

Допущено до захисту
 “ ____ ” _____ 2024 р.
 Зав. кафедри К.Т.Н., доцент
 (науковий ступінь, вчене звання)
 _____ А.В. Войтік
 (підпис) (ініціали, прізвище)

до дипломної роботи
магістр
—————
(освітній рівень)

Виконав: студент 2 курсу, групи 22м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208

Терешко Василь Іванович
(прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ магістр _____

Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.В. Войтік

“ _____ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

студенту _____ **Терешку Василю Івановичу** _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проектування технологічного процесу ремонту двигуна марки Д – 240 з розробкою технології відновлення циліндрів.»

керівник роботи _____ д.т.н., професор Дідур В.В. _____

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“14” листопада 2024 р. № 01-06/261 _____

2. Строк подання студентом роботи _____ 25.11.2024 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

– 0

5. Перелік презентаційних матеріалів: презентація (не більше 20 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Дідур В.В., проєктор		

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.04.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.05.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.05.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.06.2024 р.	
5.	Розділ 4.	25.06.2024 р.	
6.	Розділ 5.	24.09.2024 р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.10.2024 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	25.11.2024 р.	

Студент _____
(підпис)

Терешко В.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Дідур В.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Терешко В. І. Проект технологічного процесу ремонту двигуна Д–240 з розробкою технології відновлення циліндрів. (Дипломна робота, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 93 сторінках формату А4, містить 5 розділів, 24 рисунки, 16 таблиць та 16 джерел літератури)

Мета дослідження: розробка технології ремонту двигуна Д–240 з акцентом на вдосконалення процесу відновлення зношених елементів циліндро-поршневої групи, що спрямовано на підвищення продуктивності двигуна.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дідур В. В.

Структура роботи: складається з п'яти розділів:

Перший розділ: аналіз зношуваності елементів двигуна – розглянуто основні фактори, що сприяють зносу деталей, і їхній вплив на роботу агрегату.

Другий розділ: технологічний процес відновлення циліндрів – опис процесу відновлення циліндрів з вибором оптимальних матеріалів та обладнання.

Третій розділ: Аналітична частина – представлено пристрій для фіксації деталей під час ремонту, виконано конструкторсько-технологічні розрахунки для підтвердження ефективності.

Четвертий розділ: охорона праці – рекомендації з безпеки роботи та актуалізація, важливість безпеки життєдіяльності та цивільної оборони. Представлені Основні закони з цивільного захисту населення.

Економічне обґрунтування – розрахунок економічних вигід від впровадження запропонованих методик.

Ключові слова: Д–240, ремонт, циліндро-поршнева група, відновлення, економічне обґрунтування, охорона праці.

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Характеристика агрегату, що ремонтується.....	8
1.2 Вплив основних зносів відновлюваної деталі на технічний стан спряження, якість роботи агрегату в цілому.....	19
1.3 Дефектація деталей.....	20
1.4 Висновки та постановка завдання на дипломне проектування.....	20
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Дослідження і аналіз поверхні циліндра після звичайного хонінгування.....	22
2.2 Дослідження і вибір основних параметрів плосковершинного профілю технологічної поверхні циліндра.....	23
2.3 Дослідження і вибір основних параметрів рівновершинного профілю технологічної поверхні циліндра.....	25
3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	30
3.1 Обґрунтування організаційно-аналітичних рішень.....	30
3.1.1 Технічні умови на відновлення колінчастого валу двигуна Д–240.....	30
3.1.2 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних процесів.....	34
3.1.3 Нормування операцій розробленого технологічного процесу.....	39
3.1.4 Розробка структурної послідовності операції відновлення деталі і їх призначення.....	45
3.1.5 Вибір обладнання.....	46
3.1.6 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій.....	47
3.2 Обґрунтування конструкторських рішень.....	54
3.2.1 Розробка оснащення для викручування і закручування шпильок.....	54
3.2.2 Аналіз відомих конструкцій оснащення.....	55
3.2.3 Розробка оснащення для розбирання і складання різьбових з'єднань.....	58
3.2.4 Будова і принцип дії оснащення для викручування і закручування шпильок.....	58
3.2.5 Розрахунок деталей розробленого оснащення на міцність.....	60

	6
3.3 Обґрунтування проектних рішень.....	63
3.3.1 Обсяг виробництва і кількість виробничого та допоміжного персоналу АТП.....	63
3.3.2 Розрахунок кількості постів.....	67
3.3.3 Обґрунтування схеми реалізації виробничого процесу.....	69
3.3.4 Організація і розрахунок кількості постів і місць зберігання.....	72
3.3.5 Розрахунок і підбір технологічного обладнання.....	74
3.3.6 Перелік приміщень АТП і розрахунок їх площ.....	75
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	83
4.1 Система елементів умов праці.....	83
4.2 Безпека електроустановок.....	84
4.3 Важливість та актуальність безпеки життєдіяльності та цивільної оборони. Основні закони з питань цивільного захисту населення.....	85
5. ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	87
5.1 Розрахунок економічного ефекту від використання обладнання для викручування і закручування шпильок.....	87
ВИСНОВОК.....	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	92

ВСТУП

В останні роки стратегія і тактика ремонтного виробництва зазнали значних змін через об'єктивні причини. Планово-попереджувальна система була ефективною в умовах, коли запчастини були недорогими, вартість праці ремонтних працівників була низькою, і більшість господарств мали резерв машин різних типів, зокрема тракторів. Сьогодні ж основний тягар ремонтних робіт ліг на власників техніки. Це стало можливим завдяки розвиненій мережі постачальників запчастин різних виробників. Тому в умовах ремонтних майстерень господарств можна ефективно здійснювати ремонт сільськогосподарської техніки, за умов наявності кваліфікованих працівників та необхідного ремонтно-технологічного обладнання і інструментів.

Однією з найбільших проблем при ремонті машин в умовах господарства є відсутність технологічної документації, що підкреслює важливість практичного досвіду. Однак, широкий спектр машин, що надходять на ремонт із різним технічним станом, створює додаткові труднощі навіть для досвідчених робітників. Невдало обрана технологія ремонту може призвести до надмірного часу перебування машин у ремонті та зайвих матеріальних витрат.

В сучасних умовах ремонтні майстерні господарств потребують забезпечення технологічною документацією для заміни окремих деталей агрегатів і вузлів тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин. Особливо важливою є документація на заміну малоресурсних деталей двигунів автомобілів і тракторів. Крім того, необхідно оснастити ремонтні майстерні спеціальним технологічним обладнанням, яке дозволить під час розбирання і складання машин зберігати більшість деталей без пошкоджень, підвищувати продуктивність праці та забезпечувати її безпеку.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика агрегату, що ремонтується

Двигун марки Д – 240 складається із таких систем і механізмів:

- Кривошипно-шатунного механізму;
- Газорозподільного механізму;
- Системи охолодження;
- Системи мащення;
- Системи живлення.

Кривошипно-шатунний механізм призначений для прийому тиску газів, що виникають у циліндрах під час згорання робочої суміші, та перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала.

Газорозподільний механізм відповідає за своєчасний впуск свіжої пальної суміші в циліндр та випуск відпрацьованих газів.

Система охолодження забезпечує відведення тепла від деталей, які піддаються сильному нагріванню. У більшості двигунів ця система є рідинною.

Система змащування спрямована на зменшення тертя між деталями двигуна, їх охолодження та видалення продуктів зносу.

Система живлення відповідає за приготування пальної суміші, її подачу в циліндри двигуна та відведення відпрацьованих газів в атмосферу.

Блок циліндрів є основою для розміщення ключових систем і механізмів дизеля, таких як кривошипно-шатунний механізм, частина газорозподільного механізму, а також системи змащування, охолодження і живлення.

У розточках блоку (рис. 1.1) встановлюються гільзи циліндрів, ущільнені в нижній частині гумовими кільцями. Гільзи знімні, мокрі, тобто охолоджуюча рідина омиває їх зовні. Внутрішня поверхня гільзи, відшліфована до високого рівня, називається дзеркалом циліндра. Простір між стінками блоку та гільзами циліндрів заповнюється охолоджувальною рідиною, утворюючи водяну сорочку.

Мокру гільзу встановлюють у гніздо блоку циліндрів так, щоб виключити витік охолоджуючої рідини з водяної сорочки в гільзу та піддон картера. Гільза має на зовнішній поверхні настановні пояски та буртик. Нижній поясок буртика спирається на основу циліндричної виїмки на верхній площині блоку циліндрів. Верхній торець гільзи трохи виступає над поверхнею блоку, що забезпечує якісне

ущільнення прокладки і запобігає прориву газів із циліндра. В кільцевій канавці розташоване ущільнювальне гумове кільце. Під час встановлення гільзи гумове кільце стискається, надійно ущільнюючи з'єднання гільзи з блоком циліндрів.

Внутрішні вертикальні перегородки, а також передня і задня стінки блоку циліндрів, у нижній частині мають так звані ліжка для корінних підшипників колінчастого вала. Ці ліжка утворюються блоком циліндрів у поєднанні з відповідними кришками. Для досягнення співвісності ліжок і корінних підшипників вони обробляються разом. Тому заміна кришок або їх переміщення з одного блоку циліндрів на інший не допускається.

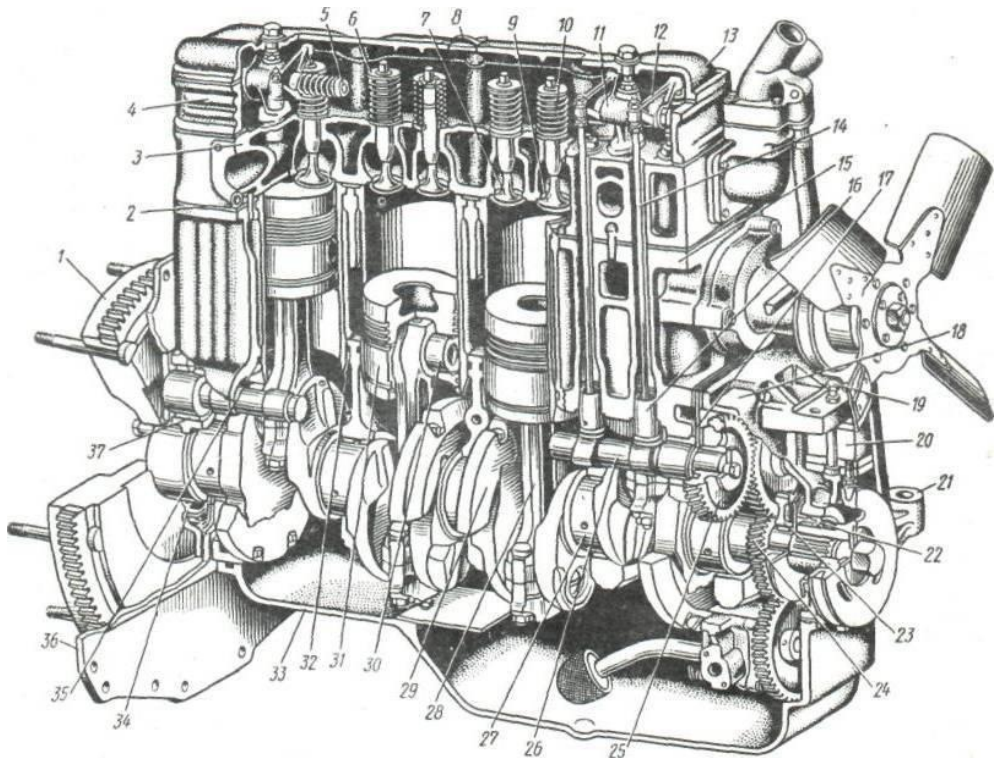


Рисунок 1.1 – Дизель:

1 – маховик; 2 – прокладання головки блоку циліндрів; 3 – головка блоку циліндрів; 4 – кришка головки блоку циліндрів; 5 – валик коромисел; 6 – тарілка пружини клапана; 7 – впускний (всмоктуючий,) клапан; 8 – сапун; 9 – випускний клапан; 10 – пружина клапана; 11 – стійка валика коромисел; 12 – коромисло клапана; 13 – ковпак кришки; 14 – штанга; 15 – блок циліндрів; 16 – штовхач клапана; 17 – щит розподілу; 18 – кришка розподілу; 19 – завзятий болт; 20 – амортизатор; 21 – передня опора, 22 і 34 – манжети; 23 – шестерня привода масляного насоса; 24 – шестерня розподілу; 25 – шестерня розподільного вала; 26 – розподільний вал; 27 – колінчастий вал; 28 – шатун; 29 – противага; 30 – поршневий палець; 31 – поршень; 32 – кільце ущільнювача;

33 – картер; 35 – гільза; 36 – задній лист; 37 – втулка розподільного валу

З правого боку (на рисунку ліворуч) в картерній частині блоку передбачені отвори для втулок розподільного валу. Після їх запресовування до блоку циліндрів втулки підлягають розточуванню.

У блоці циліндрів прокладений поздовжній масляний канал, через який масло подається до корінних підшипників колінчастого валу та до всіх опорних шийок розподільного валу. Масло потрапляє до цих компонентів через поперечні канали, які відходять від поздовжнього каналу. Поздовжній масляний канал сполучений із масляним фільтром і масляним насосом через отвір поперечного каналу.

Головка циліндрів закриває блок зверху разом з усіма встановленими в ньому гільзами циліндрів, і кріпиться до блоку за допомогою шістнадцяти шпильок. Між головкою і блоком розміщена асбесто-сталева прокладка. Внутрішні порожнини головки, які формують водяну сорочку, заповнюються охолоджувальною рідиною. Водяні сорочки головки та блоку циліндрів з'єднані між собою каналами.

Для подачі повітря в циліндри та видалення відпрацьованих газів, у головці передбачені впускні та випускні канали, які закриваються клапанами. На верхній частині головки циліндрів встановлено клапанний механізм і кришка, до якої прикріплені впускний колектор та ковпак, що закриває клапанний механізм. З правого боку до головки кріпиться випускний колектор, а з лівого боку у головку вмонтовані латунні стакани для установки форсунок.

Картер, який виконує роль масляної ванни дизеля, виготовлений з алюмінієвого лиття і кріпиться болтами до блоку циліндрів та кришки розподілу. Щоб зменшити розбризкування масла та його потрапляння на дзеркало циліндрів, у картері встановлений заспокоювач у вигляді пластини-перегородки.

Кривошипно-шатунний механізм перетворює прямолінійний зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого валу дизеля. Він включає в себе колінчастий вал, шатуни, поршні, поршневі пальці та кільця, корінні й шатунні підшипники, а також маховик.

Всі елементи кривошипно-шатунного механізму, за винятком маховика, розташовані всередині блоку та картера дизеля.

Колінчастий вал п'ятиопорний, має чотири шатуни і п'ять корінних шийок. До першої, четвертої, п'ятої та восьмої щокі вала прикріплені знімні противаги, які

знижують навантаження на підшипники вала, викликані обертанням неврівноважених мас кривошипів. У шатунних шийках вала є порожнини, які закриті заглушками. Ці порожнини забезпечують відцентрове очищення масла, яке подається через похилі отвори в щоках.

На передньому кінці вала встановлені шестерні розподілу та приводу масляного насоса, шків приводу водяного насоса, вентилятора та генератора. На задньому кінці вала закріплений маховик із зубчастим вінцем. Передній кінець колінчастого валу ущільнений самопідтискнуою манжетою, запресованою в розточку кришки щита розподілу, і робоча кромка цієї манжети третяся об маточину шківів водяного насоса. З боку маховика колінчастий вал також ущільнений манжетою.

Осьове переміщення вала обмежене чотирма алюмінієвими півкільцями, розміщеними з обох боків п'ятого корінного підшипника.

Вкладиші корінних і шатунних підшипників виготовляють з біметалічної стрічки.

Шатун відштампований з вуглецевої сталі та має двотавровий перетин стрижня. У верхню головку шатуна запресована біметалічна втулка, в яку входить поршневий палець. Для змащування поршневого пальця у верхній головці шатуна і втулці є отвори. Нижня головка шатуна, яка з'єднується з колінчастим валом, є роз'ємною, з розточкою під вкладиші шатунного підшипника. Кришку нижньої головки кріплять до шатуна двома болтами.

Поршень виготовлений з алюмінієвого сплаву і має три компресійні кільця та два маслоснімні. У канавках поршня під маслоснімні кільця просвердлені отвори для відведення масла зі стінок гільзи циліндра. У бобишках поршня зроблено отвір під поршневий палець і канавки під стопорні кільця. У днищі поршня є камера згоряння шатрової форми.

Поршневий палець є порожнистим, плаваючого типу, з обмеженим поздовжнім переміщенням, яке забезпечується двома стопорними кільцями, встановленими в канавках поршня.

Поршневі кільця виготовляють зі спеціального дрібнозернистого чавуну. Верхнє компресійне кільце має хромовану зовнішню поверхню для підвищення зносостійкості. Компресійні кільця, ущільнюючи простір між поршнем і стінками

гільзи, перешкоджають прориву газів із надпоршневого простору в картер дизеля. Маслознімні кільця видаляють надлишок масла зі стінок циліндра. Якщо вони не виконують свою функцію, залишки масла згорають на стінках циліндра під час робочого ходу поршня, що спричиняє нагар на кільцях і циліндрах та підвищений витрата масла.

Зовнішній діаметр кілець у вільному стані дещо перевищує діаметр циліндра гільзи, тому пружні розрізні кільця при установці поршня щільно прилягають до стінок циліндра. Замки кілець встановлюють із протилежних боків поршня для зменшення витoku газів.

Під час стискання і робочого ходу поршня газу проникають у простір між канавкою поршня і кільцем, що збільшує тиск на кільце і притискає його до стінок циліндра. Найбільший вплив газу мають на верхнє компресійне кільце, що призводить до його швидшого зносу порівняно з іншими кільцями.

Маховик виготовлений з чавуну і має форму диска. Він закріплений на фланці колінчастого вала за допомогою болтів, відцентрованих по зовнішній поверхні фланця. Маховик має два штифти, що працюють на зріз у разі ослаблення кріплення болтів. На маховику закріплений зубчастий вінець, що входить у зачеплення із шестернею пускового двигуна або шестернею стартера. Для перевірки та встановлення кута випередження подачі палива на маховику передбачено спеціальний отвір (мітка).

Під час складання кривошипно-шатунного механізму виконуються такі операції: промивка всіх деталей дизельним паливом і продування стисненим повітрям, змащування підшипників дизельним паливом і встановлення колінчастого валу, затягування болтів корінних підшипників моментом 196-216 Н·м (20-22 кгс·м) від середньої шийки, що дозволяє валу легко провертатися та переміщатися в осьовому напрямку не більше ніж на 0,1-0,29 мм для нового дизеля і до 0,5 мм для експлуатованого.

Після цього гільзи циліндрів змащують дизельним маслом і вставляють поршень з шатуном у гільзу. Далі кришку в зборі з вкладишами закріплюють до шатуна, затягуючи гайки шатунних болтів моментом 137-152 Н·м (14-16 кгс·м).

Під час експлуатації дизеля кривошипно-шатунний механізм не потребує обслуговування. Його надійна робота значною мірою залежить від якості

змащування і дотримання рекомендацій щодо запуску дизеля. Знос кілець, гільз, поршнів і клапанів великою мірою залежить від якості очищення повітря, що подається в циліндри. Дотримання вимог щодо обслуговування повітроочисної та змащувальної систем забезпечує зниження зношування поверхонь тертя в кривошипно-шатунному механізмі.

При заміні деталей поршневої групи необхідно дотримуватися таких правил. Перед зняттям поршнів видаляють нагар з верхньої частини поршня і гільзи, щоб зберегти комплектність припрацьованих деталей. На неробочій поверхні вкладишів, шатунів, поршнів, поршневих пальців і кілець, гільз рекомендується нанести мітки.

Поршневі кільця слід замінити, якщо зазор у замку кільця, встановленого в нову гільзу, перевищує 5 мм, а зазор між кільцем і канавкою в поршні по висоті – понад 0,3 мм (нові кільця повинні мати зазор у замку 0,4-0,6 мм, а при встановленні нових кілець у вживані гільзи – не більше 1,5 мм).

Компресійні конусні кільця мають маркування "верх" на торцевій поверхні, яка під час установки повинна бути звернена до днища поршня.

При установці маслоснімних кілець, верхні кільця встановлюють з дренажними вікнами на торці, а нижні – без вікон, з виточками на зовнішній поверхні, спрямованими вниз.

Якщо при встановленні нових кілець зазор по висоті в канавці поршня перевищує 0,4 мм, поршні потрібно замінити або проточити канавки під кільця ремонтного розміру.

Гільзи замінюють при зносі їхньої робочої поверхні більше ніж на 0,4 мм у діаметрі, а також при овальності та конусності більше ніж 0,06 мм.

Гільзи за внутрішнім діаметром і поршні по зовнішньому діаметру спідниці поділяються на три розмірні групи, які позначаються літерами "Б", "С" і "М" (позначення наносяться на верхній торець гільзи і на днище поршня). Поршні і гільзи, що встановлюються на дизель, повинні обов'язково бути однієї розмірної групи.

Поршковий палець запресовують у поршень тільки після попереднього нагрівання поршня в олії до 70-80 °С.

Тиск масла в головній магістралі дизеля залежить від величини зазорів у

підшипниках колінчастого валу, тобто від ступеня їх зносу. Якщо при номінальній частоті обертання вала тиск масла в магістралі нижче 0,098 МПа (1,0 кгс/см²), можливо, підшипники зношені і їх необхідно замінити. Однак перед цим потрібно перевірити показання манометра, стан клапанів і ротора відцентрового масляного фільтра, масляного насоса і його відвідного патрубка, а також ущільнювальні прокладки фланців патрубків і маслозбірника. Якщо всі ці вузли і деталі справні, а тиск масла залишається низьким, необхідно перевірити стан підшипників колінчастого валу.

У зібраному на заводі дизелі зазор між вкладками і шийками колінчастого валу становить 0,065-0,115 мм для шатунних шийок і 0,070-0,126 мм для корінних при вимірюванні їх у площині, перпендикулярній до площини роз'єму підшипників.

Шатуни і корінні вкладиші підлягають заміні, якщо зазори між ними і шийками валу при нерозкомплектованості деталей складають: для шатунних підшипників 0,4 мм при овальності більше 0,06 мм; для корінних – 0,4 мм при овальності більше 0,1 мм.

