлений збільшенням площі контакту, враженої корозією. Підвищення частоти переміщень пришвидшує зношування, але, починаючи з деякої частоти, знижується активність факторів, що протікають в часі (окислювальні процеси, наклеп, тощо) і ріст швидкості зношування зменшується.

Універсальних методів боротьби із фретинг-корозією не існує. Виходячи з того, що взаємне мікро переміщення спряжених поверхонь не може бути повністю виключене внаслідок пружності матеріалу, то для боротьби з фретинг-корозією необхідно перш за все зменшити мікро переміщення і знизити сили тертя, крім того слід зосередити проковзування в проміжному середовищі.

Зменшити відносно мікро переміщення спряжених поверхонь можливо шляхом надання деталям відповідної конфігурації або підвищення сили тертя. Що стосується конфігурації деталей, то загально відомо, що застосування розвантажуючих виточок в маточинах підвищує границю витривалості валів та осей.

Сили тертя можна збільшити, шляхом збільшення тиску зменшуючи при цьому площадки контакту деталей, або підвищити коефіцієнт тертя за рахунок збільшення шорсткості поверхонь. Збільшення тиску може бути дійсним, якщо проковзування поверхонь значно зменшиться і буде більше субмікроскопічного, ніж мікроскопічного характеру. В іншому випадку результати будуть протилежні очікуванім. Шорсткість поверхонь може тривало впливати на коефіцієнт тертя, якщо один із елементів пари тертя не являється металом. Другий метод збільшення сили тертя полягає в нанесенні на одну з поверхонь пари тертя електrolітичного шару міді, олова, кадмію, срібла або золота. Сила тертя зростає за рахунок збільшення фактичної площі контакту спряжених деталей. Наприклад, таким чином можна виключити фретинг-корозію між литим алюмінієвим картером і корпусом підшипника з допомогою луження. Кадміювання вкладишів, болтів та інших деталей для захисту від корозії і корозії широко розповсюджено в авіаційній та автомобільній промисловості. Однак при значних мікро зміщеннях ці покриття самі піддаються корозії і швидко зношуються.

Якщо виключити вібрацію неможливо, то послабити пошкодження поверхонь можна зниженням сили тертя або переносом ковзання на проміжне середовище. Для зниження питомої сили тертя достатньо понизити тиск або зменшити коефіцієнт тертя. В умовах фретинг - корозії звичайні мастильні матеріали не впливають на коефіцієнт тертя, так як гранична плівка в процесі роботи не відновлюється і швидко руйнується. Дисульфід молібдену у вигляді порошку або пасти зменшує пошкодження, але він не є універсальним засобом боротьби зі зношуванням.

Аналогічну дію мають і свинцеві білила або їх суміш з дисульфідом молібдену. Фосфорована поверхня яка оброблена водяною емульсією мастила або покрита парафіном, зменшує сили тертя.

Свинцеві та індієві покриття при малому опоріві зміщенню відіграють роль твердих мастильних матеріалів. Хоча сила тертя при цьому і зменшується, основне призначення покриття полягає в перенесенні процесу зміщення в середину покриття. Всі покриття спрацьовуються, більша чи менша їх ефективність визначається терміном роботи.

Зменшити пошкодження від фретинг - корозії можливо, підвищуючи твердість однієї сталі. При збільшенні твердості сталі зменшується взаємне проникнення деталей, що знижує інтенсивність зношування. Крім того, продукти зношування в цьому випадку менші за розміром і їх абразивна дія послаблена.

Визначення сил, що діють на спряженні деталі пари тертя. Для знаходження сил що діють на спряжену пару тертя, а саме на цапфу і на встановлений на неї підшипник кочення необхідно визначити силу що діє на передню вісь тролейбуса. Ця сила змінюється в залежності від навантаження тролейбуса і швидкості руху, крім того мають місце ударні навантаження внаслідок нерівностей дороги (3.вибоїн), ці ударні навантаження погашаються гумовими шинами коліс і пружними елементами підвіски. Силу що діє на передню вісь тролейбуса в середньому можна прийняти $Q=8000\text{кг}$ тоді при умові рівномірного розподілу навантажень на колеса, зусилля яке сприймає переднє колесо складає $Q=4000\text{кг}$. Колеса тролейбуса закріплені на маточині яка встановлюється на підшипники кочення, які в свою чергу встановлені посаджені на цапфу поворотного кулака. Таким чином, зусилля що діє на колеса передається на цапфу через підшипники які здатні сприймати радіальне і осьове навантаження яке виникає під час повороту тролейбуса. Навантаження яке сприймає колесо пропорційно розподілене на підшипниках в залежності від величини зусилля яке здатний сприймати підшипник. Внутрішній і зовнішній підшипники що встановлені цапфі поворотного кулака тролейбуса мають внутрішні діаметри відповідно 70мм і 55мм , тоді сума цих складає 125. якщо прийняти число 125 за 100% і визначити скільки відсотків мають числа 70 і 55 то отримаємо що число 70 складає 56% а число 55-- 44% . Тоді 56% навантаження що діє на колесо буде сприймати внутрішній підшипник складає

2240кг, а зовнішній підшипник сприйматиме навантаження яке складає 44% від навантаження що діє на колесо і складає 1760кг.

1.3 Загальна характеристика методів виготовлення деталей пари тертя.

Для виготовлення підшипників що встановлюють на маточину переднього колеса тролейбуса використовують сталь ШХ 15 яка поступає на підшипниковий завод з ливарних цехів у вигляді у вигляді трубного прокату (прутків) відповідно до розмірів підшипників. В процесі виготовлення підшипників прутки спочатку нарізають на частини з певною шириною. Для того щоб зняти внутрішні напруження і зробити структуру металу придатною для механічної токарної обробки проводять термічну обробку нарізаних заготовок. В процесі відпалу відбувається рекристалізація деформованих зерен і знімається поверхневе зміцнення металу. Крім того утворюється структура металу яка найбільш придатна для обробки металорізальним інструментом. Після цього спочатку виготовляють внутрішнє кільце підшипника шляхом зрізанням шару металу з зовнішньої сторони і нарізання канавки під тіла кочення профільним шліфувальним кругом. Потім обробляють зовнішнє кільце підшипника з внутрішньої сторони спочатку профільним різцем а потім профільним шліфувальним кругом в результаті чого утворюється канавка для встановлення тіл кочення, якими можуть бути ролики або шарики. Сировиною для виготовлення тіл кочення служить пруток, який нарізають на шматки і піддають обкочуванню надаючи їм сферичної, конічної, бочкоподібної, або циліндричної форми в залежності від марки і призначення підшипника.

Після обкочування тіла кочення піддають електрохімічному поліруванню.

Після механічної обробки зовнішніх і внутрішніх кілець підшипника і електрохімічної обробки тіл кочення, готові деталі піддають термічній обробці зокрема гартуванню і відпуску для утворення структури дрібнозернистого перліту з твердістю HRC 61-62 що сприяє високій зносостійкості і надійності підшипників В процесі виготовлення деталей підшипників кочення а також при їх монтажі ведеться суворий контроль розмірів, і якості монтажу тому що

підшипники є високоточними деталями і їх розміри повинні відповідати державному стандарту.

Цапфу тролейбуса на яку встановлюють підшипники кочення з маточиною виготовляють із сталі 40Х шляхом кування на ковальсько-пресовому устаткуванні, а саме на формовочних штампах що зумовлює зміцнення металу завдяки видовженню зерен. Після штампування в формовочних штампах деталей піддають індукційному гартуванню СВЧ. Джерелом тепла при гартуванні СВЧ є блукаючі струми Фуко які виникають безпосередньо в металі що піддають гартуванню. Гартування СВЧ дозволяє нагріти метал на невелику глибину яка в значній мірі залежить від величини зазору між індуктором і заготовкою, глибина гартування також залежить від магнітної проникливості металу а також від частоти струму гартування. Чим більша частота струму тим менша глибина гартування, і навпаки. Температура гартування СВЧ повинна бути дещо вища температури при звичайному пічному гартуванні тому що при гартуванні СВЧ швидкість нагріву металу дуже висока і фазове перетворення зміщується в область більш високих температур, крім того в доевтектоїдних сталях підвищення температури при індукційному нагріві як би обганяє дифузію вуглецю, в результаті чого залишковий ферит перетворюється в мало вуглецевий аустеніт. Температура нагріву при гартуванні СВЧ сталі 40 Х лежить в межах 880-1020 градусів в залежності від швидкості нагрівання. Тоді як при звичайному пічному нагріві під час гартування температура складає 840-860 градусів.

1.4 Характеристика мащення деталей пари тертя

Опис способу та схема подачі мастильного матеріалу. Призначення, маркування, фізико-хімічні та антифрикційні властивості мастильного матеріалу.

Для змащування підшипників маточини підвіски тролейбуса застосовують пластичні мастила солідол або літол-24 які мають ряд переваг перед рідкими мастилами, а саме: відсутність розтікання і придатність до роботи у глибокому

вакуумі, а також наявність границі текучості при перевищенні якої мастило тече без порушення суцільності.

В якості дисперсного середовища в пластичних мастилах використовують складні ефіри, мінеральні масла, синтетичні вуглеводні, кремнійорганічні синтетичні рідини.

До дисперсних фаз які найчастіше використовуються належать літієві, кальцієві, натрієві, алюмінієві та інші мила жирних кислот, а також модифіковані крем гелі, пігменти, технічний вуглець, тверді вуглеводні і ряд інших твердих полідисперсних речовин, що здатні утворювати з маслами міцні псевдо гелі.

Однією з найважливіших властивостей пластичного мастила є розділення спряжених деталей, що рухаються одна відносно іншої, шаром товщина якого достатня для запобігання або зменшення контакту мікро виступів поверхонь. Крім того специфіка стан і властивості визначають призначення і область застосування пластичних мастил в якості антифрикційних, консерваційних і ущільнювальних мастильних матеріалів. В залежності від призначення мастила в більшій чи меншій мірі виконують наступні основні функції: зменшують сили тертя між поверхнями спряжених деталей що переміщуються одна відносно одної; зменшують знос і запобігають утворенню задирів; захищають метал від корозійного впливу навколишнього середовища; ущільнюють зазори між спряженими деталями. Крім виконання вказаних основних функцій, пластичні мастила являються електроізоляційними матеріалами, захищають деталі вузлів тертя від ударних навантажень, знижують вібрацію і шум, а також виконують ряд інших специфічних функцій. Але практично неможливо отримати мастило, яке добре виконувало всі вказані вище функції одночасно. І в цьому як правило немає необхідності.

Підшипники кочення які встановлені на цапфі тролейбуса змащують при зборці вузла тертя пластичним мастилом марки літол-24 що належить до групи літієвих мастил що є найбільш перспективними пластичними мастилами, і є дієздатною в широкому інтервалі температур, навантажень і швидкостей. Відрізняються високою стабільністю властивостей в часі. Відносно невеликий вміст загущувача-8-12% (при використанні низько застигаючих масел)

забезпечує цим мастилам працездатність при температурі -50° . В останні роки були розроблені високоякісні літієві мастила на милах 12-оксистеаринової кислоти. Призначені для вузлів тертя швидкісних механізмів, що працюють при високих температурах і навантаженнях. В виробництві літієвих мастил частіше ніж в інших випадках використовується суміш нафтових і синтетичних мастил, і до основного загущувача додають тверді вуглеводні. Практично всі літієві мастила містять різноманітні присадки, наповнювачі і часто їх комбінації.

1.5 Технологія технічного обслуговування шворневого вузла тролейбуса

Кути встановлення керованих коліс діагностують і регулюють після усунення люфту в шворневих з'єднаннях і підшипниках маточин коліс при нормальному тиску повітря в шинах і кріпленні дисків коліс. Ці кути діагностують на стаціонарних стендах за допомогою переносних приладів. Стенди бувають механічні, оптичні, оптико-електричні й електричні, а переносні прилади — механічні, рідинні й оптико-електричні. Із стендів для перевірки кутів установа керованих коліс найбільш поширені оптичні (рис. 1.2), як найточніші. На цих стендах кути розвалу, сходження, поздовжнього нахилу шворня і співвідношення кутів повороту коліс вимірюються оптичним методом, а кут поперечного нахилу шворня — за рівнем, змонтованим в дзеркальному відбивачі.

Вимірювання кутів установа коліс на оптичному стенді — це визначення кутів нахилу дзеркального відбивача, установленого паралельно площині обертання колеса, і реєстрація зміни цих кутів при повороті колеса на 20° (для вимірювання поздовжнього нахилу шворня і співвідношення кутів (повороту коліс)). Коли розвалу і сходження коліс немає, зображення шкали стояка, яке видно через вимірювальний мікроскоп, після відбиття в дзеркалах, закріплених на колесі і стояку, точно накладається на нерухоме перехрестя окуляра. Так, якщо колесо має розвал, то шкала зміститься щодо нерухомого перехрестя окуляра по вертикалі (вгору чи вниз), а за наявності

сходження — по горизонталі (вправо або вліво). Ці зміщення дають відповідно кути розвалу і сходження коліс.

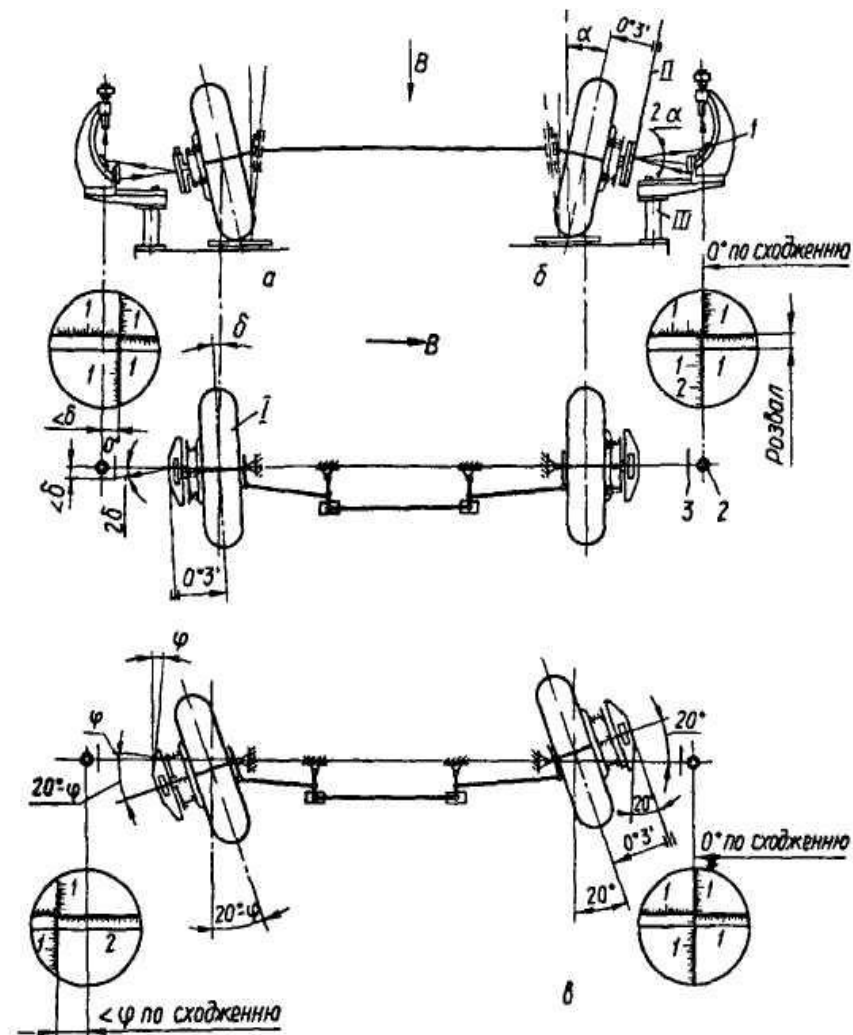


Рис. 1.2 - Перевірка кутів установлення коліс тролейбуса за допомогою оптичного стенда

а — визначення сходження δ коліс; б — визначення розвалу δ коліс; в — визначення співвідношення і кутів повороту коліс; I — площина обертання колеса; II — площина дзеркала колеса; III — площина хакалі; 1 — дзеркало мікроскопа; 2 — окуляр мікроскопа; 3 — шкала мікроскопа.

1.6 Висновки та постановка на магістерську роботу

В процесі експлуатації тролейбусів на лінії виникає високе навантаження на осі транспорту, що призводить до передчасного виходу з ладу деталей ходової частини або агрегатів в цілому. В даній дипломній роботі, розглянуто найбільш розповсюджений знос деталей передньої підвіски тролейбуса.

Дільниці по ремонту машин та устаткування на підприємствах, які застосовують механізми для виконання певного виду робіт, є доцільними як з економічної точки зору, так і з точки зору експлуатації та ремонту машин. Це дає змогу у якомога менші строки виконати технічне обслуговування та ремонт машин, які знаходяться на підприємстві, без залучення додаткових виробничих підприємств, та зменшити витрати на ремонт, за рахунок відновлення деталей власними силами. Крім того, за рахунок утримання даних дільниць, забезпечується збільшення кількості робочих місць, та залучення капіталовкладень у дане виробництво зі сторони, за рахунок додаткових послуг по ремонту деталей, які можливо надавати іншим підприємствам.

Дана проблема поставлена і в запропонованій дипломній роботі, де завдяки вибраним методам відновлення для деталей передньої підвіски тролейбуса ЗиУ-6 ми маємо змогу знизити собівартість ремонту деталей в порівнянні з цінами на нові деталі, підвищити зносостійкість та подовжити довговічність їх роботи.

А також розробити пристосування для покращення технологічного процесу. Провести дослідженням параметрів моделі зношування пари тертя. Провести економічні розрахунки і розробити графічну частину.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір обладнання для відновлення

Відсутність малогабаритних плазмотронів обмежує можливість застосування плазменної наплавки для відновлення складних деталей, таких, колінчасті та інші вали вали автомобілів, внутрішні робочі поверхні корпусів та ін.

Плазмотрони, які випускаються промисловістю і розроблені науково-дослідними інститутами, зі співвісним розміщенням електрода і плазмостворюючого сопла мають, як правило, двух- або трьохконтурні системи подачі плазмостворюючого, захисного і транспортуючого (у випадку порошкової наплавки) газів. Ці особливості обумовлюють збільшенні габарити плазмотронів. Їх діаметр, як правило, перевищує 30...35 мм.

Розроблено ряд малогабаритних плазмотронів з основним розміщенням електрода і плазмостворюючого сопла. Використання сумісних систем подачі захисного і транспортуючого газів дозволило зменшити їх розмір в поперечному перерізі до 24...28 мм. Але це призвело до зниження їх потужності якості охолодження і газового захисту.

Подальші розробки призвели до створення малогабаритного плазмотрона циліндричної форми діаметром 22 мм, довжиною 60 мм, особливістю якого являється розміщення плазмостворюючого сопла на боковій поверхні циліндричного анода (рис. 2.1). Одночасне охолодження катода і анода забезпечується одноконтурною системою. Направляємий порошок подається безпосередньо в зварювальну ванну транспортуючим газом.

Плазмотрон належно і надійно працює на постійному струмі прямої полярності. Його конструкція проста і не містить складних у виготовленні деталей. При виході з ладу електрода можлива швидка його заміна.



