

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет \_\_\_\_\_ конструювання та дизайну \_\_\_\_\_

УДК 631.3:336.083.31

**ПОГОДЖЕНО**  
**Декан факультету**  
**конструювання та дизайну**  
(назва факультету)

\_\_\_\_\_ **Роговський І.Л.** \_\_\_\_\_  
(підпис) (ПІБ)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
**Завідувач кафедри** надійності техніки  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ **доц. Новицький А.В.** \_\_\_\_\_  
(підпис) (ПІБ)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему «Підвищення ресурсу первинних валів КПП тракторів ХТЗ-16131  
вібродуговим наплавленням»

Спеціальність \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_  
(код і назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
(назва)

Програма підготовки \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ **К.Т.Н., доц.** \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ **Новицький А.В.** \_\_\_\_\_  
(ПІБ)

**Керівник магістерської роботи**

\_\_\_\_\_ **К.Т.Н., доцент** \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ **Ревенко Ю.І.** \_\_\_\_\_  
(ПІБ керівника)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ **Вакуленко М.М.** \_\_\_\_\_  
(ПІБ студента)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет \_\_\_\_\_ конструювання та дизайну \_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри надійності техніки**

К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ Новицький А.В.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студента

Вакулєнко Максиму Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма „Технічний сервіс машин та обладнання с.г. виробництва”

(назва)

Програма підготовки \_\_\_\_\_ освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Підвищення ресурсу первинних валів КПП тракторів ХТЗ-16131 вібродуговим наплавленням»

Затверджена наказом ректора НУБіПУ від \_\_\_\_\_ 16.12.2024 р. №2266 «с»

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_ 27.11.2025 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи :

1. Результати аналізу виробничої діяльності підприємства та новітніх технологічних процесів ремонту сільськогосподарських техніки

2. Технічна характеристика ремонтно-технологічного обладнання.

3. Характеристика несправностей та дефектів КПП.

4. Типові норми витрати часу на ремонт сільськогосподарських техніки.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Дослідження ремонтного фонду деталей валів первинних коробки переміни передач трактора.

2. Обґрунтування технологій відновлення валу первинного коробки переміни передач трактора ХТЗ-16131.

3. Розробка заходів з техніки безпеки.

4. Проведення техніко-економічного обґрунтування магістерської роботи.

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

1. Мета, предмет та об'єкт досліджень.
2. Конструктивно-технологічна характеристика деталі.
3. Креслення валу первинного.
4. Конструктивно-технологічна характеристика поверхні та її з'єднання.
5. Криві зносу поверхні зубів валу первинного.
6. Криві зносу поверхні під втулку валу первинного КП.
7. Діаграма довговічності несучих поверхонь валу первинного.
8. Послідовність операцій при відновленні.
9. Технологічне обладнання та планування ділянки по відноленню.
10. Охорона праці.
11. Результати техніко-економічного обґрунтування магістерської роботи.

Дата видачі завдання "15" листопада 2024 р.

Керівник магістерської роботи

Ревенко Ю.І.  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Вакуленко М.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Прогнозування ресурсу первинних валів КПП тракторів ХТЗ-16131-03 вібродуговим наплавлення» складається з 75 стор., використано 62 джерел літератури та додатків.

Об'єкт досліджень – вивчення технічного стану деталей коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03 та удосконалень технології відновлень їх роботоздатності.

Мета роботи: вивчить технічний стан та удосконалити технологію відновлення роботоздатності коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03.

Метод дослідження – аналітичний та математико-статистичний аналіз технічного стану робочих поверхонь деталей коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03.

В приведеному рефераті вказані задачі які були вирішені в роботі згідно завдання:

1. Виявити основні пошкодження та встановити їх параметри.
2. Провести статистичний аналіз характеристик ймовірної появи виявлених пошкоджень із визначенням коефіцієнтів відновлень, вибракувань та придатності.
3. Проаналізувати стан сучасних технологій відновлень роботоздатності коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03 та встановити можливість їх реалізації в ремонтній майстерні господарства.
4. Покращити вибрану технологію відновлень працездатності коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03.
5. Зробити аналіз виробничих небезпек та розробити заходи по забезпеченню безпечних умов робіт на ділянці з відновлень роботоздатності коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03.
6. Розрахувати техніко-економічні показники технології відновлень роботоздатностей коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03.

В роботі приведено аналіз та методики визначень значень параметрів технічного стану коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03. Розраховано та

проаналізовано статистичні характеристики ймовірної прояви визначних дефектів. На базі статистичного аналізу та визначених припустимих і граничних параметрів технічного стану розраховано коефіцієнти придатності, відновлення та вибракування досліджуваних деталей.

Обґрунтовано необхідність технології відновлення роботоздатності коробки передач тракторів ХТЗ-16131-03. Проаналізовано та розроблено заходи з безпечної роботи ділянки та розраховано основні техніко-економічні показники.

КОРОБКА ПЕРЕМІНИ ПЕРЕДАЧ, ДЕФЕКТИ, ДОПУСТИМІ ТА ГРАНИЧНІ РОЗМІРИ, ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ, ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ, ДЕФЕКТАЦІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ.

## ЗМІСТ

Вступ	9
РОЗДІЛ 1. Дослідження пошкоджень несучих поверхонь заданої деталі	10
1.1. Особливості коробки переміни передач	10
1.2. Загальна методика дослідження пошкоджень	21
1.3. Аналіз умов роботи деталі, видів і характеру пошкоджень її несучих поверхонь	23
1.4. Обґрунтування граничних та припустимих при ремонті пошкоджень	26
1.5. Прогнозування ресурсу і аналіз рівня довговічності несучих поверхонь деталей	30
РОЗДІЛ 2. Технологічна частина	34
2.1. Загальна методика проектування технологічного процесу відновлення	34
2.2. Ремонтне креслення деталі	35
2.3. Технологічний процес відновлення деталі	40
2.3.1. Маршрутна карта відновлення деталі	40
2.3.2. Операційна карта на відновлення (загальної операції)	41
2.3.3. Організація виробничої ділянки.(робочого місця) для відновлення деталі	43
РОЗДІЛ 3. Заходи з охорони праці	46
3.1. Особливості умов праці	46
3.2. Дослідження (аналіз) небезпечних виробничих факторів	53
3.3. Розробка заходів для поліпшення умов праці	53
3.3.1. Розрахунок освітлення ділянки	53
3.3.2. Розрахунок місцевої вентиляції	60
3.3.3. Розрахунок опалення ділянки	60
3.4. Висновки по розділу	62
РОЗДІЛ 4. Техніко-економічне обґрунтування	63
ВИСНОВКИ	68
ЛІТЕРАТУРА	69
ДОДАТКИ	71

## ВСТУП

В умовах комплексної механізації особливого значення набуває проблема забезпечення постійної працездатності сільськогосподарської техніки. Як свідчать дані на технічне обслуговування та ремонт машинно-тракторного парку, витрачаються значні матеріальні та трудові ресурси. Щорічно грошові витрати на ТО і ремонт машин складають більше 30% від їх балансової вартості. Для проведення ТО і ремонту машин залучається велика кількість ремонтних працівників, механізаторів та водіїв. Тому в сучасних умовах ставиться задача забезпечити постійну технічну готовність машино-тракторного парку при найменших витратах матеріальних і трудових ресурсів. Успішно вирішити цю проблему неможливо без укріплення ремонтно-обслуговуючої бази сільського господарства та впровадження у виробництво прогресивних технологічних ремонтних процесів (у тому числі і відновлення деталей).

Тому інженер-механік сільськогосподарського виробництва повинен досконало володіти методикою їх проектування.

Мета магістерської роботи полягає в засвоєнні та придбанні практичні навичок проектування технологічних процесів.

Магістерська робота спрямована на дослідження пошкоджень та проектуванні технологічного процесу відновлення первинного вала коробки передач і роздаточної коробки трактора ХТЗ-16131-03 (деталь 151.37.305-4).

## РОЗДІЛ 1. Дослідження пошкоджень несучих поверхонь деталі.

### 1.1. Особливості коробки переміни передач.

Під час роботи тракторного агрегату величина тягового опору змінюється в залежності від глибини обробітку ґрунту, її механічного складу та інших умов. Щоб долати змінюється опір при повному завантаженні двигуна, необхідно змінювати силу тяги шляхом підбору передавального числа в силовій передачі трактора. Для зміни сили тяги (крутного моменту, що передається від колінчастого вала двигуна на провідні колеса) і напрямки руху трактора служить коробка передач.

Коробка передач трактора ХТЗ-16131-03 механічна, восьмишвидкісна з індивідуальними гідроподжимними фрикціями перемикання передач; кріпиться до корпусу муфти зчеплення і разом з двигуном утворює єдиний блок, який встановлений на рамі трактора.

Особливість даної коробки передач полягає в тому, що вона має два вторинних валу. Кожен вторинний вал передає обертання тільки на одне провідне колесо ходової частини трактора. Завдяки цьому коробка передач дозволяє здійснювати повороти трактора без розриву потоку потужності від двигуна на ведучі колеса.

Основу коробки передач становить редукторні частина, в якій крім вторинних валів знаходяться первинний вал, вал заднього ходу і проміжний вал. Всі вали обертаються на підшипниках, встановлених в стаканах і розточеннях корпусу якої ковзає зубчаста муфта з кільцевою проточкою для вилки перемикання. На цьому ж валу вільно встановлені на втулці - провідна шестерня робочого ряду і на підшипниках - блок шестерень прискореного робочого ряду і ходозменшувача.