Необхідно пам'ятати, що шийки колінчастих валів і вкладиші виготовляються у двох номіналах – 1Н і 2Н, які вказуються на зовнішній стороні кожного вкладиша. Колінчасті вали з другим номіналом шийок мають на першій щоглі спеціальне маркування: 2К – для корінних шийок другого номіналу, шатунних першого; 2Ш – для шатунних шийок другого номіналу, корінних першого; 2КШ – для корінних і шатунних шийок другого номіналу.

При установці вкладишів необхідно звертати увагу на маркування розмірної групи вкладиша по висоті. Позначення розмірної групи нанесено на внутрішній поверхні вушок знаками «+» або «-». В один комплект повинні входити два вкладиші з однаковим маркуванням або без нього.

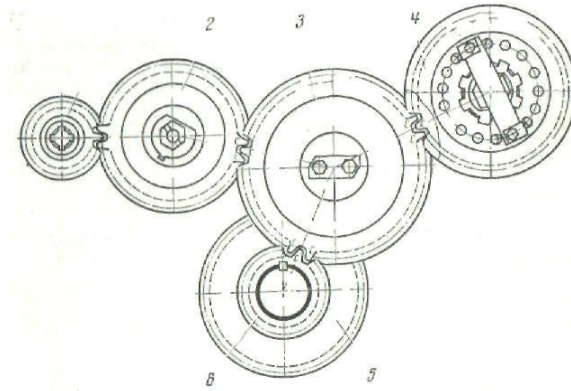


Рисунок. 1.2 – Схема установки шестерень газорозподілу:

1 – шестерня приводу гідронасос; 2 – шестерня розподільного валу; 3 – проміжна шестерня; 4 – шестерня приводу паливного насоса; 5 – провідна шестерня масляного насоса; 6 – шестерня колінчастого валу

Механізм газорозподілу виконує функцію своєчасного впуску свіжого заряду (горючої суміші або повітря) в циліндр і випуску відпрацьованих газів у строго визначені моменти часу. Основними елементами механізму є розподільний вал з шестернями, впускні та випускні клапани, штовхачі, штанги, осі з пружинами, тарілки та сухарики. Привід клапанів здійснюється через розподільний вал, який передає рух за допомогою штовхачів, штанг, регулювальних гвинтів і коромисел.

Система живлення дизельного двигуна відповідає за очищення циліндрів та подачу до них палива і повітря. Вона включає паливний насос, форсунки, паливні баки, трубопроводи низького і високого тиску, фільтри грубої та тонкої очистки палива, повітряний фільтр, впускний і випускний колектори, повітрозабірний трубопровід та глушник вихлопних газів.

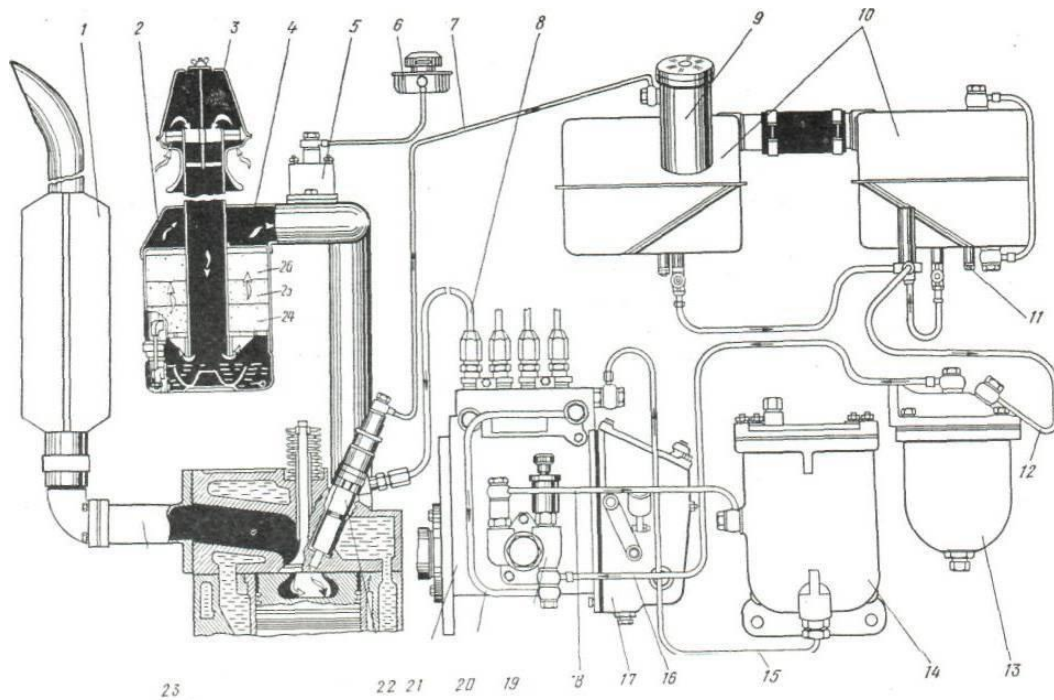


Рисунок 1.3 – Схема системи живлення дизеля:

1 – глушник; 2 – очищувач повітря; 3 – фільтр грубої очистки палива; 4 – впускний колектор; 5 – електрофакельний підігрівач; 6 – паливний бачок електрофакельного підігрівача; 7 – дренажна трубка; 8 – трубка високого тиску; 9 - заливна горловина; 10 – паливні баки; 11 – зливний кран; 12, 15, 16 і 18 – паливні трубки; 13 – фільтр грубої очистки палива; 14 – фільтр тонкого очищення палива; 17 – регулятор; 19 – підкачуються насос; 20 – перепускний трубка; 21 – паливний насос; 22 – форсунка; 23 – вихлопної колектор; 24, 25 і 26 – фільтруючі елементи

Система охолодження дизельного двигуна є рідинною (водяною), закритого типу з примусовою циркуляцією охолоджувальної рідини. До її складу входять: охолоджувальні сорочки, радіатор із заливною горловиною та кришкою, в яку вбудований пароповітряний клапан, водяний насос, вентилятор, термостат, шторка, з'єднувальна арматура та зливні крани.

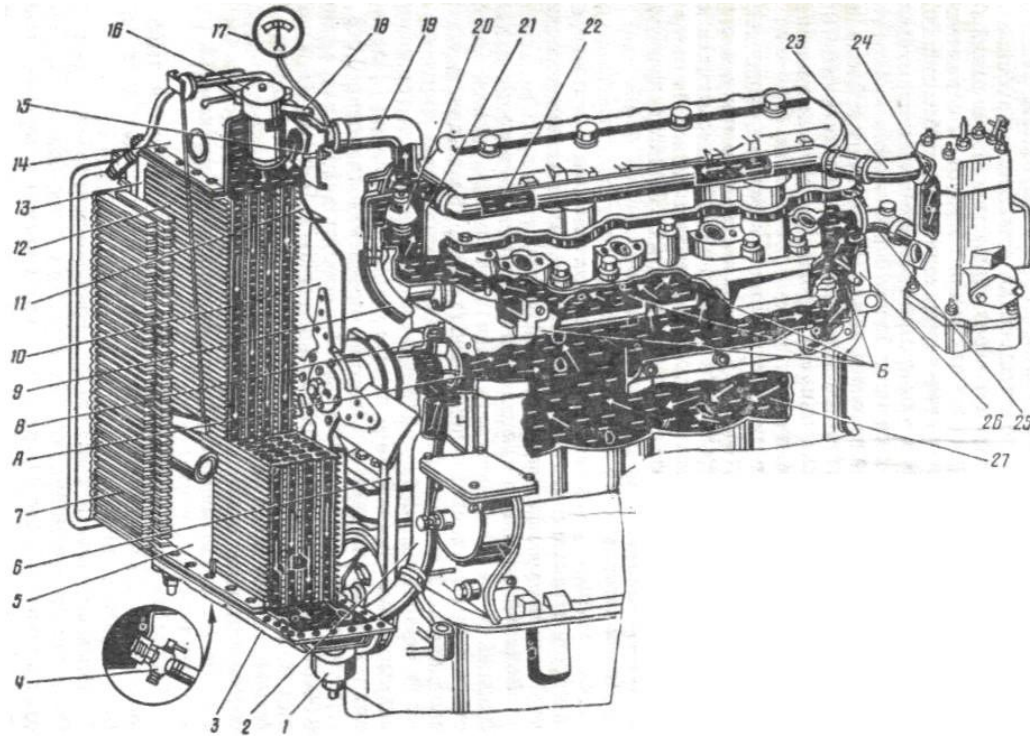


Рисунок. 1.4 – Система охолодження дизеля:

1 – амортизатор; 2 – патрубок насоса; 3 – нижній бачок; 4 – спускний краник; 5 – шторка радіатора; 6 – пас вентилятора; 7 – масляний радіатор; 8 – водний насос; 9 – шланг термостата; 10 – вентилятор; 11 – кожух вентилятора; 12 – серцевина радіатора; 13 – стійка радіатора; 14 – верхній бачок; 15 – датчик термометра; 16 – пробка радіатора; 17 – термометр; 18 – паровідвідна трубка; 19 – підвідний шланг; 20 – термостат; 21 – корпус термостата; 22 – водовідвідна трубка; 23 і 25 – патрубки; 24, 26 і 27 – водяні сорочки відповідно пускового двигуна, головки блоку і блоку циліндрів; А – канал для підведення води в сорочку блоку циліндрів; Б – водопідвідні канали в головці блоку циліндрів

При працюючому дизелі циркуляція охолоджуючої рідини в системі охолодження створюється насосом 8. Нагріта до температури понад 70 °С охолоджуюча рідина з сорочок 27 блоку і 26 головки надходить через термостат 20 у верхній бачок 14 радіатора. У процесі руху по трубкахсерцевини 12 радіатора в нижній бачок відбувається теплообмін між рідиною і потоків повітря, що створюється вентилятором. Охолоджена рідина 1 з нижнього бачка 3 радіатора забирається насосом і подається знову через канал А в сорочку блоку циліндрів. При температурі охолоджуючої рідини нижче 70

°С термостат автоматично направляє весь потік безпосередньо до насоса

8,минаючи радіатор.

При пуску дизеля пусковим двигуном охолоджуюча рідина нагрівається в сорочці 24, піднімається в головку, а звідти по патрубках 23 і 22 трубці через корпус 21 термостата надходить у сорочку 26 головки блоку і віддає тепло. З головки блоку охолоджуюча рідина з патрубка 25 знову надходить у сорочку циліндра пускового двигуна.

Температурний режим дизеля контролюють за допомогою показчика температури, датчик який встановлений в головці циліндрів, а також за допомогою сигналізатора граничного стану температури охолоджуючої рідини. У дизелі застосована комбінована змащувальна система. Підшипники колінчастого й розподільного валів, втулки проміжної шестерні та шестерніприводу паливного насоса, механізм приводу клапанів і паливний насосзмащуються під тиском від насоса шестеренної 7 (рис. 1.5), А гільзи, поршні, поршневі пальці,штанги, штовхачі і кулачки розподільного валу – розбризкуванням.

Масло очищається від сторонніх домішок, продуктів згоряння та зношування в відцентровому масляному фільтрі 5, куди воно подається масляним насосом 7 по патрубка та каналів блоку циліндрів. З відцентрового фільтра потік очищеного масла направляється в масляний радіатор для охолодження і далі в масляну магістраль дизеля.

При пуску дизеля непрогріте масло з-за великого опору масляного радіатора через редуційний клапан 8 надходить безпосередньо в масляну

Магістраль дизеля, минаючи масляний радіатор. Редуційний клапан – хаотичний.

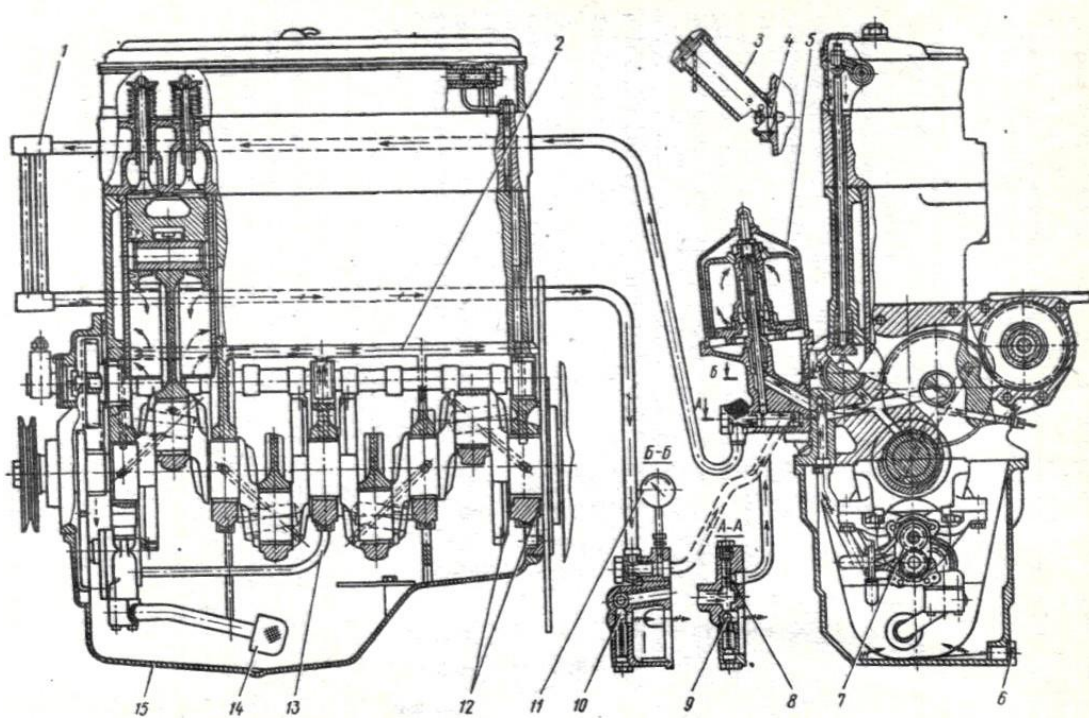


Рисунок 1.5 – Мазильна система дизеля:

1 – масляний радіатор; 2 – головна масляна магістраль; 3 – заливна горловина; 4 – сітка; 5 – відцентровий масляний фільтр; 6 – зливна пробка картера; 7 – масляний насос; 8 – редуційний (радіаторний) клапан; 9 – зливний клапан; 10 – запобіжний клапан; 11 – показчик тиску масла; 12 – упорні півкільця; 13 – патрубок від масляного насоса; 14 – маслозабірник; 15 – масляний картер

Запобіжний клапан відцентрового фільтра, встановлений на 10-й позиції, налаштований на тиск 0,69 МПа (7,0 кг/см²). Його функція полягає в підтримці цього тиску перед ротором фільтра. Якщо тиск масла на вході в ротор перевищує 0,69 МПа (7,0 кг/см²), частина неочищеного масла відводиться через клапан назад у картер двигуна, запобігаючи надмірному підвищенню тиску.

1.2 Вплив основних зносів відновлюваної деталі на технічний стан спряження, якість роботи агрегату в цілому

Зношування більшості компонентів кривошипно-шатунного механізму зазвичай спричиняє зниження компресії в циліндрах двигуна, що веде до втрати потужності, збільшення витрати палива і масла, а також до погіршення роботи двигуна.

Зношування корінних шийок колінчастого валу, що працюють разом з вкладишами, викликає збільшення зазору в цій парі, що призводить до зниження тиску масла, підвищеного шуму і збільшення витрати масла.

Зношування шатунних шийок, які взаємодіють з шатунно-поршневою

групою, також призводить до збільшення зазору в цьому sprzęженні, що знижує тиск масла і викликає прискорене зношування, підвищений шум та збільшену витрату масла.

Таким чином, знос робочих поверхонь колінчастого валу може стати причиною серйозних неполадок двигуна та суттєво впливає на його загальну ефективність.

1.3 Дефектація деталей

Головною метою дефектації є оцінка технічного стану sprzęжених поверхонь деталей та їх розподіл на групи згідно з технічними нормами. В залежності від ступеня зносу, типу і характеру пошкоджень, деталі поділяються на п'ять груп, кожна з яких маркується певним кольором: придатні – зеленим, придатні для використання лише зі sprzęженими новими або відновленими деталями – жовтим, підлягають відновленню в умовах власної майстерні – білим, ті, що потребують відновлення на спеціалізованому ремонтному підприємстві – синім, і непридатні до відновлення – червоним.

Пошкодження нерухомих з'єднань може виникати через удари молотка під час складання або розбирання посадок з натягом. Для таких операцій рекомендується використовувати наставки з кольорових металів і замінити ударні навантаження статичним пресом.

Посадочні місця під шатунні та корінні шийки зазвичай зношуються під дією тертя між поверхнями. Інтенсивність зносу цих посадочних місць колінчастого валу можна зменшити за допомогою підвищення поверхневої твердості (наплавленням міцних матеріалів), накатуванням із зниженням жорсткості, а також використанням вкладишів з матеріалів із нижчим коефіцієнтом тертя.

Шпоночні пази зазвичай зношуються по бокових поверхнях і відновлюються шляхом зварювання та нарізання нових пазів. Різьбові з'єднання зношуються через зрив різьби або її деформацію. Ці дефекти усуваються розточуванням отвору до ремонтного розміру та нарізанням нової різьби або встановленням спіральних вставок.

1.4 Висновки та постановка завдання на дипломне проектування

На основі аналізу характеристик двигуна, який підлягає ремонту, його конструктивних та технологічних особливостей, призначення і умов експлуатації

відновлюваної деталі, було зроблено такі висновки.

Виходячи з цього, в процесі виконання магістерської роботи були поставлені такі завдання:

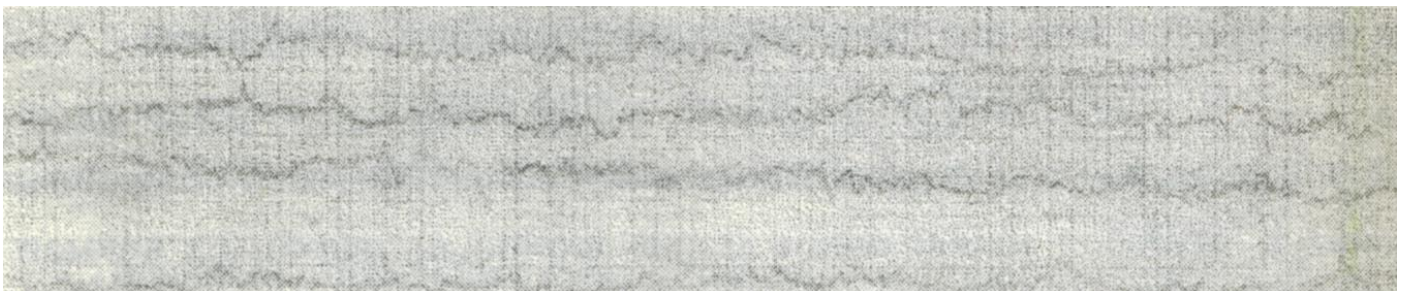
- Обрати метод заміни, розробити технологічні процеси діагностики, розбирання та збирання вузла; розробити технологічні процеси дефектації та заміни поршневих кілець; скласти технічну документацію на ремонт вузла; визначити нормативи часу для всіх операцій.
- Розробити пристрій для оптимізації трудомістких операцій. Створена конструкція пристрою повинна відповідати таким вимогам: забезпечувати монтаж і демонтаж об'єктів ремонту; створювати необхідні зусилля для закручування; дозволяти провертання об'єкта під час виконання технологічних операцій; бути простою у виготовленні та експлуатації; використовувати стандартні вузли транспортних засобів.
- Провести дослідження технологічних процесів ремонту циліндрів; спроектувати дільницю для ремонту двигуна марки Д-240.
- Визначити техніко-економічні показники; розробити заходи з охорони праці, захисту навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності; підготувати загальні висновки щодо виконаної магістерської роботи.
- Розробити комплект технологічної документації відповідно до ГОСТ 3.1404-86; виконати графічну частину проєкту.

2 ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження і аналіз поверхні циліндра після звичайного хонінгування

Якість хонінгування, профілограми профілю, топографія поверхні та поперечний шліф циліндра дизеля Д-240, наведені на рисунку 2.1, демонструють, що шорсткість технологічної поверхні дуже низька ($R_a = 0,17...0,32$ мкм; 9а...9в клас чистоти). Хонінгування було виконано односторонньо, що обумовлено високим питомим тиском брусків на циліндр, а також люфтами в карданних з'єднаннях головки.

В результаті поверхня виявилася надмірно деформованою, з ефектом "мрамуровості", подібною до наклепаної. Графітні пори були здавлені й частково закриті, а поверхневі шари циліндра зазнали деформації в напрямку обертання хонінгувальної головки. На поверхні спостерігається велика кількість тріщин по межах графітних пор. Ці дефекти є наслідком силового різання, яке виникло під час завершальних операцій розточування і хонінгування.



ВЗ=5000

ГЗ=100

ВЗ

Рисунок 2.1 Профілограми поверхні циліндра Д-240 після звичайного хонінгування: ВЗ=5000; ГЗ=100; $R_a=0,17...0,32$ мкм (9а...9в клас чистоти).

Після обкатки дизеля Д-240 з циліндрами такого типу та верхніми поршневими кільцями, покритими твердим хромом, було встановлено, що така пара тертя має низьку задиростійкість. Це пов'язано з недостатньою маслоємністю і значною деформацією поверхні циліндра.

Підвищення задиростійкості циліндрів досягається за рахунок технології плосковершинного хонінгування, впровадження якої на наших заводах зіткнулося з рядом труднощів:

- Низький технічний рівень хонінгувальних верстатів і відсутність керамічних брусків потрібної якості.
- Відсутність необхідних контрольно-вимірювальних приладів, методів

контролю та оцінки якості хонінгованої поверхні, а також недостатній досвід управління профілем і топографією технологічної поверхні, які є "ноу-хау" компаній-виробників циліндрів.

- Складність технології та потреба у підвищенні кваліфікації інженерно-технічних працівників і робітників.

- Недостатня науково-технічна інформація для технологічного процесу через "ноу-хау" технології.

Розв'язання цих та інших проблем відбувалося в процесі розробки, вдосконалення і впровадження технології плосковершинного хонінгування циліндрів у виробництво.