Рис. 2.1 Малогабаритний плазмотрон.

Таблиця 2.1. - Технічна характеристика

Показник	Значення
Електрична потужність, кВт	до 6
Діаметр плазмостворюючого сопла, мм	4
Витрати аргону, л/хв	
- плазмостворюючого	1,5... 2
- захисного	6...8
- транспортуючого	2...4
Максимальна відстань від плазмотрона до деталі, мм	12
Діаметр електрода, мм	3
Витрата охолоджуючої води, л/хв	до 3

Використання плазмотрона у чергуванні з розробленим механізмом повороту і коливань дозволяє здійснити якісну наплавку шийок валів і внутрішніх поверхонь. Його можна застосувати при наплавці порошком, проволокою а також з одночасною подачею порошка в проволоки в зварювальну ванну (рис. 2.1).

Автомат А1756 для плазмового наплавлення.

Даний автомат можна застосовувати як для наплавлення та і для напилення. Для цього потрібно змінити схему підключення і плазмотрон.

Для наплавлення внутрішнього отвору цапфи застосовуємо автомат А1756, як кращий в порівнянні з автоматом А1670, з малогабаритним плазмотроном з прийнятною технічною характеристикою.

Таблиця 2.2 - Технічні дані автомата А1756 для плазмового наплавлення

Параметр	Значення
Параметри коливань плазмотрона:	
- амплітуда, мм	2,5...25
- частота, хв ⁻¹	8...80
Продуктивність наплавлення, кг/год	0,35...15
Витрати аргони, л/хв	25...40
Ємкість бункера для присадочного порошку, дм ³	4,5
Номінальна напруга живлючої трифазної мережі частотою 50 Гц, В	380
Номінальний струм наплавлення при ПВ=100 %, А	300
Сумарна потужність всіх електродвигунів автомата, кВт*А	0,59

Для живлення плазмотронів електричною енергією використовуються джерела постійного, змінного (одно- і трифазного) та імпульсного струму.

Найбільше розповсюдження в теперішній час отримали джерела постійного струму, які забезпечують велику стабільність горіння дуги і точність підтримки параметрів технологічного процесу. Вони досить різноманітні. По формі зовнішньої вольт-амперної характеристики вони можуть бути поділені на джерела живлення з жорсткою (при зміні сили струму напруга не змінюється) і крутопадаючою зовнішньою характеристикою.

В теперішній час поряд зі спеціалізованими джерелами в деяких випадках плазмові устаткування оснащуються стандартними джерелами живлення, що використовуються для дугового зварювання.

Джерела живлення (ДЖ) для плазмової обробки повинні мати крутопадаючі характеристики. Ці джерела в свою чергу можна розділити на джерела з дроселами насичення, джерела на керуючих приладах і параметричні джерела. ДЖ з дроселями насичення одержали найбільше розповсюдження в промисловості у зв'язку з простотою, надійністю в експлуатації і широким діапазоном регулювання. До них відносяться джерело живлення ИПР-120/600, що використовується устаткуванням ОПР-6 для ручного і механізованого

різання металів в середовищі азота або в середовищі аргона з воднем; ИПГ-500, який входить в устаткування УГЕР-300 і УГЕР-500, що призначені для різання металів товщиною до 30-150 мм відповідно; ВПР-402 устаткування АПР-401 для повітряно-плазмового різання.

До джерел живлення на приладах керування відносяться ИПН-160/600, які входять в комплект установок для плазмового напилення і металізації, УПУ-3, УПУ-3М, що містять механізм переміщення магнітних шунтів. Найбільше розповсюдження отримали ДЖ на тиристорах. Зміною по фазі кута відкриття тиристорів регулюються середні значення випрямленої напруги і струму. Цими ДЖ постачаються устаткування типу АПР-402, УПР-201, УПР-302. Робота параметричних джерел живлення основана на принципі стабілізації і регулювання струму дуги за допомогою потужних транзисторів, такі ДЖ генерують струм 30-100 А і напругу холостого ходу 40 В. Вони входять в комплект устаткування АП-4, АП-5, призначених для плазмового і мікроплазмового зварювання.

В теперішній час створено ряд промислових устаткувань плазмового напилення різного призначення. Устаткування УМП-6 гарантує при напиленні керамічних порошків продуктивність до 4,5 кг/год, а при напиленні порошків твердих сплавів - 7 кг/год. Робочим газом можуть служити технічно чистий азот, аргон., гелій, водень і їх суміші.

Універсальне устаткування УПУ-3 призначено для плазмового напилення порошкових матеріалів або приволоки. Продуктивність за напиленням матеріалом, кг/год: керамічні матеріали - 2, тверді сплави - 3,5, проволока - 4...10. Робочий газ - аргон і водень. Устаткування плазмового напилення АПР-403 призначена для напилення металічними і неметалічними порошками і металічною проволокою з максимальною продуктивністю 15 кг/год за напиленням матеріалом. В якості плазмостворюючого газу використовується повітря, природний і вуглекислий газ, азот.

2.2 Вибір обладнання для механічного оброблення

Обробка зовнішньої поверхні вала проводимр на круглошліфувальному верстаті мод. 3A151 методом повздовжньої подачі на прохід.

I. Вибираємо шліфувальний круг

В процесі зовнішнього шліфування із повздовжньою подачею, шорсткості поверхні $Ra = 1.6...6.3 \mu\text{m}$, конструкційної цементованої сталі $HRC > 50$.

Приймаємо матеріал абразивних зерен білий електрокорунд (ЕБ), марку якого Е9А. Вибір цієї марки білого електрокорунда обумовлений високою твердістю шліфованої заготовки і вимогами, які пред'являються до точності і шорсткості овробленої поверхні. В характеристиці прифняті: зернистість №40, твердість СМ2 і зв'язуюча керамічна (К).

Маркірування повної характеристики круга: ПВД24А40НСМ25 К8 35 м/с.

Розміри нового круга: $D_k = 600$ мм, ширина круга (або висота) $B_k = 63$ мм.

Обробку внутрішніх поверхонь вала виконуємо на круглошліфувальному верстаті мод. 3A228 методом повздовжньої подачі на прохід.

Вибираємо шліфувальний круг для обробки внутрішніх поверхонь вала.

Встановлюємо характеристику круга. Для внутрішнього шліфування сталі $HRC > 50$ рекомендується аналогічна характеристика круга (див. вибір шліфувального круга для зовнішньої шліфування): ПВД 24А40НСМ25К8 35 м/с.

Встановлюємо діаметр D_k і ширину (висоту) круга B_k . При внутрішньому шліфуванні рекомендується відношення $D_k/d_d = 0,75...0,95$. Приймаємо відношення 0,85. Тоді $D_k = 0,85d_d = 0,85 \cdot 44 = 38$ мм. Приймаємо за ГОСТ 2424-80 $D_k = 40$ мм. За цим же ГОСТом ширина круга $B_k = 8...63$ мм, і для оброблюваних отворів довжиною $L = 10...25$ мм приймається на 5...10 мм менше довжини шліфуючого отвору; $B_k = 20 - 10 = 10$ мм; $B_k = 13$ мм передбачена стандартом (ряди основних розмірів кругів приведені в довіднику [11]).

2.3 Технологічний процес відновлення та підвищення зносостійкості вала

ТП наплавлення деталей складається з почергового виконання переліку операцій:

мийки і очищення деталі,
 підготовка поверхні деталей до наплавлення,
 ТП наплавлення та напилення,
 обробка механічна після нарощування,
 обробка валу хіміко-термічна,
 доопрацювання а також контроль покриття.

005. Миття та очищення деталі.

Існують різні методи видалення забруднені поверхонь деталей. Найбільш розповсюдженим являється миття розчинниками і лужними розчинами.

Очищення первинного вала коробки передач проводять наступним чином:

- за допомогою машин для миття, в якості розчинника використовують лабомід 203 ГОСТ 9403-80 концентрацією 15...20 хв;
- при обробці розпиленням в якості розчинника використовують лабомід 101, 102 ГОСТ 9402-80 концентрацією 5...15 кг/м³ з температурою 50...70 °С, час очищення 1...5 хвилин;
- при використанні їдкою натру ГОСТ 2263-79 (каустичної води): концентрація 50 г/л, температура 80...90 °С, дворазове промивання гарячою і холодною водою.

Після знежирення проводять промивання водою з відповідним вмістом солей ГОСТ 2874-82.

Сушіння деталей після миття проводять в сушильних шафах при температурі 60...150 °С або обдуванням стиснутим повітрям ГОСТ 17433-80.

010. Підготовка деталі під напилення.

Для усунення цих дефектів, надання робочій поверхні правильної форми і зняття цементованого твердого шару вала використаємо шліфування.

Припуск для попереднього шліфування приймаємо рівним $h=0,3\dots1,0$ мм, трохи більше товщини цементованого шару. Розрахунок режимів проводимо як для чорнового шліфування. При цьому отримаємо шорсткість поверхні $Ra = 6,3\dots12$ мкм.

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою [11]:

$$T_{ol} = \frac{Li}{nS_{пр}} \cdot k_3,$$

де L – довжина поверхні, що обробляється, з урахуванням врізання і перебігу,

$$L = l + y$$

де l – довжина поверхні, що шліфується, мм

y – величина врізання і перебігу інструменту $y = 0,3$ мм

$$L_1 = 80 + 0,3 = 80,3 \text{ мм};$$

$$L_2 = 40 + 0,3 = 40,3 \text{ мм};$$

i – число проходів, $i = 8$ проходів;

k_3 – коефіцієнт зачисних ходів, $k_3 = 1,2 \quad 1,7$, приймаємо $k_3 = 1,5$;

n – число обертів деталі, $n = 1080$ об/хв

$S_{пр}$ – повздовжня подача, $S_{пр} = 2$ мм/об;

$$T_{o1} = \frac{80,3 \cdot 8}{1080 \cdot 2} \cdot 1,5 = 0,446 \text{ хв.}$$

$$T_{o2} = \frac{40,3 \cdot 8}{1080 \cdot 2} \cdot 1,5 = 0,224 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями [11]:

$$T_B = T_{B1} + T_{B2},$$

де T_{B1} – допоміжний час на встановлення і знімання деталі, $T_{B1} = 0,2$ хв;

T_{B2} – допоміжний час, що пов'язаний з проходом,

$$1. \quad T_{B2} = 1 + 0,446 = 1,446 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0,2 + 1,446 = 1,646 \text{ хв.}$$

$$2. \quad T_{B2} = 1 + 0,224 = 1,224 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0,2 + 1,424 = 1,424 \text{ хв}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{оп} = T_{o1} + T_{B1} + T_{o2} + T_{B2} = 0,446 + 1,646 + 0,224 + 1,424 = 3,74 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = (T_{оп} \cdot K) / 100 = (3,74 \cdot 9) / 100 = 0,337 \text{ хв,}$$

де K – процентне відношення додаткового часу до оперативного, $K = 9\%$

Приймаємо підготовчо-заклучний час виконання операції [11]:

$$T_{пз} = 5 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

$$T_H = T_O + T_B + T_{дод} + T_{пз}/n,$$

де n – розмір партії

Розміри партії деталей визначаємо з формули :

$$n = \frac{N}{A},$$

де N – програма випуску деталей;

A – періодичність запуску, зазвичай приймається рівним кількості робочих тижнів – 52.

Визначаємо кількість деталей:

$$N = 1800 \cdot 2 = 3600 \text{ шт.},$$

де 1800 – випуск передніх мостів;

2 – кількість поворотних кулаків на 1 передній міст.

$$n = \frac{3600}{52} = 70 \text{ шт.}$$

$$T_n = 0,446 + 0,224 + 1,646 + 1,424 + 0,337 + 5/412 = 4,089 \text{ хв}$$

015. Наплавлення.

Покриття деталей сталлю звичайно проводять на режимах: відстань від сопла до поверхні деталі 10-12 мм, струм в ланцюгу електрод-виріб 160-210 А, струм в ланцюгу електрод - присадочна проволочка 60 - 80 А, робоча напруга 30-40 В, амплітуда коливань 10 - 30 мм, швидкість наплавки 3 - 5 м/год, витрати плазмостворюючого газу 90 - 120 л/год, захисного газу 360 - 480 л/год, транспортуючого 120 - 240 л/год.

З підвищенням швидкості подачі проволочки стабільність горіння дуги порушується, з'являються струми короткого замикання, якість покриття знижується.

Напруги, що виникають в шарі металу при нагріванні та охолодженні, збільшуються з підвищенням товщини покриття та із збільшенням різниці в

коефіцієнтах розширення металів наплавленого шару та деталі. Тому звичайно намагаються підібрати для наплавлення метал, близький по коефіцієнту розширення до основного металу.

Знаходимо основний час операції за формулою [11]:

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

де L – довжина поверхні, що наплавляється, в даному випадку – товщина шару – 0,53 мм;

i – число проходів – 1;

n – число обертів деталі – 3 об/хв;

S – крок наплавлення – 1.

$$T_o = \frac{0,53 \cdot 1}{3} = 0,18 \text{ хв.}$$

Приймаємо допоміжний час, пов'язаний з процесом наплавлення і з установкою і зняттям деталі, і проходом відповідно

$$T_{в1} = 1,0 \text{ хв.}$$

$$T_{в2} = 0,9 \text{ хв.}$$

$$T_{в} = T_{в1} + T_{в2} = 1,0 + 0,9 = 1,9 \text{ хв}$$

Розраховуємо оперативний час виконання операції:

$$T_{оп} = T_o + T_{в} = 0,18 + 1,9 = 2,08 \text{ хв.}$$

Знаходимо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K/100 = 2,08 \cdot 15/100 = 0,31 \text{ хв.}$$

Приймаємо підготовчо-заключний час виконання операції:

$$T_{пз} = 15 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму часу виконання операції:

$$T_H = T_o + T_B + T_{\text{дод}} + T_{пз}/n = 0,18 + 1,9 + 2,08 + 15/70 = 4,37 \text{ хв}$$

020 Шліфування

Припуск на попереднє шліфування приймаємо рівним $h=0,3\dots 1,0$ мм, що трохи більше товщини цементованого шару. Розрахунок режимів проводимо як для чорнового шліфування.

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою:

$$T_{ol} = \frac{Li}{nS_{пр}} \cdot k_3,$$

де L – довжина поверхні, що обробляється, з урахуванням врізання і перебігу,

$$L = l + y$$

де l – довжина поверхні, що шліфується, мм

y – величина врізання і перебігу інструменту $y = 0,45$ мм

$$L_1 = 80 + 0,45 = 80,45 \text{ мм;}$$

$$L_2 = 40 + 0,45 = 40,45 \text{ мм;}$$

i – число проходів, $i = 8$ проходів;

k_3 – коефіцієнт зачисних ходів, $k_3 = 1,2 \dots 1,7$, приймаємо $k_3 = 1,5$;

n – число обертів деталі, $n = 1080$ об/хв

$S_{\text{пр}}$ – повздовжня подача, $S_{\text{пр}} = 2 \text{ мм/об}$;

$$T_{o1} = \frac{80,45 \cdot 8}{1080 \cdot 2} \cdot 1,5 = 0,3 \text{ хв.}$$

$$T_{o2} = \frac{40,45 \cdot 8}{1080 \cdot 2} \cdot 1,5 = 0,15 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в1}} + T_{\text{в2}},$$

де $T_{\text{в1}}$ – допоміжний час на встановлення і знімання деталі, $T_{\text{в1}} = 0,2 \text{ хв}$;

$T_{\text{в2}}$ – допоміжний час, що пов'язаний з проходом,

$$1. \quad T_{\text{в2}} = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{в}} = 0,2 + 1,3 = 1,5 \text{ хв.}$$

$$2. \quad T_{\text{в2}} = 1 + 0,15 = 1,15 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{в}} = 0,2 + 1,15 = 1,35 \text{ хв}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{\text{оп}} = T_{o1} + T_{\text{в1}} + T_{o2} + T_{\text{в2}} = 0,3 + 1,3 + 0,15 + 1,35 = 3,1 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{\text{дод}} = (T_{\text{оп}} \cdot K) / 100 = (3,1 \cdot 9) / 100 = 0,28 \text{ хв,}$$

де K – процентне відношення додаткового часу до оперативного, $K = 9\%$

Приймаємо підготовчо-заключний час виконання операції:

$$T_{пз} = 5 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

$$T_H = T_0 + T_B + T_{\text{дод}} + T_{пз}/n,$$

де n – розмір партії

Розміри партії деталей визначаємо з формули :

$$n = \frac{N}{A},$$

де N – програма випуску деталей;

A – періодичність запуску, зазвичай приймається рівним кількості робочих тижнів – 52.

Визначаємо кількість деталей:

$$N = 1800 \cdot 2 = 3600 \text{ шт.},$$

де 1800 – випуск паливних насосів;

2 – кількість поворотних кулаків на 1 передній міст.

$$n = \frac{3600}{52} = 70 \text{ шт.}$$

$$T_H = 0,3 + 0,15 + 1,5 + 1,35 + 0,28 + 5/412 = 3,59 \text{ хв}$$

025. Напилення.

Покриття деталей сталлю звичайно проводять на режимах: відстань від сопла до поверхні деталі 250...350 мм, тиск стисненого газу 0,6 МПа, струм в ланцюгу електрод - сопло 200...220 А, робоча напруга 270...380 В, швидкість наплавки 4 - 5 м/хв, витрати плазмостворюючої газової суміші, повітря з пропан-бутаном, 4,2...15,0 м³/год, витрати проволочи 8...12 кг/год. коефіцієнт використання матеріалу КВМ = 60...80 %.

Час на виконання операцій:

$$T_1 = 5 \times 0,4 = 2 \text{ хв}$$

$$T_2 = 5 \times 0,8 = 4 \text{ хв}$$

Таблиця 2.1 - Режими плазменно-дугового напилення деталей

Матеріал деталі	Сталь
Наплавлюємий матеріал	Сталь
Кутова швидкість обертання деталі, м/хв	до 8
Повздовжня подача плазмотрона, мм/об	20...50
Відстань від сопла плазмотрона до деталі, мм	250...350
Струм в ланцюгу електрод-сопло, А	200...220
Напруга, В	270...380
Товщина шару покриття, мм	0,1...4

030 Механічна обробка.

Для отримання необхідного розміру деталі та чистої поверхні після напилення та наплавлення шар покриття піддають відповідній механічній обробці, як правило це точіння або шліфування. Для міцного зчеплення напиленого шару з основним металом та доброю його роботоздатністю необхідно, щоб після завершальної обробки наплавлений шар мав товщину не менш 1 мм при діаметрі деталі 25 мм та більше.

У випадку плазмового-дугового напилення припуск на обробку може складати лише 0,03 - 0,06 мм. При плазмовій наплавці припуск - 0,4 - 0,9 мм, а максимальний 1,5 - 2 мм на сторону.

Призначаючи режими для обробки шліфуванням необхідно враховувати спосіб підготовки поверхні під наплавлення. При обробці підвищення швидкості різання мало впливає на відшарування наплавленого шару.

Час виконання операції шліфування розраховуємо так:

$$0,0125 \times 2 + 12 \times 0,4 + 12 \times 0,8 + 0,53 + 1,06 = 0,025 + 4,8 + 9,6 + 0,53 + 1,06 = 16 \text{ хв}$$

035. Хіміко-термічна обробка.