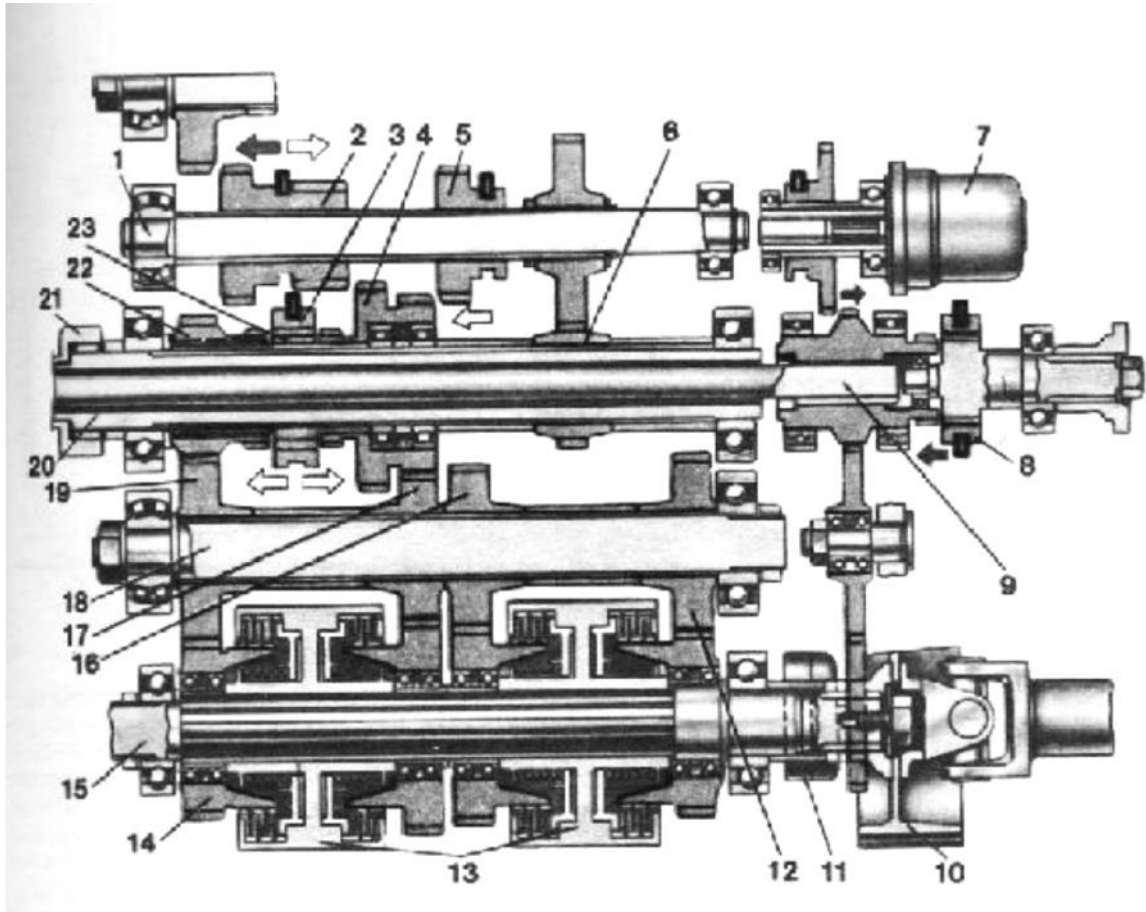


Рис. 1.1. Схема коробки передач трактора ХТЗ-16131-03:

1-вал заднього ходу і ходозменшувача, 2 блок шестерень заднього ходу і ходозменшувача, 3 - зубчастий муфта перемикання рядів, 4 - блок шестерень прискореного робочого ряду і ходозменшувача, 5 - шестерня додаткового ходозменшувача, 6 - шестерня приводу вала заднього ходу і ходозменшувача, 7 - насос гідронавісної системи, 8 - пристрій для відключення незалежного приводу ВВП, 9 - проміжний вал ВОМ, 10 - барабан гальма вторинного валу, 11 - гідронасос коробки передач, 12 - шестерня третьої і сьомої передач, 13 - гідроподжімні фрікціони, 14 - шестерня вторинного валу, 15 - вторинний вал, 16 - шестерня другої та шостої передач, 17 - шестерня першої та п'ятої передач, 18 - проміжний вал, 19 - шестерня четвертої і восьмий передач, 20 - первинний вал, 21-вал муфти зчеплення, 22 - провідна шестерня робочого ряду, 23 - зубчаста втулка коробки передач.

На шліцах вала заднього ходу (і ходозменшувача) нерухомо закріплена шестерня приводу цього вала і вільно посаджений рухливий блок включення

заднього ходу і ходозменшувача. На вимогу замовника на цей вал завод встановлює рухливу шестерню включення додаткового ходозменшувача.

На шліцах проміжного вала нерухомо закріплені шестерня першої та п'ятої передач, шестерня другої та шостої передач, шестерня третьої і сьомої передач і шестерня четвертої і восьмий передач. Між шестернями знаходяться розпірні втулки, і весь набір шестерень стягнутий двома гайками.

Проміжний вал дозволяє отримувати три швидкості обертання прямого ходу і одну швидкість заднього ходу.

Перемикання зубчастої муфти вперед дає можливість отримати ряд робочих швидкостей, а перемикання її назад - ряд прискорених робочих швидкостей.

Задній хід забезпечується пересуванням блоку 2 шестерень вперед, при русі цього блоку назад отримують знижений ряд (режим) швидкостей. Додатково зменшений ряд швидкостей можна отримати при наявності в коробці шестерні 5 шляхом переміщення її вперед.

Всі шестерні проміжного вала знаходяться в постійному зачепленні з шестернями вторинних валів.

Вторинний вал спирається на два кулькових підшипника. У середині вала є п'ять поздовжніх свердління. По чотирьох свердліннях підводиться масло до гідропіджимних фрикціонів, а по центральному свердління подається масло до фрикційним елементам. На вторинному валу поміщені по чотири шестерні. Шестерні сидять на підшипниках і передають обертання валу тільки через гідроподжимні фрікциони.

У кожному фрикціоні є набір провідних і ведених дисків, які у вільному положенні вимкнені, тобто з'єднують шестерні з валом. Вони включаються в роботу під дією робочої рідини (моторного Мислі М10Г або М10В - влітку і М8Г - взимку), що надходить під тиском до відповідного фрикційні.

До задньої стінки редуктора частини коробки передач прикріплений задній картер. У ньому розташовані механізми приводу насоса коробки

передач, насосу гідравлічної навісної системи і пристрій для відключення незалежного приводу вала відбору потужності.

Гідропіджимні фрикціони (рис. 1.2) попарно зібрані в двох барабанах, розташованих на шліцах вторинного вала. У середині кожного барабана 8 є кільцеві порожнини, в яких встановлені поршні 6. Зазор між барабаном і поршнями ущільнений зовнішнім розрізним чавунним і внутрішнім гумовим кільцями. На зовнішній поверхні барабана є вісім пазів, в які входять виступи відомих сталевих дисків. У фрикціонах I і II передач стоять ведених дисків, а в фрикціонах III і IV передач. Між відовими дисками знаходяться провідні з металокерамічними накладками. Провідні диски з внутрішньої сторони мають шліци, якими вони пов'язані з зубчастими вінцями шестерень. Комплект ведених і провідних дисків замкнутий диском і стопорним кільцем, вставленим в проточку барабана. В іншу проточку барабана встановлено завзяте кільце. Між упорним кільцем і поршнем розміщені пружини, що вимикають фрикціони з роботи. Фрикціони включаються в роботу під дією масла, яке надходить в порожнину (бустер) між поршнем і барабаном. Переміщаючись, поршень стискає пакет дисків, і обертання передається від шестерні відповідної передачі на вторинний вал. Фрикційне перемикування передач дозволяє на ходу переходити з однієї передачі на іншу в межах кожного ряду і знижує шкідливий вплив динамічних навантажень на деталі коробки передач.

Чотири фрикціона дозволяють отримувати по чотири передачі на вторинних валах в кожному з чотирьох режимів обертання проміжного вала.

Гідравлічна система трансмісії під час роботи трактора створює і підтримує певний тиск в гідропіджимних фрикціонах і забезпечує мастило і нормальний температурний режим деталей коробки передач. Вона включає в себе гідронасос, два розподільника перемикування передач і два перепускні клапани. Ці вузли змонтовані на корпусі коробки передач, який служить ємністю для масла. Крім того, до гідросистемі відносяться фільтри, два гідроаккумулятори і два клапана паливного скидання тиску, встановлені в гідропанелі, що служить піддоном коробки передач. У передній частині

трактора розташовані також масляний бак, радіатор, заливний фільтр і мастилопроводи.

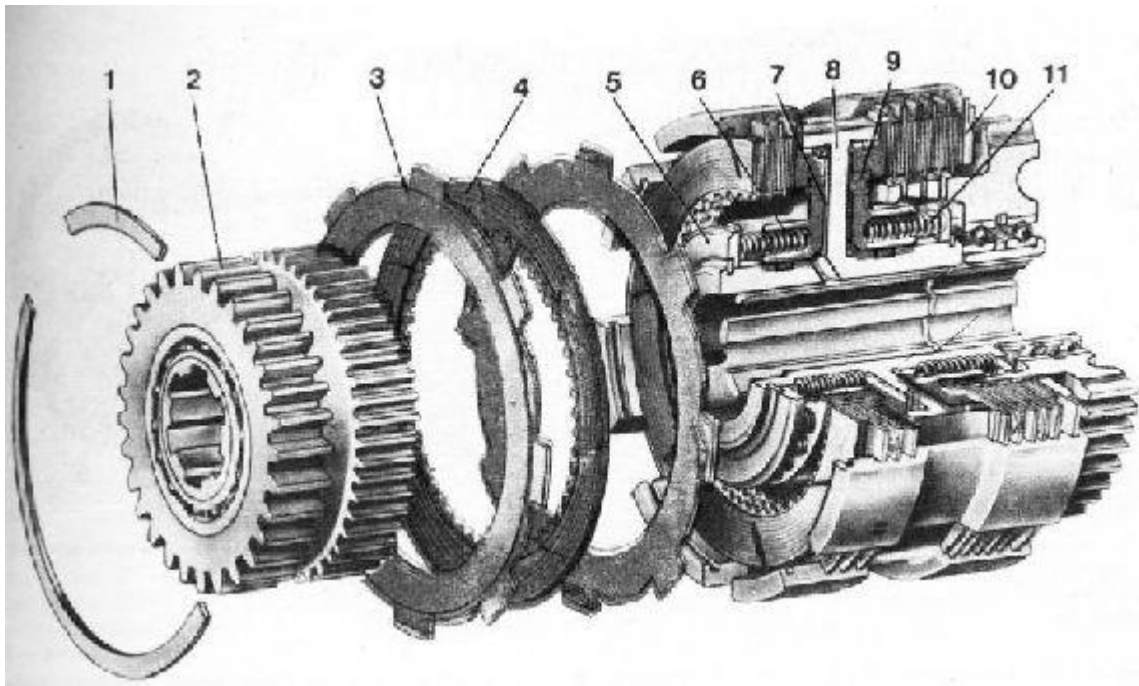


Рис. 1.2. Гідропіджимні фрикціони.