2.2 Дослідження і вибір основних параметрів плосковершинного профілю технологічної поверхні циліндра

Відомо, що профіль і топографія технологічної поверхні циліндра мають забезпечувати: рівномірний розподіл масла по всій площині; достатню маслоємність для зменшення сил тертя, розсіювання тепла в зоні контакту і видалення продуктів зносу; ефективне ущільнення надпоршневого простору при мінімальних витратах масла на вигорання; здатність до початкового підвищеного зносу, який поступово стабілізується в міру збільшення опорної поверхні циліндра під час припрацювання; мінімальний знос як циліндрів, так і поршневих кілець.

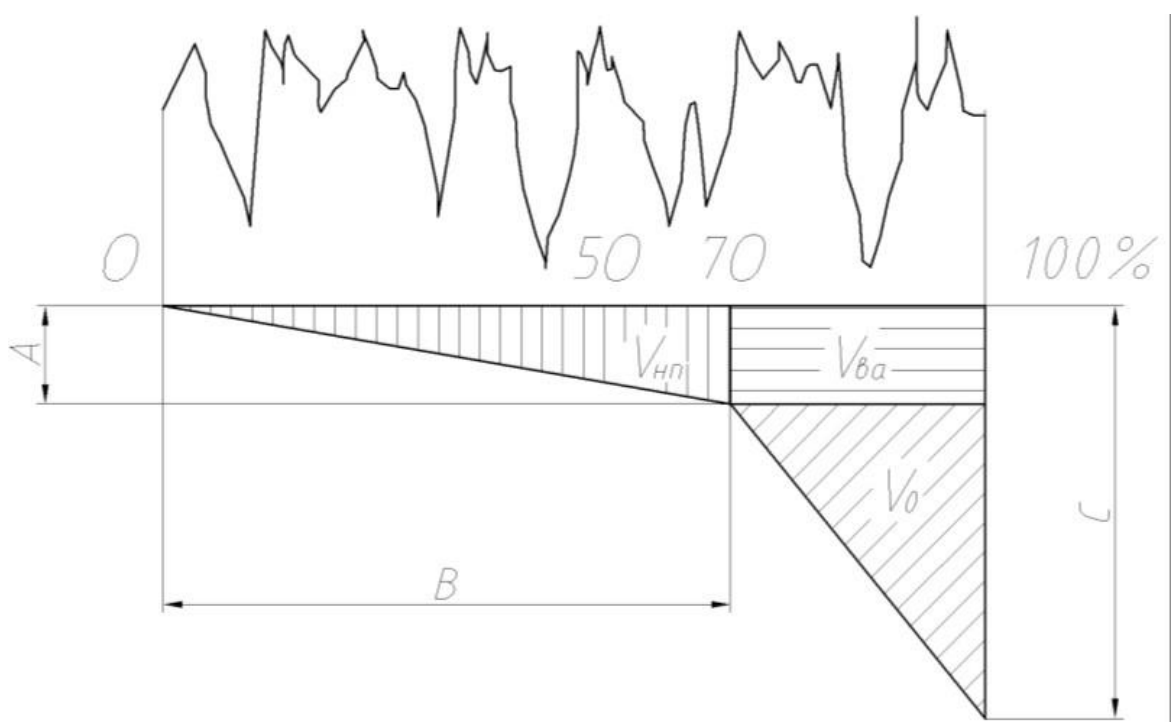


Рисунок 2.2 Схема технологічної плосковершинної поверхні циліндра:

A – середня глибина борозд маслораспределительного слоя, мкм; C – середня глибина впадин маслоудерживающего слоя, мкм; B – доля несущей поверхности, %; $V_{\text{нп}}$ – удельная маслосъемность несущего слоя, мм³/см²; $V_{\text{ва}}$ – удельная маслосъемность маслоудерживающего слоя на уровне глубины борозд A на плато, мм³/см²; V_0 – удельная маслосъемность маслоудерживающего слоя после износа борозд A маслораспределительного слоя, мм³/см².

Попереднє хонінгування проводилось замість традиційного чистового розточування для досягнення високої точності діаметра циліндра та видалення деформованого поверхневого шару чавуну товщиною не менше 20 мкм. Основне хонінгування виконувалося з метою формування нижнього ярусу маслоутримуючого профілю, який забезпечує необхідну маслосмість циліндра. Завершальне хонінгування проводилось для створення верхнього маслорозподільного ярусу профілю, який задає початкові параметри: маслосмість, опорну поверхню, шорсткість і глибину рисок на плато.

Для забезпечення високої точності розмірів циліндра попереднє хонінгування проводилось подовженою головкою з грубозернистими алмазними брусками та контрольним падаючим калібром з твердосплавними пластинами ВК6. Довжина брусків становила 1/3...2/3 довжини циліндра, а вихід інструменту з кожної сторони циліндра дорівнював 1/3 довжини бруска, що забезпечувало прямолінійність та мінімальну конусність поверхні.

Для цієї операції використовувались бруски із синтетичних алмазів типу АСС, АСК, АСПК, СВСП, АСБ та інших надтвердих матеріалів з розміром зерен 800/630; 630/500; 500/400; 400/315; 315/250; 250/200 з концентрацією алмазів 100% і 125%. Основою брусків була переважно металосилікатна, яка забезпечувала максимальну продуктивність різання чавуну. Оптимальні параметри брусків були вибрані на основі експериментальних досліджень.

Для підвищення продуктивності попереднього хонінгування і якості обробки циліндра в головці використовувалися дві групи алмазних брусків однакової зернистості. Перша група мала зусилля притискання до поверхні циліндра в 6...10 разів більше, ніж друга, і працювала з перервним зусиллям притискання. Друга група притискала змінним імпульсним зусиллям, пропорційним кількості брусків першої групи та швидкості обертання головки, яка могла змінювати напрямок

обертання. Головка була оснащена системою радіальної подачі з гідравлічним управлінням.

Кут хонінгування підбирався в межах $60...75^\circ$, залежно від діаметра циліндра. Такий кут забезпечував рівномірний розподіл і утримання масла на поверхні, а також високу глибину та продуктивність різання.

Основне і завершальне хонінгування проводилося комбінованою головкою з середньозернистими (160×125 ; 125×100 ; 100×80) та дрібнозернистими (40×28 ; 28×20 ; 20×14 ; 14×10) алмазними брусками, які мали металосилікатну основу. Розміри брусків становили $125 \times 7 \times 5 \times 3$ мм або $200 \times 7 \times 5 \times 3$ мм. Бруски працювали послідовно з невеликим перекриттям. Головка містила по п'ять брусків кожної зернистості, а процес основного хонінгування контролювався пневматичними вимірювальними приладами, які вимикали основне хонінгування та вмикали завершальне після досягнення заданого діаметра.

Для зменшення деформації поверхні металу циліндрів усі технологічні операції проводились із зворотним обертанням порівняно з попередньою. Циліндри закріплювались у гумових манжетах, які стискали їх стисненим повітрям, приймаючи на себе крутний момент та осьові зусилля. Верстати налаштовувалися до отримання профілограм, близьких до еталонних. У процесі хонінгування використовувались змащувально-охолоджувальні рідини на водній та масляній основі, з очищенням через магнітні та паперові фільтри.

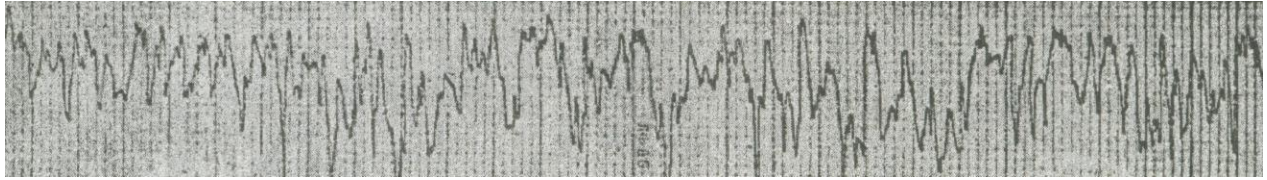
2.3 Дослідження і вибір основних параметрів рівновершинного профілю технологічної поверхні циліндра

Основні параметри профілограм на рис. 2.3 подані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Основні параметри	Числові значення основних параметрів профілограм	
	<i>a</i>	<i>b</i>
Кут хонінгування циліндра, град.;	60	60
Відносна довжина профілю <i>B</i> , %	50	60
Середня глибина впадин <i>C</i> , мкм	3,6	3,12
Середня глибина рисок на плато <i>A</i> , мкм	1,60	1,12

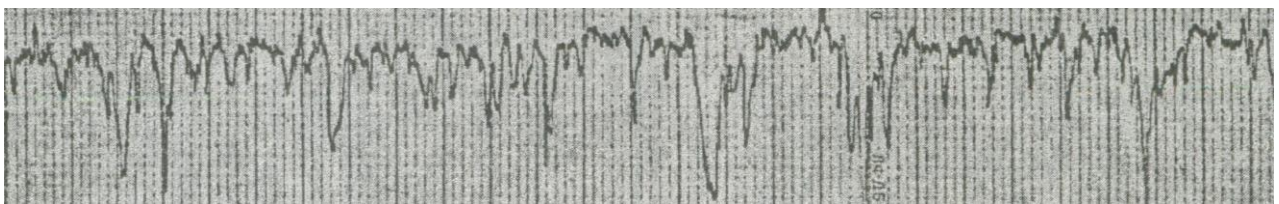
Шорсткість поверхні R_a , мкм	0,74	0,68
Питома масло ємність поверхні V_0 , мм ³ /мм ²	0,05	0,035



a

B3 = 5000

ГЗ = 100



б

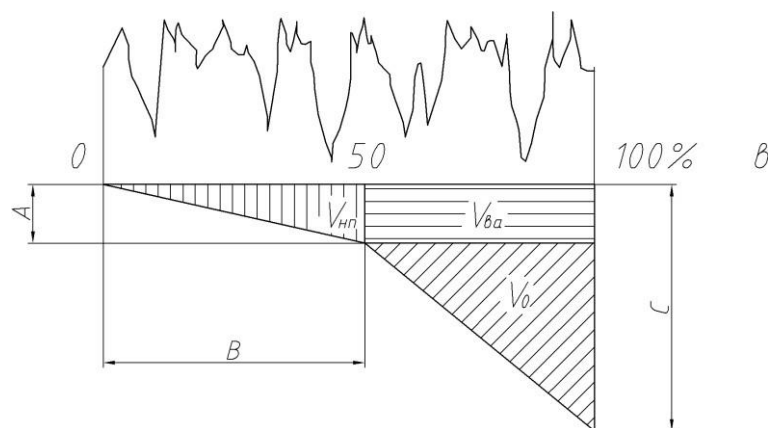


Рисунок 2.3 Плофілограми рівновершинного профілю (a і б) і схема (в) розрахунку основних його параметрів

Особливістю конструкції такої комбінованої хонінгувальної головки (рис. 2.4), розробленої з участю автора, є те, що вона може здійснювати різання металу як одночасно двома типами брусків, так і окремо кожними із них.

Після досягнення необхідних розмірів внутрішнього діаметру циліндра знижується по команді пневмовимірювального пристрою тиск в гідравлічній системі до 0,3...0,7 МПа (3...7 кг/см²), змінюється напрям обертання головки на зворотний і здійснюється завершальне хонінгування дрібнозернистими брусками для створення опорного масло-розподільного профілю. Ця операція відпрацьовувалася по кількості подвійних ходів головки і контролювалася за допомогою реле часу до досягнення параметрів мікропрофілю, що відповідають

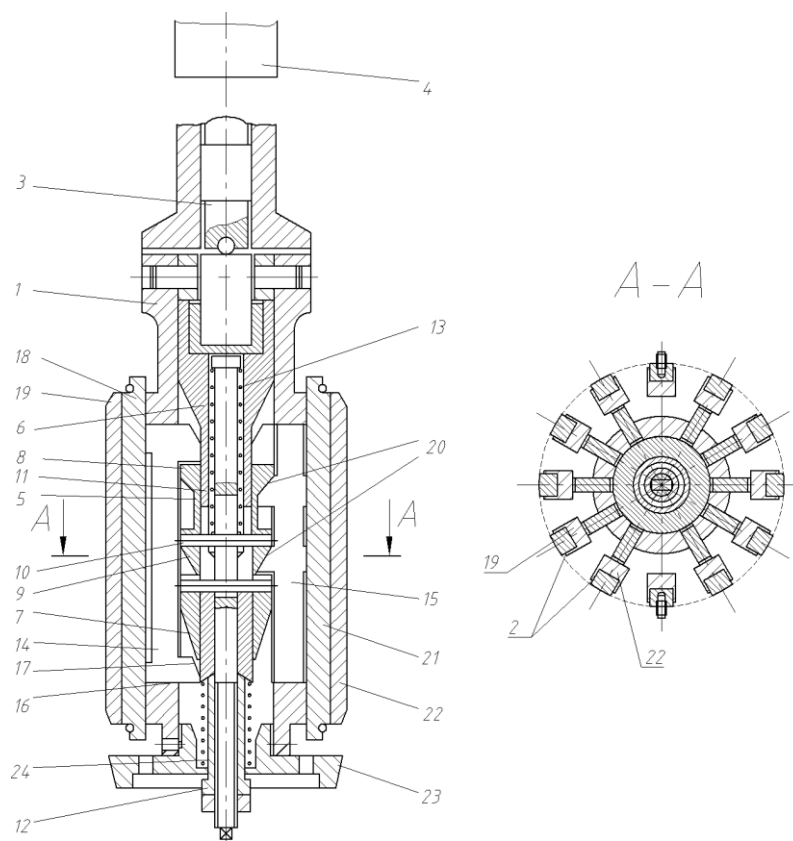
еталонним профілограмам.

Для вибору оптимальних параметрів рівновершинного профілю поверхні циліндрів форсованих дизелів СМД-31 з літровою потужністю 25,5 кВт/л (27,9 кс/л) виготовлялися дослідні циліндри з такими параметрами технологічної поверхні до нанесення припрацьовуючого металополімерного покриття:

- середня глибина рисок маслорозподільного профілю $A = 0,6; 1,0; 1,4; 2,0$ і $2,4$ мкм;
- середня глибина впадин маслоутримуючого профілю $C = 2,6; 3,0; 5,0$ і $5,5$ мкм.

Випробування дослідних циліндрів з припрацьовуючим метало-полімерним покриттям проводилося на дизелях СМД-31А і СМД-31. Поршні комплектувалися трьома компресійними і одним масло знімними кільцями. Перше компресійне кільце – 2-х стороння трапеція з робочою поверхнею бочкоподібної форми, покритою твердим полірованим хромом; друге – одностороння трапеція з пористим хромом на робочій поверхні; третє – плоске «мінутне» (конічне) без покриття; маслознімне пластинчатє з хромованою робочою поверхнею і з тангенціальним розширювачем.

Випробовувальні стенди були укомплектовані електробалансирними машинами з ваговими пристроями, а також всіма необхідними приладами, які



використовуються при випробовуванні двигунів у відповідності з діючими стандартами.

Рисунок 2.4 Схема головки для рівно-вершинного хонінгування циліндрів:

1 – корпус; 2 – пази; 3 – шток; 4 – гідропривід; 5 – вісь; 6 і 7 – конічні втулки; 8 і 9 – здвоєні конуси; 10 – зчіпка; 11 – тяга; 12 – упор; 13 – пружина; 14 і 15 – штовхані; 16 і 17 – контактні площадки; 18 – колодка; 19 – грубозернисті бруски; 20 – робочі площадки; 21 – колодки; 22 – дрібнозернисті бруски; 23 – уловлювач; 24 – виштовхуюча пружина.

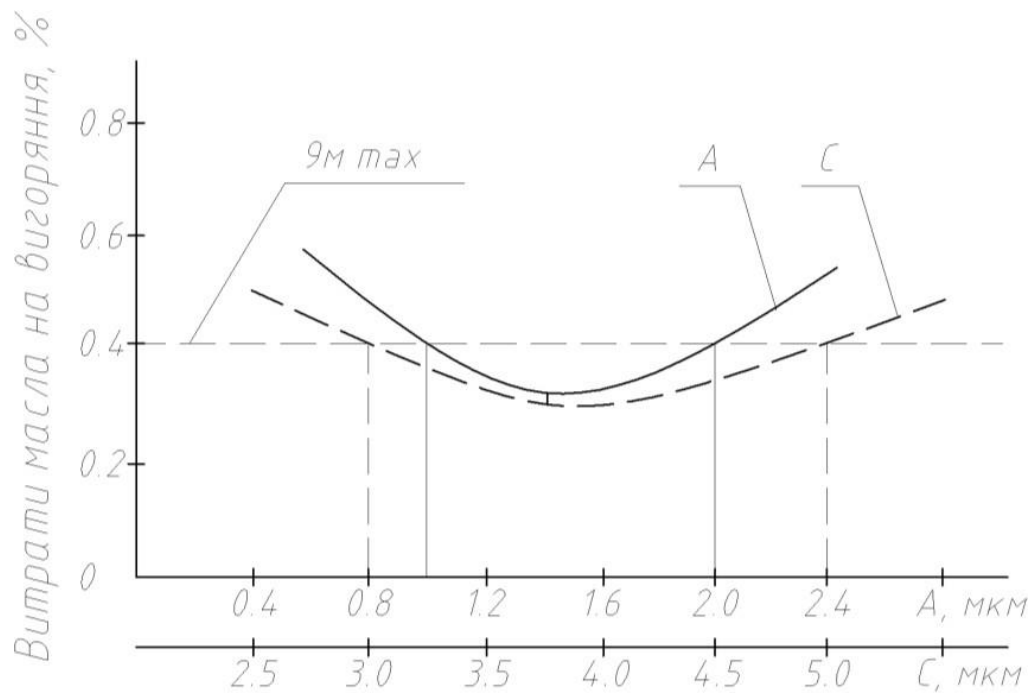
Дизелі були оснащені вентилятором, водяним і масляним радіаторами, а також повітряними фільтрами. Програма випробувань включала заводську технологічну обкатку тривалістю 55 хвилин і прийнятно-здавальні випробування. Після цього двигун розбирали для огляду робочих поверхонь циліндрів і поршневих кілець. Якщо стан циліндропоршневої групи був задовільним, двигун збирали для подальших випробувань, які включали 30-годинну обкатку до виходу на режим $N_e=110$ кВт (150 к.с.) при частоті обертання $n=2000$ об/хв. Після цього проводились 5-годинні цикли для визначення витрати масла на вигоряння до стабілізації. Після завершення випробувань дизель знову розбирали для оцінки якості поверхонь циліндрів і поршневих кілець.

На основі цих випробувань було встановлено залежність витрати масла на вигоряння від глибини рисок А і впадин С рівновершинного профілю до нанесення припрацьовуючого покриття. Взаємозв'язок між параметрами профілю та витратами масла на вигоряння відображено на рисунку 5.5.

У ході випробувань дизелів СМД-31/31А з гарантованими циліндрами було встановлено, що стабілізація витрат масла на вигоряння настала через 30-60 годин технологічної обкатки. Хоча якість припрацьованої поверхні циліндра була задовільною, в зоні верхньої мертвої точки часто виявлялися дрібні повздовжні риси. Окремі ділянки робочої поверхні циліндра мали металевий блиск, що не забезпечувало належного розподілу і утримання масла.

Причиною тривалого переходу від технологічної поверхні циліндра до експлуатаційної була недостатня схильність гартованої поверхні циліндрів до початкового підвищеного зносу мікропрофілю. Тому першочерговим завданням стало зниження твердості гартованої поверхні циліндрів і нанесення

припрацьовуючого покриття, продукти зносу якого мали б властивості



припрацьовуючої пасти.

Рисунок 2.5 Залежність витрат масла на вигорання від параметрів рівновершинного профілю топографії технологічної поверхні циліндра: A – глибина маслорозподільного яруса, мкм; C – глибина маслоутримуючого яруса, мкм

Згідно з дослідженнями [6], проблема може бути вирішена шляхом зменшення поверхневої твердості технологічної поверхні циліндра шляхом обробки її розчином азотної кислоти концентрацією 10-25% протягом 1-3 хвилин. Внаслідок цього поверхня стає пористою і на ній утворюються різні оксидні сполуки, зокрема магнітний оксид заліза $Fe_3O_4 + FeO$, який має відмінні антифрикційні властивості. Одночасно з обробкою азотною кислотою на поверхню наносились різні хімічні покриття для покращення припрацювання. Найбільш ефективним виявилось фосфатне покриття, яке включає фосфати заліза, марганцю, цинку, нікелю та інші антифрикційні сполуки. Обидві операції здійснювались паралельно механо-хімічним методом (МХМ) на хонінгувальному верстаті.

3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування організаційно-аналітичних рішень

3.1.1 Технічні умови на відновлення колінчастого валу двигуна Д–240

Правку колінчастого валу в процесі механічної обробки та після ґрунтування СВЧ не допускається. Виправлення дозволяється тільки після накатки галтелей. Стріла прогину валу під час правки не повинна перевищувати 1 мм.

При шліфуванні шатунних шийок важливо зберегти початкові радіуси кривошипа ($65 \pm 0,3$ мм) та галтелей ($6 \pm 0,3$ мм). Шорсткість оброблених поверхонь шатунних і корінних шийок повинна відповідати $Ra \leq 0,32$ мкм. Допустимі відхилення округлості та профілю поздовжнього перерізу шатунних і корінних шийок складають 0,01 мм. Твердість оброблених поверхонь шийок після шліфування повинна бути не менше 46 HRC. Галтування галтелей не допускається.

Після шліфування до ремонтного розміру биття середньої корінної шийки відносно крайніх не повинно перевищувати 0,07 мм (для нових валів – 0,03 мм). Відхилення від паралельності утворюючих поверхонь шатунних шийок відносно осі валу, встановленого на крайні корінні шийки, не повинно перевищувати 0,03 мм на довжину 100 мм. Зміщення всіх шатунних шийок відносно діаметральної площини першої корінної і першої шатунної шийок після перешліфування не повинно перевищувати 0,03 мм.

Допустиме биття циліндричної та торцевої поверхонь фланця кріплення маховика на крайніх точках відносно поверхонь крайніх корінних шийок – до 0,05 мм (для нового валу – не більше 0,03 мм). Трубки повинні бути щільно запресовані в шатунні шийки колінчастого валу; люфт трубок не допускається, а краї розвальцьованих трубок повинні виступати відносно поверхонь шийок на 1–3 мм. Заглушки повинні втоплюватися в різьбі не менше ніж на 2 мм і бути зашплінтованими.

Зубчасте колесо колінчастого валу необхідно напресовувати з міткою назовні до упору в торець корінної шийки вала. Колінчастий вал має бути динамічно збалансований шляхом видалення металу з периферії будь-яких щок. Залишковий дисбаланс не повинен перевищувати 900 гмм на кожному кінці вала.