Хіміко-термічна обробка сталі заключається у зміні хімічного складу поверхневих шарів з метою підвищення їх твердості або надання їм антикорозійної стійкості. До цих способів обробки відносяться цементація, азотування, ціанування, хромування та ін.

Таблиця 2.3 - Режими механічної обробки при шліфуванні зовнішніх поверхонь цапфи

Діаметр шліфувального круга, мм	600
Товщина шліфувального круга, мм	63
Діаметр заготовки, мм	25...70
Глибина різання, мм/хід	0,0125
Припуск на сторону, мм	1,0
Швидкість заготовки, м/хв	12
Частота обертання заготовки, об/хв	153...64
Швидкість шліфувального круга, м/с	34
Частота обертання круга, об/хв	1080
Повздовжня подача, мм/об	18,9
Швидкість повздовжнього ходу стола, м/хв	2,9...1,2
Довжина ходу стола, мм	16
Коефіцієнт точності	1,2
Потужність різання, кВт	5,2
Основний час, хв	0,53...1,28
Штучний час, хв	1,06...2,56

Цементация являється найстарішим способом підвищення поверхневої твердості сталі. Вона заключається в насиченні м'якої сталі вуглецем і ґрунтується на здатності Fe розчинити у собі вуглець. Сталь, котра підлягає цементации, повинна бути нагріта до температури вище 910° і уведена в взаємодію з вуглецевим матеріалом. Речовини, які є джерелом вуглецю, мають назву карбюризатори.

Цементация можлива за допомогою твердих, рідинних і газоподібних карбюризаторів.

Газова цементация проводиться в спеціальних печах шляхом насичення сталі вуглецем, який виділяється з газоподібних сумішей CH_4 , C_mH_n , CO та інших.

Для цементации застосовуються природні гази або гази, отримані шляхом піролізу гасу, піробензола та інших речовин, які виділяють при розкладі вуглеводні. Останнім досягненням в цій галузі являється розроблений на Московському автозаводі ім. Ліхачева спосіб газової цементации при нагріванні цементованого виробу струмами високої частоти, які дають змогу отримати цементований шар глибиною в 1 мм за 30 хв. На цій установці, повністю автоматизованій, цементують шестерні для автомобілей.

Після цементации, проведеної будь-яким способом, зокрема газовим, виріб підлягають гартуванню при температурі 760° . Інколи виконують подвійну термічну обробку: гартування при температурі 920° для роздрібнення зерна серцевини виробу і вторинне нагрівання до 760° для гартування зовнішнього шару. При газовій цементации вироби з печі направляються безпосередньо на гартування.

040 Технічний контроль покриття.

Технічний контроль здійснюють при підготовці поверхні деталі до наплавлення, в процесі нанесення покриття та після обробки різанням напавленої деталі. Основним показником якісної наплавлення є дрібнозерниста структура напавлююмого металу та міцність зчеплення напавленого шару з основою. Якісно напавлений шар повинен мати вигляд тонкого наждачного полотна.

Перевірка деталей після покриття звичайно зводиться до замірювання товщини шару шляхом порівняння розмірів деталі до покриття та після нього, до перевірки якості поверхні шляхом огляду через лупу та порівняння з еталоном, до перевірки міцності зчеплення покриття з основним металом постукування дерев'яним молотком.

Час на технічний контроль приймаємо 5 хв.

Таблиця 2.4 – Норма часу на проведення технологічних операцій запропонованого технологічного процесу відновлення поворотного кулака (цапфи) передньої балки тролейбуса ЗиУ-6

Запропонований технологічний процес	
номер та найменування операції	норма часу
005. Миття та очищення деталі.	16
010. Підготовка деталі під напилення	4,09
015. Наплавлення	4,37
020 Шліфування	3,59
025. Напилення.	6
030 Механічна обробка.	16
035. Хіміко-термічна обробка.	30
040 Технічний контроль покриття.	5

Загальний час на відновлення однієї плунжерної пари запропонованим способом, складає – 85,05 хв., - 1,42 люд-год.

2.4 Контроль якості відновленої деталі включаючи оцінку зносостійкості

Технічний контроль здійснюють при підготовці поверхні деталі до наплавлення, в процесі нанесення покриття та після обробки різанням напавленої деталі. Основним показником якісної наплавлення є дрібнозерниста структура наплавлююмого металу та міцність зчеплення

наплавленого шару з основою. Якісно наплавлений шар повинен мати вигляд тонкого наждачного полотна, вздутих ділянок, тріщин або інших механічних дефектів.

Перевірка деталей після покриття звичайно зводиться до замірювання товщини шару шляхом порівняння розмірів деталі до покриття та після нього, до перевірки якості поверхні шляхом огляду через лупу та порівняння з еталоном, до перевірки міцності зчеплення покриття з основним металом постукування дерев'яним молотком.

Вплив технологічних факторів на властивості наплавленої деталі. До основних технологічних факторів, що впливають на якість покриття, відносяться: властивості та форма наплавленої поверхні та спосіб її попередньої підготовки; властивості розпилюємого металу; джерело та пла для розплавлення металу та тип апарату; тиск стисненого повітря, газу, а також струм і напруга; швидкість подачі проволони; відстань від зони плавлення до наплавленої поверхні; кут наплавлення; тривалість наплавлення; температура наплавленої поверхні. Основними властивостями, що залежать від цих параметрів, є пористість, механічні властивості, опір зношуванню, міцність зчеплення з основним металом, корозійна стійкість.

Наплавлені шари мають незначну пористість. Її величина досягає 0,8-1,4%. Пори можуть бути закритими і при невеликій товщині шару наскрізними, проте в обох випадках пористість значно впливає на властивості наплавленого покриття, його пружності, міцності, твердості, теплопровідності, тепловому розширенню.

Термічна обробка наплавленого металу, пов'язана із змінами в його будові, призводить до підвищення густини матеріалу внаслідок ліквідації частини пор та деякого відновлення однорідності.

Механічні властивості (твердість, границя міцності та інші) наплавлених металів значно відрізняються від механічних властивостей вихідних металів: у них знижується границя міцності, пластичність збільшується твердість. Це пов'язано з характером сил зчеплення частинок наплавленого металу і тими змінами в складі і будові, які викликані процесами інтенсивного окислення металу в процесі наплавлення, створенням нових фаз, неоднорідністю та

пористістю шару. Механічні властивості в значній мірі залежать від параметрів технологічного процесу. Найбільш міцні та тверді шари утворюються при тискові газу 0,6-0,7 МПа і малих (близько 8-10 мм) відстанях від зони плавлення до наплавленої поверхні і струмові 70 А.

При одночасній роботі наплавленого покриття з основним металом є ряд позитивних особливостей. Наплавлений шар має здатність зменшувати піки напружень в основному металі, що призводить до підвищення опору втомлюваності. Поява тріщин в наплавленому шарі не визиває значної концентрації напружень. Внаслідок значно меншої пластичності шару в порівнянні з основним металом при одночасній роботі до границі пружності шар бере на себе значну частину спільного навантаження, а отже, піддається руйнуванню в першу чергу. В більшості випадків опір втомлюваності деталей з наплавленим покриттям нижче, ніж у таких самих деталей, але без покриття. Основним фактором, що визначає опір втомлюваності, є спосіб підготовки поверхні.

Специфічна будова наплавленого шару надає йому високі фрикційні властивості. Неоднорідність будови, наявність на поверхні шару розвинутої шорсткості, заглиблень та пор забезпечують добрі фрикційні властивості.

Технологічні параметри мають значний вплив на зносостійкість наплавлених шарів. Із збільшенням відстані від зони плавлення до наплавленої поверхні в межах 75 -100 мм опір зношуванню зростає. Зносостійкість також зростає із збільшенням тиску до 5-6 атм та із збільшенням процентного вмісту вуглецю в наплавленому шарі. Із збільшенням відстані від зони плавлення до поверхні деталі більш 100 мм, а також із збільшенням сили струму, робочої напруги та нагріву поверхні деталі в процесі наплавлення зносостійкість зменшується.

Під міцністю зчеплення наплавленого шару розуміють зусилля, поділене на одиницю площі ($\text{кгс}/\text{см}^2$ або $\text{кгс}/\text{мм}^2$), необхідне для відриву шару від поверхні. Ця характеристика визначає можливість використання даного покриття у відповідних експлуатаційних умовах.

Міцність зчеплення збільшується із зменшенням величини наплавлених частинок, по краях очищення повітря, зменшення відстані наплавленої поверхні

від зони плавлення, збільшення ступені шорсткості підготовленої до наплавлення поверхні. Із збільшенням вмісту вуглецю в сталій проволочі, призначеної для розпилення, міцність зменшується. Підігрів поверхні наплавлення до 100°C призведе до збільшення міцності зчеплення шару з основою. Використання розпилюючого повітря тиском менше 1 атм та більше 6 атм призводить до зменшення міцності зчеплення: в першому випадку через збільшення розмірів наплавлюємих частинок та зменшення їх швидкості, в другому- через відскакування частинок від наплавлюємої поверхні. Для отримання оптимальної величини зчеплення звичайно працюють при тискові повітря 4-5 атм та відстані від зони плавлення 75-100 мм.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення, принцип роботи пристрою для випресування шворнів вантажних тролейбусів з ручним приводом

Пристрій для випресовування шворнів вантажних автомобілів і тролейбусів з ручним приводом призначено для випресовування шворнів поворотних цапф передньої осі вантажних автомобілів та тролейбусів (ЗИУ-9 без зняття осі з транспортного засобу при його технічному обслуговуванні та поточному ремонті.

Пристрій може застосовуватися на автотранспортних підприємствах і станціях технічного обслуговування.

Пристрій зберігає свою працездатність у кліматичному виконанні УХЛ, категорії 3 за ГОСТ 15150-69.

Технічна характеристика зведена в таблицю.

Таблиця 3.1. - Технічна характеристика пристрою ПВШ-50.

Показчик	Характеристика
1	2
Тип	Пересувний
Вид привода	Гідравлічний, двоступінчастий, ручний
Максимальне зусилля випресування, Н (кгс), не більше	490000, (50000)
Номінальний тиск, МПа (кгс/см ²), не більш вищої ступені	25 (225)
нижчої ступені	4,8 (50)
Максимальне зусилля на рукоятці насоса при номінальному тиску, Н (кгс), не більше	245(25)
Хід штока , мм , не більше	160
Зусилля переміщення пристрою по рівній підлозі з покриттям, Н (кгс), не більше	294 (30)

1	2
Робоча рідина , що рекомендується	Мастило індустріальне І 20А ГОСТ 20799-75
Місткість бака, л, не більше	7
Габаритні розміри, мм, не більше	
Довжина	1020
Ширина	510
Висота	870
Маса пристрою без робочої рідини, кг, не більше	128

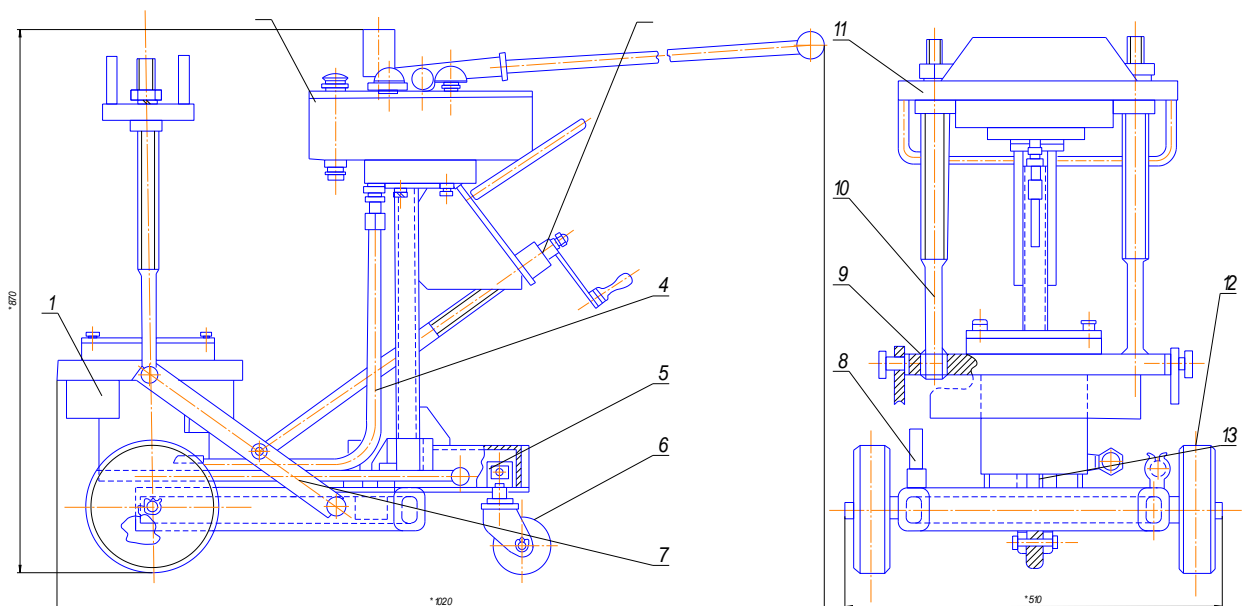


Рис. 3.1. Конструкція пристрою для випресовування шворнів

Пристрій (рис. 3.1) складається з гідроциліндра (1) із плунжерним насосом (2), установленими на каркасі (5) візка.

На гідроциліндрі (1) установлений знімач, що складається з нижньої траверси (9), закріпленої на гідроциліндрі (1), і верхньої траверси (11), з'єднаних між собою шпильками (10).

Каркас (5) установлений на двох колесах (12) і одному колесі (6) рояльного типу.

На каркасі (5) установлений механізм підйому (3) із двома тягами (7). Надставка (8) і дві скоби (13) встановлені в гніздах на каркасі (5).

Гідроциліндр (1) з'єднаний шлангом (4) високого тиску з плунжерним насосом (2).

Гідроциліндр (рис. 2) однобічні дії. Складається з циліндра (1), штока (2), штуцера (3), поршня (4), пружини (5) повернення й кришки (6).

Плунжерний насос (рис. 3.1) складається з двох блоків плунжерних насосів (1 і 2) (вища ступінь, нижча ступінь) вмонтований у бак (3).

На кришці плунжерного насоса розташований контрольний манометр (4) і вентиль (5) скидання тиску.

Плунжер (8) встановлений у гільзу (7). Гільза (7) з'єднана з блоком клапанів (9). Блок клапанів (9) складається з всмоктувального клапана (10) і нагнітального клапана (11).

Зворотно-поступальний рух плунжерів (8) здійснюється з'ємною рукояткою (6).

Блок плунжерних насосів (1) є вищою ступінню насоса. Вища ступінь насоса створює тиск у гідравлічній системі пристрою 25 МПа (255 кгс/см²) при рукоятці 245 Н (25 кгс).

Блок плунжерних насосів (2) є нижчою ступінню насоса. Нижча ступінь насоса створює тиск в у гідравлічній системі пристрою 4,8 МПа (50 кгс/см²) при зусиллі на рукоятці 245 Н (25 кгс).

Механізм підйому служить для підйому (опускання) гідроциліндра.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному: зусилля, створюване гідроциліндром із приводом від ручного насоса, передається на шворінь поворотної цапфи. Виникаюча реакція сприймається системою з двох траверс – нижньої, закріпленої на гідроциліндрі, і верхньої – з'єднаних між собою шпильками. При випресуванні шворня поворотна цапфа знаходиться між траверсами.

3.2. Модернізація приводу

В процесі експлуатації пристрій для випресовування шворнів вантажних автомобілів та тролейбусів з ручним приводом моделі ПВШ-50 набуває деяких недоліків, що погіршує його якість та продуктивність роботи.

При тривалій роботі погіршується жорсткість приводу гідроциліндру, а також виходить з ладу кришка гідроциліндра. Ці зауваження були висловлені безпосередньо працівниками, що обслуговують даний пристрій. Отже, виконуємо перевірочний розрахунок гідроциліндра та тяг приводу. Для забезпечення жорсткості тяг приводу міняємо переріз самих тяг: замість листових полос приймаємо коробчастий переріз, що збільшить жорсткість системи, але не на багато збільшить металоємність.

3.3 Розрахунок гідроциліндра одnobічної дії

Вихідні дані:

Максимальний тиск мастила – 25 МПа, за даними паспорта пристрою ПВШ 50;

Максимальне зусилля на шпонці – 490000 Н;

ККД гідроциліндру - $\eta=0,9$.

Сила на шпонці:

$$Q = \frac{\pi \times D \times p \times \eta}{4} = Q_1,$$

де Q – сила на штоці;

D – діаметр гідроцилінра;

p – тиск мастила на поршень;

η - ККД гідроциліндру;

Q_1 – сила опору стиснутої пружини.

Задаючись тиском мастила, визначаємо площу поршня:

$$F = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{Q}{p}, \text{ звідки діаметр поршня гідроциліндру:}$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times p}} = 1.13 \times \sqrt{\frac{Q}{p}}$$

$$D = 1.13 \times \sqrt{\frac{Q}{p}} = 1.13 \times \sqrt{\frac{490000}{25 \times 10^6}} = 0,158 \text{ м}$$

Отже, приймаємо остаточно діаметр поршня 160 мм.

3.4 Розрахунок пружини

Приймаємо пружину виготовлену з сталі марки 60 С2ВА, що має підвищену теплотривкість, та загартовується на твердість не більше HRC 53..57, має високу пружність та в'язкість і є найкращим матеріалом для пружин II класу.

Вихідні дані:

P_1 – сила пружини при попередній деформації, 2 кгс;

P_2 – сила пружини при робочій деформації, 270 кгс;

h – робочий хід пружини, 160 мм;

V_0 – найбільша швидкість переміщення рухомого кінця пружини, при навантаженні, 2,5 м/с;

N – витривалість – кількість циклів до руйнування, 10^6

D – зовнішній діаметр пружини, 120 мм.

По таблиці XIV-1 визначаємо попередньо клас розраховуємої пружини.

Приймаючи до уваги величину N , відносимо пружину до другого класу.

Розраховуємо величину сили пружини при максимальній деформації:

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta}, \text{ де } \delta - \text{ за таблицею XIV-3 для пружин, що працюють на}$$

розтяг – 0,05-0,1.

$$P_3 = \frac{270}{1 - 0,1} = 300 \text{ кгс}$$

Приймаємо для пружини, що розраховується I розряд.

Вибираємо пружини, у яких P_3 знаходиться в межах 270-320 кгс:

№141 - $P_3=300$ $d=9$ мм, $D=120$ мм, $z_1=4,798$ кгс/мм, $f_3=62,530$ мм.

Визначаємо напруження τ_3 . Для даної пружини $\tau_3=0,6\sigma_B$. $\sigma_B=200$ кгс/мм².

Тоді $\tau_3=0,6 \times 200=120$ кгс/мм².

Визначаємо величину критичної швидкості:

$$V_{кр} = \frac{\tau_3 \times \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{3,58} = \frac{120 \times \left(1 - \frac{270}{300}\right)}{3,58} = 3,352 \text{ м/с}$$

Так як $\frac{V_o}{V_{кр}} = \frac{2,5}{3,352} \approx 0,74 < 1$ то зіткнень витків не буде.