1 - стопорне кільце, 2 - шестерня, 3 - провідний диск, 4 ведений диск, 5 - завзяте кільце, 6 - поршень, 7 - порожнина (бустер), 8 - барабан, 9 - зливний клапан, 10 - завзятий диск, 11 – пружина.

Гідравлічний насос НМШ - 25 подає робочу рідину на вторинний вал. Насос забезпечує наповнення бустерів гідропіджимних фрикціонів за 3-5сек навіть при мінімальних обертах двигуна. Насос розташований на стінці корпусу коробки передач і постійно включений в роботу від валу приводу ВВП.

Насос складається з корпусу, проставки, кришки і двох шестерень. Центральна шестерня - провідна, виготовлена вона заодно з валом, на якому закріплена приводна шестерня. Валик обертається в бронзових втулках, запресованих в корпус і кришку. Бронзові втулки запресовані також і в ведені шестерні, які вільно надіті на вісі, посаджені з натягом в корпус насоса. Насос з'єднаний з масляною ванною коробки передач і нагнітальними клапанами свердліннями в корпусі коробки передач і гідропанелі.

Фільтр нагнітання очищають масло при виході його з насоса. Фільтр складається з сітчастих фільтруючих елементів, які надіті на перфоровану трубу і щільно стиснуті пружиною. Пружина стискається скобою, що нагвинчується на шпильку до тих пір, поки шайба буде знаходитися врівень з торцем поршня. Поршень, забезпечений гумовим ущільнюючим кільцем, відокремлює порожнини фільтрованої оливи від не фільтрованої. При надмірному забрудненні фільтра не фільтроване масло проходить через запобіжний кульковий клапан, відрегульований на тиск 3-35 кгс /см<sup>2</sup>. Фільтр нагнітання розміщені в окремому корпусі за задньою стінкою гідропанелі.

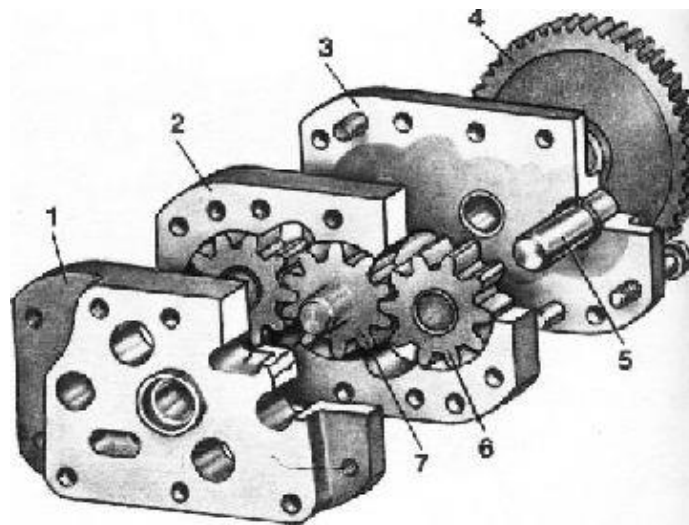


Рис. 1.3. Фільтр нагнітання трактора ХТЗ-16131-03:

1 - скоба, 2 - пружина, 3 поршень, 4 корпус фільтра, 5 - фільтруючий елемент, 6 – запобіжний клапан, 7 - вхідний отвір, 8 – шайба.

Перед входом в насос масло очищається в забірному фільтрі, що представляє собою циліндричний каркас з сіткою (розмір осередків 045 x 045 мм), припаяної до каркасу. Усередині каркаса встановлений магніт, який ловитиме металеві частинки. Фільтр розташований в розточці.

Гідроаккумулятор підтримує необхідний тиск в бустерах при перемиканні передач без зупинки трактора і забезпечують швидке заповнення вимкненого гідроподжимного.

Акумулятор, закріплен на днище коробки передач, складаються з корпусу, кришки, поршня і двох пружин. Поршень ущільнений гумовим кільцем з двома захисними шайбами.

Місткість гідроакумулятора 160 см<sup>3</sup> та підтримує тиск в фрикціоні в момент перемикання передач 6-8 кгс /см<sup>2</sup>.

Бак гідравлічної системи трансмісії встановлений на передньому брусі рами трактора. Заправляють його через заливний сітчастий фільтр, закріплений на правій стійці водяного радіатора. З бака масло по трубопроводу надходить в коробку передач. Рівень масла в коробці передач визначають за масломірним склом на гідропанелі. Для зливу масла в нижній частині бака передбачено отвір, що закривається пробкою.

У баку змонтований перепускний клапан, відрегульований на тиск 25-30 кгс /см<sup>2</sup> через який холодне масло зливається в бак, минаючи радіатор.

Радіатор гідравлічної системи трансмісії, закріплений на бічних стійках масляного радіатора двигуна, складається з двох сталевих бачків, з'єднаних між собою овальними трубками. До бачків приварені патрубки, до яких приєднують гумові шланги для підведення і відведення масла.

Масло з коробки передач через забірний фільтр засмоктується гідронасосом і нагнітається через фільтри одночасно до клапану плавного зниження тиску, розподільника, перепускного клапану. Далі потік масла об'єднується і надходить в радіатор, а звідти охолоджене масло направляється через бак назад в коробку передач.

Деталі коробки передач змащуються маслом, що надходить при його циркуляції з бака в трубку, розташовану у верхній частині коробки передач. У трубці є отвори, через які розбризкується масло. Частина масла паралельно йде в центральні осьові свердління вторинних валів і по радіальних свердлінням валів і шестерень надходить на мастило фрикційних елементів коробки передач. Ведені диски фрікціонов охолоджуються маслом, що проходить по спіральним і радіальним канавкам дисків.

Щоб в корпусі коробки передач не виникало надлишкового тиску, в його кришку ввернута пробка з сапуном.

Пристрій для запуску двигуна з буксира служить для створення вручну тиску в гідросистемі трансмісії при неможливості запуску дизельного двигуна від пускового. Пристрій складається з поршневого насоса,

закріпленого на кришці заднього корпусу коробки передач, і трубопроводів, що зв'язують насос з системою. При витягуванні за рукоятку штока насоса масло з коробки передач надходить через зворотний клапан в циліндричний корпус насоса. При опусканні штока поршень насоса нагнітає масло через клапан в нагнітальний канал.

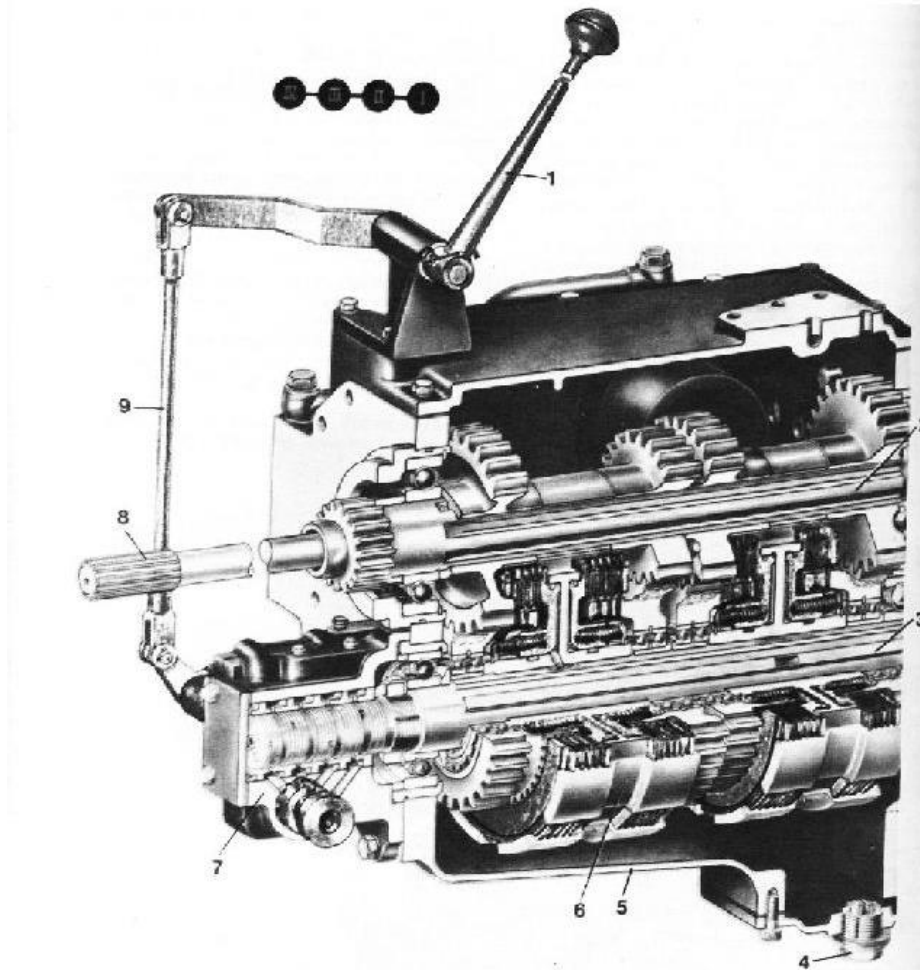


Рис. 1.4. Коробка передач трактора ХТЗ-16131-03.

1 - важіль, 2 - первинний вал, 3 - вторинний вал, 4 пробка зливного отвору,  
5 - корпус, 6 - гідроподжимний фрикціон, 7 розподільник, 8 - вал приводу  
ВВП, 9 - тяга золотника.

Механізм перемикання шестерень (рис. 1.6) трактора ХТЗ-16131-03 розташований у верхній частині коробки передач. Важелем включають шестерні робочого і прискореного рядів, заднього ходу і ходозменшувача. Тут, як і у колісного трактора, передбачені замкова пластина (куліса) і блокування. Фіксація шестерень у включеному і вимкненому положеннях

здійснюється фіксаторами. Важелем включають насос гідросистеми, а повзуном, що з'єднує важіль з пересувною муфтою, - вал відбору потужності.