Колінчастий вал разом із противагами також підлягає динамічному балансуванню. Коригування маси проводиться свердлінням отворів діаметром 10

мм на глибину до 25 мм у протівагах у радіальному напрямку. Залишковий дисбаланс не повинен перевищувати 650 гмм на кожному кінці валу.

Після завершення обробки колінчасті вали необхідно перевірити на наявність поверхневих дефектів за допомогою магнітного дефектоскопа згідно з технологічними інструкціями ТІ 212-59-740 і ТІ 150.12.700.252.03.92.001. Після перевірки вал повинен бути розмагнічений.

Схема вібродугової наплавки представлена на рисунку 3.1.

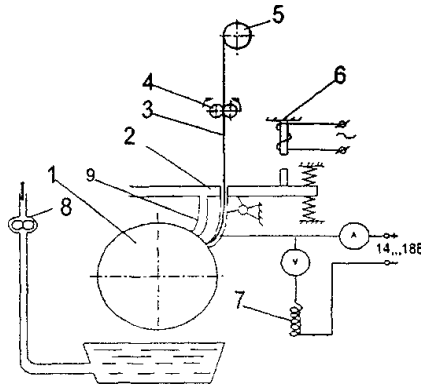


Рис.3.1. Схема вібродугової наплавки у рідині:

1 — деталь; 2 — вібруючий муштук; 3 — дріт електродний; 4 — ролик механізму подавального; 5 — касета; 6 — вібруючий механізм; 7 — самоіндукції котушка; 8 — насос; 9 — канал охолоджувальної рідини.

Для подачі електродного дроту 3 в зону дугових розрядів і створення вібрацій застосовують наплавлювальні головки. Наплавлювальна головка встановлюється на супорті токарного станка. Дріт до мундштука подають за допомогою подаючих роликів. Вібрацій електродного дроту з амплітудою 1...3 мм з частотою 50... 110 Гц створюється за допомогою електромагнітних або механічних вібраторів.

Вібродугову наплавку проводять на постійному струмі напругою 14...20 В при зворотній полярності. В коло послідовно включають регульований індуктивний опір. Охолоджуючу рідину подають насосом.

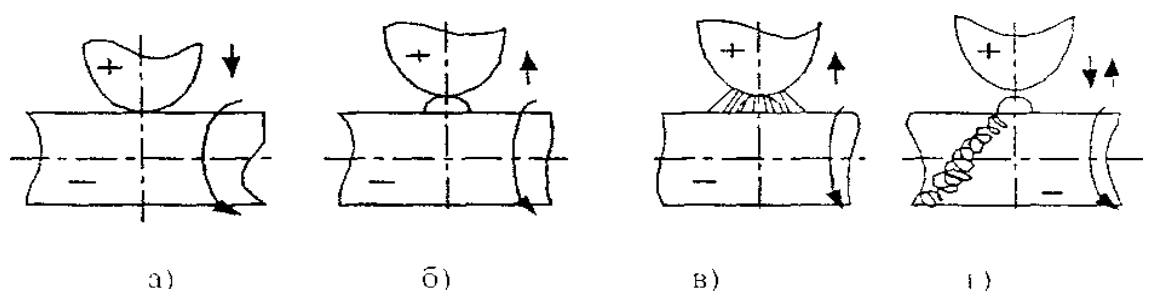


Рис.3.2. Схема формування валика при вібродуговому наплавленні: а) коротке

замикання; б) відрив електроду; в) горіння дуги; г) холостий хід.

Коли струм зменшується, індуктивність кола починає віддавати накопичену енергію, що призводить до виникнення електрорушійної сили самоіндукції та підвищення напруги на електродах. Таким чином, навіть при відносно низькій напрузі джерела живлення (12–22 В) відбувається дуговий розряд, який підтримується напругою стійкого горіння дуги (30–35 В).

Вібродугове наплавлення може використовуватися як на постійному, так і на змінному струмі, а також на комбінованому струмі (змінному і постійному). Найкращу якість наплавленого металу досягають при використанні постійного струму зворотної полярності. Безперервне охолодження та переривчастий характер процесу сприяють зменшенню зони термічного впливу (1–3 мм) та мінімізації деформацій наплавлюваної деталі.

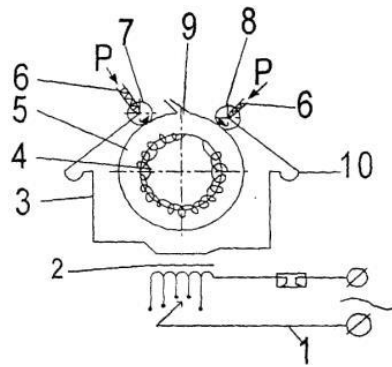
Якість наплавленого шару залежить від ряду факторів, таких як подача дроту, амплітуда його коливань, величина індуктивності та крок наплавлення. Швидкість наплавлення вибирають в залежності від товщини шару та діаметра деталі і може досягати 100 м/год.

На ремонтних підприємствах для відновлення зношених поверхонь колінчастих валів застосовують електроконтактне наплавлення. При цьому методі утворюється металевий зв'язок між валиками деформованого дроту та поверхнею деталі, що забезпечується частковим розплавленням поверхневих шарів металу відновлюваної деталі, а також за рахунок явищ дифузії та затвердіння.

Процес електроконтактного наплавлення включає чергування імпульсів струму та пауз. Ці цикли регулюються переривником, схема якого показана на рисунку 3.3. Наплавлення відбувається при низькій напрузі, яка не перевищує 7 В, а товщина шару коливається від 0,1 до 1 мм. Деталь встановлюється в патрон токарного верстата та підпирається задньою бабкою. Джерелом живлення слугує модифікований зварювальний трансформатор з високим коефіцієнтом трансформації.

Ролики створюють необхідний тиск між деталлю та електродним дротом (або стрічкою) за допомогою спеціальних механізмів. Для обробки деталей різних діаметрів у контурі трансформатора передбачені конденсатори, що дозволяють регулювати положення роликів.

Рис.3.3. Схема установки для електроконтактного наплавлення.



1 – переривник струму; 2 – трансформатор; 3 – повторний контур трансформатора; 4 – деталь; 5 – наплавлений метал; 6 – пружина; 7 – контактний ролик; 8 – наплавлювальний ролик; 9 – дріт; 10 – компенсатор.

Зусилля притискання ролика до деталі рекомендується приймати із відношення

$$P = 100d^2, \text{ мм} \quad (3.1)$$

де d – діаметр дроту, мм

Тривалість імпульсів під час електроконтактного наплавлення зазвичай становить 0,04–0,08 секунди, а тривалість пауз повинна забезпечувати перекриття не менше 25% площі кожної точки.

Існує метод відновлення зношених шийок колінчастого валу шляхом установки додаткових деталей. Розглянемо два таких способи. Один з них передбачає виготовлення колінчастого валу, включаючи механічну обробку зношених шийок, виготовлення розрізних оболонок і їх приєднання до шийок.

Принципова схема відновлення колінчастого валу шляхом приєднання додаткових деталей показана на рисунку 3.4.

Для зменшення трудомісткості процесу відновлення, на шийках виконують дві дзеркально розташовані сегментні лиски, залишаючи між ними перегородку з опорними поверхнями вздовж осі валу. У центрі втулки роблять висічку з двома протилежно направленими, частково відігнутими всередину виступами, розташованими на відстані, що відповідає товщині перегородки між лисками. Приєднання здійснюється шляхом встановлення втулки на шийку колінчастого валу з подальшим зміщенням торців виступів так, щоб вони співпали з опорними поверхнями перегородки.

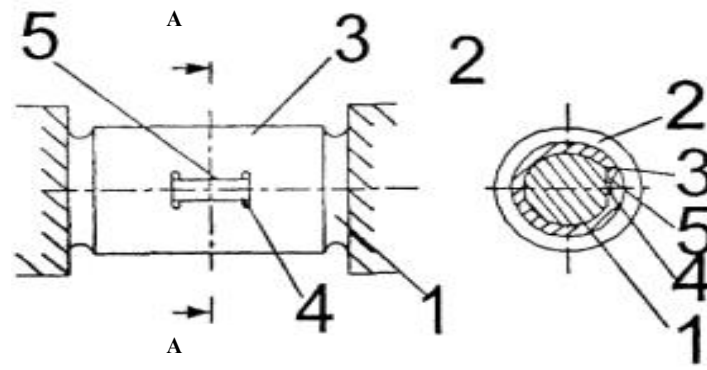


Рис. 3.4. Схема відновленої шийки в зборі:

1 – шийка; 2 – колінчатий вал; 3 – оболонка; 4 – перемичка; 5 – виступи.

Альтернативний метод відновлення передбачає механічну обробку зношеної шийки вала, підготовку посадочних місць для кріпильних елементів, виготовлення змінної розрізної тонкостінної втулки, її встановлення на шийку та механічне закріплення втулки за допомогою кріпильних елементів. Схема відновленої шийки в зібраному вигляді представлена на рисунку 3.5.

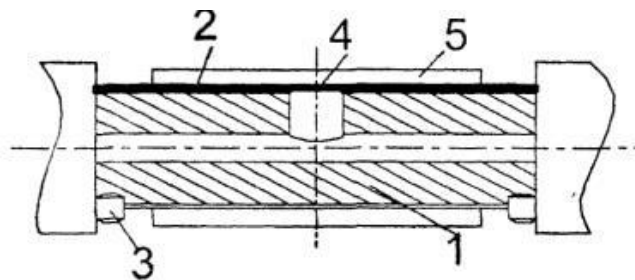


Рис. 3.5.Схема відновленої шийки колінчастого вала

1 – шинка; 2 – пружна втулка; 3 – штифт; 4 – отвір; 5 – вкладиш.

Для підвищення технологічності та надійності вала, втулку створюють шляхом навивання пружної стрічки в рулон з діаметром, що менший за діаметр шийки вала. При монтажі пружної втулки на шийку вала, стрічку починають навивати таким чином, щоб початковий кінець стрічки розташовувався перед стиком кінців оболонки в напрямку обертання вала.

3.1.2 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних процесів

Операція передбачає наплавлювання, а схема процесу зображена на рисунку 3.1. Спочатку визначаємо технологічну послідовність наплавлення поверхонь, як зазначено в таблиці 3.1. Далі обираємо і розраховуємо режими наплавлення. Для наплавлювання поверхонь 5 та 6 використовується наплавний дріт марки СВ-08-Г2, згідно з ГОСТ 2246–70.

Діаметр дроту становить 1,8 мм. Довжина напавлення відповідних поверхонь становить 16 мм для поверхні 6 і 15 мм для поверхні 5. Ширина

наплавки шпоночних пазів складає 8 мм для обох поверхонь. Товщина шару наплавленого металу визначається як 1,5 мм.

Кількість проходів для зварки шпон очисних пазів визначаємо:

$$i = (t \cdot e) / (2 \cdot h_n \cdot \eta_n), \quad (3.2)$$

де e – ширина наплавки, мм

t – глибина наплавки, мм (за даними технічних вимог на відновлення деталі

$t_6 = t_5 = 10$ мм)

η_n – коефіцієнт нерівномірності форми валика, $\eta_n = 0,75$.

$$i_6 = (t \cdot e) / (2 \cdot h_n \cdot \eta_n),$$

$$i_5 = (t \cdot e) / (2 \cdot h_n \cdot \eta_n).$$

Приймаємо ручну подачу для зварки шпоночних пазів, швидкість наплавки $v_n = 1,5$ м/хв, швидкість подачі електродного дроту $v_n = 1,5$ м/хв. Для наплавлення поверхонь 4, 3, 2 приймаємо наплавочний дріт марки 18ХГС, ГОСТ 2246–70 $d_{op} = 1,8$ мм. Довжина наплавлювальних поверхонь дорівнює $l_4 = 26$ мм, $l_3 = 22$ мм, $l_2 = 28$ мм. Товщину наплавленого шару визначимо за виразом:

$$h_n = c + \alpha \quad (3.3)$$

c – приблизна величина спрацювання, що перевищує допустиму (0,10)

α – оптимальний припуск на механічну обробку (0,90 мм).

$$h_n = 0,1 + 0,9 = 1$$

Кількість проходів рівне:

$$i = h \cdot h_n \quad (3.4)$$

h_n – оптимальна товщина шару металу, яку можна наплавити за один прохід (1 мм).

$$i = 1,0 \cdot 1,0 = 1$$

Беремо з довідкової літератури параметри:

- Сила струму $I = 140$ А;
- Напруга $U = 16$ В;
- Крок наплавлення $S_n = 1,8 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$
- Швидкість подачі електроду $V = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$
- Швидкість наплавлення $V = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$

Визначимо частоту обертання колінчатого валу при наплавці:

$$n_i = 318 \cdot \left(\frac{V_H}{d_{BH}} \right), \text{об/хв} \quad (3.5)$$

- для поверхні 4 $n_4 = 318 \cdot (1,5 / 106) = 4,5;$
- для поверхні 3 $n_3 = 318 \cdot (1,5 / 71) = 6,72;$
- для поверхні 2 $n_2 = 318 \cdot (1,5 / 70) = 6,8.$

Приймаємо найближчу частоту обертання деталі по паспорту верстату:

$$n_{4д} = 5 \text{ об/хв.}$$

$$n_{3д} = n_{2д} = 7,5 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість наплавлення:

$$V_{дi} = (n_{дi} \cdot d_i) / 318, \text{ м/хв} \quad (3.6)$$

$$V_{д4} = (5 \cdot 106) / 318 = 1,67$$

$$V_{д3} = (7,5 \cdot 71) / 318 = 1,67$$

$$V_{д2} = (7,5 \cdot 70) / 318 = 1,65$$

Операція включає електроконтактне наплавлення, а схема цього процесу представлена на рисунку 3.3. Спочатку визначаємо та розраховуємо режими наплавлення. Довжина, ширина і товщина заварки шпоночних пазів встановлюються відповідно до вимог наплавлювальної операції. Також визначаємо довжину наплавки та кількість проходів, необхідних для відновлення поверхонь 2, 3 і 4 відповідно до вимог наплавлювальної операції.

Приймаємо:

- сила струму $I = 20 \text{ кА};$
- напруга $U = 1,2 \text{ В};$
- тиск ролика 60 МПа
- крок наплавки $S_H = 3,5 \text{ мм/об};$
- швидкість подачі електродного дроту $V = 1,2 \text{ м/хв};$
- швидкість наплавлення $V = 1,2 \text{ м/хв.}$
- наплавлювальна стрічка $1,6 \times 4 \text{ мм, св-082Г2, ГОСТ 10453-75.}$

Визначаємо кількість проходів для заварки шпоночних пазів:

$$i = (b \cdot t)(t \cdot b) \quad (3.7)$$

$$i_6 = (8 \cdot 10)(1,6 \cdot 4 \cdot 0,8) = 15,6 \text{ приймаємо } i_6 = 16$$

$$i_5 = (8 \cdot 10)(1,6 \cdot 4 \cdot 0,8) = 15,6 \text{ приймаємо } i_5 = 16$$

Визначаємо частоту обертання колінчатого валу при наплавленні:

$$\text{— для поверхні 4} \quad n_4 = 318 \cdot (0,2 / 106) = 0,6;$$

$$\text{— для поверхні 3} \quad n_3 = 318 \cdot (0,2 / 71) = 0,9;$$

$$\text{— для поверхні 2} \quad n_2 = 318 \cdot (0,2 / 70) = 0,6.$$

Приймаємо найближчу частоту обертання деталі по паспорту верстату:

$$n_{4д} = n_{3д} = n_{2д} = n_{4\min} = 2,5 \text{ об/хв}$$

Дійсна швидкість наплавлення:

$$V_{д4} = (2,5 \cdot 106) / 318 = 0,83$$

Операція токарна.

Визначаємо припуск (глибину різання) на обробку:

$$h = (D - d) / 2 \text{ мм} \quad (3.8)$$

де D і d – діаметр вала до і після обробки, мм.

$$h_4 = (108 - 106,6) / 2 = 0,7$$

$$h_3 = (73 - 71,6) / 2 = 0,7$$

$$h_2 = (72 - 70,6) / 2 = 0,7$$

Кількість проходів:

$$i = h / t \quad (3.9)$$

де i – глибина різання, мм.

$$i = 0,7 / 0,7 = 1$$

Приймаємо подачу згідно паспортних даних станка:

$$S = 0,8 \text{ мм/об}$$

Швидкість деталі при розточуванні із довідкової літератури:

$$V = 131 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо найближчу частоту обертання колінчастого валу при розточуванні:

$$n_4 = 318 \cdot (131 / 108) = 393;$$

$$n_3 = 318 \cdot (131 / 73) = 586,7;$$

$$n_2 = 318 \cdot (131 / 72) = 595 .$$

Приймаємо найближчу частоту обертання деталі по паспорту верстату:

$$n_4 = 380 \text{ об/хв.}; n_3 = n_2 = 600 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо дійсну швидкість при розточуванні:

$$V_{д4} = (380 \cdot 108) / 318 = 129 ,$$

$$V_{д3} = (380 \cdot 73) / 318 = 139$$

Операція фрезерна.

Для формування сегментного шпоночного паза використовуємо дискові фрези. Для нарізання необхідних шпоночних пазів беремо відповідні вихідні дані згідно з технічним паспортом верстата:

- подача $S = 0,80 \text{ мм/об,}$
- частота обертання фрези $n = 272 \text{ об/хв.,}$
- швидкість різання $V_p = 51 \text{ м/хв.,}$
- діаметр фрези $D = 28 \text{ мм,}$
- ширина фрези для поверхонь 6 і 5 відповідно $b = 8 \text{ мм}$

Припуск (глибину різання) на обробку визначаємо із технічних вимог деталі на відновлення:

$$h_6 = h_5 = 10 \text{ мм.}$$

Приймаємо найближчу частоту обертання фрези за паспортом верстата:

$$n = 300 \text{ об/хв.}$$

Визначаймо дійсну швидкість при фрезеруванні шпоночних пазів:

$$V_{д4} = (300 \cdot 28) / 318 = 26,5$$

Операція шліфувальна.

Визначаємо припуск на шліфування за формулою:

$$h = (D - d) / 2, \text{ мм} \quad (3.10)$$

де D і d – діаметр вала до і після обробки, мм.

$$h_4 = (106,6 - 106) / 2 = 0,3$$

$$h_3 = (71,6 - 71) / 2 = 0,3$$

$$h_2 = (70,6 - 70) / 2 = 0,3$$

Глибину шліфування приймаємо згідно довідкових даних:

$$t = 0,005 \text{ мм.}$$

Довжина шліфування поверхонь 4, 3, і 2 $L_4 = 26 \text{ мм}$, $L_3 = 22 \text{ мм}$,
 $L_2 = 28 \text{ мм}$.

Так, як ширина шліфувального круга більше довжини шліфувальних поверхонь, то шліфування будемо проводити без поздовжньої подачі, $S_n=0$, тобто беремо врізане шліфування при $S_{\text{ноп}}=0,005 \text{ мм/об}$. Колова швидкість деталі при шліфуванні $V=15\dots 25 \text{ м/хв.}$, приймаємо $V=20 \text{ м/хв.}$,

Визначаємо частоту обертання колінчатого валу при шліфуванні:

$$n_i = 318 \cdot (V_n / d_{\text{ен}}), \text{ об/хв} \quad (3.11)$$

$$n_4 = 318 \cdot (20 / 106,6) = 59,7;$$

$$n_3 = 318 \cdot (20 / 71,6) = 88,8;$$

$$n_2 = 318 \cdot (20 / 70,6) = 90,1.$$

Приймаємо найближчу частоту обертання деталі за паспортом верстата:

$$n_4 = 64 \text{ об/хв.}; n_3 = n_2 = 115 \text{ об/хв.}$$

Тоді дійсна швидкість шліфування:

$$V_{\text{д4}} = (106,6 \cdot 64) / 318 = 21,5$$

$$V_{\text{д3}} = (71,6 \cdot 115) / 318 = 25,9$$

$$V_{\text{д2}} = (70,6 \cdot 115) / 318 = 25,5$$

3.1.3 Нормування операцій розробленого технологічного процесу

Операція наплавлювальна (вібродугова).

Основний час для зварювання шпоночних пазів 6 і 5 визначаємо за формулою:

$$T_o = (L \cdot i) \cdot (1000 \cdot V_n) \quad (3.12)$$

де L – довжина наплавлюваної поверхні, мм;

i – кількість проходів;

V_n – швидкість наплавки.

$$T_{o6} = (26 \cdot 36) \cdot (1000 \cdot 1,5) = 0,624.$$

$$T_{o6} = (28 \cdot 36) \cdot (1000 \cdot 1,5) = 0,672.$$

Загальний основний час для заварки шпоночних пазів, хв.:

$$T_o = T_{o6} + T_{o5}$$

$$T_o = 0,624 + 0,672 = 1,296$$

Основний час , для на плавки поверхонь 4, 3, 2 визначаємо за формулою:

$$T_o = (L \cdot i) / (n \cdot S), \text{ хв.} \quad (3.13)$$

де n — частота обертання деталі, об/хв.;

S — поздовжня подача мундштука (крок наплавлення), мм/об.

$$T_{o4} = (26 \cdot 1) / (5 \cdot 1,8) = 1,9$$

$$T_{o3} = (22 \cdot 1) / (7,5 \cdot 1,8) = 1,6$$

$$T_{o2} = (28 \cdot 1) / (7,5 \cdot 1,8) = 2,1$$

Загальний основний час для наплавлення поверхонь 4, 3, 2 хв.:

$$T_o = T_{o4} + T_{o3} + T_{o2} \quad (3.14)$$

$$T_o = 1,9 + 1,6 + 2,1$$

Загальний основний час на операцію, хв.:

$$T_o = T_o' + T_o'' \quad (3.15)$$

$$T_o = 1,296 + 5,6 = 6,896$$

Допоміжний час:

а) на встановлення та зняття деталі $T_{д1} = 1,5$ хв,

б) пов'язаний із процесами наплавлення поверхонь 6, 5 і 4, 3 і 2 по 0,9 хв за один технологічний перехід.

$$\text{Тобто } T_{\partial} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час на операцію, хв.:

$$T_d = T_{д1} + T_{д2}, \text{ хв.} \quad (3.16)$$

$$T_d = 1,5 + 4,5 = 6.$$

Оперативний час, хв.:

$$T_{on} = T_o + T_{\partial}, \text{ хв.} \quad (3.17)$$

$$T_{on} = 6,896 + 6 = 12,896$$

Додатковий час хв.:

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,15 \cdot T_{on}, \text{ хв.} \quad (3.18)$$

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,15 \cdot 12,896 = 1,934$$

Штучний час, хв...:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{\partial\partial\partial}, \text{ хв.} \quad (3.19)$$

$$T_{шт} = 12,896 + 1,934$$

Норма часу на операцію, хв...:

$$T_n = T_{шк} = T_{шт} + T_{нз} / n, \text{ хв.} \quad (3.20)$$

де $T_{нз}$ – підготовчо–заклучний час, приймається згідно довідкової літератури (20хв)

$$T_n = T_{шк} = 14,831 + 20 / 10 = 16,831$$

Операція електроконтактна наплавка.