Жорсткість пружини визначаємо за формулою:

$$z = \frac{(P_2 - P_1)}{h} = \frac{(270 - 170)}{160} = 0,625 \text{ кгс/мм.}$$

За виразом визначаємо кількість робочих витків пружини:

$$n = \frac{z_1}{z} = \frac{4,798}{0,625} = 7,68 \approx 8$$

Отже за розрахунками приймаємо пружину №141 ГОСТ 13766-88.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Компоненти видів забезпечення САПР і вимоги до них

Компоненти програмного забезпечення, які об'єднані в ПМК, повинні мати ієрархічну організацію, в якій на нижньому рівні розміщуються монітор управління компонентами нижніх рівнів програмних модулів.

Програмний модуль повинен регламентувати функціонально закінчене перетворення інформації; бути написаний на одній з стандартних мов програмування; задовольняти угодам про представлення даних, прийнятим в даній САПР; бути оформленими у відповідності з вимогами ЕСКД.

Монітор призначений: для управління функціонуванням набором програмних модулів ПМК, включаючи контроль послідовності і правильності виконання; для реалізації спілкування користувача з ПМК і програмних модулів з відповідними базами даних (БД); для збору статистичної інформації.

Основною формою реалізації компонентів інформаційного забезпечення являються БД в розподіленій або централізованій формі, організація даних в яких забезпечує їх оптимальне використання в конкретних застосуваннях.

Сукупність БД САПР повинна задовольняти принципу інформаційної єдності, тобто використовувати терміни, символи, класифікатори, умовні позначення, способи представлення даних, які прийняті в САПР об'єктів конкретних видів.

Незалежно від логічної організації даних БД повинні забезпечувати:
інформаційну сукупність проектуючих і обслуговуючих підсистем САПР;
незалежність даних на логічному і фізичному рівнях, в том числі інваріантність до програмного забезпечення;

можливість одночасного використання даних з різних БД і різними користувачами;

можливість інтеграції неоднорідних БД для сумісного їх використання різними підсистемами САПР;

можливість нарощування БД;

контролюючу надмірність даних.

Створення, підтримка і використання БД, а також взаємозв'язок між інформацією в БД і обробляючими програмними модулями здійснюється системою управління базами даних, які є загальносистемними ПМК, тобто частиною одної з обслуговуючих підсистем.

До компонентів методичного забезпечення відносять: затверджену документацію інструктивно-методичного характеру, яка встановлює технологію автоматизованого проектування; правила експлуатації КЗАП, ПТК і ПМК; нормативи, стандарти та інші документи, що регламентують процес і об'єкт проектування.

Компоненти методичного забезпечення повинні розміщатися на машинних носіях інформації, що дозволяють здійснювати як довгострокове збереження документів, так і їх оперативний вивід в форматах, що установленні відповідними стандартами.

До компонентів математичного забезпечення відносять методи математичного моделювання об'єктів і процесів проектування, математичні моделі об'єктів і процесів проектування, алгоритми рішення задач в процесі проектування.

Взаємозв'язки між компонентами математичного забезпечення повинні забезпечувати формалізацію процесу проектування і його цілісність.

До компонентів лінгвістичного забезпечення відносять мови проектування (МП), інформаційно-пошукові (ІПМ) і допоміжні мови, що використовуються в обслуговуючих підсистемах, і для зв'язку з ними проектуючих підсистем.

Компоненти лінгвістичного забезпечення повинні бути узгодженими з компонентами забезпечення інших видів, бути відносно інваріантними до конкретного вмісту баз даних, надавати в компактній формі засоби для опису всіх об'єктів і процесів заданого для системи класу з необхідним ступенем деталізації і без суттєвих обмежень на об'єкт опису, бути розрахований в основному на діалоговий режим їх використання.

Мови проектування повинні базуватися на термінах, прийнятих в конкретній системі, забезпечувати опис, управління і контроль процесу проектування, бути орієнтованими на користувачів з різним рівнем

професійної підготовки (в тому числі не маючих спеціальної підготовки в області програмування), забезпечувати однозначне представлення інформації, стандартний опис однотипних елементів і високу надійність ідентифікації опису.

4.2 Процедури синтезу й аналізу

Маршрутом проектування називається послідовність проектних процедур, що веде до одержання необхідних проектних рішень. Приклад типового маршруту проектування: розрізування принципової схеми пристрою на частини, розміщення мікросхем на платі, розшарування між з'єднань, трасування, оформлення конструкторської документації і керуючої інформації для програмно-керованого технологічного устаткування.

Проектні процедури поділяються на процедури синтезу й аналізу.

Процедури синтезу полягають у створенні описів проєктованих об'єктів. У таких описах відображаються структура і параметри об'єкта і відповідно існують процедури структурного і параметричного синтезу. Під структурою об'єкта розуміють склад його елементів і способи зв'язку елементів один з одним. Параметр об'єкта - величина, що характеризує деяку властивість об'єкта чи режим його функціонування. Прикладами процедур структурного синтезу служать синтез логічної схеми (структура якої виражається переліком вхідних до неї логічних елементів і з'єднань) чи синтез алгоритму (його структура визначається складом і послідовністю операторів). Процедура параметричного синтезу полягає в розрахунку значень параметрів елементів при заданій структурі об'єкта, наприклад геометричних розмірів інтегральних компонентів при заданому ескізі топології чи мікросхеми номіналів пасивних елементів у заданій принциповій електричній схемі.

Структурування об'єкта іноді може викликати ускладнення. Це відноситься, наприклад, до проектування інтегральних схем на компонентному рівні. Однак і тут можна умовно виділити ділянки напівпровідникового кристала і розглядати їх як елементи структури.

Процедури аналізу полягають у дослідженні проєктованого об'єкта чи його опису, спрямованому на одержання корисної інформації про властивості об'єкта. Ціль аналізу - перевірка працездатності об'єкта. Часто задача аналізу формулюється як задача встановлення відповідності двох різних описів того самого об'єкта. При цьому один з описів вважається первинним і його коректністю передбачається встановленою. Інший опис відноситься до більш докладного рівня чи ієрархії до іншого аспекту, і його правильність потрібно установити зіставленням з первинним описом. Таке зіставлення називається верифікацією.

4.3 Принципи побудови маршрутів проєктування

Основні принципи побудови маршрутів проєктування: розділення складної задачі синтезу повного комплексу конструкторсько-технологічної документації на більш прості задачі синтезу проміжних проєктних рішень; чергування процедур синтезу і верифікації; ітераційність проєктування; посилення старанності аналізу (багато варіантність, ускладнення моделей) у міру наближення до остаточного проєктного рішення.

Розчленовування складної задачі синтезу на ряд простих виконується відповідно до розглянутих положень блочно-ієрархічного підходу до проєктування. Розчленовування дозволяє розподілити роботу між відповідними підрозділами проєктного підприємства, організувати паралельно-послідовне виконання проєктних процедур колективом розроблювачів.

Чергування процедур синтезу і верифікації обумовлене тим, що для більшості задач структурного синтезу відсутні методи, що забезпечують безпомилкове одержання проєктних рішень, що задовольняють вимогам ТЗ. Це зв'язано з труднощами формалізації задач синтезу, тому основні рішення приймає людина на основі евристичних прийомів. При цьому неможливо врахувати все різноманіття якісних і кількісних вимог і уникнути помилок. Тому результати запропонованих при синтезі проєктних рішень контролюються виконанням верифікації.

Ітераційність проектування обумовлена двома факторами. По-перше, вона впливає з особливостей блочно-ієрархічного підходу. Дійсно, при спадному проектуванні на n -м ієрархічному рівні можна лише приблизно судити про властивості не спроектованих елементів, що будуть розроблятися на наступному $(n+1)$ - м рівні. При висхідному проектуванні невизначеність зв'язана з вимогами ТЗ, коректність яких може бути встановлена тільки при виконанні процедур самого верхнього ієрархічного рівня. Тому помилковість чи не оптимальність рішень, отриманих на попередніх етапах, виявляється в наступному, що вимагає повернення до попередніх етапів для перепроjektування. По-друге, ітераційність зв'язана з чергуванням синтезу і верифікації, що представляє собою послідовне наближення до прийнятного проектного рішення. Очевидно, що на перших ітераціях синтезовані варіанти гірше з погляду виконання ТЗ, чим наступні. Тому на перших ітераціях за допомогою досить наближених моделей отримані варіанти оцінюються швидко і просто. Чим ближче черговий варіант до остаточного рішення, тим більше точне і всебічне дослідження потрібно для його оцінки. Отже, у процедурах верифікації потрібно використовувати не одну модель об'єкта, а ієрархічний ряд моделей, що розрізняються складністю і точністю.

Посилення старанності аналізу в міру наближення до остаточного рішення виражається також у тому, що перевірка виробляється по все більшому числу показників, що обмовляються в ТЗ, найчастіше з урахуванням статистичного характеру параметрів і нестабільності зовнішніх умов.

4.4 Підходи до верифікації

Існують два підходи до верифікації проектних процедур: аналітичний і чисельний.

Аналітичний підхід заснований на використанні формальних методів доказу відповідності двох порівнюваних описів. Для реалізації аналітичного підходу необхідно в рамках деякої формальної системи установити мову представлення проектних рішень і правила перетворення пропозицій і конструкцій цієї мови, потрібно розробити алгоритми цілеспрямованого

застосування правил для приведення порівнюваних варіантів до виду, по якому можна зробити висновок про наявність чи відсутність відповідності цих варіантів. В даний час клас об'єктів, для яких удається реалізувати аналітичний підхід обмежений.

Чисельний підхід заснований на математичному моделюванні процесів функціонування проєктованих об'єктів. Моделювання - це дослідження об'єкта шляхом створення його моделі й оперування нею з метою одержання корисної інформації про об'єкт. При математичному моделюванні досліджується математична модель (ММ) об'єкта.

Математичною моделлю технічного об'єкта називається сукупність математичних об'єктів (чисел, скалярних перемінних, векторів, матриць, графів і т.п.) і єднальних їхніх відносин, що відбиває властивості моделюючого технічного об'єкта, що цікавлять інженера-проектувальника. Математична модель, що відбиває поведінку моделюючого об'єкта при заданих зовнішніх впливах, що змінюються в часі, називається імітаційною.

При конструюванні необхідно визначити насамперед геометричні і топологічні властивості об'єктів: форму деталей і їхнє взаємне розташування в конструкції. Ці властивості відображаються за допомогою структурних математичних моделей, що можуть бути виражені рівняннями поверхонь і ліній, системами нерівностей, графами, матрицями інцидентів і т.п.

При функціональному проєктуванні моделюють стан чи процеси - послідовності змінюючих друг друга станів об'єкта. Таке моделювання здійснюється за допомогою функціональних математичних моделей. Типова форма функціональних ММ - система рівнянь, що виражає взаємозв'язок між фазовими (характеризують стан об'єкта), зовнішніми (характеризують стан зовнішньої стосовно об'єкта середовища) і незалежними перемінними, якими можуть бути час t і просторові координати. Рішенням системи рівнянь є залежності елементів вектора фазових перемінних, що представляються у виді сукупності графіків чи у табличній формі.

4.5 Типові проектні процедури

Представлена одна з можливих класифікацій проектних процедур.

Процедури структурного синтезу по характеру проектуваного об'єкта поділяються на синтез схем (принципових, функціональних, структурних, кінематичних і ін), конструкцій (визначення геометричних форм, взаємного розташування деталей), процесів (технологічних, обчислювальних і ін), документації (креслень, пояснювальних записок, відомостей і ін). Основні процедури параметричного синтезу - оптимізація номінальних значень параметрів елементів і їхніх допусків. Важлива задача призначення технічних вимог на параметри об'єкта, розв'язувана при зовнішньому проектуванні, віднесена до задачі оптимізації допусків. Ідентифікація моделей полягає в розрахунку параметрів, які використовуються у ММ. Для процедур оптимізації, як правило, потрібно виконання великого обсягу обчислень за допомогою складних програмних комплексів. В окремих випадках задовільні результати параметричного синтезу виходять на основі спрощених методик, подібних до розрахункових методик неавтоматизованого проектування.

Детермінована верифікація може бути спрямована на виявлення відповідності структур об'єктів, заданих двома різними описами (структурна верифікація), чи значень вихідних параметрів (параметрична верифікація). Параметрична верифікація може виконуватися по повній сукупності параметрів чи по їхній частині, в останньому випадку розрізняють верифікацію статичну, динамічну, у частотній області. Статистичний аналіз призначений для одержання статистичних зведень про вихідні параметри при заданих законах розподілу параметрів елементів. Результати статистичного аналізу можна представляти гістограмами, оцінками числових характеристик розподілів вихідних параметрів. Аналіз чутливості полягає в розрахунку коефіцієнтів чутливості вихідних параметрів y_j змінам параметрів елементів (чи зовнішніх параметрів) x_i .

Розрізняють абсолютний і відносний коефіцієнти чутливості:

$$a_{ji} = \partial y_j / \partial x_i;$$

$$b_{ji} = a_{ji} x_{in} / y_{in},$$

де x_{in} та y_{in} - номінальні значення параметрів x_i і y_i відповідно.

Задачі, у яких дослідження властивостей об'єкта зводиться до однократного рішення рівнянь моделі при фіксованих значеннях внутрішніх і зовнішніх параметрів, називаються задачами одноваріантного аналізу. Задачі, що вимагають багаторазового рішення рівнянь моделі при різних значеннях внутрішніх і зовнішніх параметрів, називаються задачами різноманітного аналізу.

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Розрахунок швидкостей ковзання та шляхів тертя

Для визначення шляху тертя і швидкості ковзання визначаємо число обертів колеса за певний проміжок часу.

При корозії амплітуда переміщень проковзуванням невелика і складає не більше 0.2 мм. при збільшенні амплітуди проковзування настає однонаправлений абразивний знос.

Для розрахунку шляхів тертя приймаємо переміщення рівним 0.15мм з цього випливає що шлях тертя за один цикл складає 0.3 мм. Приймаємо що кількість циклів рівна кількості обертів колеса. Маючи середній місячний пробіг тролейбуса можна визначити кількість обертів колеса, а значить кількість циклів до граничного зносу. Середній пробіг тролейбуса $N_1=4500\text{км}$ в місяць. Середній термін служби вузла тертя становить 6 місяців. Тоді середній пробіг вузла тертя складає $27000\text{км} = 27000000\text{м}$. Зовнішній діаметр колеса тролейбуса становить 1070мм, або 5.07м . Довжина кола:

$$l = \pi d = 3.14 \cdot 5.07 = 3.36\text{м}$$

Кількість обертів колеса:

$$n = \frac{N}{l} = \frac{27000000}{3.36} = 8036000 \text{ об.}$$

початковий зазор $\Delta = 16\text{мкм}$

шлях тертя : $S = 2\pi\Delta N$

$$S_N = 2 \cdot 3.14 \cdot 0.16 \cdot 10^{-4} \cdot 27000000$$

$$S_N=2713м$$

Швидкість ковзання залежить від швидкості руху тролейбуса і коливається від 0 до 5 обертів за хвилину.

5.2 Розрахунок тисків що діють на спряженні деталі пари тертя

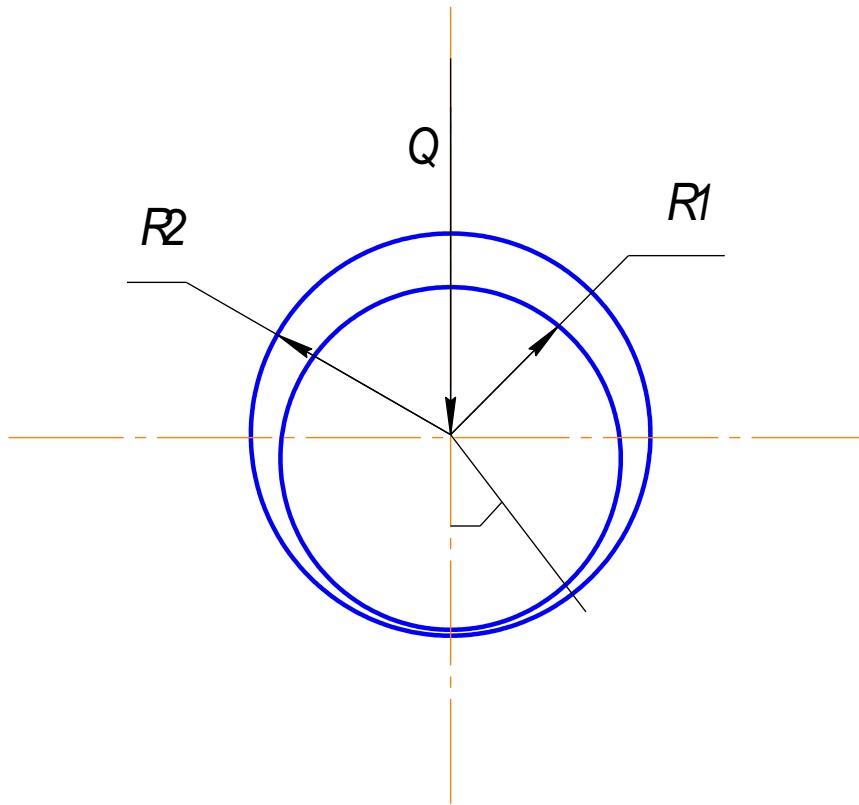


Рис. 5.1. - Схема навантаження на спряжену деталь типу Вал – Втулка

Вихідні дані:

$$R_1=27.484\text{мм}, R_2=27.45\text{мм}, R_3=34\text{мм},$$

$$E_1=5.16 \cdot 10^5, E_2=5.15 \cdot 10^5, Q=1760\text{кг}, R_1-R_2=0.016\text{мм}$$

Розрахункові залежності[9]

1 Розподіл контактних тисків $\sigma(\varphi)$ по куту контакту $\pm \varphi_0$:

$$\sigma(\varphi) = \frac{\Delta}{k_1 + k_2} \left(\frac{\cos \varphi}{\cos \varphi_0} - 1 \right) \quad (5.1)$$

або

$$\bar{\sigma}(\varphi) = \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi_0} - 1, \quad (5.2)$$

де

$$\bar{\sigma}(\varphi) = \frac{(k_1 + k_2)\sigma(\varphi)}{\Delta}. \quad (5.3)$$

5. Максимальні контактні тиски при $\varphi = 0$:

$$\sigma_0 = \frac{\Delta}{k_1 + k_2} \left(\frac{1}{\cos\varphi_0} - 1 \right) \quad (5.4)$$

або

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{1}{\cos\varphi_0} - 1, \quad (5.5)$$

де

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{\sigma_0(k_1 + k_2)}{\Delta}. \quad (5.6)$$

3. Розподіл тисків по площадці може бути виражений через максимальні контактні тиски:

$$\sigma(\varphi) = \sigma_0 \frac{\cos\varphi - \cos\varphi_0}{1 - \cos\varphi_0}. \quad (5.7)$$

4. Кут контакту $2\varphi_0$ визначається з рівняння:

$$\frac{Q(k_1 + k_2)}{R_2\Delta} = \frac{\varphi_0}{\cos\varphi_0} - \sin\varphi_0 \quad (5.8)$$