Провідні шестерні транспортного і робочого рядів вільно посаджені на валу, перша - на підшипниках, а друга - на втулці. Обидві шестерні виготовлені заодно з зубчастими вінцями, на які може знаходити шліцами зубчаста муфта. Провідні шестерні рядів передають обертання через відомі шестерні на привід заднього і переднього мостів. Передній міст можна відключити, перемістивши шестерню назад.

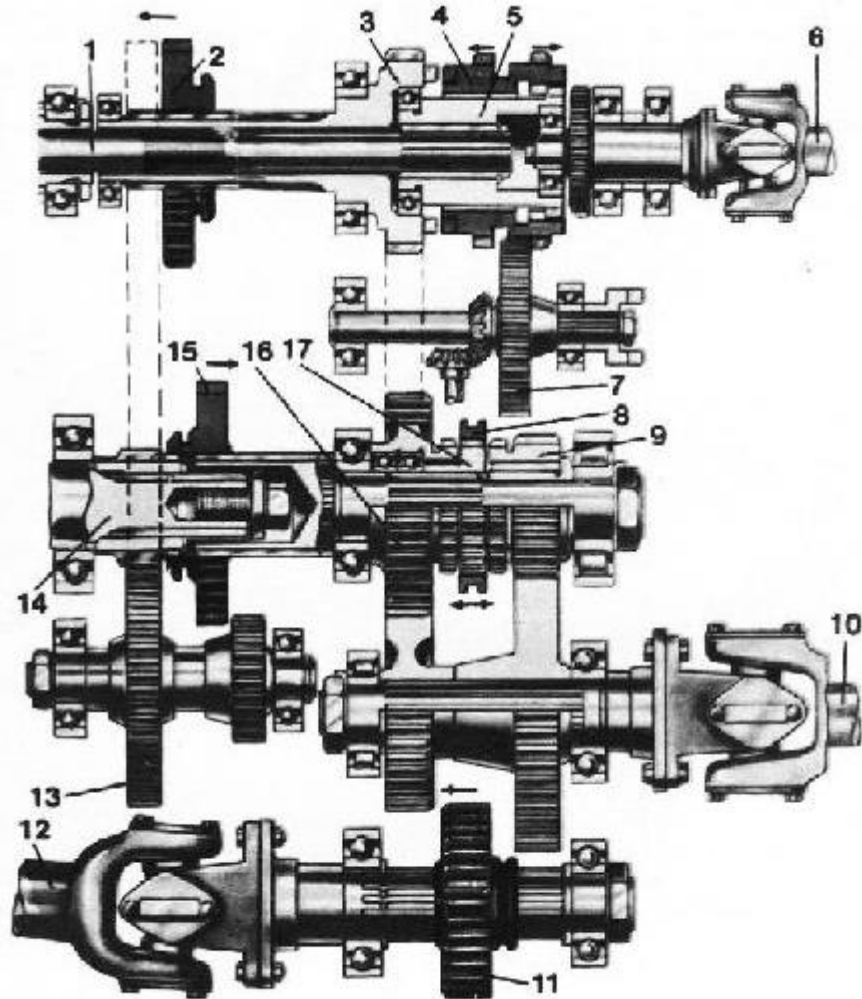


Рис. 1.5. Роздавальна коробка

1 - вал приводу ВВП, 2 - шестерня заднього ходу, 3 - шестерня, 4 - двухвенцовая каретка, 5 - шлицевая втулка, 6 - вал відбору потужності, 7 - шестерня приводу насоса гідротрансмісії, 8 - рухлива зубчаста муфта, 9 - провідна шестерня робочого ряду, 10 - карданний вал заднього моста,

II - шестерня включення переднього моста, 12 - карданний вал переднього моста, 13 - ведена шестерня ходозменшувача, 14 - вторинний вал, 15 - шестерня включення ходозменшувача, 16 - провідна шестерня транспортного ряду, 17 - нерухома зубчаста муфта приводу вала відбору потужності і насосів гідравлічної системи трактора.

Вал приводу ВВП, жорстко пов'язаний переднім кінцем з колінчастим валом двигуна і проходить всередині первинного вала, заднім кінцем з'єднаний з шліцьовій втулкою, яка спирається на кулькові підшипники. На зовнішньої шліцьовій поверхні втулки вільно посаджена двухвінечна каретка. Вінці каретки з'єднані з шестернями приводу гідронасосів. Середнє положення каретки є нейтральним. При переміщенні назад каретка включає внутрішніми зубами вал відбору потужності. Якщо перемістити каретку вперед, вона торцевими кулачками з'єднається з шестернею і від коліс буде передавати обертання на шестерню приводу насосів гідравлічної системи трансмісії і рульового управління. Привід гідронасосів від ходових коліс дозволяє працювати гідросистемі трансмісії і рульового управління під час буксирування трактора.

Корпус роздавальної коробки прикріплений до задньої частини корпусу коробки передач.

Для роботи трактора з безмоторних комбайном і деякими сільськогосподарськими машинами передбачений ходозменшувач. Він забезпечує додатково вісім уповільнених швидкостей. Ходозменшувач розташований в корпусі коробки передач і включається в роботу шестернею при переміщенні її назад. У передньому положенні ця шестерня внутрішніми зубцями з'єднує вторинний вал з ведучим валом роздавальної коробки.

У корпусі коробки передач знаходиться шестерня заднього ходу, яку включають, пересуваючи вперед. При задньому ході трактора ця шестерня передає обертання від шестерні ходозменшувача на провідну шестерню транспортного ряду через шестерню.

Механізм перемикання шестерень коробки передач складається з важелів перемикання, плазунів з виделками, замкових пластин, валиків блокування і фіксаторів.

У трактора ХТЗ-16131-03 крім важеля перемикання передач, що впливає на золотник розподільника, в кабіні трактора перед трактористом розташований важіль (рис. 1.6) включення заднього ходу, рядів швидкостей і ходозменшувача. Збоку від тракториста над роздавальною коробкою знаходиться важіль включення вала відбору потужності і важіль включення переднього моста. Повзуни, що з'єднують важелі з виделками, у включеному і вимкненому положеннях фіксуються. З цією метою вони мають виїмки, в які під дією пружини входить один з фіксаторів.

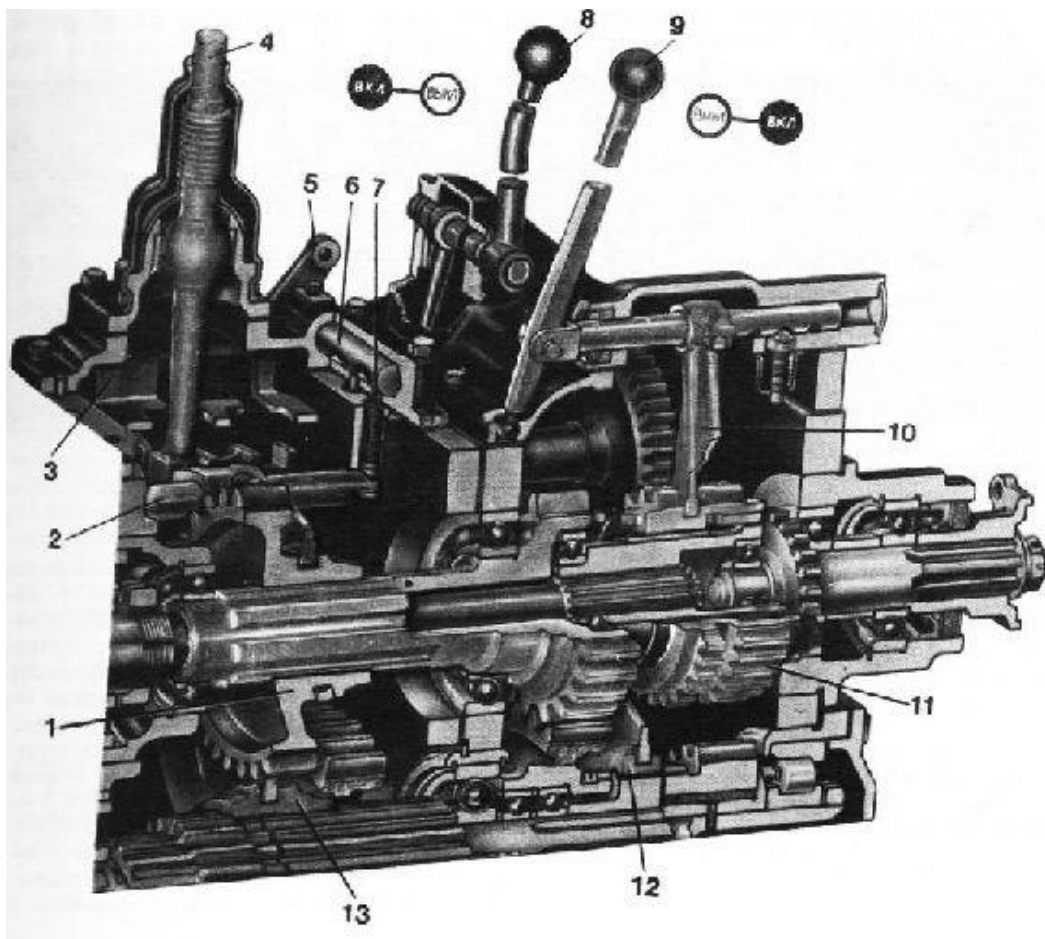


Рис. 1.6. Механізм перемикання шестерень трактора Т-150К:

1 - шестерня заднього ходу, 2 - повзун, 3 - замкова пластина (куліса), 4 - важіль перемикання рядів швидкостей заднього ходу і ходозменшувача, 5 - важіль валика блокування, 6 - валик блокування, 7 - фіксатор, 8 - важіль включення переднього моста, 9 - важіль включення ВВП, 10 - вилка

перемикання, 11 - шестерня приводу гідронасоса, 12 - зубчаста муфта, 13 - шестерня включення ходозменшувача.