Основний час для заварки шпоночних пазів, хв...:

$$T_{O6} = (26 \cdot 16) \cdot (1000 \cdot 3,5) = 0,112.$$

$$T_{O6} = (28 \cdot 16) \cdot (1000 \cdot 3,5) = 0,128.$$

Загальний основний час для заварки шпоночних пазів, хв...:

$$T_O = 0,112 + 0,128 = 0,24$$

Основний час для наплавки поверхонь 4, 3 і 2, хв...:

$$T_{O4} = (26 \cdot 1) / (2,5 \cdot 3,5) = 2,98$$

$$T_{O3} = (22 \cdot 1) / (2,5 \cdot 3,5) = 2,514$$

$$T_{O2} = (28 \cdot 1) / (2,5 \cdot 3,5) = 3,2.$$

Загальний основний час для наплавки поверхонь 4, 3 і 2, хв...:

$$T_D = 2,98 + 2,514 + 3,2 = 8,694$$

Загальний час на операцію, хв...:

$$T_{заг} = 8,694 + 0,24 = 8,934$$

Допоміжний час хв...:

а) на встановлення та зняття деталі, $T_{\partial I} = 1,5$ хв.

б) пов'язаний з процесами наплавлення поверхонь 6, 5, 4, 3 і 2 по 0,9 хв.

за один технологічний перехід $T_{\partial 2} = 0,9 \cdot 5 = 4,5$ хв.

Загальний допоміжний час на операцію, хв...:

$$T_D = 1,5 + 4,5 = 6$$

Оперативний час, хв...:

$$T_{on} = T_o + T_{\partial}, \text{ хв.} \quad (3.21)$$

$$T_{on} = 8,934 + 6 = 14,934$$

Додатковий час. хв.:

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,15 \cdot 14,934 = 2,24$$

Штучний час. хв.

$$T_{um} = T_{on} + T_{\partial\partial\partial}, \text{ хв.} \quad (3.22)$$

$$T_{um} = 14,934 + 2,24 = 17,174$$

Норма часу на операцію, хв.:

$$T_n = T_{шк} = T_{um} + T_{nz} / n, \text{ хв.} \quad (3.23)$$

$$T_n = T_{шк} = 17,174 + 20 / 10 = 19,174$$

Операція токарна.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = (L \cdot i) / (n \cdot S), \text{ хв.} \quad (3.24)$$

де L — розрахункова довжина оброблюваної поверхні із обліком врізання та перебігу, мм.

$$L = l + y \quad (3.25)$$

де l —довжини оброблюваної поверхні, мм; y — величина врізання та перебігу інструменту.

Тоді:

$$L_4 = 26 + 3 = 29,$$

$$L_3 = 22 + 3 = 25,$$

$$L_2 = 28 + 3 = 31.$$

$$T_{O4} = (29 \cdot 1) / (380 \cdot 0,8) = 0,1.$$

$$T_{O3} = (25 \cdot 1) / (600 \cdot 0,8) = 0,052.$$

$$T_{O2} = (31 \cdot 1) / (600 \cdot 0,8) = 0,065.$$

Основний час для проточки однієї фаски $1 \times 45^\circ$ для діаметрів оброблюваних поверхонь до 80 мм складає 0,12 хв. тоді для відновлення фасок на поверхнях 3 і 2 основний час буде дорівнювати:

$$T_o^\phi = 0,12 \cdot 3 = 0,36 \text{ хв}$$

Загальний основний час на операцію, хв.

$$T_o = T_{o4} + T_{o3} + T_{o2} + T_o^{\phi} \quad (3.26)$$

$$T_o = 0,1 + 0,052 + 0,065 + 0,36 = 0,577.$$

Допоміжний час, хв.

а) на встановлення та зняття деталі $T_{\partial l} = 1,75$ хв.

б) пов'язаний з переходами

$$T_{\partial n} = 0,2 \cdot 3 = 0,6, \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час, хв.:

$$T_{\partial} = 1,75 + 2,1 + 0,6 = 4,45$$

Оперативний час, хв.

$$T_{on} = T_o + T_{\partial}, \text{ хв.} \quad (3.27)$$

$$T_{on} = 0,577 + 4,45 = 5,027$$

Додатковий час, хв.

$$T_{\partial \partial \partial} = 0,08 \cdot T_{on}, \text{ хв.} \quad (3.28)$$

$$T_{\partial \partial \partial} = 0,08 \cdot 5,027 = 0,402$$

Штучний час, хв.

$$T_{um} = T_{on} + T_{\partial \partial \partial}, \text{ хв.} \quad (3.29)$$

$$T_{um} = 5,027 + 0,402 = 5,429$$

Норма часу на операцію, хв.

$$T_n = T_{ук} = T_{um} + T_{nz} / n, \text{ хв.} \quad (3.30)$$

де $T_{nz} = 15$ хв.

$$T_n = T_{ук} = 5,429 + 15 / 10 = 6,929$$

Операція фрезерна.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = (V \cdot h) / 1000, \text{ хв.} \quad (3.31)$$

де V — дійсна швидкість при фрезеруванні шпоночного паза, м/хв;

h — глибина різання, мм.

$$T_{o6} = (26,5 \cdot 10) / 1000 = 0,265$$

$$T_{o5} = (26,5 \cdot 10) / 1000 = 0,265$$

Загальний основний час, хв.:

$$T_{o6} = 0,265 + 0,265 = 0,53$$

Допоміжний час, хв.

а) на встановлення та зняття деталі $T_{o1} = 2,4$;

б) пов'язаний із переходами $T_{o2} = 0,8 + 0,1 = 0,9$.

Загальний допоміжний час, хв.

$$T_o = 2,4 + 0,9 = 3,3$$

Оперативний час, хв.

$$T_{on} = T_o + T_o, \text{ хв.}$$

$$T_{on} = 0,053 + 3,3 = 3,83$$

Додатковий час, хв.

$$T_{\partial o \partial} = 0,08 \cdot T_{on}, \text{ хв.} \quad (3.32)$$

$$T_{\partial o \partial} = 0,08 \cdot 3,83 = 0,306$$

Штучний час, хв.

$$T_{um} = T_{on} + T_{\partial o \partial}, \text{ хв.} \quad (3.33)$$

$$T_{um} = 3,83 + 0,306 = 6,336$$

Норма часу на операцію, хв.:

$$T_n = T_{um} = T_{um} + T_{nz} / n, \text{ хв.} \quad (3.34)$$

де $T_{nz} = 22$ хв.

$$T_n = T_{um} = 6,336 + 22 / 10 = 6,336$$

Операція шліфувальна.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = L \cdot (n \cdot S) \cdot K_3 \quad (3.35)$$

де L – глибина шліфування при врізному шліфуванні. $L_4 = L_3 = L_2 = 0,3$ мм;

$S = 0,005$ мм/об – поперечна подача.

K_3 – коефіцієнт запасних ходів (1,2...1,7).

Тоді:

$$T_{o4} = 0,3 \cdot (64 \cdot 0,005) \cdot 1,5 = 1,4$$

$$T_{o3} = T_{o2} = 0,3 \cdot (115 \cdot 0,005) \cdot 1,5 = 0,78$$

Загальний основний час, чв.

$$T_o = 1,4 + 0,78 + 0,78 = 1,96$$

Допоміжний час, хв.

а) на встановлення та зняття деталі $T_{o1} = 3,2$ хв.;

б) пов'язаний із переходами $T_{o2} = 0,6 + 2 = 2,6$.

Загальний допоміжний час, хв.:

$$T_{\partial} = 3,2 + 2,6 = 5,8$$

Оперативний час, хв.

$$T_{on} = T_o + T_{\partial}, \text{ хв.} \quad (3.36)$$

$$T_{on} = 2,96 + 5,8 = 8,76$$

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,09 \cdot T_{on}, \text{ хв.} \quad (3.37)$$

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,09 \cdot 8,76 = 0,79$$

3.1.4 Розробка структурної послідовності операції відновлення деталі і їх призначення

План операції на відновлення поверхонь колінчатого вала Д – 240 які вийшли за межі допустимих параметрів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Структурна послідовність операцій відновлення деталі

№ операцій	Назва операції	Мета операції
005	Наплавлювальна (вібродугова)	Компенсувати величину спрацювання, створити припуск на механічну обробку, відновити твердість поверхонь.
005*	Електротокарна наплавка	Компенсувати величину спрацювання, створити припуск на механічну обробку, відновити твердість поверхонь.
010	Токарна	Обточити поверхні до удалення 70...75% припуску на механічну обробку.
015	Фрезерна	Профрезерувати шпоночні пази на поверхнях колінчатого валу.

020	Шліфувальна	Прошліфувати поверхні до номінальних розмірів, добитися точності і шорсткості
025	Контрольна	Перевірити відповідність розмірів, точності, шорсткості, твердості відновлених поверхонь технічним вимогам.

3.1.5 Вибір обладнання

Обладнання, пристрої, а також різальний, слюсарний і контрольно-вимірювальний інструмент підбираємо відповідно до розробленого технологічного процесу. При відновленні колінчатого вала враховуємо форму, розміри, масу деталі, матеріал, твердість, точність і шорсткість відновлюваних поверхонь, а також технічні характеристики деталі.

Таблиця 3.2 – Технічне обладнання і його коротка характеристика

№ Операції	Назва операції	Назва обладнання, тип (модель) і технічна характеристика
005	Наплавлювальна (вібродугова)	Верстат токарно–гвинтовий з пониженим редактором 1Д–63А висота центрів, мм 300 найбільша відстань між центрами, мм 1500 найбільший діаметр, оброблюємої деталі мм над супортом 345 над станиною 600 діаметр отвору шпінделі, мм 70 кількість швидкостей у шпінделя 18 оберти шпінделя за хвилину 14.. 750 Головка наплавлювальна ОКС (ГМВК–2) Випрамляч ВАГГ – 15/600

005*	Електроконтактна наплавка	Верстат токарно – гвинторізний 1Д – 63 А з пониженим редуктором. Технічна характери стика відповідна операції 005. Електроконтактна головка ОКС – 1784 Зварювальний трансфор.р і перерив. ПИШ–50
010	Токарна	Верстат токарно–гвинторізний 1Д– 63А. Технічна характеристика відповідна операції 005.
015	Фрезерна	Фрезерний верстат ДФ88В – найбільша ширина шпоночного паза, мм 10 – найбільший діаметр фрези, мм 38 – відстань, мм від торця шпинделя до середнього паза станини 20..35 від вісі шпинделя до поверхні столу 160 – число обертів шпинделя 300
020	Шліфувальна	Верстат круглошліфувальний 3423 – висота центрів, мм 300 – відстань між центрами, мм 1600 – найбільший діаметр шліфувального кругу, мм 900 – найбільша довжина шліфування, мм 1600 – кількість швидкостей 3 – число обертів шпинделя за хвилину 115 – потужність електродвигуна. кВт 6
025	Контрольна	Стіл для контролю ОРГ – 1468 – 01 – 09ОА

3.1.6 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій

Операція 005 – наплавлювання (вібродугове). Розробляємо схему налагодження операцій і визначаємо технологічну послідовність наплавлення поверхонь.

Розраховуємо режими наплавки для поверхонь 1, 2 та 4. Для цього

використовуємо наплавлювальний дріт марки СВ-08-Г2, відповідно до ГОСТ 2246–70, з діаметром 1,8 мм. Довжина наплавлювання для поверхонь становить: $L_1 = 26$ мм, $L_2 = 18$ мм, $L_4 = 28$ мм. Ширина наплавки шпоночних пазів складає: $B_1 = 8$ мм, $B_2 = 5$ мм, $B_4 = 8$ мм. Товщина наплавленого шару металу дорівнює $h_n = 1,5$ мм.

Кількість проходів для заварки шпоночних пазів визначаємо за формулою:

$$i = \frac{B \cdot t}{2 \cdot h_n \cdot \eta_n};$$

де B – ширина наплавки, мм;

t – глибина наплавки мм (за даними технічних вимог на відновлення деталі

$t_1 = t_4 = 10$ мм, $t_2 = 8$ мм).

Таблиця 3.3 – Різальний допоміжний інструмент та матеріал

№ операції	Назва операції	Назва різального інструменту (наплавочний дріт)	ГОСТ	Матеріал допoмiжний	Різальний інструмент
005	Наплавлювальна (вібродугова)	Наплавлювальний дріт Ф 1,8 мм	Св 18хГС ГОСТ 2246–70	Мідна шина	–
005*	Електроконтактна наплавка	Наплавлювальна стрічка 1,6 х 4 чім	Св 08Г2 ГОСТ 2246–70	Мідні ролики	–
010	Токарна	Різець токарний розточний з пластиною твердого сплаву	ГОСТ 18889–73	–	Т 15 К6
015	Фрезерна	Дискова фреза Ф 28 мм	ГОСТ 3128–71	–	Р9
020	Шліфувальна	Хомут Круг шліфувальний	7107–0065 ГОСТ 2572–70 ГП 600х30х30 ГОСТ 2424–73	–	– 22А40 СТЗ КА

Таблиця 3.4 – Контрольно – вимірювальний інструмент.

№ Операції	Назва операції	Назва і визначення інструменту	ГОСТ
005	Наплавлювальна (вібродугова)	Твердомір ТР	ГОСТ 13407
005*	Електроконтактна наплавка	Штангельциркуль ШЦ– І 125–01	ГОСТ 166–73
010	Токарна	Штангельциркуль ШЦ– І 125–01	ГОСТ 166–73
015	Фрезерна	Шаблони 5 ПШ, 8 ПШ	ГОСТ 9387–70
020	Шліфувальна	Мікрометр МК 50–100, МК 100–150	ГОСТ 6507–60
025	Контрольна	Мікрометр МК 50–100, МК 100–150 Еталон шорсткості, 7 кл Індикатор 14	ГОСТ 6507–60 ГОСТ 9378–60 ГОСТ 577–68

Таблиця 3.5 Технологічна послідовність наплавлювальної операції.

Встановлення	Номер допоміжного переходу	Номер технологічного переходу	Кількість робочих ходів	Технологічний маршрут
А	–	–	–	Встановити колінчатий вал у трьохкулачковий патрон, підтиснути поверхню центром задньої бабки.
	1	–	–	Встановити режими наплавлювання.
	2	–	–	Підвести електродний дріт до посадочного місця 10 з боку центра задньої бабки.
	3	–	–	Включити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.

	—	1	—	Наплавити шпоночний паз 8 ПШ на глибину 10 мм, довжиною 26 мм.
	4	—	—	Виключити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту
	5	—	—	Підвести електродний дріт до посадочного місця 9 з боку центра заданої бабки.
	6	—	—	Включити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	—	2	—	Наплавити шпоночний паз 5 ПШ на глибину 8 мм, довжиною 18 мм
	7	—	—	Виключити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	8	—	—	Підвести електродний дріт до посадочного місця 8 з боку центра задньої бабки.
	9	—	—	Включити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	—	3	—	Наплавити шпон очний паз 8 ШТ на глибину 10 мм, довжиною 28 мм.
	10	—	—	Виключити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	11	—	—	Підвести електродний дріт до посадочного місця 4 з боку центра задньої бабки.
	12	—	—	Включити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	—	4	1	Наплавити поверхню 4 від Ф 106.01 мм

				до Ф 108,0 мм на довжину 26 мм.
	13	—	—	Виключити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	14	—	—	Підвести електродний дріт до посадочного місця 3 з боку центра задньої бабки.
	15	—	—	Включити вібродугову установку подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	—	5	1	Наплавити поверхню 3 від Ф 71,03 мм до Ф 73,0 мм на довжину 22 мм.
	16	—	—	Виключити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	17	—	—	Підвести електродний дріт до посадочного місця 2 з боку центра задньої бабки.
	18	—	—	Включити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	—	6	1	Наплавити поверхню 2 від Ф 70,03 мм до Ф 72,0 мм на довжину 28 мм.
	19	—	—	Виключити вібродугову установку, подачу охолоджувальної рідини та електродного дроту.
	20	—	—	Перевірити якість наплавлювання.
Б	—	—	—	Зняти колінчатий вал з установки

Таблиця 3.6 – Технологічна послідовність деталей кривошипно – шатунного механізму

№ спряження	Спряжені деталі	Номер по ГОСТУ	Розміри мм.	Натяг (–), зазор (+), мм		
				Креслярський	Допустимий	Граничний
1	2	3	4	5	6	7
1	Маховик Шарикопідшипник	Д 65– 1005120 80205	52 –0,015	–0,040 +0,007	+0,02	+0,12
2	Маховик Болт маховика	Д 65– 1005120 ДОЗ–015	14 –0,012 14,25	+0,030 +0,072	+0,09	0,13
3	Маховик Палець	Д 65– 1005120 36–1005121	16+0,035 16+0,040	–0,075 –0,005	–0,005	0,00
4	Вінець маховика Маховик	Д 03–012 Д 65–1005120	430–0,330 430+0,550	–1,000 –0,430	–0,40	–0,20
5	Вал колінчатий Болт маховика	ДОЗ–001–Д ДОЗ–015	14–0,019 14–0,012	–0,019 +0,012	+0,03	+0,06
6	Вкладиш корінних підшипників Вал колінчатий	Д01–С92–1Н ДОЗ–001–Д	85,25–0,04 85,25– 0,103	+0,076 +0,148	+0,168	+0,45
7	Вал колінчатий (довжина 5–ї корінної шийки) Вкладиші 5–го корінного підшипника	ДОЗ–001–Д Д01–С39А	60+0,120 60–0,210	+0,150 +0,330	+0,45	+0,80
8	Вкладиш шатунних підшипників Вал колінчатий	ДОЗ–С92–1Н ДОЗ–001–Д	72,25– 0,012 75,25– 0,095	+0,063 +0,126	+0,146	+0,55

9	Зубчате колесо Вал колінчатий	Д03-005 Д03-001-Д	43+0,027 48+0,018	-0,035 +0,009	+0,03	0,07
10	Шків колінчатого вала Вал колінчатий	Д03-007-М1 Д03-001-Д	45+0,039 45-0,050	+0,025 +0,089	+0,16	+0,20
11	Вал колінчатий Шпонка сигментна	Д03-001-Д6x10 ГОСТ 8795-68	6-0,055 6-0,025	-0,055 +0,015	+0,04	+0,10
12	Шків колінчатого вала Шпонка сигментна	Д03-007-М1 6x10 ГОСТ 8795-68	6+0,065 6-0,025	+0,015 +0,090	+0,17	+0,40
13	Вал колінчатий Шпонка сигментна	Д03-001-Д 8x13 ГОСТ 8795-68	8-0,015 8-0,030	-0,065 +0,015	+0,06	+0,15
14	Зубчате колесо колінчатого вала Шпонка сигментна	Д03-005 8x1 ГОСТ 8795-68	8+0,075 8-0,030	+0,020 +0,105	+0,17	+0,30
15	Диск нажимний муфти привода Диск нажимний головної муфти Палець	36-1604101 36-1604103 36-1005121	16,5+0,24 0 15,8- 0,120	+0,700 + 1,060	-	-
16	Маховик Вал колінчатий	Д65-1005120 Д03-001Д	145+0,08 0	+0,018 +0,125	+0,16	+0,20

			145- 0,045			
17	Вал колінчатий (ширина шатунної шийки) Шатун в зборі	Д03-001-Д Д65-03-СОЗ А26.10.100	54+0,200 54-0,400	+0,200 +0,600	-	-

3.2 Обґрунтування конструкторських рішень

3.2.1 Розробка оснащення для викручування і закручування шпильок

Шпильки з корпусних деталей зазвичай викручують у наступних випадках: 1 – коли у шпильки пошкоджена різьба і її необхідно замінити; 2 – якщо шпилька обмежує доступ до інших деталей, на яких потрібно виконати якусь операцію; 3 – якщо деталь, в яку вкручена шпилька, потребує відновлення, або шпилька заважає виконати необхідну технологічну операцію; 4 – коли деталь, в яку вкручена шпилька, підлягає вибраковуванню, а шпилька потрібна для повторного використання.

Складність операції викручування шпильок полягає в тому, що стандартні шпильки не мають конструктивних елементів, які дозволяють захоплювати їх ключами, що зазвичай використовуються для розбирання гайкових і болтових з'єднань. Крім того, гладка частина шпильки, де відсутня різьба, може бути дуже короткою, а наявність навколо шпильки інших деталей або конструктивних елементів основної деталі може ускладнювати доступ до шпильки. Такі шпильки неможливо викрутити за допомогою стандартних універсальних пристроїв.

У випадках, коли спеціальні пристрої відсутні, що часто трапляється на практиці, для викручування шпильок використовують дві гайки. Їх закручують гайковими ключами і затягують одну проти іншої. Викручування шпильки здійснюється обертанням нижньої гайки. Однак не завжди стандартні низькі гайки дозволяють викрутити шпильку. Як рішення цієї проблеми, виготовляють дві гайки збільшеної висоти, які перекривають всю різьбову поверхню шпильки. Це дозволяє передати більший крутний момент на стержень шпильки.

3.2.2 Аналіз відомих конструкцій оснащення

Існує також конструкція пристрою [11], де використовується гайка 1 необхідного типорозміру (рис. 3.6), яка закріплюється в корпусі 2. Корпус 2 оснащений двома важелями 3. Співвісно з корпусом 2 і гайкою 1 вкручений гвинт 5 із важелем 3. У радіальний різьбовий отвір корпусу вкручений фіксуючий болт 6.