або

$$\bar{Q} = \frac{\varphi_0}{\cos\varphi_0} - \sin\varphi_0; \quad \bar{Q} \equiv \frac{Q(k_1 + k_2)}{R_2\Delta}. \quad (5.9)$$

У залежності від необхідної точності рішення трансцендентного рівняння (5.8) щодо кута контакту φ_0 можна виконувати такими способами:

1) з точністю до $\pm 1\%$ у діапазоні кута контакту $\varphi_0 = (10-70)^\circ$:

$$\varphi_0 = 1,13(\bar{Q})^{1/3} - 0,13\bar{Q}; \quad (5.10)$$

2) чисельним методом рішення нелінійного рівняння на комп'ютері;

5. Усереднені коефіцієнти податливості кільцевого шару підшипника і вала визначаються залежностями:

1) у випадку плоскої деформації (довга втулка $L \geq (R_3 - R_2) \approx R$):

$$k_2 = \frac{(1 - 2\mu_2)(1 + \mu_2) \left[\left(\frac{R_3}{R_2} \right)^2 - 1 \right] R_2}{E_2 \left[1 + (1 - 2\mu_2) \left(\frac{R_3}{R_2} \right)^2 \right]}; \quad (5.11)$$

2) у випадку плоского напруженого стану (коротка втулка $L \approx R_3 - R_2$):

$$k_2 = \frac{(1 - \mu_2) \left[\left(\frac{R_3}{R_2} \right) - 1 \right] R_2}{E_2 \left[(1 + \mu_2) + (1 - \mu_2) \left(\frac{R_3}{R_2} \right)^2 \right]}. \quad (5.12)$$

Усереднений коефіцієнт податливості для вала:

1) при $E_1 \gg E_2$, $k_1 = 0$;

2) для плоскої деформації:

$$k_1 = \frac{(1 - 2\mu_1)(1 + \mu_1)R_1}{E_1}; \quad (5.13)$$

3) для плоского напряженного стану:

$$k_1 = \frac{(1 - \mu_1)R_1}{E_1}. \quad (5.14)$$

За наведеними розрахунковими залежностями знаходимо:

Коефіцієнти податливості

$$k_1 = \frac{1}{2.1 \cdot 10^5} (1 - 2 \cdot 0.3) \cdot (1 + 0.3) \cdot 27.484 = 6.6 \cdot 10^{-5} \text{ ù }^3 / \hat{e}\tilde{a}$$

$$k_2 = \frac{(1 - 2 \cdot 0.3) \cdot (1 + 0.3) \cdot \left[\left(\frac{34}{27.45} \right)^2 \right]}{2.15 \cdot 10^5 \left[1 + (1 + 2 \cdot 0.3) \cdot \left(\frac{34}{27.45} \right)^2 \right]} = 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ ù }^3 / \hat{e}\tilde{a}$$

Кут контакту в спряженні за залежністю (5.10)

$$\varphi_0 = 1.13 \cdot \left(\frac{Q \cdot (k_1 + k_2)}{R_2 \cdot \Delta} \right)^{\frac{1}{3}} - 0.13 \cdot \left(\frac{Q \cdot (k_1 + k_2)}{R_2 \cdot \Delta} \right)$$

$$\varphi_0 = 1.13 \cdot \left(\frac{1760 \cdot (6.6 \cdot 10^{-5} + 1.8 \cdot 10^{-5})}{27.45 \cdot 0.016} \right)^{\frac{1}{3}} - 0.13 \cdot \left(\frac{1760 \cdot (6.6 \cdot 10^{-5} + 1.8 \cdot 10^{-5})}{27.45 \cdot 0.016} \right) = 0.152$$

контактний тиск що сприймається парою тертя:

$$\sigma_0 = \frac{0.016}{6.6 \cdot 10^{-5} + 1.8 \cdot 10^{-5}} \left(\frac{1}{\cos 0.152} - 1 \right) = 0.759 \text{ кг/мм}^2$$

5.3. Розрахунки зношування підшипникового вузла поворотної цапфи тролейбуса

Вибір та опис методики розрахунку зносу. Для розрахункової оцінки зносу цапфи і внутрішнього кільця підшипника кочення їх можна представити як пару тертя підшипник ковзання – вал. В даному випадку вал є нерухомим а підшипник ковзання обертається навколо своєї осі, при цьому проходить мікро проковзування втулки по поверхні вала під дією циклічних навантажень. При цьому одночасно протікає проковзування втулки що в значній мірі інтенсифікує процес зношування підшипника ковзання (втулки) і валу по якому відбувається проковзування втулки.

Описаний вище механізм зношування можна представити як фретинг корозія з проковзуванням. Розрахункова схема зносу по механізму фретинг – корозії з проковзуванням під дією циклічних навантажень, виведення розрахункових формул з розв’язком задачі зношування, знаходження величини зносу і коефіцієнтів які необхідні для визначення зносу.

1) контактний тиск $\sigma(\varphi)$:

$$\sigma(\varphi) = \frac{\Delta}{k_1 + k_2} \cdot (\cos \varphi_0 \cdot \cos \varphi - 1), \quad (5.15)$$

де $\Delta = R_2 - R_1$ радіальний зазор

2) дотичні зусилля $\tau(\varphi)$:

$$\tau(\varphi) = \frac{\Delta}{k_{1\tau} + k_{2\tau}} (\sec \varphi_0 \cdot \cos \varphi - 1) \operatorname{tg} \varphi, \quad (5.16)$$

де $k_1, k_2, k_{1\tau}, k_{2\tau}$ - коефіцієнти нормальної і дотичної податливості валу і втулки

3) кут контакту φ_0

4) область в якій проходить проковзування, має межі:

$$\varphi_{S1} = \varphi_0, \varphi_{S2} = \arctg(f\xi), \quad (5.17)$$

$$\xi = \frac{(k_{1\tau} + k_{2\tau})}{(k_1 + k_2)} \quad (5.18)$$

5) величина амплітуди відносного проковзування або шлях тертя $2\nu_S(\varphi)$ за один цикл:

$$\nu_S(\varphi) = \Delta(\sec \varphi_0 \cdot \cos \varphi - 1) \cdot (tg \varphi - f\xi) \quad (5.19)$$

а) визначення зносу по одно факторній моделі

Визначення зносу підшипника виконуємо при наступних припущеннях:

1) Знос поверхонь достатньо малий.

2) Внаслідок малого зносу, зміною кута контакту в процесі зношування можна знехтувати.

$$\varphi_{0S} = \varphi_0 = const \quad (5.20)$$

3) по тій самій причині, область проковзування постійна, приблизно рівна початковій.

$$\varphi_{0S}^f = (\varphi_{S1} \dots \varphi_{S2}) = const \quad (5.21)$$

4) зміна тисків $\sigma(\varphi)$ і дотичних зусиль $\tau(\varphi)$ в процесі зношування мала і нею можна знехтувати.

Розглянемо випадок, коли зношується тільки втулка по валу:

$$\frac{dU_{w2}}{dS_2} = K_w \sigma(\varphi) \quad (5.22)$$

Так як по прийнятим припущенням тиск при зношуванні втулки не змінюється, то отримаємо:

$$U_{w2} = K_{w2} \sigma(\varphi) \cdot S_2 \quad (5.23)$$

Загальний шлях тертя S_2 зв'язаний з амплітудою проковзування ν_s співвідношенням:

$$S_2 = 2\nu_s \cdot nt, \quad (5.24)$$

де n -число циклів в одиницю часу; t - тривалість роботи.

Остаточно отримуємо формулу для розрахунку зносу:

$$U_w(\varphi, S_2) = \frac{2n \cdot t \cdot K_w \cdot \Delta^2}{k_1 + k_2} (\sec \varphi_0 \cos \varphi - 1)^2 (tg \varphi - f\xi) \quad (5.25)$$

де, φ_0 визначається в пункті 5.2; приймається $\xi = 1$;

б) Визначення зносу при використанні двох факторної моделі зносу.

$$\frac{dU_{w2}}{dS_2} = K_w \cdot \sigma(\varphi) \cdot \nu_s(\varphi) \cdot S_2 \quad (5.26)$$

$$\text{або } U_w = K_w \cdot \sigma(\varphi) \cdot \nu_s(\varphi) \cdot S_2 \quad (5.27)$$

З врахуванням (5.10) отримуємо:

$$U_{w2}(\varphi, n) = K_{w2} \cdot \sigma(\varphi) \cdot 2[\nu_s(\varphi)]^2 nt \quad (5.28)$$

Підставляючи (5.1) і (5.5) в (5.14) отримуємо формулу для розрахунку зносу:

$$U_{w2}(\varphi, n) = \frac{2ntK_w\Delta^2}{k_1 + k_2} (\sec \varphi_0 \cos \varphi - 1)^3 (tg \varphi - f\xi)^2 \quad (5.29)$$

де коефіцієнти податливості k_1 і k_2 розраховуються в пункті 5.2

Величину зносу U_w можна визначити з достатньою точністю за приведеною нижче формулою:

$$U_w = K_w \cdot \sigma^m \cdot S_N$$

Вибір або експериментальне визначення параметрів моделі зношування пари тертя. Для розрахунку зносу поворотного кулака тролейбуса визначаємо коефіцієнти, а саме K_w і m . Ці коефіцієнти приблизно вибираються з довідника, або визначаються з експерименту. Для даної пари тертя

для валу $K_w=7.22 \cdot 10^{-12}$ $m=5.66$

для кільця $K_w=5.5 \cdot 10^{-11}$ $m=5.78$

Чисельна реалізація розрахунку зносостійкості та надійності вузла тертя. Підставляючи коефіцієнти K_w і m отримаємо значення зносу валу за термін його експлуатації до ремонту відновленням:

$$U_w = 7.22 \cdot 10^{-12} \cdot 0.759^{1.66} \cdot 2713 = 1.239 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 123 \text{ мкм}$$

Знос внутрішнього кільця підшипника за той самий період становить:

$$U_w = 1.5 \cdot 10^{-11} \cdot 0.759^{1.78} \cdot 2713 = 2.491 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 249 \text{ мкм}$$

Якщо додати визначені величини то отримаємо величину зазору при досягненні якого пара тертя виходить з ладу і наступає катастрофічне зростання інтенсивності зношування. Внаслідок збільшення зазору зростають ударні навантаження і наступає відмова пари тертя

6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Вибір організаційних форм технічного обслуговування

Новий підхід до цієї проблеми полягає в тому, щоб організувати технічне обслуговування вантажних автомобілів на принципах поділу й спеціалізації праці шляхом створення спеціалізованих ланок майстрів-наладчиків, всебічної механізації робіт з обслуговування автомобілів.

Досвід показує, що виконання всіх робіт з технічного обслуговування вантажних автомобілів силами водіїв економічно не виправдується, тому що на це йде приблизно 20...25% робочого часу, що призводить до різкого зниження продуктивності агрегатів. Склад спеціалізованої ланки з технічного обслуговування визначають залежно від обсягу робіт й інших конкретних умов експлуатації автомобілів. Звичайна ланка складається з майстра-наладчика, слюсарів і водія.

В основу організації робіт ланки з технічного обслуговування покладений план-графік технічних обслуговувань і ремонтів, а також щоденний облік роботи автомобілів.

6.2 Організація планування технічного обслуговування й ремонтів

Планування й облік робіт з технічного обслуговування вантажних автомобілів і причепів в господарстві мають важливе значення й багато в чому визначають рішення завдань із забезпечення справного стану автомобілів і причепів, їхню постійну готовність до роботи.

Правильний вибір режиму технічного обслуговування для конкретних даних умов експлуатації має першорядне значення. Необхідний оптимальний режим технічного обслуговування, при якому необхідна безвідмовність і довговічність рухомого складу забезпечується при мінімальних трудових і матеріальних витратах на технічне обслуговування й ремонт, що припадають на одиницю пробігу або транспортної роботи.

Оптимізація режимів забезпечується збільшенням ролі й значення профілактичних робіт з метою скорочення обсягу поточного ремонту. В цьому проявляється спрямованість технічної політики планово-попереджувальної системи.

Режими для технічних обслуговувань встановлені для базових моделей автомобілів, що мають з початку експлуатації 50...75% норми пробігу, до першого капітального ремонту й працюючих в I категорії умов експлуатації природно-кліматичної зони. Практично оптимальні режими технічного обслуговування встановлюють шляхом коректування режимів зазначених у комплексній системі, за допомогою коефіцієнтів залежно від наступних факторів: категорії експлуатації K_1 ; модифікації рухомого складу й організації його роботи K_2 ; природно-кліматичних умов K_3 ; пробігу з початку експлуатації K_4 ; розмірів господарства K_5 .

При цьому у випадку збігу деяких конкретних умов з умовами, для яких установлені режими (нормативи) у комплексній системі, коефіцієнти K_1 ; K_2 ; K_3 ; K_4 ; K_5 приймаються рівними одиниці.

Щоденне обслуговування виконують щораз після повернення автомобілів з лінії, тобто щодня, а сезонне обслуговування - перед настанням теплового або холодного періоду експлуатації, тобто два рази в рік.

Періодичність виконання ТО-1 і ТО-2 встановлена в кілометрах пробігу стосовно до типу автомобілів і категорій умов експлуатації. Для інших умов експлуатації нормативи коректують за допомогою коефіцієнтів. Періодичність технічного обслуговування автомобілів III категорії умов експлуатації наведена в табл. 6.1 [3].

Таблиця 6.1 – Періодичність проведення технічних обслуговувань автомобілів

Тип машин	Періодичність ТО, тис. км		
	ТО-1	ТО-2	Сезонне
1. Легкові автомобілі	3,0	12,0	Два рази на рік
2. Автобуси	2,8	11,2	
3. Тролейбуси	2,5	10,0	

6.3 Організація технічного обслуговування

Технічне обслуговування й ремонт автомобілів треба проводити по єдиній планово-попереджувальній системі. Всі роботи з підтримки автомобілів у технічно справному стані підрозділяють на ТО й ремонт.

Технічне обслуговування підрозділяють на ЩТО; ТО-1; ТО-2; СТО.

У таблиці 6.2 зазначені норми пробігу до наступного ТО [10].

Таблиця 6.2 – Норми пробігу в кілометрах до постановки тролейбуса на ТО, км

Марка	ЩТО	ТО-1	ТО-2	КР
Тролейбус	150	2500	10000	230000

Вихідним положенням в організації технічного обслуговування й ремонту тролейбуса є визначення раціональної роботи виробництва. Режим роботи автомобілів залежить від характеру перевезень і визначає графік їх випуску на лінію й повернення в гараж. Раціональний режим повинен забезпечити мінімальні простої автомобілів і витрати на технічне обслуговування й ремонт транспортних засобів.

Потреба у виході тролейбусів на лінію в першу зміну найбільш необхідна. Вона обумовлена роботою окремих ділянок виробництва, заводів і т.п. Тому для скорочення простоїв необхідно проводити технічне обслуговування в другу зміну.

6.4 Річний план проведення технічного обслуговування

Для складання річного плану проведення технічного обслуговування необхідно знати річний пробіг тролейбусів і періодичність проведення технічного обслуговування. Періодичність проведення технічного обслуговування наведена в таблиці 6.1.

Плановані річні пробіги на 2018 рік зводяться в таблицю 6.3.

Для побудови планів-графіків проведення технічних обслуговувань необхідно знати вид останнього технічного обслуговування, середньорічний і

середньомісячний пробіг тролейбуса й пробіг після останнього технічного обслуговування. Для визначення середньомісячного пробігу треба розділити середньорічну пробіг на кількість місяців роботи тролейбуса в році.

Фактично місячний пробіг буде відрізнятися від середньомісячного. Необхідно врахувати, що в літні місяці автомобіль працює більше, ніж у зимові, тому пробіг у літні місяці трохи більше.

Річний обсяг робіт за видами технічного обслуговування визначається за цикловим методом.

Кількість ТО-2 одного тролейбуса визначається за формулою:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{L_{\text{ПЧ}}}{\ell_{\text{ТО-2}}}, \quad (6.1)$$

де $L_{\text{ПЧ}}$ - плановий річний пробіг тролейбуса, км (таблиця 6.3);

$\ell_{\text{ТО-2}}$ - періодичність проведення ТО-2, км (таблиця 6.2).

Кількість ТО-1 одного тролейбуса визначається за формулою:

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{L_{\text{ПЧ}}}{\ell_{\text{ТО-1}}}, \quad (6.2)$$

де $L_{\text{ПЧ}}$ - плановий річний пробіг тролейбуса, км (таблиця 6.3);

$\ell_{\text{ТО-1}}$ - періодичність проведення ТО-1, км (таблиця 6.2).

Таблиця 6.3 – Планований середньорічний і середньомісячний пробіги вантажного автотранспорту

Марка	Середньо-річний пробіг, км	Середньо-місячний пробіг, км	Пробіг після ТО, км	Вид останн. ТО	Кількість	
					ТО-1	ТО-2
Тролейбус	11350	946	500	ТО-1	4	1

Кількість ТО-2 для тролейбуса Тролейбус

$$N_{TO-2} = \frac{11100}{10000} = 1.$$

Кількість ТО-1 для тролейбуса

$$N_{TO-1} = \frac{11100}{2500} = 4.$$

Кількість ТО-1 і ТО-2 для інших тролейбусів визначається аналогічно.

Дані розрахунків річного обсягу робіт за видами ТО й плановані річні пробіги на 2018 рік зводяться в таблицю 6.3.

6.5 Розподіл трудомісткості за видами обслуговування тролейбусів

Орієнтовна трудомісткість робіт з технічного обслуговування й поточного ремонту автопарку визначається в такий спосіб [6]:

- трудомісткість першого технічного обслуговування:

$$T_{TO-1} = N_{TO-1} \cdot t_{TO-1}, \quad \dots \quad (6.3)$$

де N_{TO-1} - кількість ТО-1 за рік;

t_{TO-1} - нормативна трудомісткість одного ТО-1 (таблиця 6.4), люд. год.

- трудомісткість другого технічного обслуговування:

$$T_{TO-2} = N_{TO-2} \cdot t_{TO-2}, \dots \quad (6.4)$$

де N_{TO-2} - кількість ТО-2 за рік;

t_{TO-2} - нормативна трудомісткість одного ТО-2 (табл. 6.4), люд. год.

Таблиця 6.4 – Нормативи трудомісткості технічних обслуговувань

Марка	Нормативи трудомісткості на одне ТО, люд. год			
	ЩТО	ТО-1	ТО-2	ПР на 1000 км пробігу
Тролейбус	0,68	4,0	16,1	12,7

Трудомісткість робіт з технічного обслуговування на прикладі тролейбуса, люд. год

$$T_{TO-1} = 5 \cdot 2,7 = 13,5 \text{ люд. год.}$$

$$T_{TO-2} = 2 \cdot 11,7 = 23,4 \text{ люд. год.}$$

Трудомісткість обслуговування інших тролейбусів визначається аналогічно.

Трудомісткість робіт з поточного ремонту планується в розрахунку на 1000 км пробігу й визначається за формулою:

$$T_{TP} = \frac{L_{ПЧ} \cdot t_{TP}}{1000}, \quad (6.5)$$

де T_{TP} - трудомісткість поточного ремонту одного тролейбуса за рік, люд. год;

$L_{ПЧ}$ - планований річний пробіг тролейбуса, км;

t_{TP} - трудомісткість поточного ремонту одного тролейбуса на 1000 км пробігу, люд. год.