Щоб виключити одночасне включення двох шестерень, під важелем розташована замкова пластина. Для запобігання мимовільного переключення шестерень в коробці передач передбачено блокування. Валик блокування з'єднаний важелем і тягою з педаллю муфти зчеплення і має три радіальних поглиблення. Якщо вижати педаль муфти зчеплення до відмови, валик блокування повернеться заглибленнями вниз і в них можуть увійти фіксатори при переміщенні одного з повзунів разом з вилкою і відповідної рухомий шестернею. У той час коли муфта зчеплення включена і її педаль знаходиться в початковому положенні, циліндрична поверхня валика блокування перешкоджає виходу фіксатора вгору і переміщенню плазунів. Блокування не дозволяє перемикає передачі без повного виключення муфти зчеплення.

## 1.2. Загальна методика досліджень пошкоджень

Аналіз умов роботи заданої деталі, види і характер пошкоджень її несучих поверхонь ведеться на основі вивчення конструкцій машин, технічних вимог на їх капітальний ремонт.

Обґрунтування граничних та припустимих при ремонті зносів, розмірів деталі та зазорів і натягів у спряженні здійснюється згідно методичних вказівок ГОСНИТИ та кафедри.

Прогнозування ресурсу і аналіз довговічності несучих поверхонь деталей проводять згідно методичних вказівок кафедри.

Дослідження ремонтного фонду деталей здійснюється по методиці запропонованій кафедрою.

Технологічний процес відновлення деталей проектується у такій послідовності. Спочатку розробляється ремонтне креслення на задану деталь, а потім – технологічний процес (маршрутна і операційна карти).

Розробка ремонтного креслення ведеться згідно вимог ГОСТ 2.604-89 і ОСТ 70.009.006-85. На ремонтному кресленні наводяться види, коефіцієнт повторності пошкоджень, раціональні способи і технологічний маршрут їх усунення.

В технічних вимогах обґрунтовуються вимоги до якості несучих поверхонь деталі після відновлення. Наводиться схема базування деталі при відновленні.

Там де це можливо регламентуються категорійні (ремонтні) розміри несучих поверхонь, деталей.

Раціональний спосіб відновлення деталі визначається по трьом критеріям: технічному, технологічному і техніко-економічному.

Матеріали по обґрунтуванню технологічних баз, послідовності і зміст технологічних операцій наводиться у додатку.

Докладно методика розробки ремонтного креслення деталі наводиться.

Технологічний процес відновлення деталі розробляється згідно ГОСТ 14.301-93; ГОСТ 14.303-95.

Розробка ведеться у наступній послідовності: вибір заготовки, технологічних баз, підбір типового технологічного процесу (аналога), визначення послідовності і змісту технологічних операцій (ці задачі вирішуються за допомогою ремонтного креслення).

Після цього визначаються засоби технологічного оснащення, назначаються і розраховуються режими операцій, здійснюється нормування процесу.

Вибір засобів технологічного оснащення для відновлення деталей ведеться згідно, нормування процесу.

Маршрутні і операційні карти на відновлення деталей оформлюють згідно рекомендацій та нормативної документації.

### 1.3. Аналіз умов роботи деталі, видів і характеру пошкоджень її несучих поверхонь

Вал первинний коробки передач 151.37.305-4 служить для передачі крутного моменту від коробки переміни швидкостей до ведучих коліс трактора. Коробка передач 151.37.001-2 і роздавальна коробка 151.37.001-4 з'єднані між собою і є складовими вузлами трактора ХТЗ-16131-03.

У спряженні з валом 151.37.305-4 входять такі деталі як втулка опорна 151.37.321 (вироблена із сталі 18 ХГТ ГОСТ 4543-81); шестернями 151.37.308-2 та 151.37.305-3 (ст. 25 ХГТ ГОСТ 4543-81); шестерня ведуча 151.37.311-2А (ст. 25 ХГТ ГОСТ 4543-81). Вал центрується у корпусі коробки передач за допомогою підшипників.

Вал первинний виготовлений із сталі 25 ХГТ ГОСТ 4543-81, має вагу 8.00 кг.

На вал первинний, під час експлуатації трактора, діють знакоперемінні навантаження в результаті передачі крутних моментів в межах від 8.2 кНм (на вищій передачі) до 27.86кНм (на нижчій передачі) при частоті обертання 119 об/хв. і 35 об/хв. (на тих самих передачах відповідно) при номінальних обертах двигуна  $n_{\text{ном.дв.}} = 2100$  об/хв. (двигун СМД-62).

Деталі коробки передач працюють в оливі М-10Г<sub>2</sub> ГОСТ 8581-88. Мащення деталей здійснюється розбризкуванням та омиванням; масло для мащення подається під тиском. Деталі при роботі можуть нагріватися до температури не вище 90°C.

Вид пошкодження поверхонь, що змащуються – зношування при фретінг-процесі.

Причини пошкодження – зношення поверхонь, що дотикаються при малих коливальних переміщеннях, вібраціях.

Механізм процесу – зношування поверхонь при зовнішньому дотиканні з тілами, що здійснюють коливальні переміщення, вібрації.

Характер прояву – зміна маси, зміна геометричних параметрів, збільшення зазору у з'єднанні (спряженні).

Таблиця 1.1. Види пошкоджень несучих поверхонь деталі 151.37.305-4

№	Поверхня деталі	Вид пошкодження поверхні	Механізм процесу пошкодження	Характер прояву пошкодження
1	Зуби шестерні	Фретінг процес	Зношування поверхонь при зовнішньому дотиканні з тілами що здійснюють коливальні переміщення	Зміна маси, зміна геометричних параметрів
		Втомлюючий знос	Випадіння мікрооб'єктів при дії накопичуваних напруг	Деформація мікрооб'єктів, утворення мікроямок
2	Посадочне місце під підшипник	Фретінг процес	Механічний знос дотикаючихся поверхонь внаслідок малих коливань відносних переміщень	Зміна маси, зміна геометричних параметрів
		Ерозійний знос	Механічний знос при додатковій дії масла яке змащує деталь	Зміна маси і геометричної форми
3	Поверхня шліців	Фретінг процес	Механічний знос при дотиканні тіл при відносно малих коливаннях	Зміна маси і геометричної форми деталі
		Ерозійний знос	Механічний знос при додатковій дії масла	Зміна маси і геометричної форми деталі
		Зкручування	Деформування	Зміна геометричної форми
4	Поверхня опорна під втулку	Фретінг процес	Механічний знос дотикаючихся поверхонь внаслідок малих коливань відносних переміщень	Зміна маси і геометричної форми деталі
		Ерозійний знос	Механічний знос при додатковій дії масла	Зміна маси і геометричної форми деталі

Таблиця 1.2. Конструктивно-технологічна характеристика деталі

№	Показник	Деталь	
		що відновляється	що з'єднується з відновлювальною
1	Найменування деталі і позначення	вал первинний 151.37.305-4	втулка опорна 151.37.321
2	Габарити (діаметр d x довжина L), мм	95 x 358	95 x 100
3	Кількість деталей в агрегаті, шт..	1	1
4	Матеріал деталі	ст. 25 ХГТ ГОСТ 4543-81	ст. 18 ХГТ ГОСТ 4543-81
5	Маса деталі, кг.	8.00	0.890
6	Коефіцієнт відновлення деталі	0.5	0.5

Таблиця 1.3. Конструктивно-технологічна характеристика робочої поверхні та її з'єднання

№	Показник	Деталь	
		що відновляється	що з'єднується з відновлювальною
1	Найменування деталі і позначення	вал первинний 151.37.305-4	втулка опорна 151.37.321
2	Найменування типового з'єднання	рухома	
3	Посадка в з'єднанні	+ 0.065	
4	Номинальні розміри, мм	55 <sup>-0.019</sup>	55 <sup>+0.046</sup>
5	Поле допуску, мм	0.019	0.046
6	Допуск посадки, мм	0.065	
7	Квалітет точності ном. розміру по кресленню	6	8
8	Твердість поверхні	HRC 30...42	HRC 28...32
9	Шорсткість поверхні, R <sub>a</sub>	1.25	1.25
10	Точність взаємного розміщення робочих та базових поверхонь		
11	Ведучий процес зносу поверхонь	фретінг-процес	фретінг-процес
12	Характеристика рівномірності зносу поверхонь	0.8	0.8
13	Коефіцієнт граничного зносу		
14	Коефіцієнт повторності дефекту	0.57	0.53

#### 1.4. Обґрунтування граничних та припустимих при ремонті пошкоджень

Результати граничних та припустимих при ремонті зносів, розмірів деталей та натягів і зазорів у спряженні втулка опорна 151.37.321 – вал первинних 151.37.305-4 (коробки перемини передач з роздавальною коробкою 151.37.001-6) наведені в таблиці 1.4.

Вихідні дані і розрахунки по обґрунтуванню граничних та припустимих при ремонті зносів, розмірів деталей та натягів і зазорів у спряженні проведенні у додатку 1.1.

Встановлено, що величина допустимого та граничного зносу у з'єднанні становить відповідно 0.006 мм та 0.231 мм в т.ч. по валу первинному 0.002 мм і 0.068 мм, по втулці опорній 0.004 і 0.163 мм.

При таких зносах допустимі і граничні при ремонті розміри вала відповідно будуть 54.998 мм і 54.932 мм та втулки 55.053 мм і 55.135 мм. При цих розмірах при ремонті у спряженні будуть забезпечуватися зазори. Величина припустимого зазору буде становити +0.006 мм, а граничного +0.0231 мм. В технічній документації ці значення складають +0.008 і +0.238 мм, це пояснюється тим, що в технічній документації розробленою ДержНДТІ у порівнянні з розрахунковими призначені більші значення. Це дає можливість стверджувати, що при таких розмірах деталей, спряження буде працювати в режимі аварійного зносу.