Принцип роботи пристрою такий: спочатку в гніздо корпусу встановлюють потрібну гайку і фіксують її за допомогою болта 6. Далі корпус встановлюють на шпильку і обертають його, поки шпилька не вийде з гайки на 10-15 мм. Потім гвинт 5 вкручують до упору в шпильку з зусиллям, що не перевищує 30 Н, після

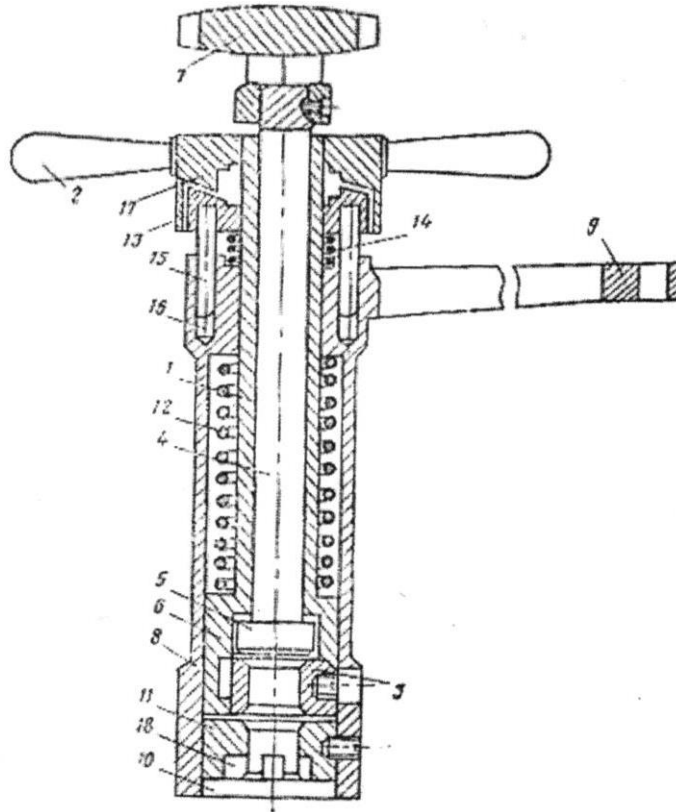
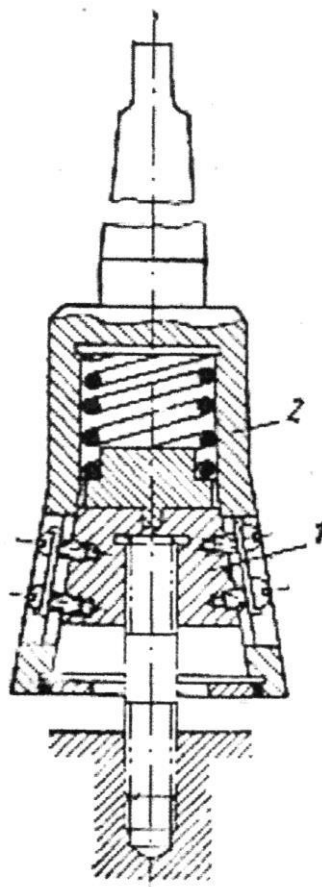


Рисунок 3.7 – Патрон для викручування і закручування шпильок за АС №
761249

Гільза 8 підтиснута пружиною 12. Крім того, корпус 1 охоплений зубчатою півмуфтою 13, яка відтискається від гільзи 8 пружиною 14 і кінематично зв'язана з гільзою 8 завдяки пальцям 15, рівномірно розташованим по колу та жорстко закріпленим у зубчатій півмуфті 13. Пальці 15 входять у відповідні отвори 16, виконані на торці гільзи 8. Зубці на півмуфті 13 мають похилий профіль проти годинникової стрілки (вліво при січенні по нормалі) з прямолінійною ділянкою, паралельною осі півмуфти 13. На корпусі 1 також розміщена відповідна зубчата півмуфта 17. Внутрішня різьба додаткового змінного елемента 11 виконана з ділянкою 18, яка має профіль різьбової планки.

Це обладнання працює наступним чином. Перед викручуванням шпильки рухомий упор 4 повністю вставляють у корпус 1 шляхом обертання його за ручку 7, при цьому різьбова головка 5 рухомого упора 4 переміщається по різьбовій ділянці 6 корпусу 1. Після цього пристрій накручують на шпильку. Спочатку накручується змінний елемент 11, а потім змінний елемент 3 до упору в торець рухомого упора 3.

Завдяки тому, що гільза 8 підпружинена відносно корпусу 1, під час накручування на шпильку додатковий змінний елемент відходить від основного, що дозволяє компенсувати осьовий крок різьби між їх торцями через можливе неспівпадіння кінців різьби в змінних елементах. Далі шпильку закріплюють у патроні шляхом обертання ручки 7 рухомого упора 4 відносно корпусу 1. Після цього, обертаючи патрон за важелі 2, починають викручувати шпильку. При цьому зубчата півмуфта 17, ковзаючи по похилих зубцях півмуфти 13, роз'єднує гільзу 8 і корпус 1, дозволяючи гільзі обертатися відносно корпусу 1. Одночасно з цим додатковий змінний елемент 11 піднімається для зближення з основним елементом



3, що додатково законтрує шпильку відносно корпусу 1, дозволяючи викрутити її при обертанні.

Рисунок 3.8 – Самозатискний патрон для закручування шпильок

Однак це обладнання має досить складну конструкцію і вимагає наявності комплекту змінних елементів не лише за розмірами різьби, але і за висотою. До того ж, воно не підходить для викручування шпильок, у яких різьбова частина коротша за два діаметри шпильки.

Існує також самозатискний патрон [14], який складається з розсувних вкладишів 1 (рис. 3.8) з внутрішньою різьбою під шпильку, встановлених у корпусі

2, що має конусну внутрішню поверхню. Вкладиші утримуються від випадання гвинтами 3 з пластинками 4, які розміщені в прорізах корпусу. В порожнині корпусу знаходиться пружина 5, що через сідло 6 упирається в торець вкладишів 1.

Принцип роботи цього обладнання такий: у вільному стані вкладиші 1 перебувають у нижньому положенні та розведені так, що патрон можна легко встановити на різбову поверхню шпильки без її накручування. Коли торець шпильки впирається в дно вкладишів 1, вони починають рухатися вгору по конусній поверхні корпусу 2, стискаючи пружину 5 і одночасно сходячись, діаметрально затискаючи шпильку. Із зростанням вертикального зусилля затискання шпильки посилюється, і при обертанні патрона шпилька вкручується в базову деталь.

Недоліком цього обладнання є те, що воно не підходить для закручування шпильок з малою довжиною циліндричної та зовнішньої різбової частин. Крім того, пристрій малопридатний для викручування шпильок, оскільки під час притискання для затискання шпильки створюється протидія її викручуванню.

3.2.3 Розробка оснащення для розбирання і складання різбових з'єднань

Основні вимоги до обладнання для розбирання і складання різбових з'єднань під час ремонту техніки в умовах господарств включають простоту, універсальність та надійність у роботі. Оскільки шпильки часто розташовані в місцях з обмеженим доступом, обладнання для їх викручування повинно мати якомога менші габарити. Для передачі максимального крутного моменту стержню шпильки необхідно забезпечити максимальну площу контакту поверхні витків різби шпильки з поверхнею різбового елемента, який її захоплює. Виходячи з цього, ми пропонуємо конструкцію обладнання для викручування та закручування шпильок, принцип дії якого полягає в тому, що різбова частина шпильки затискається різбовими сухариками за допомогою двох зовнішніх конічних поверхонь сухариків.

3.2.4 Будова і принцип дії оснащення для викручування і закручування шпильок

Обладнання, призначене для викручування і закручування шпильок із захопленням за різбову частину, складається з корпусу, який має радіальні прорізи з чотирма запресованими шпонками. В конусному гнізді корпусу розташовані

чотири різьбові кулачки, з'єднані торсіонними скобами. Протилежна конусна поверхня кулачків розміщена в конусній втулці, яка притиснута п'ятою, в яку вкручений затискний гвинт із ключем. Затискник впирається в п'яту. На зовнішніх поверхнях корпусу та затискача встановлені важелі.

Принцип роботи обладнання наступний. Спочатку підбирається комплект кулачків відповідно до типорозміру різьби шпильки. Кулачки, утримувані в розведеному стані торсіонними скобами, встановлюють у корпус так, щоб шпонки увійшли в поздовжні пази між кулачками. Після цього встановлюють конусну втулку, п'яту і вкручують затискний гвинт.

Коли опір вкручуванню починає зростати, корпус повертають на кут $20\text{--}30^\circ$, підтискаючи затискач важелем, щоб забезпечити співпадіння різьби шпильки з кулачками. Якщо потрібно, важелі можна викрутити до виходу з отворів корпусу і повернути тримач на 90° для більш зручного розташування важелів. Аналогічним чином можна переставити важелі затискача. Потім затискач остаточно затягують, обертаючи важелі один назустріч іншому, а затискний гвинт вкручують до упору в торець шпильки. Після цього корпус повертають у потрібному напрямку, викручуючи шпильку.

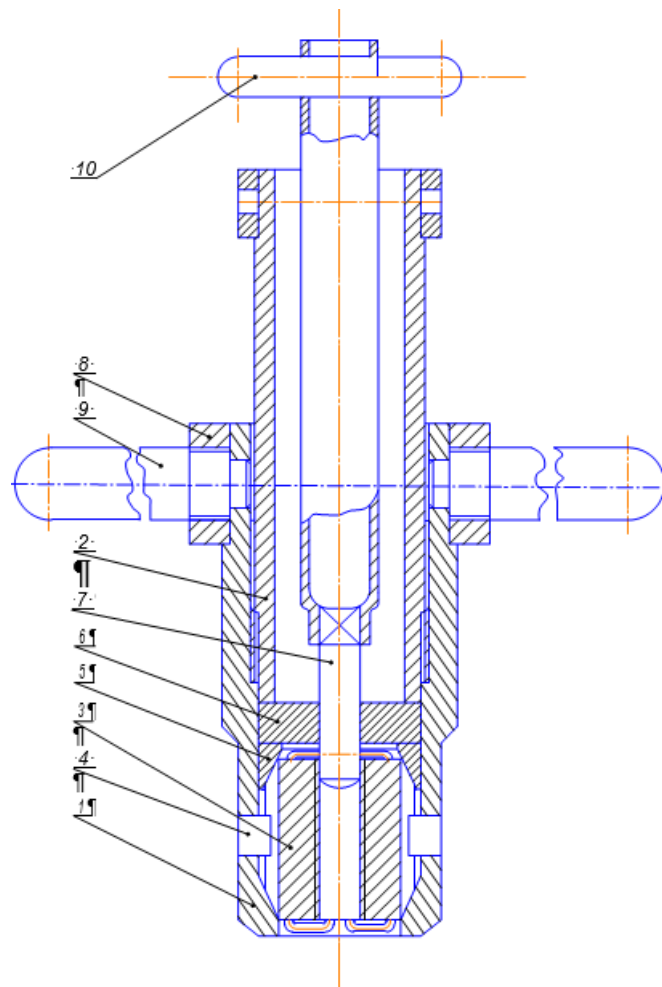


Рисунок 3.9 – Пристрій для закручування і відкручування шпильок
Викрутивши шпильку, відпускають затискач 2, натискають на вільний кінець шпильки, внаслідок чого кулачки 3 розходяться і шпильку виймають з обладнання.

3.2.5 Розрахунок деталей розробленого оснащення на міцність

Основним вихідним параметром для розрахунків є крутний момент, який необхідно прикласти до шпильки для її викручування, не завдаючи шкоди. Для шпильки головки блока двигуна Д-240 (розмір М12), виготовленої зі сталі 45Х і призначеної для повторного використання, крутний момент не повинен перевищувати 160 Н·м.

Спочатку визначаємо параметри шпонок, через які передається крутний момент від корпусу до кулачків. Для цього скористаємося схемою, наведеною на рисунку 3.10.

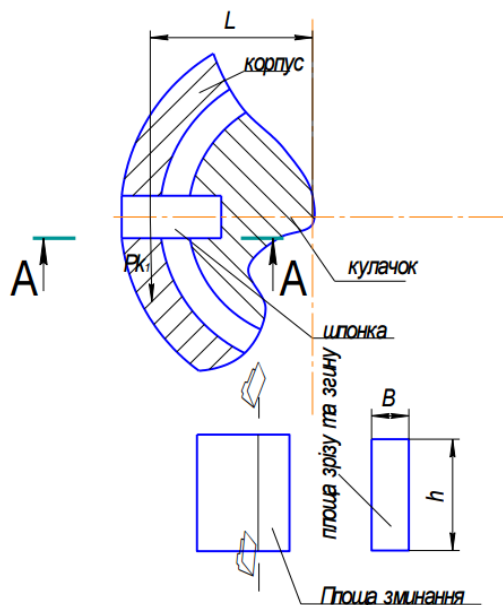


Рисунок 3.10 – Схема для розрахунку на міцність

Контактуючи з кулачком, шпонка сприймає напруження згинання і має мати площу контакту, що визначається за формулою [9]

$$A \geq \frac{P_{K1}}{[\sigma_{зм}] \cdot n}, \text{ м}^2, \quad (3.38)$$

де P_K – колова сила, що діє в зоні контакту, Н,

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження згинання для сталі 45, $[\sigma_{зм}]_{45} = 310 \text{ МПа}$ [2],

n – кількість шпонок, $n = 4$

Колову силу P_{K1} визначаємо з виразу [9]

$$P_{K1} = \frac{T}{L_1}, H, \quad (3.39)$$

де T – крутний момент, що передається шпонкам, $T = 10000$ нм,

L_1 – плече, на якому діє колова сила, $L_1 = 0,016$ м.

$$P_{K1} = \frac{160}{0,016} = 10000 H.$$

Підставивши отримане значення у формулу (3.1) визначимо мінімальну площу контакту шпонки з кулачком

$$A_{\min} = \frac{10000}{310 \cdot 10^6 \cdot 4} = 8,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Отже, площа контакту шпонки з кулачками повинна бути не меншою 8,1 мм.

Мінімально допустиме січення шпонки в площині 1-1 на підставі напружень зрізу визначаємо з виразу [9]

$$A_{1-1} = \frac{P_{K1}}{[\tau_{3p}] \cdot 4}, \quad (3.40)$$

$[\tau_{3p}]$ – допустиме напруження зрізу для сталі 45, $[\tau_{3p}]^{45} = 85$ МПа[2].

$$A_{1-1} = \frac{10000}{85 \cdot 10^6 \cdot 4} = 29,41 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Отже, площа поперечного січення шпонки повинна бути більшою 30 мм².

В площині 2-2 діє напруження знизу, яке визначається за формулою [2]:

$$\sigma_{32} = \frac{M_3}{W}, \text{ МПа}. \quad (3.41)$$

де M_3 – згинаючий момент, M_{32} , W – момент опору січення, м³

Згинаючий момент визначаємо з виразу [2]

$$M_3 = P_{KI} \cdot l / 4, \text{ нм}, \quad (3.42)$$

де l – плече дії колової сили на шпонку, $l = 0,01$ м

$$M_3 = 10000 \cdot 0,01 / 4 = 25 \text{ нм}.$$

Момент опору січення визначаємо для прикладу, коли довжина шпонки у двічі більша її товщини, тобто $b = 2h$, за наступною формулою [9]:

$$\left\{ \begin{aligned} W &= \frac{2 \cdot \varrho \cdot \varrho^2}{6}, \text{м}^3. \end{aligned} \right. \quad (3.43)$$

Товщину шпонки з даного виразу визначаємо, перетворивши його наступним чином

$$\varrho = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W}{2}}, \text{м}. \quad (3.44)$$

Перетворивши формулу (3.41) визначаємо момент опору січення шпонки [9]

$$W = \frac{M_3}{[\sigma_{32}]}, \text{м}^3, \quad (3.45)$$

$$W = \frac{25}{175} = 0,142 \cdot 10^{-6} \text{м}^3.$$

Отримане значення вказує на те, що перевірку шпонки на згин виконувати недоцільно.

Довжину важелів корпусу визначаємо виходячи з того, що тимчасове зусилля прикладене робітником не повинно перевищувати 200 Н [10]. На підставі формули (3.39) можемо записати

$$L_{\varrho} = \frac{T}{2 \cdot P_P}, \text{м}, \quad (3.46)$$

де P_P – нормоване зусилля, прикладене робітником, Н

$$L_{\varrho} = \frac{160}{2 \cdot 200} = 0,4 \text{м}.$$

Діаметр важеля визначаємо з виразу:

$$d_{\varrho} = \sqrt[3]{\frac{P_P \cdot L_{\varrho}}{0,1 \cdot [\sigma_{32}]}} \text{м}, \quad (3.47)$$

де $[\sigma_{32}]$ – допустиме напруження згину для сталі 30, $[\sigma_{32}]_{30} = 140$ МПа [2]

$$d_{\varrho} = \sqrt[3]{\frac{200 \cdot 0,4}{0,1 \cdot 140 \cdot 10^6}} = 18 \cdot 10^{-6} \text{м}.$$

Отже діаметр важеля корпусу повинен бути не меншим 18мм.

3.3 Обґрунтування проектних рішень

3.3.1 Обсяг виробництва і кількість виробничого та допоміжного персоналу АТП

Обсяг виробництва ТО і ПР визначає загальну річну трудомісткість робіт кожного виду і є основою для розрахунку потреби підприємства у робочій силі, робочих постах і обладнанні. У разі механізації прибиральних, мийних, або обтиральних робіт потрібно внести необхідні корективи. Розрахунок річного обсягу робіт з ТО і ПР рекомендується звести в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок річного обсягу робіт з ТО і ПР.

Види робіт	ЩО		ТО-1		ТО-2		ПР		Всього люд.-год	Всього по АТП
	%	люд.-год	%	люд.-год	%	люд.-год	%	люд.-год		
1. Постові роботи										
1. Прибиральні	51.1	2063							2063	4679
2. Мийні	22.2	890							890	2028
3. Обтирочні	26.7	1092							1092	2457
4. Діаіжетнка~1			10	174			1	18	192	578
6. Діагаосгака-2					10	181	1	18	199	700
6. Кріпильні			31	538	31	560			1098	2411
7. Регулювальні			10	174	17	307	1	18	499	1055
8. Мاستильні, заправочні та очисні			20	347	15	271			618	1331

Продовження таблиці 3.7

9. Електротехнічні			11	191	6	108			299	631
10. Акумуляторні			6	104	3	54			158	332
11. Ремонт приладів систем живлення			4	69	6	108			177	400
12. Шинні			8	139	2	36			175	353
13. Розбирально-збивальні							34	609	609	8487
14. Зварювальні							3	53	53	840
16. Фарбувальні							6	107	107	1497
Всього постових робіт	100	4044,82	100	1735	90	1627	50	896	8303	28974
2. Підготовчі роботи										
16. Агрегаті							18	322	322	4493
17. Слюсарно-механічні							10	179	179	2496
18. Електротехнічні					4	72	5	90	162	1428
19. Ремонт приладів систем живлення					3	54	4	72	126	1134
Всього підготовчих робіт					10	181	50	896	1077	9931
Всього	100	4044,82	100	1735	100	1808	100	1791	9380	38905

До працівників АТП слід віднести:

- експлуатаційний персонал (водії рухомого складу);
- виробничий персонал (робітники з ТО і ПР рухомого складу);
- допоміжний персонал;
- інженерно-технічний, службовий та молодший обслуговуючий персонал.

Кількість персоналу перших двох категорій працівників вираховуються за формулою

$$N = \frac{T_{i(b)}^3}{\Phi K_{\text{пн}}}, \quad (3.48)$$

де $T_{i(b)}^3$ – річні обсяги роботи водіїв та і-го виду робіт з ТО і ПР, люд-год;

Φ – дійсні фонди часу відповідних працівників, год.;

$K_{\text{пн}}$ – коефіцієнт перевиконання норм у відповідних працівників.

Річний обсяг роботи водіїв складається з річної кількості годин в експлуатації і підготовчо-завершального часу (0,3 год в день на кожний автомобіль.

$$T_b^p = A\Gamma_e + 0,3A\Delta_e \quad (3.49)$$

Розрахунок кількості виробничого персоналу зведено в табл. 3.8

Таблиця 3.8 – Відомість кількості виробничників

Види робіт	Річний обсяг робіт, люд.-год	Фонд часу робітника, год	Штатна кількість робітників, чоловік			
			Розрахунок	прийнята		
				всього	в тому числі по змінах	
					1	2
1	2	3	4	5	6	7
1. Постові роботи						
1. Прибиральні	4679	1714	2,73	3		3
2. Мийні	2028	1714	1,18	1		1
3. Штирочні	2457	1714	1,43	1		1
4. Діагностика-І	578	1714	0,34	1		1
6. Діагностика-2	700	1714	0,41	1	1	
6. Кріпильні	2411	1714	1,41	1	1	

1	2	3	4	5	6	7
7. Регулювальні	1055	1714	0,62	1	1	
8. Мастильні, заправочні та очисні	1331	1714	0,78	1	1	
9. Електротехнічні	631	1714	0,21	1	1	
10. Ремонт приладів систем живлення	400	1690	0,24	1	1	
11. Розбирально-збиральні	8487	1714	4,95	5	5	
Всього постових робіт	28974		16,74	23	23	
2. Підготовчі роботи						
12. Агрегатні	4493	1714	2,62	3	3	

До допоміжних робіт відносяться роботи з самообслуговування підприємства (ремонт і обслуговування технологічного обладнання, оснащення та інструменту, ремонт і обслуговування інженерного обладнання, мереж і комунікацій, обслуговування компресорного обладнання), транспортні роботи (транспортування вузлів, агрегатів, матеріалів та ін., по території АТП), приймання, зберігання, та видача матеріальних цінностей, перегін рухомого складу для обслуговування та ремонту), прибирання виробничих приміщень і території підприємства. Чисельність допоміжних робітників за рекомендаціями ОНТП-01-86 приймається у процентному відношенні від облікової чисельності основних виробничників.