Для тролейбуса трудомісткість поточного ремонту визначається:

$$T_{TP} = \frac{10900 \cdot 7,9}{1000} = 86,11 \text{ люд. год.}$$

Трудомісткість поточного ремонту для інших тролейбусів визначається аналогічно. Результати розрахунків зведені в таблицю 6.6.

Таблиця 6.5 – Річна трудомісткість проведення ТО й ПР тролейбусів

Марка	Кілк. ТО - 2, шт.	Трудом. ТО-2, люд. год	Кілк. ТО - 1, шт.	Трудом. ТО-1, люд. год	Трудміст. ПР, люд. год
1	2	3	4	5	6
Тролейбус	1	16,1	5	20,0	143,51

Таким чином, річна програма пункту технічного обслуговування по трудомісткості становить:

- 1) для проведення ТО-1 – 194,6 люд. год;
- 2) для проведення ТО-2 – 221,9 люд. год;
- 3) для проведення ПР - 1429,4 люд. год.

Розрахунок чисельності виробничих робітників.

Кількість робітників (Р) необхідних для виконання різних видів технічного обслуговування й поточного ремонту визначається як відношення трудомісткості (Т) відповідного виду технічного обслуговування або поточного ремонту до дійсного річного фонду робочого часу [4]:

$$P = \frac{T}{\Phi_{\text{д.р}}}, \quad (6.6)$$

де Т - загальна трудомісткість технічного обслуговування й поточного ремонту, люд. год;

$\Phi_{\text{д.р}}$ - дійсний фонд робочого часу, год

$$\Phi_{\text{д.р}} = (d_p - d_{\text{омн}}) \cdot \tau \cdot \eta, \quad (6.7)$$

де d_p - кількість робочих днів у році, $d_p = 295$;

$d_{\text{омн}}$ - кількість днів відпустки, $d_{\text{омн}} = 18$;

τ - тривалість зміни, $\tau = 7$ год;

η - коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу з поважних причин,

$\eta = 0,95$

$$\Phi_{\text{д.р}} = (295 - 18) \cdot 7 \cdot 0,95 = 1958 \text{ год.}$$

Кількість робітників для проведення ТО-1

$$P_{\text{ТО-1}} = \frac{194,6}{1958} = 0,099.$$

Кількість робітників для проведення ТО-2

$$P_{TO-2} = \frac{221,9}{1958} = 0,11.$$

Кількість робітників для проведення ПР

$$P_{TP} = \frac{1429,4}{1958} = 0,73.$$

Розрахунок виробничої площі пункту технічного обслуговування.

Розрахунок площі пункту технічного обслуговування проводиться за наступною формулою [2]:

$$F = (F_{об} + F_M) \cdot \sigma, \quad \dots\dots\dots (6.7)$$

де $F_{об}$ - площа, займана устаткуванням, $F_{об} = 2,5 \text{ м}^2$;

F_M - площа, займана автомобілем, $F_M = 52 \text{ м}^2$;

σ - коефіцієнт, що враховує робочі зони й проходи, $\sigma = 4\dots 5$

$$F = (2,5 + 52) \cdot 5 = 245 \text{ м}^2.$$

6.6 Організація технологічного процесу технічного обслуговування й ремонту тролейбусів

Технічне обслуговування містить у собі кілька самостійних груп робіт. У свою чергу вони діляться на окремі операції, кількість і характер яких залежить від виду технічних обслуговувань.

Під час технічного обслуговування роботи виділяємо в самостійні групи, що вимагають характерних специфічних навичок і знань від виконавця й застосування певного устаткування. До таких робіт відносяться: мийні,

контрольні, кріпильні, мастильні й інші. Кожна робота складається з більш дрібних і закінчених у технічному відношенні операцій.

Операція - це самостійна й цілеспрямована робота однопланового характеру з обслуговування якого-небудь вузла або частини вузла, або частини агрегату. Як приклад можна виділити: мийку двигуна; кріплення головки циліндрів; заміну фільтруючого елемента й т.д.

Дотримання всіх правил і нормативів технічного обслуговування, як і саме виконання профілактичних робіт, регулюємо технологічним процесом. Тому раціонально налаштований технологічний процес створює об'єктивні умови до зростання кількості та якості технічних обслуговувань і ремонтів, а значить і до підвищення експлуатаційної надійності тролейбусів.

Специфіка робіт технічної служби автотранспортного підприємства полягає в тому, що технологічний процес технічного обслуговування тролейбусів зіштовхується з випадковими величинами, що мають досить значну варіацію. Це викликається різними умовами роботи тролейбусів, неоднаковим їхнім технічним станом і низкою інших причин, які призводять до різних трудових і матеріальних витрат на обслуговування тролейбусів, навіть одного типу й моделі. Тому вибираємо такий технологічний процес, що сприяє не тільки високоякісному й швидкому виконанню всіх профілактичних робіт, але й економії матеріальних і трудових витрат під час обслуговування й ремонту тролейбусів.

6.7 Методи організації робіт з технічного обслуговування

Для забезпечення технічного стану парку тролейбусів в постійній готовності інженерно-технічному персоналу доводиться вишукувати характерні тільки для даного господарства організаційні форми побудови технологічного процесу. Існує два методи виконання робіт з технічного обслуговування - тупиковий і потоковий.

Під час тупикового методу обслуговування всі роботи з догляду за автомобілем виконують на одному тупиковому пості. В даному випадку використовують універсальні або спеціалізовані пости. Простіше організувати

виробництво на універсальних постах, коли в процесі роботи можуть бути допущені будь-які зміни обсягу й трудомісткості робіт. Тупиковий метод виправдує себе при невеликій виробничій програмі, різномарочному складі тролейбусів і при незручній конфігурації виробничих приміщень. Тупиковий метод має низку істотних недоліків. Головним недоліком вважається відносно низька продуктивність праці, що зумовлена більшим різноманіттям робіт, виконуваних на універсальних постах, неможливістю механізувати особливо трудомісткі операції. Цей метод вимагає від робітників більш високої кваліфікації.

Потоковий метод передбачають на декількох послідовно розташованих, спеціалізованих постах, які утворюють лінію. Потоковий метод застосовують тільки для технічного обслуговування. Для потокового методу обслуговування характерно: розташування постів у строго технологічній послідовності, один за іншим; постійне закріплення операцій з робочими місцями; синхронізацію робіт на кожному пості; безперервне й одночасне здійснення всього технологічного процесу.

Важливим показником, що характеризує роботу поточкових ліній, є такт τ або час перебування тролейбуса на кожному пості. Цей час визначається обсягом робіт, що доводиться на один пост і кількістю робітників-виконавців. Час перебування тролейбуса на кожному пості лінії повинний бути однаковим.

Для організації ТО поточковим методом господарство повинно забезпечувати певні умови. До них відносяться: наявність площ і зручного планування приміщень; наявність одномарочного складу парку тролейбусів; достатня змінна програма обслуговування; суворе дотримання графіка постановки тролейбусів на технічне обслуговування й виконання всіх робіт; налагоджене постачання матеріалами й запасними частинами; попереднє виконання поточного ремонту перед постановкою тролейбуса на потік.

До недоліків даного способу відноситься нерівномірний (східчастий) графік виходу робітників і збільшення загального часу роботи зони T_3 , що дорівнює [4]:

$$T_3 = T_n = \tau \cdot (X - 1), \quad (6.8)$$

де T_n - нормативна тривалість роботи зміни, год;

X - кількість постів на лінії.

Ці недоліки усуваються при одночасному способі завантаження ліній, коли з початком роботи зони на всі пости встановлюють автомобілі.

За чіткої організації виробничого процесу на потоці забезпечується зниження собівартості робіт на 10...15% у порівнянні з обслуговуванням на тупикових постах.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

7.1 Техніко-економічне обґрунтування впроваджуваного технологічного процесу по відновленню деталі

Визначення собівартості відновлення деталей на ремонтній дільниці:

$$C_B = V_M + V_{Me} + V_{c.e} + Z_{од} + V_{соц} + P_{уст} + Ц_B$$

де V_M - вартість основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час відновлення деталі;

V_{Me} - витрати на енергію технологічну;

$V_{c.e}$ - витрати на енергію силову;

$Z_{од}$ - основна і додаткова заробітна плата;

$V_{соц}$ – відрахування на соціальні заходи;

$P_{уст}$ – витрати на утримання та експлуатацію устаткування;

$Ц_B$ – загально цехові (загальногосподарські) витрати.

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час відновлення деталі

$$V_M = \sum M Ц_M \alpha_M = ((74 \cdot 0,12) + (21 \cdot 0,12) + ((10,66 + 3,046) \cdot 0,0035) + (12,24 \cdot 0,18) + (3,5 \cdot 0,18) + ((2,011 + 0,575) \cdot 0,0035)) \cdot 1,07 = 15,28 \text{ грн.}$$

де $Ц_M$ – ціна матеріалу; (проволока порошкова ПП-АН170= 120грн/кг, газ =3,5 грн/кг, проволока для напилення під шаром газу=180 грн/кг);

α_M – коефіцієнт, який враховує транспортно-зготівельні витрати; $\alpha_M=1,07$;

M – маса матеріалу на відновлення деталі, =кг.;

Визначення витрат матеріалів на наплавлювальні або зварювальні операції, кг:

$$M = A_M N_{num},$$

де A_M – маса матеріалу, який витрачається;

H_{num} – питома вага електродів та електродного дроту на 1 кг наплавленого металу, $H_{num} = 1,2$ кг

1) Для операції наплавки більшого діаметру:

$$A_{m1} = Sh\gamma / 1000 = (175,84 * 0,0053 * 66) / 1000 = 0.062 \text{ кг}$$

$$M = 0.062 * 1,2 = 0,074 \text{ кг} = 74 \text{ г}$$

2) Для операції наплавки меншого діаметру:

$$A_{m2} = Sh\gamma / 1000 = (50,24 * 0,0053 * 66) / 1000 = 0.0175 \text{ кг}$$

$$M = 0.0175 * 1,4 = 0,021 \text{ кг} = 21 \text{ г}$$

3) Для операції напилення більшого діаметру:

$$A_{m1} = Sh\gamma / 1000 = (175,84 * 0,001 * 58) / 1000 = 0.0101 \text{ кг}$$

$$M = 0.0101 * 1,2 = 0,0122 \text{ кг} = 12,24 \text{ г}$$

4) Для операції напилення меншого діаметру:

$$A_{m2} = Sh\gamma / 1000 = (50,24 * 0,001 * 58) / 1000 = 0.0029 \text{ кг}$$

$$M = 0.0029 * 1,2 = 0,0035 \text{ кг} = 3,5 \text{ г}$$

де S – площа покриття дм^2 ;

P_{num} – питома витрата г/дм^2 ;

h – товщина покриття дм ,

$h_{num} = 0,0125$ – питома товщина покриття;

3) Витрати допоміжних матеріалів для наплавки та напилення:

$$M_{\text{дон1}} = K_{\text{num}} S \frac{h}{h_{\text{num}}} = 0,143 \cdot 175,84 \frac{0,0053}{0,0125} = 10,66 \text{ з}$$

$$M_{\text{дон2}} = K_{\text{num}} S \frac{h}{h_{\text{num}}} = 0,143 \cdot 50,24 \frac{0,0053}{0,0125} = 3,046 \text{ з}$$

$$M_{\text{дон3}} = K_{\text{num}} S \frac{h}{h_{\text{num}}} = 0,143 \cdot 175,84 \frac{0,001}{0,0125} = 2,011 \text{ з}$$

$$M_{\text{дон4}} = K_{\text{num}} S \frac{h}{h_{\text{num}}} = 0,143 \cdot 50,24 \frac{0,001}{0,0125} = 0,575 \text{ з}$$

де S – площа наплавлення, дм^2 ;

$$S_1 = L \cdot 2\pi R = 8 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 3,5 = 175,84 \text{ дм}^2$$

$$S_2 = L \cdot 2\pi R = 4 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2 = 50,24 \text{ дм}^2$$

h – товщина наплавленого металу, мм; $0,53 \text{ мм} = 0,0053 \text{ дм}$, (напиленого шару, мм $0,1 \text{ мм} = 0,001 \text{ дм}$)

γ – питома вага наплавленого металу, г/см^3 ; $\gamma = 6,6 \text{ г/см}^3 = 66 \text{ г/дм}^3$; (напиленого металу $\gamma = 5,8 \text{ г/см}^3 = 58 \text{ г/дм}^3$;))

Визначення витрат на енергію технологічну

$$B_{\text{ме}} = N_{\text{уст}} K_N K_B (t_{\text{шт}} / 60) C_e,$$

де $N_{\text{уст}}$ – потужність електростанції, кВт;

$$N_{\text{уст}} = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n = 257,6 \text{ кВт};$$

де $K_N K_B$ – коефіцієнти завантаження відповідно за потужністю і часом (0,7-0,9);

$t_{\text{шт}}$ – час нагріву деталі, хв.; $t_{\text{шт}} = 5 \text{ хв.}$;

C_e – ціна електроенергії за 1 кВт-год, грн..(дані підприємства);

$$B_{me} = 257,6 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \frac{5}{60} 0,44 = 4,959 \text{ грн},$$

Визначення витрат на енергію силову:

$$B_{ce} = \frac{N_y K_o K_N K_z t_{um}}{\eta_m \eta_c} \frac{1}{60} C_e,$$

де N_y - потужність електродвигуна устаткування, кВт;

K_o - коефіцієнт одночасної роботи моторів (0,65 – 0,8);

K_N - коефіцієнти завантаження за потужністю (може бути прийнятий для розточного, шліфувального і заточного устаткування: 0,4-0,5; для токарного

карусельного, свердлильного: 0,5 – 0,6; для фрезерного, протяжного,

зубообробляючого: 0,6 – 0,7; для токарних автоматів і напівавтоматів: 0,7 – 0,8);

K_r - коефіцієнт, який враховує завантаження електродвигунів за часом (0,3 – 0,5);

$t_{шт}$ - штучний (калькуляційний) час, хв.;

η_m – ККД моторів (0,86 – 0,9);

η_c – коефіцієнт, який враховує витрати електроенергії в мережі ремонтної ділянки (цеху) (0,92 – 0,96).

$$B_{ce} = \frac{257,6 \cdot 0,79 \cdot 0,77 \cdot 0,45}{0,88 \cdot 0,95} \frac{85,5}{60} \cdot 0,44 = 52,89 \text{ грн}.$$

Визначення заробітної плати

$$Z_{од} = \sum_{i=1}^m l_{zод} \frac{t_{umi}}{60} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01\beta),$$

де m - число операцій технологічного процесу відновлення деталей;

$I_{\text{год}}$ - годинна тарифна ставка, грн./год.;

$t_{\text{шт}i}$ - штучний (калькуляційний) час на виконання i -ї операції, хв.;

α, β – відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований і невідпрацьований час відповідно, % (α : 20 – 25%, β : 12 – 20%).

$$Z_{od} = [(5,11 \cdot \frac{16}{60}) + (5,67 \cdot \frac{4,09}{60}) + (5,67 \cdot \frac{4,37}{60}) + (5,67 \cdot \frac{3,59}{60}) + (5,67 \cdot \frac{6}{60}) + (5,67 \cdot \frac{16}{60}) + (5,67 \cdot \frac{30}{60}) + (5,67 \cdot \frac{5}{60})] \cdot (1 + 0,01 \cdot 23) \cdot (1 + 0,01 \cdot 16) = 11,253 \text{ грн.}$$

Визначення витрат на соціальні заходи

$$B_{\text{соц}} = \frac{K_{\text{соц}} Z_{od}}{100},$$

де $K_{\text{соц}}$ - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймається за даними підприємства).

$$B_{\text{соц}} = \frac{39,82 \cdot 11,283}{100} = 4,49 \text{ грн.}$$

7.2 Визначення загально виробничих витрат та витрат, що пов'язані з експлуатацією та ремонтом обладнання майстерні, що проектується.

Визначення витрат на утримання і експлуатацію устаткування:

$$P_{\text{уст}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{ум}i} \cdot C_{zi}}{100 \cdot 60} = \frac{16 \cdot 12,5 + 4,09 \cdot 13,7 + 4,37 \cdot 11,3 + 3,59 \cdot 14,1 + 6 \cdot 13,9 + 16 \cdot 9,15 + 30 \cdot 11,3 + 5 \cdot 12,8}{6000} = \frac{200 + 56,033 + 49,381 + 50,619 + 83,4 + 146,4 + 339 + 64}{6000} = \frac{988,833}{6000} = 0,165 \text{ грн.}$$

де C_{zi} – цехова собівартість однієї години роботи устаткування на i -й операції (з урахуванням процесу інфляції, дані підприємства);

Визначення загально-цехових (загальногосподарських) витрат:

$$Ц_6 = \frac{K_{згв} \cdot 3_{од}}{100} = \frac{56,98 \cdot 11,283}{100} = 6,429 \text{ грн} ,$$

де $K_{згв}$ – відсоток загальногосподарських витрат.

Відсоток загальногосподарських витрат визначаємо:

$$K_{згв} = \frac{\sum B_{згв} \cdot 100}{\Phi 3П_{опр} + \sum B_{ye}} ,$$

де $\sum B_{згв}$ – сума загальногосподарських витрат.