На основі цього можна зробити наступний висновок: з метою усунення роботи спряження в умовах аварійного зносу величина зазорів, розмірів при ремонті наведені в технічних умовах на ремонт трактора ХТЗ-16131-03 необхідно вточнити згідно розрахункових. Обґрунтовані на основі розрахунків, допустимі та граничні зноси, розміри та зазори у спряженні втулка опорна – вал первинний наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Граничні та припустимі при ремонті зноси, розміри деталей та натяги і зазори у спряженні втулка опорна 151.37.321 – вал первинний 151.37.305-4 роздавальна коробка трактора ХТЗ-16131-03

Назва деталі, позначення, розмір по кресленню	Посадка по кресленню, мм	Допуск		Припустимий і граничний знос, мм	Коефіцієнт перерозподілу зносів, мм	Припустимий і граничний при ремонті		
		розмір, мм	посадка			знос деталі, мм	розмір деталі, мм	натяг (-), зазор (+)
Втулка опорна 151.37.321 $55^{+0.046}$	$\frac{+0.065}{0}$	0.046	0.065	$\frac{0.006}{0.231}$	1	$\frac{0.004}{0.163}$	$\frac{55.053}{55.135}$	$\frac{0.006}{0.231}$
Вал первинний 151.37.305-4 $55_{-0.019}$		0.019				$\frac{0.002}{0.068}$	$\frac{54.998}{54.932}$	

Результати граничних та припустимих при ремонті зносів, розмірів деталей та натягів і зазори у спряженні шестерня 151.37.308-2, шестерня вєдома 151.37.311-2А, шестерня 151.37.305-3, втулка зубчата 151.37.411 – вал первинний 151.37.305-4, вал привода 151.37.310-1 коробки передач 151.37.001-6 трактора ХТЗ-16131-03, при їх обґрунтуванні наведені в таблиці 1.5.

Вихідні дані і розрахунки по обґрунтуванню граничних та припустимих при ремонті зносів, розмірів деталей та натягів і зазори у спряженні приведені у додатку 1 (1.1.2).

Встановлено, що величина припустимого та граничного зносу у з'єднанні становить відповідно 0.7 мм та 1.45 мм в т.ч. по валам 0.296 мм і 0.58 мм та по шестерням 0.444 мм і 0.87 мм.

При цьому припустимі і граничні при ремонті розміри валів відповідно 9.644 мм і 9.36 мм та ширина шліцевих пазів у шестернях 10.444 мм і 10.87 мм.

При таких розмірах при ремонті у спряженні забезпечується зазор. Величина припустимого зазору становить +0.8 мм, а граничного +1.51 мм, а в технічних умовах відповідно +0.85 і 1.55 мм. Це пояснюється тим, що в технічній документації розробленою ДержНДТІ у порівнянні з розрахунковими позначення більші. Це дає основу твердити, що при таких розмірах деталей, спряження буде працювати в режимі аварійного зносу.

#### Висновки.

1. На основі розрахунків обґрунтовані припустимі та граничні зноси, розміри деталі і зазори у спряженні шліцевого валу і шестернями зі шліцами наведені в таблиці 1.5.

2. З метою усунення роботи спряження в умовах аварійного зносу величина зазорів, розмірів деталі і зазори у спряженні наведені в технічних умовах на ремонт трактора ХТЗ-16131-03 необхідно вточнити згідно розрахункових.

Таблиця 1.5. Граничні та припустимі при ремонті зноси, розміри деталей та натяги і зазори у спряженні шестерня 151.37.308-2 (шестерня ведома 151.37.311-2А, шестерня 151.37.305-3, втулка зубчаста 151.37.411) – вал первинний 151.37.305-4 (вал привода 151.37.310-1) по ширині шліцевих пазів коробки переміни передач з роздавальною коробкою 151.37.001-6 трактора ХТЗ-16131-03

Назва деталі, позначення, розмір по кресленню	Посадка по кресленню, мм	Допуск		Припустимий і граничний знос, мм	Коефіцієнт перерозподілу зносів, мм	Припустимий і граничний при ремонті		
		розмір, мм	посадка			знос деталі, мм	розмір деталі, мм	натяг (-), зазор (+)
Шестерня 151.37.308-2 Шестерня ведуча 151.37.311-2А Шестерня 151.37.305-3 Втулка зубчаста (ширина шліців пазів) 151.37.411 $10^{+0.090}$	$\frac{+0.210}{+0.060}$	0.090	0.150	$\frac{0.740}{1.450}$	1	$\frac{0.444}{0.870}$	$\frac{10.444}{10.870}$	$\frac{+0.8}{+1.51}$
Вал первинний 151.37.305-4 Вал привода 151.37.310-1 $10^{\frac{-0.060}{-0.120}}$		0.060				$\frac{0.296}{0.580}$	$\frac{9.644}{9.360}$	

## 1.5. Прогнозування ресурсу і аналіз рівня довговічності несучих поверхонь деталі

Прогнозування ресурсу і аналіз рівня довговічності несучих поверхонь деталі ведуть згідно методичним вказівкам кафедри. Розрахунок наводиться в додатку 1.2 (1.2.1)

Відповідно до розрахунків, середній ресурс поверхні зубів по довжині загальної нормалі, вала первинного коробки передач 151.37.305-4, становить  $\bar{t}=79009.24$  мото-год. (більше  $t_{\gamma}=6000$  мото-год.), поверхні під втулку  $\bar{t}=-1123.7$  мото-год. (менше набагато  $t_{\gamma}=6000$  мото-год.)

Із проведених досліджень видно, що найбільш слабким місцем вала первинного коробки передач 151.37.305-4 є поверхня під втулку яка після 3688.8 мото-год. Вимагає відновлення (граничний знос).

Найбільш зносостійкою несучою поверхнею вала первинного є поверхня зубів яка зношується по загальній нормі, в якій граничний знос настає через 9154.49 мото-год. після початку експлуатації.

Результати досліджень по прогнозуванню ресурса вала первинного коробки передач трактора ХТЗ-16131-03 (151.37.305-4) наводяться в таблиці 1.6, 2.7 та графічно відображаються на малюнках 1.7, 1.8. Встановлені залежності зносу несучих поверхонь вала первинного від часу. Рівняння для визначення величини зносу записані в останній графі таблиць які раніше згадувалися. Діаграма несучих поверхонь по довговічності відображені на малюнку 1.9.

Результати досліджень використовуються для розробки ремонтного креслення та технологічного процесу відновлення вала первинного коробки передач.

Таблиця 1.6. Результати досліджень по прогнозуванню ресурсу вала первинного по поверхні зубів (знос по довжині загальної нормалі).

Розмір по кресленню мм	$\frac{\delta_{\text{дон}}}{\delta_{\text{нр}}}$	$\frac{\bar{\delta}_1}{\delta_2}$	$\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$	$\frac{A}{h}$	$\frac{K_H}{\delta_H}$	$\frac{\bar{K}}{\bar{\delta}}$	$\frac{K_e}{\delta_e}$	Ресурс мото.год.
$38_{-0.210}^{-1.40}$	$\frac{0.677}{1.038}$	$\frac{0.15}{0.21}$	$\frac{0.0224}{0.0355}$	$\frac{4975.66}{-0.0479}$	$\frac{0.0574}{0.139}$	$\frac{0.1021}{0.21}$	$\frac{0.1468}{0.281}$	$t_{\min} = 7124.29$
								$\bar{t} = 7909.24$
								$t_{\max} = 9154.49$
Рівняння зносу $\delta = f(t)$	$\delta_H = 0.0573 \cdot 10^{\frac{t-3000}{4975.66}} + 0.0479$							
	$\bar{\delta} = 0.1021 \cdot 10^{\frac{t-3000}{4975.66}} + 0.0479$							
	$\delta_e = 0.1468 \cdot 10^{\frac{t-3000}{4975.66}} + 0.0479$							
$k_H = (\delta_1 - t_e \delta_1 + h); \bar{k} = \bar{\delta}_1 + h; k_e = \bar{\delta}_1 - t_\beta \delta_1 + h; B = \frac{t-3000}{4975.66}$								
$\delta_{\text{дон}} \leq \delta_{\text{нр}} - (\bar{\delta}_1 + h) \cdot 10^{\frac{t_m - t_1}{A}} - h = 0.6767$								

Таблиця 1.7. Результати досліджень по прогнозуванню ресурсу вала первинного (знос поверхні під втулку).

Розмір по кресленню мм	$\frac{\delta_{\text{дон}}}{\delta_{\text{нр}}}$	$\frac{\bar{\delta}_1}{\delta_2}$	$\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$	$\frac{A}{h}$	$\frac{K_H}{\delta_H}$	$\frac{\bar{K}}{\bar{\delta}}$	$\frac{K_e}{\delta_e}$	Ресурс мото.год.
$55_{-0.019}$	$\frac{-}{0.068}$	$\frac{0.275}{0.393}$	$\frac{0.110}{0.159}$	$\frac{6249.8}{-0.01}$	$\frac{0.045}{0.075}$	$\frac{0.265}{0.393}$	$\frac{0.485}{0.711}$	$t_H = 3688.8$
								$\bar{t} = -1123.7$
								$t_B = -2764.3$
Рівняння зносу $\delta = f(t)$	$\delta_H = 0.045 \cdot 10^{\frac{t-3000}{6249.83}} + 0.01$							
	$\bar{\delta} = 0.0265 \cdot 10^{\frac{t-3000}{6249.83}} + 0.01$							
	$\delta_e = 0.485 \cdot 10^{\frac{t-3000}{6249.83}} + 0.01$							
$k_H = (\delta_1 - t_e \delta_1 + h); \bar{k} = \bar{\delta}_1 + h; k_e = \bar{\delta}_1 - t_\beta \delta_1 + h; B = \frac{t-3000}{6249.83}$								
$\delta_{\text{дон}} \leq \delta_{\text{нр}} - (\bar{\delta}_1 + h) \cdot 10^{\frac{t_m - t_1}{A}} - h = -0.722$								