Таблиця 3.9 - Відомість кількості допоміжних робітників

Вид робіт	Норматив робітників в % від загальної кількості допоміжних робіт.	Кількість допоміжних робіт, осіб	
		Розрахунок.	Прийнята
1	2	3	4
1. Роботи та самообслуговування:			
1. Електротехнічні	10	1.05	1
2. Механічні	4	0.42	0

1	2	3	4
3. Слюсарні	6	0.63	1
4. Ковальські	1	0.11	10
6. Зварювальні	2	0.21	1
6. Бляхарські	2	0.21	1
7. Мідницькі	1	0.11	0
8. Трубопровідні	8	0.84	1
9. Ремонтно-будівельні	3	0.32	0
10. Деревообробні	3	0.32	0
Всього	40	4.21	5
2. Транспортні роботи	10	1.05	1
3. Приймання, зберігання і видача матеріальних цінностей	15	1.58	2
4. Перегін рухомого складу	15	1.58	2
6. Прибирання виробничих приміщень	10	1.05	1
6. Прибирання території	10	1.05	1
Всього	100	10.53	12
7. Обслуговування очисних споруд		1.824	2
8. Обслуговування бензоколонок		1	1
всього		13.35	13

3.3.2 Розрахунок кількості постів

Кількість постів ВТБ АТП для ремонтно-обслуговувальних дій при рівномірному розподілі робіт між змінами розраховується за формулою

$$\Pi = \frac{T_{\text{пр}} K_{\text{н}}}{D_{\text{р}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot K_{\text{вин}}}, \quad (3.50)$$

де $T_{\text{пр}}$ – трудомісткість постових робіт даного виду дій за рік, люд.-год.; $K_{\text{н}}$

– коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости;

$P_{\text{н}}$ – кількість робітників, які можуть одночасно виконувати роботи на одному посту, ос;

$K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста.

У разі нерівномірного розподілу робіт між змінами, визначення кількості постів базується на трудомісткості завдань у найбільш завантажену зміну. Ефективність використання робочого часу на посту залежить від витрат часу на виконання конкретних дій, таких як встановлення та зняття автомобіля з поста, естакади або підйомника, а також переміщення автомобіля між постами на проїзних постах або потокових лініях, і часу простою через усунення непередбачених несправностей та інше.

Відповідно до санітарних норм і правил (БНіП), пости для фарбування та зварювання повинні бути розміщені в окремих приміщеннях. Тому при визначенні кількості постів для постових робіт слід виключити трудомісткість фарбувальних та зварювальних робіт. Підрахунок кількості таких постів здійснюється окремо, і вони розміщуються у відповідних відділеннях. Це ж стосується діагностичних, деревообробних та інших окремих постів.

Для потокової організації ЩО і ТО-1 мінімальна кількість постів повинна становити не менше двох. Максимальна кількість постів, яка дозволяє ефективно використовувати потокову лінію, не повинна перевищувати чотирьох (без урахування постів підпору). Результати розрахунків кількості постів подаються в таблиці 3.7.

Варто зазначити, що загальна кількість робітників на всіх постах для певного виду роботи зазвичай менша, ніж кількість робітників, розрахована для постових робіт того ж виду. Це не є помилкою, оскільки при підрахунку кількості постів враховується рекомендована кількість робітників.

Таблиця 3.10 – Розрахунок кількості постів ТО та ПР

Види впливу	Т _{пр} люд.-год	К _н	Д _{рг} , дні	п	t _{зм} , год	Р _п , чол	К _{вик}	кількість робочих постів			
								розра- хунко ва	прийнята		
									всього о	в тому числі по змінах	
										1	2
Прибиральні	4679	1.5	255	1	8	3	0.98	0,897	1	-	1
Мийні	2028	1.15	255	1	8	1	0.98	1,167	1	-	1
Обтирочні	2457	1.15	255	1	8	3	0.98	0,47	1	-	1
ТО-1	2955	1.09	255	1	8	1	0.93	0,566	1	-	1
ТО-2	3596	1.09	255	1	8	4	0.98	0,490	1	1	-
ПР	9542	1.12	255	2	8	1.5	0.92	1,898	2	2	2
Д1	578	1.09	255	1	8	1	0.92	0,309	1	1	-
Д2	700	1.09	255	1	8	1	0.92	0,407	1	1	-
Зварювальні, бляхарські	1432	1.20	255	1	8	1.5	0.97	0,579	1	1	-
Фарбувальні	1497	1.20	255	1	8	2	0.90	0,489	1	1	-

Кількість місць очікування (підпору) перед постами ТО та ПР рекомендується визначати наступним чином:

- Для потокових ліній — по одному місцю на кожну лінію.
- Для індивідуальних постів ТО, ПР і діагностування — 20% від загальної кількості робочих постів.

Якщо підприємство має закриту стоянку або знаходиться в регіоні з помірним, теплим, вологим або гарячим сухим кліматом, облаштування місць очікування в приміщеннях зон ТО і ПР не є обов'язковим.

3.3.3 Обґрунтування схеми реалізації виробничого процесу

Виробничий процес підготовки автомобілів до експлуатації — це комплекс заходів, що включає дії виконавців-фахівців та використання виробничих засобів (ремонтно-технологічного та діагностичного обладнання, інструментів і пристроїв), необхідних для забезпечення ефективної роботи виробничо-технологічної бази автотранспортного підприємства (АТП). Основними принципами організації цього

процесу на АТП є пропорційність, безперервність і ритмічність виробництва. Дотримання цих принципів у процесі розробки виробничого процесу визначає тривалість простою автомобілів на ТО і ПР, якість і собівартість виконання робіт, а також загальний рівень виробничої культури.

Послідовність реалізації виробничого процесу може виглядати наступним чином. Після повернення з лінії автомобілі проходять контрольний пункт (КПП), де їх оглядає черговий механік. Він перевіряє комплектність, зовнішній вигляд та визначає технічний стан автомобіля, особливо звертаючи увагу на механізми, що забезпечують безпеку руху. Після огляду справні автомобілі направляються в зону ЩО, а потім на зберігання. За необхідності деякі автомобілі після ЩО надходять у відповідні зони ТО і ПР, а потім також на зберігання. Черговий механік спрямовує автомобілі в ці зони згідно з планом-графіком для ТО, а в зону ПР — за заявкою водія або за своїм висновком. Якщо автомобіль повернувся з лінії раніше через технічні причини, черговий механік робить відповідну відмітку в дорожньому листі та направляє автомобіль на ремонт.

Організація технологічних процесів ТО-1 і ТО-2 здійснюється на основі типової технології технічного обслуговування з діагностикою автомобілів. Схема типової технології ТО-2 з діагностикою представлена на рис. 3.11. Перед виконанням ТО-2 автомобілі проходять попереднє діагностування Д-2, яке, за потреби, може проводитися і перед ПР. Метою попереднього діагностування є підвищення потужності та економічності автомобілів, виявлення несправностей, а також визначення методів і місця їх усунення (ТО-2 чи ПР). Завершальне діагностування Д-1 проводиться після ТО або вибірково після ремонту, щоб оцінити стан агрегатів, вузлів і систем, що впливають на безпеку руху, а також перевірити якість виконаних робіт.

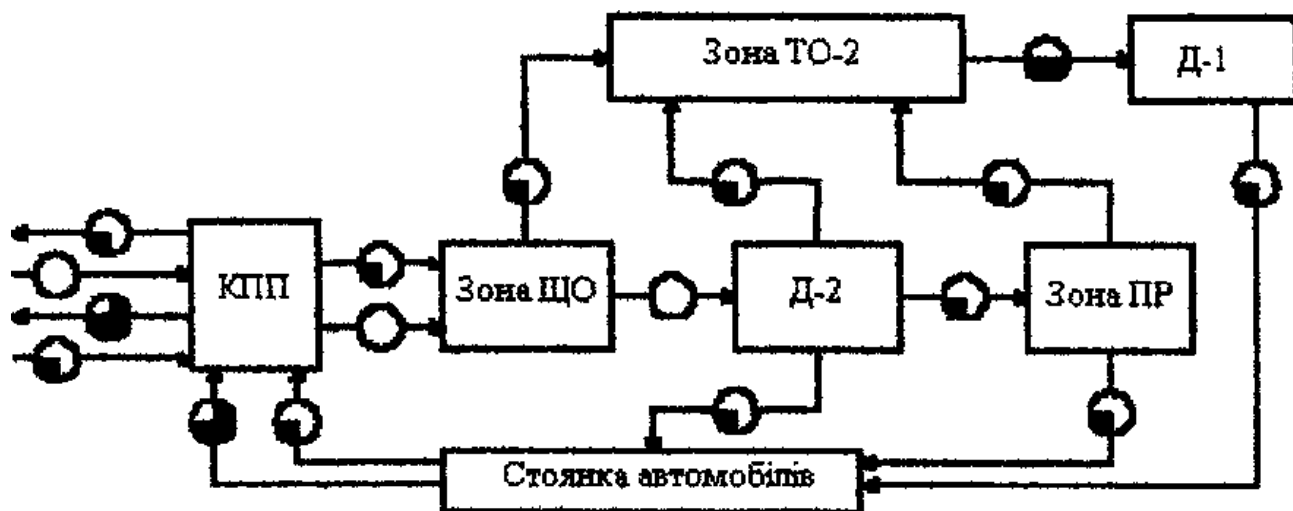


Рисунок 3.11 – Схема типового технологічного процесу ТО-2 в АТЗз їх діагностуванням.

Автомобілі надходять у зону ТО-2 після попереднього діагностування згідно з графіком. Після діагностування справні автомобілі повертаються до експлуатації на короткий термін, а через один-два дні направляються на ТО-2. У випадках, коли на підприємстві організовано централізоване ТО-2 і є стабільний фонд запасних агрегатів та вузлів, доцільно направляти справні автомобілі на ТО-2 безпосередньо після Д-2. Виявлені під час діагностики несправності усуваються під час Д-2, ТО-2 або на дільниці ПР. Рекомендується одночасно з попереднім діагностуванням виконувати складні регулювальні операції та замінювати дрібні деталі. На дільниці ТО-2 допускається проведення ремонтних робіт з трудомісткістю не більше 0,5-0,7 людино-годин (у сумі до 10% від загальної трудомісткості ТО-2). Автомобілі, що потребують більш трудомісткого ремонту, направляються в зону ПР. Після завершення поточного ремонту автомобілі або йдуть на стоянку, або надходять у зону ТО-2, якщо ремонт було завершено в день запланованого обслуговування. Усі автомобілі після ТО-2 піддаються заключному діагностуванню Д-1. Якщо діагности не виявляють зауважень до якості виконаних робіт, автомобіль допускається до експлуатації.

Типова схема організації технологічного процесу ТО-1 з діагностуванням зображена на рис. 3.12. Після роботи на маршруті автомобілі проходять огляд на КПП, де механік направляє їх на ЩО. Після ЩО, за необхідності, автомобілі надходять на ТО-1, а потім на Д-1, де перевіряється технічний стан систем, що впливають на безпеку руху. Справні автомобілі після цього направляються на стоянку. У разі виявлення на Д-1 несправностей, які не можна усунути шляхом регулювання, автомобіль направляється на ПР; після завершення такого ремонту, при необхідності, проводиться повторне діагностування. Для цього на великих АТП встановлюється діагностичне обладнання у зоні ПР. Така організація ТО з діагностуванням дозволяє збільшити пропускну здатність дільниці Д-1 на 30-40%, оскільки підготовчі операції виконуються в зоні ТО-1.

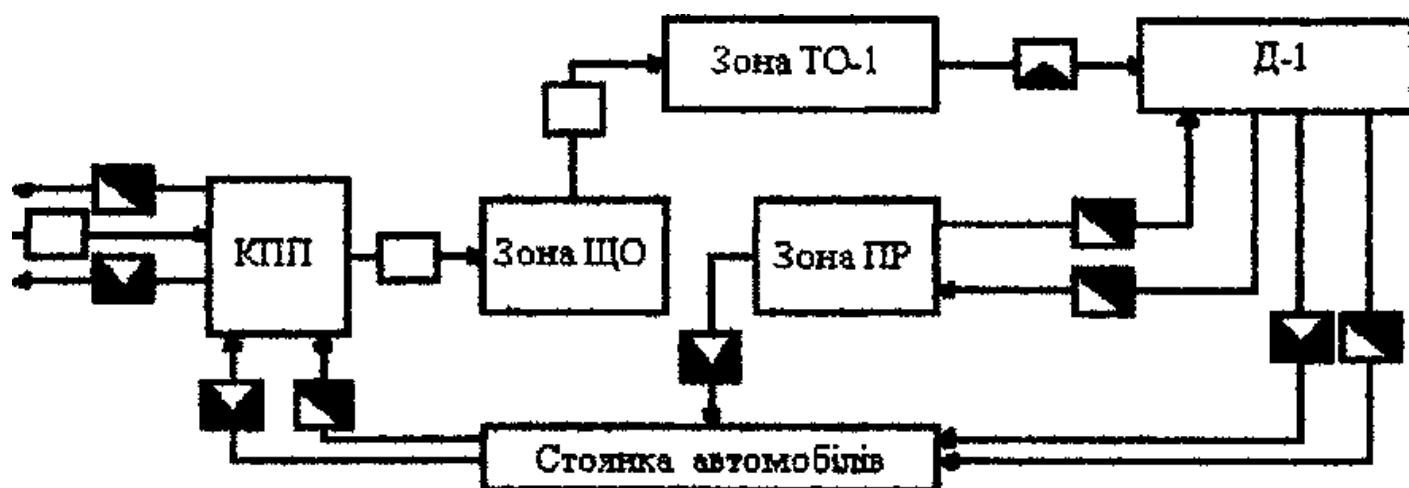


Рисунок 3.12 – Схема типового технологічного процесу ТО-1 в АТЗз їх діагностуванням.

3.3.4 Організація і розрахунок кількості постів і місць зберігання

Кількість постів контрольно-перепускного пункту розраховується за формулою

$$\Pi_{\text{кп}} = \left(\frac{A_e t_{\text{ко}}}{60 T_{\text{пов}} P_{\text{кп}} B_{\text{вик}}} \right) = \frac{116 \cdot 3}{60 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,6} 2,49, \quad (6.3)$$

приймаємо 2 КПП;

де $t_{\text{ко}}$ – тривалість одного контрольного огляду автомобіля, хв.;

$T_{\text{пов}}$ – тривалість рухомого складу з лінії, год.;

$P_{\text{кп}}$ – кількість одночасно працюючих на одному посту КПП, ос;

$K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста КПП.

Тривалість одного контрольного огляду приймається рівною 2 - 3 хв. для легкових і вантажних автомобілів; 2 - 4 хв. - для автобусів і автопоїздів. Тривалість повернення автомобілів з лінії обґрунтована рекомендаціями ОНТП-01-86, що наведені в додатку Н. Робітників на посту КПП повинно бути двоє (черговий механік і водій).

Коефіцієнт використання робочого часу поста КПП розраховується за формулою:

$$K_{\text{вик}} = \frac{t_{\text{ко}}}{t_{\text{ко}} + t_{\text{п}}} = \frac{3}{3 + 2} = 0,6, \quad (3.51)$$

де $t_{\text{п}}$ – час на встановлення і з'їзд автомобіля з поста, $t_{\text{п}} = 1 - 3$ хв.

Згідно з ОНТП-01-86 на території України рекомендується спосіб зберігання АТЗ відкритий без підігріву. Залежно від прийнятої організації зберігання АТЗ на АТП місця можуть бути закріплені за конкретними автомобілями або знеособленими. У першому випадку кількість місць зберігання рівна списковій ($M_{\text{зб}} = A_{\text{сп}}$), а другому:

$$M_{\text{зб}} = A_{\text{сп}} - P_{\text{пр}} - P_{\text{то}} - P_{\text{о}} - A_{\text{кр}}, \quad (3.52)$$

де $P_{\text{пр}}$ – кількість постів ПР;

$P_{\text{то}}$ – кількість постів ТО;

$P_{\text{о}}$ – кількість постів очікування;

$A_{\text{кр}}$ – кількість автомобілів, що знаходяться в КР.

Кількість паливозаправник колонок розраховується за формулою

$$B = \frac{A_{\text{е}} t_{\text{за}}}{60 \Phi_{\text{к}}}, \quad (3.53)$$

де $t_{за}$ – тривалість заправки одного автомобіля, хв.;

Φ_K – добовий робочий період колонки, $\Phi_K = 3 - 4$ год. Показник Іза визначають з виразу - $t_3 + t_{пз}$ (тут $t_m = 3$ хв. - підготовчо-завершальний час на одну заправку; $t_a = V_{пал} / W_K$ - час на заправку бака паливом, хв.;

$V_{пал}$ – добова витрата палива, л;

W_K – подача колонки, л/хв.

3.3.5 Розрахунок і підбір технологічного обладнання

До технологічного обладнання відносяться стаціонарні і пересувні стенди, верстати, установки, пристосування, виробничий інвентар (стелажі, столи, шафи) та інше обладнання, яке необхідне для забезпечення виробничого процесу.

Розрахунком визначається лише кількість основного обладнання, до якого належать металообробні верстати, мийні установки та інше. Загальна кількість металообробних верстатів дорівнює

$$N_B = \frac{T_M}{(D_p t_{3M} \Pi_{3M} P_{BK} K_{BVK})} = \frac{2496}{255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,07} 1,938, \quad (3.54)$$

де T_{MB} – річна трудомісткість верстатних робіт, люд-год.;

P_B – кількість верстатників на одному робочому місці, ос;

K_{BVK} – коефіцієнт використання робочого часу обладнання, $K_{BVK} = 0,75 - 0,8$;

Загальна кількість металообробних верстатів розподіляється за видами у такому процентному співвідношенні: токарні - 60%; фрезерувальні - 12%; стругальні - 5%; шліфувальні - 10%; заточні - 8% і свердлувальні - 5%.

Кількість мийних установок визначається з виразу

$$M_y = \frac{A_e K_H}{(W_B t_{3M} \Pi_{3M} K_{BVK})} = \frac{116 \cdot 1,15}{20 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,98} 0,85, \quad (3.55)$$

де A_e – експлуатаційна кількість автомобілів;

K_H – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости миття;

W_M – продуктивність мийної установки, приймається згідно з технічною характеристикою, авт/год.;

K_{BVK} – коефіцієнт використання робочого часу мийної установки. Приймаємо одну мийну установку.

Норми витрат матеріалів і запчастин для виконання транспортних робіт та підтримання автомобілів у належному технічному стані, а також експлуатаційних витрат, слід обирати, керуючись такими критеріями:

1) Для палива — використовуються лінійні норми витрат, затверджені Міністерством транспорту України, з урахуванням додаткових витрат, пов'язаних з обсягом виконаної транспортної роботи, експлуатацією автомобілів у зимовий період, роботою з причепами та переміщенням транспортних засобів по території АТП.

2) Для олив і мастильних матеріалів — застосовуються тимчасові норми витрат для автомобільного транспорту, затверджені Кабінетом Міністрів України, без урахування додаткових витрат, пов'язаних з тривалістю експлуатації автомобілів; для шин — використовуються гарантійні норми, встановлені заводами-виробниками, залежно від загального пробігу всіх коліс автомобіля, без урахування запасних коліс.

3) Для запчастин і матеріалів, включаючи кисень, ацетилен та інструменти, — дотримуються відомчих норм витрат, затверджених у встановленому порядку Кабінетом Міністрів України.

4) Фонд оборотних двигунів і агрегатів визначається згідно з нормативами, встановленими в положенні про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту.

3.3.6 Перелік приміщень АТП і розрахунок їх площ

До необхідних приміщень і виробничих площ АТП комплексного типу належать:

зони ЩО, ТО-1, Д-1, ТО-2, Д-2 і ПР;

виробничі відділення (дільниці): агрегатне, слюсарно-механічне, електротехнічне, акумуляторне, ремонту приладів системи живлення, шиномонтажне, вулканізаційне, ковальсько-ресорне, мідницьке, зварювальне, бляхарське, арматурне, оббивне,

складські приміщення: агрегатів, запчастин і деталей експлуатаційних матеріалів, мастильних матеріалів, лакофарбових матеріалів, інструментів, кисню і ацетилену в балонах, шин, запчастин і матеріалів ВГМ> а також відкритий майданчик для зберігання автомобілів і агрегатів, що підлягають

списанню;

зони зберігання: відкриті майданчики, будівлі для зберігання автомобілів;
допоміжні приміщення: адміністративні, побутові, медичного
обслуговування, громадського харчування, культурного обслуговування і
громадських організацій.

Крім цього, до них відносять приміщення енергетичних і санітарно-
технічних служб (трансформаторна, компресорна, насосна, вентиляційна та
інші).

Площі зон обслуговування, ремонту і зберігання автомобілів визначаються
за формулою

$$F_z = f_a P_z K_{щ,п} \quad (3.56)$$

$K_{щ,п}$ – коефіцієнт щільності розміщення постів в зоні, який приймається рівним
6 - 7 - при односторонньому розташуванні постів в зонах ТО і ПР, 4 - 5 - при
двосторонньому розташуванні постів в зонах ТО і ПР і при потоковому методі
ТО; 2,5 - 3 - для зберігання автомобілів.

Площі виробничих відділень і приміщень ВГМ розраховуються двома
способами: F_1 - за кількістю працюючих в найбільш завантаженої зміні ($P_{зм}$) і F_2
2 за площею, що займає обладнання ($f_{об}$), з урахуванням коефіцієнтів щільності
його розташування:

$$F_1 = f_1 + f_2 (P_{зм} - 1), F_2 = f_{об} K_{щ,о}, \quad (3.57)$$

де f_1 і f_2 – питомі площі, що припадають на першого і на кожного наступного
робітників, м /ос;

$K_{щ,о}$ – коефіцієнт щільності розташування обладнання.

При введенні автомобіля в приміщення, наприклад, фарбувальне або
зварювальне, до розрахованої площі цього приміщення необхідно додати площу,
яка перевищує площу автомобіля у 2-3 рази.

Площі складських приміщень на АТП визначаються шляхом множення
питомих площ, наведених у додатку С.1, на річний пробіг усіх транспортних
засобів і на коригувальні коефіцієнти K_6 , K_7 , K_8 , K_9 . Ці коефіцієнти враховують
такі фактори:

- K_6 : кількість технологічно сумісних транспортних засобів;
- K_7 : тип автомобілів;

- К8: висота складських приміщень;
- К9: категорія умов експлуатації.

Розрахунок площ складських приміщень підсумовується в таблиці 3.10.

Допоміжні приміщення, такі як адміністративні, громадські та побутові, підлягають нетехнологічному проектуванню. Рекомендований перелік допоміжних приміщень для АТП включає:

- Адміністративні приміщення: призначені для керівного персоналу (директора, головного інженера, заступника директора з експлуатації), відділів (технічного, планового, експлуатаційного, бухгалтерії тощо), а також кімнат диспетчера, нарядної, водіїв, цехових контор, приміщень начальників колон, варти та прохідної.

- Приміщення для громадських організацій: профспілок, а також для занять, зборів і відпочинку.

- Побутові приміщення: гардероб, душові, вмивальники, туалети, пункти харчування та медичні пункти.