Сума загальногосподарських витрат:

$$\sum B_{згв} = \sum B_{1..7}^{згв} + B_{ини}^{згв} .$$

$$\sum B_{1..7}^{згв} = \Phi 3П_{кc} + \Phi 3П_{ин} + A_{бюд.сн} + A_{инв} + B_{ом} + B_{оп} + B_{осв} + B_{зв} + \Phi 3П_{пр} + B_{бюд.сп.инв} + B_{вдр}$$

$$B_{ини}^{згв} = 4...7\% \sum B_{1..7}^{згв}$$

де $\Phi 3П_{кc}$ – Витрати на управління виробництвом:

$$\Phi 3П_{кc} = O_{кc} \cdot R_{гc} \cdot M (1 + 0,01K_{соц}) = 1200 \cdot 7 \cdot 11,2 \cdot (1 + 0,3982) = 131542,66 \text{ грн} ,$$

де $O_{кc}$ – оклад спеціалістів (дані підприємства);

$R_{кc}$ – кількість спеціалістів;

$K_{соц}$ – Коефіцієнт відрахувань на соціальні заходи (дані підприємства); ;

M – середня кількість місяців роботи;

Витрати на утримання іншого персоналу дільниці:

$$\Phi 3П_{ин} = 3_{ин} \cdot R_{ин} \cdot M (1 + 0,01K_{соц}) = 780 \cdot 1 \cdot 11,2 \cdot (1 + 0,3982) = 12214,68 \text{ грн} ,$$

де $Z_{ін}$ – середньомісячна заробітна плата одного допоміжного робітника, поточного обслуговування (контролерів БТК, комірників) грн. (дані підприємства).;

$R_{ін}$ – кількість інших допоміжних робітників;

Амортизація будівель, споруд, інвентаря цеху ;

Амортизація будівель:

$$A_{буд.сн} = K_{буд.сн} \frac{H_{буд.сн}}{100} = 215000 \cdot \frac{5}{100} = 10750 \text{ грн.},$$

де $K_{буд.сн}$ – капітальні вкладення у будівлі (дані підприємства).;

$H_{буд.сн}$ – норма амортизаційних відрахувань на відновлення будівель, $H_{буд.сн} = 5\%$;

Амортизація інвентаря:

$$A_{інв} = K_{інв} \frac{H_{інв}}{100} = 25500 \frac{25}{100} = 6375 \text{ грн.},$$

де $K_{інв}$ – капітальні вкладення у інвентар цеху. (дані підприємства);

$H_{інв}$ – норма амортизаційних відрахувань на відновлення інвентарю, $H_{інв} = 25\%$;

Витрати на утримання будівель, споруд, інвентаря цеху

Витрати на допоміжні матеріали для господарських потреб:

$$B_{ом} = 0,07\% K_{буд.сн.інв} = 0,07 \cdot 240500 = 16835 \text{ грн.}$$

Витрати на опалення будівлі:

$$B_{оп} = 6 \cdot S_{цеху.дільн} \cdot Ц_{оп} = 6 \cdot 864 \cdot 4,8 = 24883,2 \text{ грн.}$$

де 6 – тривалість опалювального сезону, міс.;

$Ц_{оп}$ – вартість опалення грн./м² = 4,8 (дані підприємства);

Річні витрати електроенергії на освітлення цеху:

$$B_{осв} = W_{осв} \cdot C_{ел} = 121350 \cdot 0,44 = 53394 \text{ грн} .$$

$$W_{осв} = \left[n_{об} \cdot 60 + \frac{S_{цех} \cdot 2500}{45} \right] \cdot \frac{\Phi_{осв}}{1000} = \left[9 \cdot 60 + \frac{864 \cdot 2500}{45} \right] \cdot \frac{2500}{1000} = 121350 \text{ кВт} .$$

де $W_{осв}$ – річні витрати електроенергії на освітлення цеху; (дані підприємства);

$n_{об}$ – кількість робочих місць, що потребують місцевого освітлення;

$\Phi_{осв}$ – час освітлювання год/рік; $W_{осв} = 2500$ год/рік;

Витрати на воду для господарчих потреб:

$$B_{зв} = Z_{зв} \cdot C_{в} = 263,55 \cdot 3,48 = 917,154 \text{ грн} ,$$

$$Z_{зв} = \frac{R_{сп} \cdot q_{доб} \cdot D_p}{1000} = \frac{9 \cdot 30 \cdot 252}{1000} = 68,04 \text{ м}^3 ,$$

де $Z_{зв}$ – витрати води на господарські витрати, м^3 . (дані підприємства);

$R_{сп}$ – спискова кількість робітників цеху;

$q_{доб}$ – добова норма витрат води на побутові потреби, $q_{доб} = 25 \dots 35$ л.;

D_p – кількість робочих днів у році.;

Заробітна плата основна і додаткова з відрахуваннями на соціальні заходи, допоміжних робітників, що зайняті прибиранням приміщень:

$$\Phi ZП_{пр} = Z_{пр} \cdot R_{пр} \cdot M (1 + 0,01 K_c) = 525 \cdot 1 \cdot 11,2 \cdot (1 + 0,3982) = 8221,42 \text{ грн} ,$$

де $Z_{пр}$ – середньомісячна заробітна плата одного допоміжного робітника , зайнятого прибиранням приміщень. (дані підприємства);

$R_{пр}$ – кількість допоміжних робітників, зайнятих прибиранням приміщень;

M – кількість робочих місяців у році;

Витрати на ремонт будівель, споруд, та інвентара:

$$B_{\text{буд.сп.інв}} = 1 \dots 2,5\% K_{\text{буд.сп.інв}} = 1,7\% \cdot 240500 = 4088,5 \text{ грн.}$$

де $K_{\text{буд.сп.інв}}$ – сума капітальних вкладень в будівлі, та інвентар. (дані підприємства);

Витрати на випробування, дослід, раціоналізацію:

$$B_{\text{вдр}} = 1 \dots 3\% \Phi_o = 1,5 \cdot 35094,41 = 526,41 \text{ грн.}$$

$$\Phi_o = l_{\text{год}}^c R_{\text{сп}} \Phi_{\text{др}} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01 + \beta) = 5,915 \cdot 2 \cdot 2061,4(1 + 0,01 \cdot 23)(1 + 0,01 \cdot 17) = 35094,41 \text{ грн.}$$

$$l_{\text{год}}^c = \frac{\sum_{i=1}^z l_{\text{год}} R_{\text{сп}i}}{R_{\text{сп}}} = \frac{l^1_{\text{год}} R_{\text{сп}1} + l^2_{\text{год}} R_{\text{сп}2} + l^3_{\text{год}} R_{\text{сп}3}}{R_{\text{сп}}} = \frac{6,16 \cdot 1 + 5,67 \cdot 1}{2} = 5,915 \text{ грн.}$$

де z – номенклатура професій робітників.;

$l_{\text{год}}$ – годинна тарифна ставка працівників відповідного розряду, грн (дані підприємства);

$R_{\text{сп}i}$ – кількість працівників відповідного розряду;

$R_{\text{сп}}$ – загальна кількість працівників.;

$\Phi_{\text{др}}$ – дійсний річний фонд часу одного працівника, год;

α, β – відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований і невідпрацьований час відповідно, % (α : 20-25% ; β : 12-20%)

Φ_o – фонд заробітної плати основних виробничих робітників у цеху(дільниці).;

Витрати на охорону праці:

$$B_{\text{ох}} = 2\% \Phi_o = 35094,41 \cdot 2\% = 701,89 \text{ грн.}$$

$B_{\text{ох}}$ – річні витрати цеху на охорону праці , грн.;

$$\sum B_{\text{зв}} = 270449,91 + 13522,5 = 283972,41 \text{ грн.}$$

$$\sum B_{1...7}^{326} = 131542,66 + 12214,68 + 10750 + 6375 + 16835 + 24883,2 + 53394 + 917,154 + 8221,42 + 4088,5 + 526,41 + 701,89 = 270449,91 \text{ грн}$$

$$B_{\text{інш}}^{326} = 5\% \cdot 270449,91 = 13522,5 \text{ грн}$$

Витрати на внутрішнє перевезення вантажів:

Витрати на утримання та експлуатацію транспортних засобів:

$$B_{e. \text{ унт}} = 0,5\% K_{\text{ унт}} = 5\% \cdot 30000 = 1500 \text{ грн .}$$

$K_{\text{ унт}}$ – капвкладення в підйомно транспортні засоби:

Витрати на мастильні та обтиральні матеріали:

$$B_{\text{мо}} = H_{\text{мо}} \cdot \Phi_{\text{дрм}} \cdot n_{\text{ унт}} = 0,064 \cdot 1999,6 \cdot 4 = 511,9 \text{ грн.}$$

$H_{\text{мо}}$ – норма витрат мастильних та обтиральних матеріалів за 1 год.:

$\Phi_{\text{дрм}}$ – дійсний річний фонд часу роботи підйомно-транспортного обладнання, год.:

$n_{\text{ унт}}$ – число одиниць підйомно-транспортного обладнання:

Заробітна плата основна і додаткова з відрахуваннями на соціальні заходи, робітників, що зайняті переміщенням вантажів (кранівників, стропальників та ін.)

$$\Phi ЗП_{\text{нт}} = З_{\text{нт}} \cdot R_{\text{нт}} \cdot M(1 + 0,01K_{\text{соц}}) = 1120 \cdot 2 \cdot 11,2 \cdot (1 + 0,3982) = 35078 \text{ грн .}$$

де $З_{\text{нт}}$ – тарифна ставка.:

$R_{\text{нт}}$ – кількість робітників

M – Кількість робочих місяців:

Амортизація виробничого устаткування транспортних засобів, інструменту і оснащення:

$$A = K \cdot \frac{H}{100} = 150000 \cdot \frac{15}{100} + 30000 \frac{15}{100} + 19153,1 \frac{25}{100} = 31788,28 \text{ грн.}$$

K – капітальні вкладення відповідно в основне виробниче устаткування, K_{yc} ; підйомно транспортні засоби, K_{yrr} : інструмент, оснащення що дорого коштує, $K_{д.осн} = 75\% K_{осн}$; грн.,

H – норма амортизаційних відрахувань у % відповідно, для виробничого та підйомно-транспортного устаткування H_{yrr} , $H_{yrr} = 15\%$ для інструмента і оснащення $H_{д.осн} = 25\%$. (дані підприємства);

Витрати на експлуатацію устаткування:

Витрати на допоміжні мастильні матеріали:

$$B_{доп.обт.м} = 0,1\% K_{yc} = 0,1\% \cdot 150000 = 150 \text{ грн}$$

K_{yc} – капітальні вкладення в основне виробниче устаткування, (дані підприємства);

Заробітна плата основна і додаткова з відрахуваннями на соціальні заходи робітників, що обслуговують устаткування

$$\Phi ЗП_{\partial} = Z_{\partial} \cdot R_{\partial} M (1 + 0,01 K_{соц}) = 650 \cdot 1 \cdot 11,2 \cdot (1 + 0,3982) = 10178,89 \text{ грн}$$

Z_{∂} – середньомісячна зарплата одного допоміжного робітника. (дані підприємства);

R_{∂} – кількість допоміжних робітників.:

Вартість різних видів енергії

Визначення витрат на енергію силову

$$Вел = W_{ел} \cdot Ц_{ел} = 278152,36 \cdot 0,44 = 122387,04 \text{ грн,}$$

$$W_{ел} = \sum N_{уси} \Phi_{дрм} \cdot K_{ен} \cdot \eta_z = 257,6 \cdot 1999,6 \cdot 0,72 \cdot 0,75 = 278152,36 \text{ кВт}$$

де $W_{ел}$ - річні витрати силової енергії на електропривід;

Витрати на воду для господарчих потреб:

$$B_g = Z_g \cdot C_g = 287,94 \cdot 4,67 = 1344,69 \text{ грн}$$

$$Z_g = \frac{n_z \cdot n_{\text{доб}} \cdot \Phi_{\text{дрм}}}{1000} = \frac{6 \cdot 24 \cdot 199,6}{1000} = 287,94 \text{ м}^3$$

де Z_v - річні витрати води на виробничі потреби, м²;

Π_r - середні витрати води за годину (3...6 л/год) ;

$\Pi_{\text{об}}$ - кількість обладнання, яке потребує технічної води;

C_v - ціна м³ води;

Витрати на всі види ремонту устаткування

$$B_{p.yc} = 3\% K_{yc} = 3\% \cdot 150000 = 4500 \text{ грн}$$

$$B_{p.ynt} = 3\% \cdot K_{ynt} = 3\% \cdot 30000 = 900 \text{ грн}$$

$$B_{p.осн} = 15\% \cdot K_{осн} = 15\% \cdot 25537,5 = 3830,63 \text{ грн}$$

Заробітна плата робітників, що зайняті ремонтом устаткування

$$\Phi ЗП_p = Z_p \cdot R_p M (1 + 0,01 K_{соц}) = 890 \cdot 1 \cdot 11,2 (1 + 0,3982) = 13937,26 \text{ грн}$$

Витрати малоцінних та швидкозношувальних інструментів

$$B_{m.осн} = 100\% K_{m.осн} = 100\% \cdot 25537,5 = 25537,5 \text{ грн}$$

Заробітна плата робітників, що зайняті ремонтом малоцінних інструментів

$$\Phi ЗП_{po} = Z_{po} \cdot R_{po} M (1 + 0,01 K_{соц}) = 840 \cdot 1 \cdot 11,2 \cdot (1 + 0,3982) = 13154,27 \text{ грн}$$

Всього витрат на утримання і експлуатацію устаткування:

$$\sum B_{ye} = \sum B_{1...5} + B_{ини} = 264798,46 + 9267,95 = 274066,41 \text{ грн}$$

$$\begin{aligned} \sum B_{1...5} = & A + B_{дон,обт.м} + \PhiЗП_{\delta} + B_{ел} + B_{е} + B_{р.уст} + B_{р.унт} + B_{р.осн} + \PhiЗП_{р} + B_{е.унт} + B_{мо} + \\ & + \PhiЗП_{нт} + B_{м.осн} + \PhiЗП_{ро} \end{aligned}$$

$$B_{ини} = 3,5\% \sum B_{1...5}$$

Відсоток загально виробничих витрат:

$$\begin{aligned} \sum B_{1...5} = & 31788,28 + 150 + 10178,89 + 122387,04 + 1344,69 + 4500 + 900 + 3830,63 + 13937,26 + \\ & 1500 + 511,9 + 35078 + 25537,5 + 13154,27 = 264798,46 \text{ грн} \end{aligned}$$

$$B_{ини} = 3,5\% \cdot 264798,46 = 9267,95 \text{ грн},$$

$$K_{згв} = \frac{\sum B_{згв} \cdot 100}{\PhiЗП_{овр} + \sum B_{ye}} = \frac{283972,41 \cdot 100}{224327,18 + 274066,41} = \frac{28397241}{498393,59} = 56,98\%$$

Визначення собівартості відновлення деталей на ремонтній ділянці:

$$C_B = 15,28 + 4,959 + 52,89 + 11,253 + 4,49 + 0,165 + 6,429 = 95,47 \text{ грн.}$$

де B_M - вартість основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час відновлення деталі;

$B_{ме}$ - витрати на енергію;

$B_{с.е}$ - витрати на енергію силову;

$Z_{од}$ - основна і додаткова заробітна плата;

$B_{соц}$ - відрахування на соціальні заходи;

$R_{уст}$ - витрати на утримання та експлуатацію устаткування;

C_B - загально цехові (загальногосподарські) витрати.

Отже собівартість відновлення одного поворотного кулака дорівнює 80,283 грн за одиницю. Порівнюючи собівартість відновленої і нової деталі, маємо:

C_n – собівартість виготовлення нової деталі – 140,5 грн (дані підприємства виробника);

C_v – собівартість відновлення деталі – 95,47 грн. (за розрахунком), маємо:

$$E_{\phi} = C_n - C_v = 140,5 - 95,47 = 45,03 \text{ грн.}$$

Економія під час відновлення деталі, складає 45 грн. 03 коп., отже даний метод відновлення – є економічно доцільним.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Загальні вимоги безпеки до технічного стану автомобілів, обладнання та інструменту

Технічний стан, обладнання та укомплектованість автомобілів повинні відповідати Правилам технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту, Правилам дорожнього руху України, Санітарним правилам з гігієни праці водіїв автомобілів, інструкціям заводів-виробників.

До робочого місця водія автомобіля ставляться такі вимоги:

- скло вікон не повинно мати тріщин та затемнень, не допускається використовувати додаткові предмети або наносити покриття, що обмежують оглядовість із місця водія, погіршують прозорість скла;
- сидіння та спинка повинні мати справне регулювання, що забезпечує зручну посадку водія;
- ручки дверей, замки, а також привід керування дверима, сигналізація роботи дверей (відкрито, зачинено), аварійні виходи автобусів та пристрої приведення їх у дію повинні бути справними;
- підлога кабіни (салону) автомобіля повинна застилатися килимком, що не має випадкових отворів та інших пошкоджень.

До несприятливих виробничих чинників у кабінах автомобілів належать шум. Основними його джерелами є двигун з вентилятором системи охолодження і випускним трубопроводом, ходова частина, кузов і вантаж. Істотний внесок у загальний рівень шуму можуть здійснювати причіп і шумовий клімат середовища руху.

Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в кабінах вантажних автомобілів не повинні перевищувати 70 дБА, легкових автомобілів та автобусів - 60 дБА.

Основними джерелами забруднення повітряного середовища кабіни автомобіля токсичними речовинами є двигун, картер, карбюратор, бензобак, повітря придорожньої зони, рідкий вантаж і пасажирів. Безумовно, головний забруднювач - відпрацьовані гази двигуна самого автомобіля і гази, що потрапляють в кабіну з придорожньої зони.

Однією з найбільш складних проблем автодорожньої медицини є нормування мікроклімату кабін автомобілів. Мікроклімат у кабіні залежить від особливостей систем опалювання, вентиляції, а також ряду конструктивних параметрів самого автомобіля (герметичність кабін, розташування двигуна, його теплоізоляція, теплоємність і теплопровідність матеріалів, ступінь застосування кабін і т.д.).

Під час виконання ремонтних робіт і обслуговування автомобілів всі механічні засоби, які використовуються для ремонтних робіт, повинні відповідати вимогам Державних стандартів.

Вантажопідйомні машини повинні відповідати вимогам правил безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів, затверджених Держтехнаглядом України. Вантажопідйомні машини і механізми не можуть бути допущені до експлуатації, якщо вони не пройшли реєстрації [5].

Небезпечні місця на всіх верстатах, машинах, механізмах, які експлуатуються в майстерні, повинні мати запобіжні пристрої у відповідності з Державним стандартом “Обладнання виробниче”, “Верстати металоріжучі”. Захисні пристрої не повинні допускати [1]: доторкання людини до рухомих частин; викидання з верстата ріжучого інструменту або деталі; перевищення гранично допустимих величин вібрації і шуму; можливості травмування при встановленні і заміні ріжучого інструменту.

Огороджувальні пристрої не повинні впливати на роботу механізму і автоматично фіксуватись в робочому положенні, від їх конструкцій вимагається кріплення, відсутність перешкод для роботи, прибирання і обслуговування. Внутрішні поверхні захисних дверей, кришок огороження і місця їх кріплення фарбуються в червоний колір. Робочі місця залежно від виконання робіт відповідно обладнуються: стелажми, столами, шафами, тумбочками, при потребі кріслами і іншими пристроями для зручного і безпечного виконання робіт і зберігання інструменту, пристосувань і деталей.

Ширина проходів між стелажми і машинами, які стоять на зберіганні, повинна бути не менше 1 м, між торцями машин і будинком не менше 0,5 м, між машинами, що ремонтуються, не менше 1,2 м, між машиною і зовнішніми воротами не менше 2 м. Віддаль від стіни до верстата повинна бути не менше

0,8 м. Якщо між верстатами нема проходу, то вони повинні встановлюватись на віддалі один від одного на 1 м, якщо між верстатами є односторонній прохід, то на віддалі 3,1 м, при двосторонньому русі - 4,5 м. Якщо верстати обслуговуються з зовнішньої сторони, то ця віддаль зменшується відповідно на 1,4 м [5].

На столах і стелажах, призначених для складання виробів і матеріалів, робляться чіткі написи про гранично допустимі на них навантаження.

Лещата на верстатах встановлюються на віддалі 1 м одні від одних, а для захисту працюючих від можливих уламків встановлюються сітки. При двосторонній роботі на верстатах сітка встановлюється по середині, а при односторонній – зі сторони, поверненої до робочих місць проходами і вікнами. Робочі місця забезпечуються комплектом необхідного робочого і вимірювального інструменту, а також відповідними підйомно-транспортними засобами. В приміщенні з холодними підлогами, а також в вологих приміщеннях на робочих місцях під ноги працюючих встановлюються дерев'яні решітчасті підставки. Виробничі процеси потрібно організовувати так, щоб шум і вібрація не перевищували встановленої санітарної норми [5].

Засоби захисту необхідно готувати до початку робочого процесу або заблокувати їх так, щоб виконання робочого процесу було неможливим при відключених засобах захисту або їх несправності. Захисні пристосування повинні спрацьовувати при виникненні небезпеки і неповинні припиняти своєї дії скоріше, ніж припиниться дія небезпечного виробничого чинника.