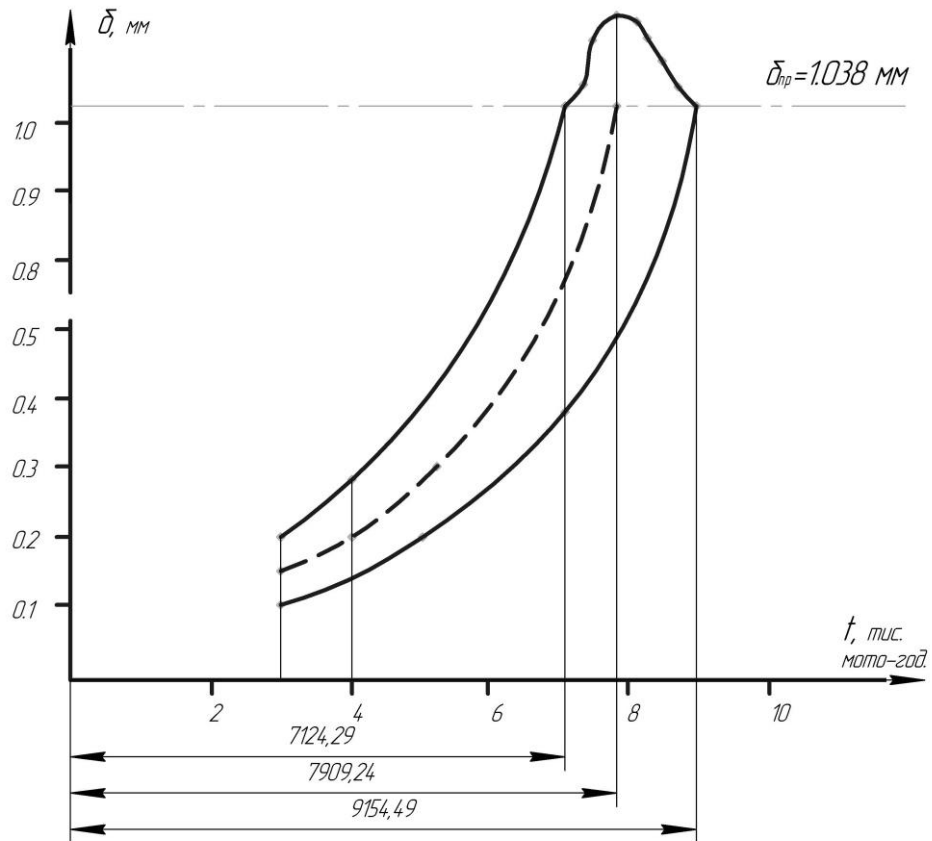


Рис. 1.7. Криві зносу поверхні зубів (по загальній нормалі) первинного валу КП та РК

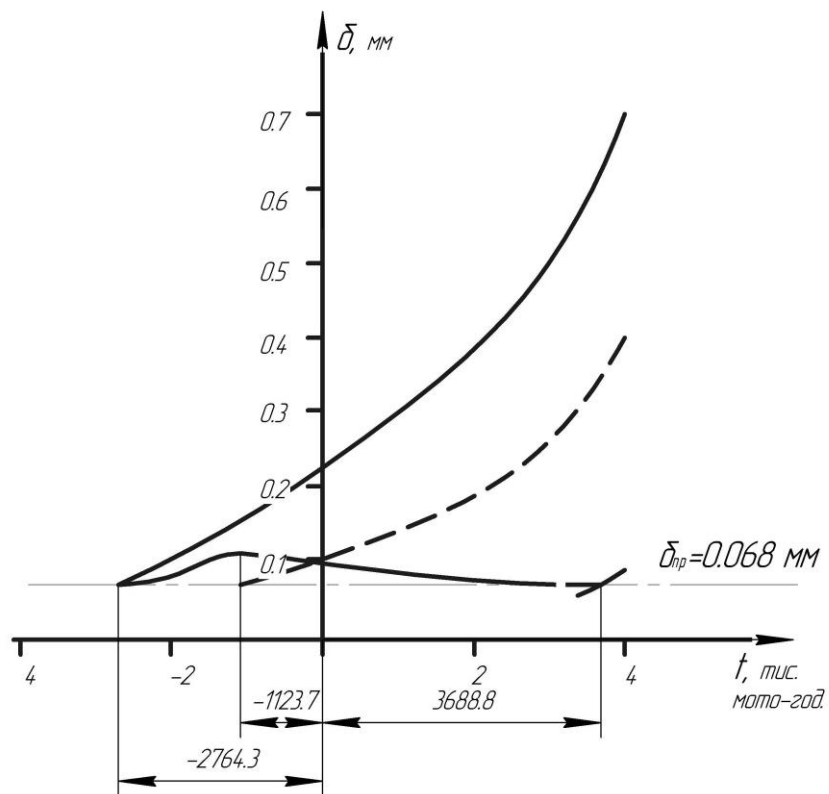


Рис. 1.8. Криві зносу поверхні під втулку первинного валу КП та РК.

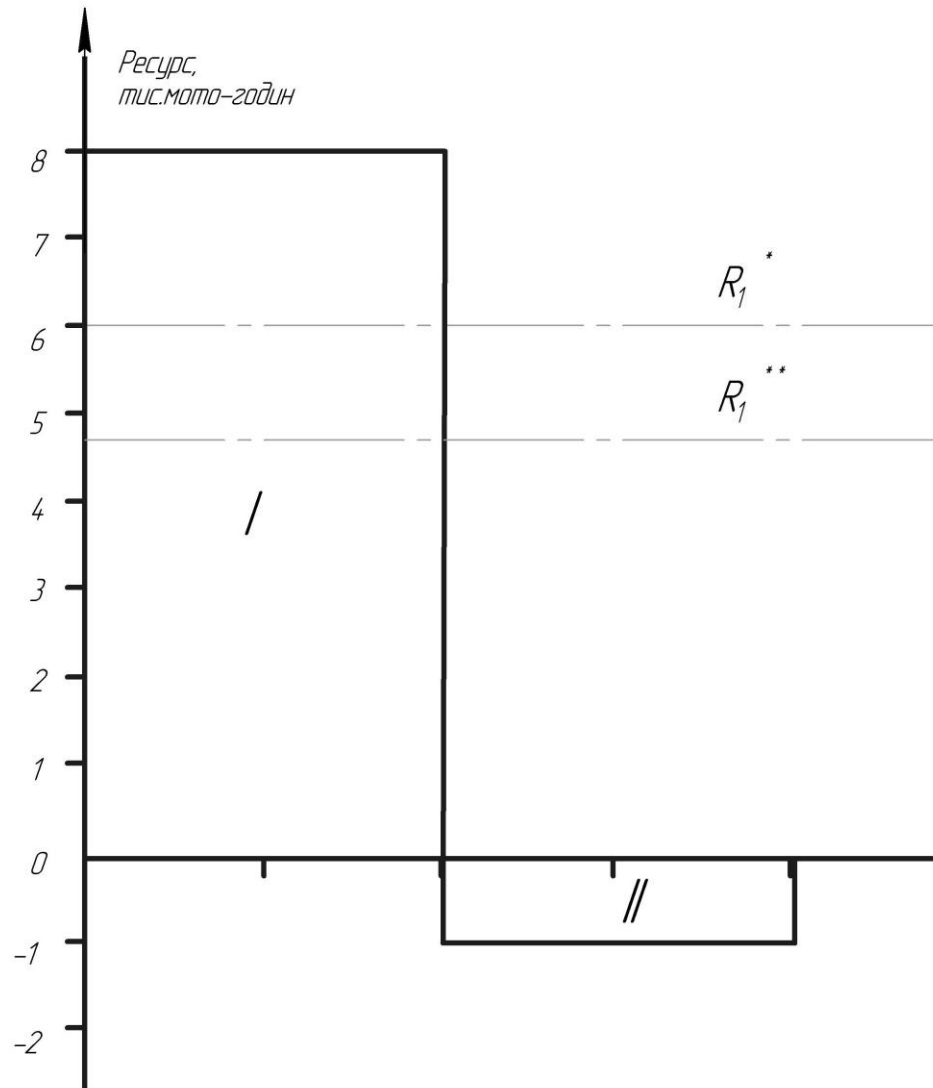


Рис 1.9. Діаграма довговічності несучих поверхонь  
вала первинного 151.37.305-4.

\*Доремонтний 80% ресурс ( $R_{\gamma} = 6000$  мото-год.)

\*\* Міжремонтний 80% ресурс ( $R_{\gamma} = 4800$  мото-год.)

I – поверхня зубів шліцевих (знос по довжині загальної нормалі).

II – поверхня під втулку.

## РОЗДІЛ 2. Технологічна частина

### 2.1. Загальна методика проектування технологічного процесу відновлення

Технологічний процес відновлення деталі проектується в наступній послідовності. Спочатку розробляється ремонтне креслення, а потім технологічний процес відновлення деталі.

Ремонтне креслення розробляється відповідно вимогам ГОСТ 2604-68 та ОСТ 70.009006-85. На ремонтному кресленні наводяться види, коефіцієнти повторності пошкоджень, раціональні способи відновлення і технологічний маршрут їх відновлення. Обумовлюються бази, які використовуються при відновленні. В технічних умовах обумовлюються вимоги до якості відновлених поверхонь.

Раціональний спосіб відновлення деталей розраховується по трьом критеріям: технічному, організаційному і техніко-економічному. Технологічний процес відновлення деталі розробляється відповідно ГОСТ 14.301-88; ГОСТ 14.303-88.

Розробка технологічного процесу ведеться в наступній послідовності: вибір технологічних баз; визначення послідовності і змісту операцій по відновленню деталей (ці вихідні дані беруться із ремонтного креслення).

Після цього вибираються необхідне ремонтно-технічне обладнання, визначаються і розраховуються режими обробки пошкоджених поверхонь, здійснюється нормування процесу, а також встановлюється професія і кваліфікація виконавців.

Вибір засобів технологічного оснащення і нормування процесів ведеться згідно ГОСТу, наведеному раніше в цьому ж розділі.

## 2.2. Ремонтне креслення деталі (вал первинний 151.37.305-4)

Вал первинний коробки передає крутний момент від коробки переміни передач на шасі і вал відбору потужності трактора.

Деталь виготовляється із сталі 25ХГТ ГОСТ4543-81, маса складає 8 кг, кількість на тракторі 1 шт., вартість становить 6.55 крб.( ціна станом на 1.01.92).

Ремонтне креслення вала первинного приводиться на листі. Як видно із приведених даних на деталь, мають місце слідуєчі пошкодження:

- знос поверхні В під опірну втулку – деф. 1. (Інші дефекти відповідно завдання не розглядаються).

Основним способом усунення дефекту деталі буде відновлення за допомогою на плавки в середовищі вуглекислого газу с подальшою закалкою СВЧ і шліфуванням (обґрунтування способу відновлення дивись в дод.2).

Усунути ці зноси також можливо такими способами:

1) приварювання сталюї стрічки електроконтактною зваркою з послідуєчим шліфуванням.

2) за допомогою вібродугової на плавки з подальшим шліфуванням.

Для відновлення вала первинного приймаємо слідуєчий технологічний маршрут: миття, дефектування, наплавка, точіння, гартування, шліфування, контроль.