Гардеробні можуть мати відкриту або закриту систему зберігання одягу. У випадку закритого зберігання кількість індивідуальних шафок має відповідати штатній чисельності працівників у всіх змінах. Якщо зберігання відкритого типу, наприклад, на вішаках, кількість місць для одягу повинна дорівнювати числу працівників у двох найбільш завантажених змінах. Площа підлоги для однієї шафки становить $0,25 \text{ м}^2$, а для одного місця на вішаку — $0,1 \text{ м}^2$. Ширина проходу між шафками повинна бути не меншою за 1 м.

Кількість душових сіток та кранів у вмивальниках розраховується на основі кількості працівників у найбільш завантаженій зміні, виходячи з розрахунку: одна душова на 3-15 осіб, один кран на 7-20 осіб. Площа підлоги для однієї душової kabіни з роздягальною приймається рівною 2 м^2 , а для одного вмивальника — $0,8 \text{ м}^2$ за умови їх одностороннього розташування.

У туалетах кількість kabін з унітазами визначається з розрахунку: одна kabіна на 15 жінок і одна на 30 чоловіків у найбільш завантаженій зміні. Розмір kabін становить $1,2 \times 0,9 \text{ м}$, а площа підлоги туалету — $2-3 \text{ м}^2$ на одну kabіну.

Крім цього, необхідно передбачити площі для котельні зі складом палива, трансформаторної підстанції, насосної станції та вентиляційної. Їх площі

визначаються відповідно до прийнятої системи енергопостачання, а також обладнання для опалення, вентиляції та водопостачання.

Кінцеві площі приміщень уточнюються під час планування зон і відділень підприємства. Відхилення від розрахункових площ не повинні перевищувати 20% для приміщень площею до 100 м² та 10% для приміщень площею понад 100 м².

Результати розрахунків площ приміщень заносяться в таблиці 3.11, 3.12, 3.13, 3.14.

Таблиця 3.11 – Площі зон обслуговування і поточного ремонту АТЗ

Назва зони	К-ть постів	Площа, кв.м	Коеф. щільності K_z	Площа зони F зони, м ²
Прибиральні	1	24,58	4	98,3
Мийні	1	24,58	4	98,3
Обтирочні	1	24,58	4	98,3
ТО-1	1	24,58	5	122,9
ТО-2	1	24,58	5	122,9
ПР		24,58	5	245,8
Д1	1	24,58	6	147,48
Д2	1	24,58	6	147,48
Зварювальні, бляхарські	1	24,58	6	147,48
Фарбувальні	1	24,58	6	147,48
Деревообробні	1	24,58	6	147,48

Таблиця 3.12 – Результати розрахунку площ приміщень виробничих відділень

Найменування відділення, ділянки	К-ть працюючих, чоловік	Питома площа, м ²		Площа ділянки, м ²
		f_1	f_2	
Агрегатне	3	15	12	39
Слюсарно-механічне	2	12	10	22
Електротехнічне	2	8	5	13
Акумуляторне	1	15	10	15
Ремонт приладів систем живлення	1	8	5	8

Шиномонтажне	1	15	10	15
Вулканізаційне	1	15	10	15
Арматурне	1	15	10	15
Мідницьке	1	10	8	10
Ковальсько-ресорне	1	15	10	15
Оббивне	1	15	10	15
Всього	15			182

Таблиця 3.13 – Розрахунок площ складських приміщень

Назва складських приміщень	Питома площа, м /млн,км	Коректувальні коефіцієнти				Площа складу, м ²
		K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	
Запасні частини, матеріали	3.40	1.1	1	1.15	1.1	2.79
Двигуни, агрегати, вузли	3.80					3.11
Експлуатаційні матеріали	2.60					2.13
Мастильні матеріали	2.40					1.97
Лакофарбові матеріали	0.70					0.57
Інструмент	0.20					0.16
Кисень, ацетилен в балонах	0.25					0.20
Пиломатеріали	0.50					0.41
Метал, металобрухт	0.35					0.29
Автошини	2.40					1.97
Запчастини і матеріали ЗГМ	0.70					0.57
Всього приміщень	17.30					14.18
Машини, що підлягають списанню	9.50					7.79

Таблиця 3.14 – Результати розрахунку площ приміщень

Назва зони, вадзітэння складу	Розрахункова площа, м ²		Площа прынята по плануванню, м ²	Приміт ки
	F1	F2		
1	2	3	4	5
Склады:				
Запасні частіны, матэрыялы	11,90	19	50	
Двигуны, агрегаты, вузлы	13,30	27		
Эксплуатацыйны матэрыялы	9,10	17,3	18	
Мастільны матэрыялы	8,40	23,53	27	
Лакофарбовы матэрыялы	2,45	6,67	8	
Інструмент	0,70	7,25	8	
Кісень, ацэтылен в балонах	0,87	5,32	6	
Пиломатэрыялы	1,75	8,5	9	
Метал, металобрухт	1,22	13,5	12	
шыны	8,40	28,32	27	
Запчастины і матэрыялы ВГМ	2,45	7,1	6	
Машины, што падлягаюць спісанню	33,24	41,23	40	
Віддзяленія:				
Агрегатне	39	74,5	72	

1	2	3	4	5
Слюсарно-механічне	22	19,55	18	
Електротехнічне	13	16,3	16	
Акумуляторне	15	32,47	36	
Ремонт приладів системи живлення	8	19,55	18	
Шиномонтажне	15	18,03	18	
Вулканізаційне	15	21,5	18	
Арматурне	15	17,56	18	
Мідницьке	10	19,05	18	
Ковальсько-ресорне	15	21,25	18	
Оббивне	15	15,89	18	
Пости:				
Приб пральні	98,3	89,52	252	
Мийні	98,3	76,36		
Обтирочні	98	87,32		
ТО-1	3	75	72	
ТО-2	122,9	70,36	72	
ПР	12,9	148,5 5	14 4	
Д1	147,48	80,26	14 4	
Д2	147,48	72,54		
Зварювальні, бляхарські	147,48	80,36	72	
Мастильні матеріали	8,40	23,53	27	
Лакофарбові матеріали	2,45	6,67	8	
Інструмент	0,70	7,25	8	
Кисень, ацетилен в балонах	0,87	5,32	6	
ТО-2	122,9	70,36	72	
ПР	12,9	148,5 5	14 4	
Д1	147,48	80,26	14 4	

Д2	147,48	72,54		
Пиломатеріали	1,75	8,5	9	
Метал, металобрухт	1,22	13,5	12	
Малярні	147,48	80,35	72	
Побутові:				
Гардероб	23,80	24,36	25	
Душова	8,50	8.72	9	
Туалет	3,40	3.5	1 4	
Курилка	9,00	9.00	9	
Умивальники	2,27	2,65	3	
Всього	1867,68	1529,87	1429	

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Система елементів умов праці

Система факторів, що впливають на формування умов праці, діє на працівника опосередковано через сукупність елементів, які безпосередньо визначають умови праці на робочих місцях.

Виділяють такі елементи, які прямо впливають на умови праці:

- Санітарно-гігієнічні елементи: Вони характеризують виробниче середовище, яке формується під впливом предметів і засобів праці, а також технологічних процесів. До таких елементів належать промисловий шум, вібрація, токсичні речовини, промисловий пил, температура повітря тощо. Їх кількісна оцінка проводиться за допомогою санітарно-гігієнічних досліджень і регулюється встановленими стандартами, санітарними нормами і вимогами.

- Психофізіологічні елементи: Ці елементи визначаються змістом та організацією праці. Вони включають фізичні навантаження, пов'язані з динамічною та статичною роботою; нервово-психічні навантаження, такі як напруга зору (точність роботи), нервово-емоційна напруга, інтелектуальне навантаження (обсяг оброблюваної інформації, кількість виробничо важливих об'єктів одночасного спостереження), монотонність трудового процесу, темп праці та різноманітність завдань. Окрім фізичних зусиль і монотонності, більшість з цих елементів не мають затверджених нормативів.

- Естетичні елементи: Вони сприяють створенню позитивних емоцій у працівників. До них відносяться художньо-конструкторські характеристики робочого місця, інструментів, робочого одягу, допоміжних засобів, архітектурно-художнє оформлення інтер'єру, функціональна музика тощо. Ці елементи не мають кількісних оцінок, а визначення естетичного рівня умов праці здійснюється за допомогою експертної оцінки.

- Соціально-психологічні елементи: Вони характеризують взаємовідносини в трудовому колективі, що створюють соціальний клімат. Хоча ці елементи не мають одиниць виміру, норм і стандартів, соціологічні дослідження, такі як усні опитування та анкетування, забезпечують об'єктивну основу для їх оцінки.

- Технічні елементи: Це рівень механізації праці на робочому місці, що також

впливає на умови праці.

4.2 Безпека електроустановок

Електроустановки повинні відповідати вимогам правил будови електроустановок, технічної експлуатації електроустановок споживачів, а також правил техніки безпеки при їх експлуатації, і відповідати іншим чинним нормативним документам.

Електропроводка, що підводиться до світильників, виконується в металевих трубах, металорукавах або захисних оболонках. Для живлення світильників місцевого стаціонарного освітлення з лампами розжарювання використовується напруга, яка не перевищує 220 В у приміщеннях без підвищеної небезпеки та не більше 42 В у приміщеннях з підвищеною небезпекою або особливо небезпечних.

Для місцевого освітлення світильниками з люмінесцентними лампами, напруга яких становить 127-220 В, допускається їх застосування за умови недоступності струмопровідних частин для випадкового дотику. У приміщеннях, що є сирими, особливо сирими, жаркими або мають хімічно активне середовище, люмінесцентні лампи для місцевого освітлення можуть використовуватися тільки в арматурі спеціальної конструкції.

Електричне управління агрегатами мийної установки здійснюється за допомогою низьковольтної системи (не більше 42 В). У вибухонебезпечних приміщеннях електроустановки виконуються у вибухозахищеному варіанті, а в пожежонебезпечних приміщеннях вони мають ступінь захисту, що відповідає класу пожежної небезпеки.

На електродвигунах, світильниках та іншому електричному обладнанні, яке розміщене у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, наносяться знаки, що вказують на їх ступінь захисту.

Освітлення оглядових каналів світильниками (з лампами розжарювання або люмінесцентними лампами), які живляться напругою 127-220 В, дозволяється за умови виконання таких вимог: вся проводка є внутрішньою (схованою) з надійною електро- і гідроізоляцією; освітлювальна арматура і вимикачі мають електро- і гідроізоляцію; світильники оснащені склом і захисною решіткою; металевий корпус світильника заземлений.

4.3 Важливість та актуальність безпеки життєдіяльності та цивільної оборони. Основні закони з питань цивільного захисту населення

Аналізуючи питання наявності надзвичайного ризику, слід підкреслити, що техногенна небезпека є найбільш значущою і домінує серед інших ризиків, які характерні для України, включаючи природні, епідеміологічні, геофізичні та інші. У країні розроблена та функціонує потужна система захисту населення і економіки від надзвичайних ситуацій.

Згідно з Законом України «Про Цивільну оборону України», прийнятим 24 березня 1999 року, були створені умови для фізичного захисту населення, зберігання мобілізаційних резервів та недоторканих запасів, підготовки промисловості до стабільного функціонування в умовах війни, а також виконання завдань, передбачених Женевською конвенцією про захист жертв війни. 8 червня 2000 року прийнято Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», що встановлює засади створення Єдиної державної системи запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природного характеру (ЄДС НС) та реагування на них.

Втім, розвиток Цивільної оборони не завжди відповідав виключно потребам воєнного часу. Науково-технічний прогрес, з одного боку, підвищував рівень життя, а з іншого — збільшував ймовірність аварій і катастроф. Цивільна оборона була змушена все частіше брати участь у ліквідації наслідків таких ситуацій, хоча її основна орієнтація залишалася на підготовку до дій під час війни. Унаслідок цього Цивільна оборона не завжди могла оперативно та кваліфіковано реагувати на виклики.

Катастрофа на Чорнобильській АЕС та інші надзвичайні ситуації показали необхідність кардинальних змін у призначенні, формах функціонування, фінансуванні та оснащенні Цивільної оборони. Одним із перших кроків у цьому напрямку було переведення системи Цивільної оборони під керівництво органів державної влади, зміщення акцентів із воєнного на мирне призначення, реформування та модернізації сил відповідно до нових завдань.

Починаючи з 1991 року, Цивільна оборона діє на основі відповідного Закону України, підтриманого цілим пакетом нормативних актів. Якщо раніше Цивільна оборона була комплексом заходів, спрямованих на захист населення і

народногосподарських об'єктів від зброї масового ураження, то зараз вона перетворилася на державну систему органів управління, сил і засобів, призначену для організації та забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, природного, екологічного і воєнного характеру.

Зростання ризиків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру робить проблему забезпечення безпеки населення і територій України все більш актуальною. Захист населення, економічних об'єктів і національних цінностей від негативних наслідків надзвичайних ситуацій має бути невід'ємною частиною державної політики національної безпеки, що підкреслює важливість функцій центральних і місцевих органів влади. Прийняття Закону України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» від 8 червня 2000 року стало ключовим кроком у вирішенні цих завдань, встановивши стратегічні напрями та засоби захисту населення.

Закон України «Про Цивільну оборону України» надає кожному громадянину право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха. Держава гарантує це право через створення системи цивільної оборони, мета якої — захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру. Завдання Цивільної оборони включають запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, інформування населення, захист людей, організацію рятувальних робіт, створення систем спостереження і контролю за небезпечними ситуаціями, а також навчання населення.

Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» визначає правові та організаційні основи захисту громадян та об'єктів від надзвичайних ситуацій. Він встановлює завдання щодо запобігання та реагування на надзвичайні ситуації, забезпечення готовності органів управління, а також принципи захисту, що включають пріоритетність рятування життя, превентивну безпеку, доступ до інформації та особисту відповідальність громадян. Закон також передбачає обов'язкові заходи інженерного захисту під час проектування та експлуатації об'єктів, які можуть становити загрозу для населення та довкілля.

5 ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок економічного ефекту від використання обладнання для викручування і закручування шпильок

Річний економічний ефект від запровадження розробленого обладнання визначаємо з виразу [5]:

$$E_i = B - Z, \text{ грн.}$$

де B – вартісна оцінка результатів, які планується отримати за рік використання, грн.,

Z – вартісна оцінка затрат, що пов'язані з використанням обладнання, грн.

Вартісну оцінку результатів для першого року використання визначаємо за формулою [5]:

$$B_p = t_e * C_o + W * C_{ш} * \eta, \text{ грн.}$$

де t_e – економія часу на викручуванні і закручуванні шпильок з використанням розробленого обладнання, год.

C_o – середня тарифна ставка на розбиральні-складальні роботи, $C_o = 4,98$ грн./год.

W – середня кількість шпильок, що викручуються і закручуються протягом року, $W = 1080$ шт.

$C_{ш}$ – середня вартість однієї шпильки, виготовленої зі сталі 40х, сталі 45 з термообробкою, $C_{ш} = 8,90$ грн.

η – коефіцієнт пошкодження і руйнування шпильок за існуючою технологією, $\eta = 0,25$.

Економію на викручуванні-закручуванні-розбиранні шпильок з використанням розробленого обладнання визначаємо з виразу [16]:

$$t_e = (t_1 - t_2) * W, \text{ люд.год.}$$

де t_1 – середня тривалість викручування і закручування шпильки за існуючою технологією, $t_1 = 0,2$ год

t_2 – середня тривалість викручування і закручування шпильок з використанням розробленого обладнання, $t_2 = 0,08$ год.

$$t_e = (0,2 - 0,08) * 1080 = 129,6 \text{ год.}$$

Підставивши дане значення у формулу отримаємо:

$$B_p = 129,6 * 4,98 + 1080 * 8,90 * 0,25 = 3048 \text{ грн.}$$

Вартісну оцінку витрати на виготовлення і запровадження визначаємо з наступного виразу [5]:

$$Z_{2018} = C_{\text{КТ}} + C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{С}} + C_{\text{П}}, \text{ грн.}$$

де $C_{\text{КТ}}$ – вартість виготовлення конструкторської та технологічної документації, $C_{\text{КТ}} = 190$ грн.

$C_{\text{М}}$ – вартість матеріалів на комплект обладнання, $C_{\text{М}} = 120$ грн.

$C_{\text{В}}$ – вартість виготовлення деталей, $C_{\text{В}} = 620$ грн.

$C_{\text{С}}$ – вартість складальних та налагоджувальних робіт, $C_{\text{С}} = 40$ грн.

$C_{\text{П}}$ – витрати на організацію і підготовку виробництва, $C_{\text{П}} = 80$ грн.

$$Z_{2018} = 190 + 120 + 620 + 40 + 80 = 1050 \text{ грн.}$$

Значення показників взяті для розрахунків прийняті на підставі експертної оцінки фахівців технічного сервісу машин.

Підставивши результати розрахунків у формулу (5.1) отримаємо значення економічного ефекту для 2018 року

$$E_{2018} = 3048 - 1050 = 1998 \text{ грн.}$$

При розрахунку береться до уваги строк служби устаткування $t = 6$ років, а вартісну оцінку результатів, які отримаємо за період використання визначаємо за формулою [5]:

$$B = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} B_t \alpha_t, \text{ грн.}$$

де B_t – вартісна оцінка результатів в t -тому році розрахункового періоду, грн.;

t_n – початковий рік розрахункового періоду;

t_k – кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t – коефіцієнт зведення до розрахункового року.

$$\alpha_t = (1 + E_H)^{t_p - t},$$

де E_H – норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень, $E_H = 0,1$;

t_p – розрахунковий рік;

t – рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Економію коштів на одній операції для наступних років визначаємо за формулою [5]:

$$\Pi_t = [(t_1 - t_2) * C_o + C_{ш} * \eta] \alpha_t, \text{ грн.}$$

$$\Pi_{2018} = [(0,2 - 0,08) * 4,98 + 8,90 * 0,25] 0,9091 = 2,54 \text{ грн.}$$

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{t=1}^{t=t} Z_t \alpha_t, \text{ грн..}$$

де Z_t – величина витрат в t -тому році, грн.

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$Z_t = C_{екс} * \alpha_t, \text{ грн}$$

де $C_{екс}$ – розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання обладнання в робото здатному стані, $C_{екс} = 220$ грн.

Результати розрахунків для решти років заносимо в таблицю 5.1. Термін окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою [5]:

$$T_{ок} = \frac{\sum Z_t}{\sum E_t} * t_{вик}$$

де $t_{вик}$ – термін використання обладнання, приймаємо $t_{вик} = 6$ років;

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків економічної ефективності використання обладнання для викручування і закручування шпильок

Показники	Роки використання обладнання						Разом
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
1	2	3	4	5	6	7	8
Π_t - річна програма заміни шпильок, шт.	1080	1090	1101	1112	1123	1135	
Π_t -економія коштів на одному ремонт-ному втручанні, грн.	2,82	2,54	2,33	2,12	1,93	1,75	
α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	

1	2	3	4	5	6	7	8
Вт-вартісна оцінка	3046	2769	2563	2359	2167	1986	14890
Зт-вартісна оцінка	1050	200	182	165	150	137	1884
Ет-економічний	1996	2569	2381	2194	2017	1849	13006

$$T_{OK} = (1884/13006)*8 = 1,16 \text{ року}$$

Отже, строк окупності обладнання дещо менший одного року двох місяців.

ВИСНОВОК

У процесі виконання магістерської роботи було розроблено технологічний процес ремонту двигуна марки Д-240, зокрема заміну поршневих кілець та відновлення циліндрів. Було внесено удосконалення в конструкцію пристрою для відкручування шпильок, що дозволило підвищити ефективність ремонтних операцій. Крім того, проаналізовано технологічні аспекти ремонту циліндрів та розроблено проект ділянки ремонтного цеху, спеціалізованого на обслуговуванні двигунів марки Д-240. Рішення, прийняті в роботі, підкріплено техніко-економічним обґрунтуванням.

Особлива увага приділена питанням охорони праці та екологічної безпеки, а також заходам безпеки під час надзвичайних ситуацій. Графічна частина роботи містить 10 аркушів, що ілюструють основні конструкційні рішення та технологічні процеси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. А.с. №761249 (СРСР). Патрон для загвинчування та загвинчування шпильок. / В. Д. Гетьманський. (СРСР). - Оpubл. 1980 Бюл. №33.
3. Анур'єв В.І. Довідник конструктора – машинобудівника. Том 1 . - К: Машинобудування, 1994-559с.
4. Бабусенко С.М. Проектування ремонтних підприємств.-К.: Урожай, 1991-416 с.
5. Булей І.А., та ін. Проектування ремонтних підприємств сільського господарства.-К.: Вища школа. 1981-416 с.
6. Воронін А.В., Гречухін А.І. та інші Механізація та автоматизація складання в машинобудуванні - К.: Машинобудування, 1995 - 272с. (БТ – бібліотека технолога).
7. Грибков В.М., Карпекін П.А. Довідник з обладнання для технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів.-К.: Агропрромвидавництво, 1990-223 с.
8. Грянік Г.М., Лахман С.Д., Будко Д.А. Охорона праці. - К.: Урожай, 1994. - 272с.
9. Дунаєв П.В. та ін Деталі машин.-К.: Вища школа. 1992-457 с.
10. Іосилевич Г.Б., Шарловський Ю.В. Затягування та стопорення різьбових з'єднань. - К.: Машинобудування, 1991. - 183с. (БК – бібліотека конструктора).
11. “Каталог деталей тракторів “Білорусь” ЮМЗ-6КЛ та ЮМЗ-6КМ”/ Південний машинобудівний завод. - К.: Машинобудування. 1995 - 200с.
12. Лехман С.Д., Рубль В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності та травматизму у сільському господарстві. - К.: Урожай, 1993. - 270с.
13. Новіков М.П. Основи конструювання складальних пристосувань/ видання 3-тє перероблене та доповнене. - К.: Машинобудування, 1998. - 352с.

14. Охорона навколишнього середовища . Під редакцією Бєлова С.В.- К.: Вища школа. 1991- 319 с.
15. Ремонт машин. Методичні поради до курсового і дипломного проектування. За заг. ред. академіка Семковича О.Д. У двох частинах (179с., 150с.) -Львів. Львів. держ. агр. ун-т. 1997-179 с.
16. Ремонт сільськогосподарської техніки/ Довідник. За ред. Сідашенка О.І., Науменка О.А.- Київ: Урожай. 1992- 304 с.