На кран-балці і інших підйимальних пристроях необхідно встановити пристрій, який відключає механізм піднімання від електромережі у випадку піднімання вантажу з понаднормовою масою. На рейках кран-балки необхідно установити з обох боків у крайніх положеннях кран-балки кінцеві вимикачі і упорні башмаки для запобігання переміщення у небезпечне положення.

Зварювальне відділення повинно бути відгороджене від інших відділень ширмами або щитами, його необхідно обладнати достатньою припливно-втяжною вентиляцією для видалення забрудненого повітря та шкідливих газів.

8.2 Розрахунок вентиляції і освітлення головного виробничого корпусу

Для визначення кількості повітря, необхідного для розбавлення газових шкідливостей до допустимих концентрацій визначимо спочатку витрати палива одним карбюраторним двигуном за 1 годину при швидкості автомобіля в помешканні 5 км.год.

$$Q = 0,6 + 0,8 \cdot V_h = 0,6 + 0,8 \cdot 2,445 = 2,556 \text{ кг/год},$$

де V_h – робочий об'єм двигуна, л

Кількість окису вуглецю, що виділяється в зоні діагностики за 1 годину роботи карбюраторного двигуна

$$W_{co} = 15 \cdot Q \cdot \frac{P_{co}}{100} = 15 \cdot 2,556 \cdot \frac{4}{100} = 1,534 \text{ кг/год},$$

де Q – витрата палива, кг/год;

15 – кількість відроблених газів, що отримуються при згоранні 1 кг палива в карбюраторному двигуні, кг;

P_{co} – кількість окису вуглецю у відпрацьованих газах, %маси.

Об'єм повітря, необхідний для розчину окису вуглецю визначаємо за формулою

$$L = \frac{10^6}{20 \cdot K_{co}} \cdot W \cdot \tau \cdot n = \frac{10^6}{20 \cdot 20} \cdot 1,534 \cdot 10 \cdot 1 = 38350 \text{ м}^3/\text{год},$$

де W – кількість окислу вуглецю у відпрацьованих газах, кг/год;

τ – середня тривалість праці автомобіля в зоні діагностування, хв;

n – кількість працюючих на протязі часу автомобілів різних моделей;

$K_{co} = 20 \text{ мг/м}^3$ – граничнодопустима концентрація окислу вуглецю в робочий зоні.

В зоні діагностування встановлені 2 відцентрових вентилятори Ц4-70 №6, котрі забезпечують хорошу вентиляцію зони.

Достатнє і правильне освітлення робочих місць має велике значення для підвищення продуктивності праці і зниження травматизму.

В помешканні зони діагностування має місце природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через віконні пройоми.

В помешканні зони необхідне освітлення повинно складати $E = 2000$ лк.

Використовуючи метод використання коефіцієнту світлового потоку, знаходимо необхідну кількість світильників. Для цього оперуємо формулою

$$\hat{O} = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot u}, \quad (8.1)$$

де Φ – світловий потік лампи, лм;

E – задане мінімальне освітлення, лк⁴

$K = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

S – площа помешкання, м²;

$Z = 1,1$ – коефіцієнт мінімального освітлення;

N – кількість світильників;

$n = 2$ – кількість ламп у світильнику;

u – коефіцієнт використання світлового потоку.

З цієї формули маємо

$$N = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\hat{O} \cdot n \cdot u}. \quad (8.2)$$

Для визначення коефіцієнту використання світлового потоку скористаємося формулою

$$i = \frac{S}{H_n \cdot (A + B)} = \frac{324}{4 \cdot (9 + 36)} = 1,5,$$

де i – індекс помешкання;

S – площа помешкання, м²;

H_n – розрахункова висота підвішування світильника над робочою поверхнею, м;

A, B – величини сторін помешкання, м.

Освітлення здійснюється світильниками типу ОДОР з люмінесцентними лампами типу ЛБ.

Для $i = 1,5$, $U = 43\% = 0,43$.

Світловий потік люмінесцентної лампи типу ЛБ $\Phi = 5220$ лк.

$$N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 324 \cdot 1,1}{5220 \cdot 2 \cdot 0,43} \approx 24 \text{ од.}$$

8.3 Визначення режимів радіаційного захисту робітників, службовців і ремонтної дільниці в умовах радіоактивного зараження місцевості

Під режимами радіаційного захисту працівників і службовців і виробничої діяльності об'єкту в умовах слід розуміти встановлений порядок роботи, переміщення і відпочинку працюючих змін з використанням засобів захисту.

Режими роботи цеху розраховуються передчасно. При розрахункові режими роботи визначається конкретно для конкретних умов, час відновлення роботи від моменту ядерного вибуху; кількість змін необхідних для забезпечення виробничого процесу, час і тривалість роботи кожної зміни, час початку роботи у звичайному режимі; доза радіації, яку одержить виробничий персонал кожної зміни за час роботи. При цьому мається на увазі, що роботи на об'єкті будуть проводитись скороченими змінами, які можуть бути створені із повної робочої зміни.

Оскільки умови роботи дільниць виробництва можуть бути різними, то режими роботи повинні розраховуватись індивідуально для кожного цеху, якщо це допустимо по технологічних умовах виробництва.

Режими роботи особливо важливі для виробництв. Порядок введення в дію режимів роботи в умовах радіоактивного зараження може бути наступним: по сигналу “Повітряна тривога” працівники і службовці цеху ховаються в захисних спорудах; після нанесення противником ядерного удару виявляється

стан на об'єкті; якщо об'єкт перебуває за межами вогнища ядерного ураження і зони радіоактивного зараження, то по команді “Відбій повітряної тривоги” об'єкт відновлює роботу в звичайному режимі; якщо об'єкт перебуває в зоні радіоактивного зараження, а руйнувань на об'єкті немає, то в залежності від рівня радіації робота на об'єкті ведеться в режимі, який відповідає цьому рівню радіації.

Для прийняття рішення на ведення в дію визначеного режиму роботи необхідно виміряти рівень радіації на території об'єкту і перерахувати його на одну годину після вибуху по формулі:

$$P_1 = P_{вим} \cdot K_{пер}; \quad (8.3)$$

де $P_{вим}$ – вимірний рівень радіації на час t вимірювання від моменту вибуху; $K_{пер}$ – коефіцієнт перерахунку виміряного рівня радіації на одну годину після вибуху.

Для кожного режиму роботи підготовлюється таблиця з рівнями радіації на різний час від моменту ядерного вибуху, щоб визначити номер режиму роботи для даних умов.

По завершенні часу роботи останньої робочої скороченої зміни рівень радіації спадає до певної величини, що дозволяє надалі вести роботу в звичайному режимі, тобто в цех прибуде друга певна зміна із приміської зони і буде працювати встановлений час.

Вільні від роботи зміни знаходяться в сховищах на об'єкті, а в приміській зоні дотримуються відповідного режиму захисту.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Умови скидання стічних вод у водойми

Загальні вимоги до складу та властивостей води господарсько-питного призначення при скиданні у водойму стічних вод такі:

1. Водойма не повинна мати на поверхні плівок будь-якого характеру.
2. Вміст завислих речовин не повинен перевищувати 15 мг/л.
3. Вода не повинна мати запахів і присмаків інтенсивністю понад 2 бали.

Інтенсивність запахів і присмаків за балами розподіляється так:

Інтенсивність запаху або присмаку	Ніякого	Дуже слабкий	Слабкий	Помітний	Виразний	Дуже сильний
Бал	0	1	2	3	4	5

Як правило, виокремлюють такі види запахів: ароматний (квітковий, огірковий), землистий, болотний, гнильний, деревинний, цвільовий, хлорний, нафтовий, фенольний, сірководневий, непевний (не схожий на жоден із перелічених запахів). Смак розрізняють гіркий, кислий і солоний. Усі інші смакові відчуття кваліфікують як присмаки.

4. Вода не повинна мати забарвлення при розгляданні її в стовпчику заввишки 20 см. Кольоровість води за платино-кобальтовою шкалою або імітувальною шкалою не повинна перевищувати 20 град.

5. Температура води в результаті скидання стічних вод не повинна підвищуватися влітку більш як на 3 оС, взимку – більш як на 5оС порівняно з максимальною природною температурою в цю пору року.

6. Реакція води має залишатися в межах рН=6,5...8,5, тобто бути слабкокислою, нейтральною або слабколужною.

7. Мінеральний склад за сухим залишком не повинен перевищувати 1000 мг/л (в окремих випадках допускається 1500 мг/л), загальна твердість – 7–10 ммоль·екв/л.

8. Вміст розчиненого кисню має становити не менш як 4 мг/л у будь який період року в пробі, відібраній до 12-ї години.

9. Біохімічне споживання кисню (БСК) при 20°C не повинно перевищувати 15 мг O₂/л. У чистих водоймах БСК не перевищує 2 мг O₂/л, у забруднених – може досягати 50 O₂/л.

10. ХСК для побутового водокористування не повинно перевищувати 80 мг O₂/л.

11. У воді не повинно бути збудників хвороб. Стічні води перед скиданням слід знезаражувати.

12. Отруйні речовини не повинні міститись в концентраціях, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини.

9.2 Класифікація забруднювальних речовин

Згідно з класифікацією, запропонованою Л.Кульським, забруднювальні речовини за їх фазово-дисперсним станом і відношенням до дисперсійного середовища поділяють на 4 групи:

До першої групи належать нерозчинні у воді зависі, бактерії і планктон. У завислому стані вони підтримуються динамічними силами водяного потоку, а в стані спокою – осідають. Їхній розмір становить 10⁻³–10⁻⁷м;

Друга група домішок поєднує мінеральні та органо-мінеральні колоїдні часточки ґрунтів, недисоційовані і нерозчинні форми високомолекулярних гумусових речовин. До цієї групи належать також віруси і мікроорганізми. Розмір частинок – 10⁻⁷–10⁻⁹м.

До третьої групи домішок належать молекулярно-розчинні сполуки розміром менше ніж 10⁻⁹м. Це – розчинені гази, органічні речовини біологічного походження та інші домішки, що можуть міститися у складі промислових і господарсько-побутових стоків.

До четвертої групи домішок належать електроліти – речовини з іонним або сильно полярним зв'язком, які під впливом полярних молекул води дисоціюють на іони.

9.3 Методи очищення стічних вод

Для виконання вищезазначених вимог до скидання стічних вод у водойми, їх необхідно очищати. Всі методи очищення поділяють на такі основні групи: механічні (проціджування, відстоювання, фільтрування), фізико-хімічні (флотація, електрохімічні методи, аерація), хімічні (нейтралізація, коагуляція, флокуляція, іонообмінні методи) та біохімічні. Вибір методу очищення стічних вод залежить від фазово-дисперсного стану забруднювальних домішок.

Очищення стічних вод, як правило здійснюється у кілька стадій. Послідовність розміщення очисних споруд визначається розміром частинок, які необхідно видалити; спочатку видаляють грубодисперсні домішки (куски дерева, залишки синтетичних матеріалів, волокон, битого скла, пісок, нафтопродукти). У схемі очисної станції споруди механічного очищення можуть розміщуватись як до, так і після споруд біологічного очищення. Для глибокого очищення можуть бути використані механічні фільтри.

Механічне очищення – це видалення зі стічних вод нерозчинних грубодисперсних домішок мінерального та органічного походження .

- проціджування – затримання забруднювальних частинок найбільшого розміру і частково зважених частинок на решітках і ситах;

- відстоювання – видалення зі стічних вод зважених частинок під впливом сили тяжіння у піскопастках (для видалення мінеральних домішок), відстійниках (для затримання дрібних домішок, що осідають або спливають), а також нафто-, жиро- і смоловловлювачах. Різновидом методу є відцентрове відстоювання, що здійснюється в гідроциклонах і центрифугах;

- фільтрування – розділення суспензії з дуже дрібними частинками забруднювальної речовини у зваженому стані за допомогою сітчастих і зернистих фільтрів.

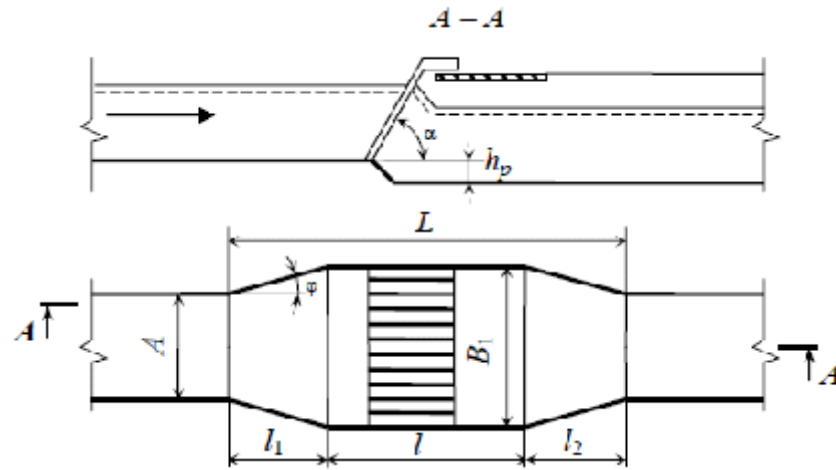


Рис. 9.1. Схема решітки

Проціджування здійснюється за допомогою решіток та решіток-дробарок. Відходи, що містяться у стічних водах, в процесі транспортування по каналізаційних мережах адсорбують значну кількість жиру, органічних сполук та піску. При цьому утворюються багатокомпонентні органо-мінеральні складові, які ускладнюють роботу піскопасток, відстійників та інших очисних споруд. Для попереднього очищення стічних вод застосовують решітки (рис.9.1). Основним елементом решіток є рама з рядом металевих стержнів, розташованих паралельно на відстані 3–16 мм. Товщина стержнів (пластин) становить 3–10 мм. Решітки встановлюються в розширених каналах – камерах.

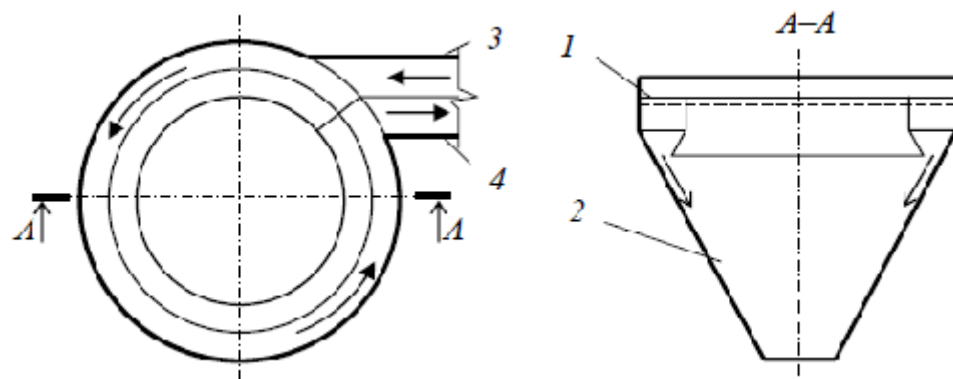


Рис. 9.2. Горизонтальна піскопастка з круговим рухом води

1 – кільцевий жолоб; 2 – осаджувальний конус; 3 – канал для підведення води; 4 – канал для відведення води.

Для попереднього видалення із стічних вод нерозчинних мінеральних домішок (піску, шлаку, склобою) під дією сили тяжіння застосовують піскопастки. Їх використовують у системі очисних споруд при продуктивності

понад 100 м³/добу. За напрямком руху води піскопастки бувають горизонтальні, вертикальні, з обертальним рухом рідини (тангенціальні та аеровані) (рис. 9.2).

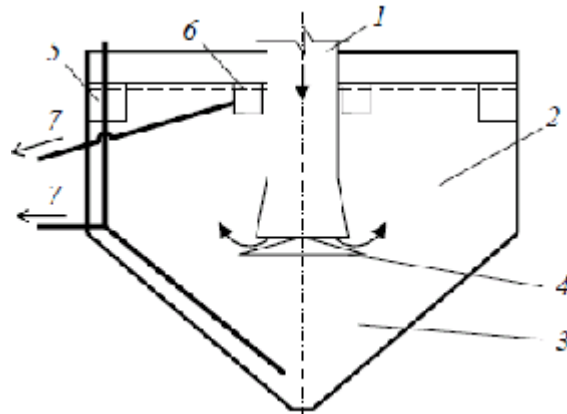


Рис. 9.3. Вертикальний відстійник

1 – центральна труба; 2 – зона відстоювання; 3 – зона осаджування; 4 – відбивальний щит; 5 – периферійний збірний лоток; 6 – кільцевий лоток; 7 – видалення осаду

Відстоювання є найпростішим, найменш трудомістким і дешевим методом видалення з води грубодисперсних домішок. Відстоювання здійснюють у вертикальних (рис.9.3), горизонтальних та радіальних відстійниках. Великі горизонтальні відстійники будують із залізобетону завдовжки до 36 м, завширшки від 6 до 18 м і глибиною до 5 м. Радіальні відстійники мають діаметр від 18 до 60 м і глибину до 6 м. Тривалість відстоювання становить ~ 1,5 год. Горизонтальні відстійники застосовують у разі витрати стічних вод, що становить до 20 тис.м³ на добу, радіальні – понад 20 тис.м³ на добу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

В магістерській роботі для підвищення довговічності поворотного кулака тролейбуса ЗИУ-6 виконано наступне:

1. Розроблений технологічний процес обслуговування і відновлення переднього моста тролейбуса.
2. Підібрано обладнання для плазмового напилення цапф поворотного кулака тролейбуса, розроблена циклограма його роботи.
3. Розроблена графотехнологія відновлення цапфи поворотного кулака тролейбуса.
4. Для попереднього і остаточного шліфування шийок кулака після відновлення розроблена конструкція спеціального пристрою
5. Для полегшення процесу розбирання-збирання шворневого вузла розроблена конструкція спеціального пристрою для випресування шворнів.
6. В дослідницькому розділі проведені дослідження ефективності застосування твердих мастил для підвищення зносостійкості сталевих шийок поворотного кулака тролейбуса.
7. Розроблений проект дільниці для технічного обслуговування і поточного ремонту тролейбусів.
8. Розроблено 10 аркушів графічної частини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр галузі знань 27 Транспорт спеціальності 274 Автомобільний транспорт – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.
2. Опір матеріалів. Приклади, задачі, розрахункові роботи: Навчальний посібник/ В.В. Ковтун, В.С.Павлов, О.А.Дорофєєв. - Хмельницький: ТУП, 1999.-248 с.
3. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Хмельницький: ТУП, 2002. – 151 с.
4. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
5. Рудик О.Ю. Лекційний матеріал з курсу САПР ТП зміцнення. ХНУ. – 2004.
6. Кузьменко А.Г. Лекційний матеріал з курсу Основи наукових досліджень. ХНУ. – 2004.
7. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. техн. наук, доцента В.Ц. Житецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352с.
8. Індивідуальні завдання на методичні вказівки до їх розв'язування з курсу Охорона праці в галузі для студентів інженерних спеціальностей/ Г.С.Калда, В.А. Кирилков, М.В. Матіїшин, О.В. Снозик – Хмельницький: ТУП, 2000. – 34с.