В якості технологічних баз відновлення використовуємо торцеві поверхні вала, так як вони майже не зношуються.

Вал, що підлягає відновленню, не приймається в ремонт при наявності тріщин, зколів, а також при невідповідності вимогам розділу 2 ОСТ 70.0009.03-84.

До вала первинного коробки передач висуваються слідуєчі вимоги: поверхня, яка відновлюється повинна мати твердість НРС 30...42; відхилення від вірності геометричної форми за ГОСТ 3325-88.

### 2.2.1. Вибір раціонального способу відновлення деталі

Раціональний спосіб відновлення деталі визначається за трьома критеріями: технічному, організаційному, техніко-економічному.

Поверхня вала первинного коробки передач, з врахуванням його твердості і величини зносу, можна відновляти такими методами, як наплавка в середовищі захисного газу і вібродуговою наплавкою.

Ці способи по технічному критерію дозволяють забезпечувати необхідну твердість і товщину (від десятих долей до кількох міліметрів).

По організаційному критерію продуктивність цих процесів не менше 0.5 кг/год наплавленого матеріалу.

По економічному критерію собівартість 1 гр. наплавленого матеріалу складає при наплавці в середовищі газу 0.309 коп, а при вібродуговій наплавці – 0.362 коп

Методи відновлення деталі	Твердість нанесеного покриття, <i>HRC</i>	Товщина шару матеріалу, що наноситься на деталь, мм	Продуктивність, кг/год	Питома собівартість (вартість нанесення 1 гр. покриття), коп. (в дужках середнє значення)
Наплавка в середовищі захисного газу	20-63	0.8-4	1.56-4.4	0.242-0.474 (0.309)
Вібродугова наплавка	14-63	0.5-5	0.6-4.4	0.279-0.746 (0.362)

Проаналізувавши, перевагу надаємо відновленню вала за допомогою на плавки в середовищі захисного газу (більша продуктивність і менша собівартість 1 гр. нанесеного покриття).

### 2.2.2. Вибір технологічних баз

За функціональною ознакою технологічні бази поділяються на природні і штучні.

Якщо конфігурація деталі не дає можливість вибрати технологічну базу, що дозволяє зручно, стійко і надійно орієнтувати і закріпити заготовку в пристосуванні або на верстаті, то вдаються до створення штучних технологічних баз. До категорії штучних технологічних баз відносяться також такі технологічні бази, які в цілях підвищення точності базування оброблюваної заготовки у пристосуванні, заздалегідь, обробляються з вищою точністю, чим це потрібний для готового виробу по кресленню.

За розміщенням в технологічному процесі встановлюваної бази діляться на чорнові (первинні), проміжні і чистові (кінцеві). Чорнові бази служать для встановлення заготовок на перших операціях обробки, коли других оброблених поверхонь ще немає.

Вибір встановлюваних баз при обробці деталей має велике значення. Вибір чорнової бази – це вирішення питання, з якої поверхні слід починати обробку заготовки. Чорнова база повинна дозволити обробку поверхонь, яка є найбільш важливою встановлюваною базою при наступній обробці інших поверхонь деталі. Чорнова база не забезпечує точність обробки, тому її використовують зазвичай тільки для першого встановлення, тільки один раз. Для деталей, не оброблюваних зі всіх сторін, чорновою базою вибирають одну з необроблених поверхонь, та яка залишається в чорновому вигляді. При обробці деталей зі всіх сторін, за чорнову базу слід приймати поверхню, яка має найменший допуск в порівнянні з іншими поверхнями. Чорнові бази повинні мати мінімальною шорсткістю та мінімальне зміщення відносно інших поверхонь, які підлягають обробці.

Після першої операції обробки, на всіх наступних операціях чорнові бази повинні бути замінені обробленими, чистовими базами. Винятком може бути обробка на револьверних верстатах, напівавтоматах і багатошпіндельних автоматах, коли деталь частково або повністю оброблюється з одного первинного встановлення по чорновій базі. При виборі чистових встановлюваних баз слід по можливості керуватися принципом суміщення баз. В загальному вигляді принцип суміщення баз

полягає у використанні конструкторської та виміральної баз як встановлювальної бази. За базовою поверхнею вибирають поверхню, відносно якої в кресленні деталі координовано положення даної оброблюваної поверхні. При суміщенні встановлювальної бази з конструкторською базою похибка базування рівна нулю.

Якщо принцип суміщення баз неможливий за конфігурацією деталі або через інші причини, то вибирають другу базову поверхню, однак при цьому необхідно, щоб похибка базування була значно менше допуску розміру, який визначає положення даної оброблюваної поверхні.

Для забезпечення найменшої похибки від не суміщення баз необхідно як встановлювальну базу вибирати поверхню деталі, яка найбільш точно розташована відносно конструкторської бази. При обробці двох любих поверхонь деталі на різних встановлювальних базах похибка взаємного розташування оброблюваних поверхонь виходить більшою, ніж при обробці їх на одній встановлюваній базі. Ця похибка рівна похибці взаємного розташування встановлюваних баз. Звідси впливає принцип єдності баз, який полягає в тому, що дану поверхню і поверхню, яка є по відношенню до неї конструкторською базою, обробляють, користуючись одною і тою самою, тобто єдиною, встановлювальною базою. Звідси впливає, що принцип єдності баз охоплює тільки дві взаємозв'язані поверхні – дану розглянуту і другу, яка є конструкторською базою по відношенню до неї. При великій кількості операцій і складності дотримання інших заданих розмірів, які не допускають суміщення баз, правило єдності бази розширюють до принципу постійності встановлювальної бази.

Принцип постійності встановлюваної бази полягає в тому, що на всіх технологічних операціях використовують одну і ту ж (постійну) встановлювальну базу. Умова постійності встановлювальної бази є необхідною при дотриманні жорстких вимог до точності обробки. Зміна баз може внести недопустиму похибку у взаємне розміщення поверхонь,

оброблених від різних баз, тоді як постійність встановлювальної бази зменшує похибку базування від не суміщення баз.

При обробці поверхонь, які не потребують особливої точності, принцип постійності встановлюваної бази не є обов'язковим. В цьому випадку, а також коли принцип постійності встановлюваної бази не може бути виконаний, обробку ведуть від інших баз. В ряді випадків зміна встановлювальної бази спрощує обробку і конструкцію пристосування і являється економічно виправдані.

Для орієнтації заготовки в пристосуванні або на верстаті необхідно вибрати кількість і розміщення базуючих поверхонь.

В процесі експлуатації у вала 151.37.305-4 заводські технологічні бази не дуже піддаються зносу. Тому доцільно вибирати ці база для відновлення деталі. Схема базування деталі показана на ремонтному кресленні.

### 2.2.3. Визначення послідовності і змісту технологічних операцій

При відновленні вала первинного 151.37.305-4, встановлюється наступна послідовність ремонтних операцій:

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| - миття;          | - слюсарна;    |
| - дефектувальна;  | - термічна;    |
| - слюсарна;       | - шліфувальна; |
| - наплавлювальна; | - контрольна.  |
| - токарна;        |                |

При наплавці відбуваються слідуєчи переходи:

переход 1: встановлення деталі і закріплення в установці;

переход 2: наплавка;

переход 3: зняття деталі.

## 2.2.4. Технічні вимоги до відновлення деталі

Після відновлення вал первинний 151.37.305-4 повинен задовольняти наступним вимогам:

- твердість поверхні, що відновлялась повинна бути в межах *HRC* 30...42;

- після точіння шорсткість поверхні повинна бути  $R_a=1.5$ .

Вал первинний відновлюється по *V* класу точності.

## 2.3. Технологічний процес відновлення деталі

### 2.3.1. Маршрутна карта відновлення деталі

Маршрутна карта на відновлення деталі приводиться в ТП додатку.

Як видно з приведених даних, деталь відновлюється в наслідок наступних операцій: миття, дефектування, наплавка в середовищі вуглекислого газу, точіння, гартування, шліфування, контролю. Для виконання цих операцій використовується наступне обладнання: мийна машина роторного типу ОМ-6068, скоби і мікрометр, напівавтомат наплавочний А-5374, верстат токарно-гвинтовий 1К62, верстак слюсарний ОРГ-1468-01-060А, установка високочастотна ПЗ2-67М, верстат круглошліфувальний ЭБ-153У.

Код тарифної сітки для операції миття, дефектування, наплавки в середовищі захисного газу, точіння, гартування, шліфування і контроль – холодна і гарячої (Г). Код вида норми – розрахунковий (Р).

Операції виконуються мийником 3-го розряду, дефектувальником 6-го розряду, наплавщиком 3-го розряду, токарем 3-го розряду, гартувальником 4-го розряду, шліфувальником 4-го розряду і контролером 6-го розряду.

### 2.3.2 Операційна карта на відновлення поверхні під опорну втулку вала первинного коробки передач

Операційна карта на плавки поверхні під опорну втулку вала первинного коробки передач приводиться в технологічному процесі в додатку.

Наплавка забезпечується внаслідок виконання переходів по встановленню деталі, наплавці і зняття деталі після на плавки.

Наплавку проводять напівавтоматом наплавочним А-537У в середовищі вуглекислого газу застосовуючи дріт 1.6Нп30ХТТ ГОСТ26271-84.

Напруга дуги при наплавлюванні встановлюється в межах 20-21 В. Якщо шар який наплавляється становить до 1 мм, то наплавку проводять при подачі 1.2 ... 2.0 мм/об, а якщо більше – 1.7 ... 3.0 мм/об. Виліт електрода повинен бути в межах 15 ... 20 мм, а зміщення 5 ... 10 мм.

Товщина шара, що наплавляється визначається наступним чином:

$$h = \frac{(D_n - D_\phi) + k}{2},$$

де  $D_n$  – номінальний діаметр вала,  $D_n = 55$  мм;

$D_\phi$  – фактичний діаметр вала,  $D_\phi = 54.9$  мм;

$k$  – припуск на подальшу механічну обробку, приймаємо  $k = 2.4$

мм.

Підставивши значення будемо мати:

$$h = \frac{(55 - 54.9) + 2.4}{2} = 1.25 \text{ мм}$$

Діаметр електродного дроту приймаємо  $d_e = 1.6$  мм і виготовлений із сталі 30ХТТ ГОСТ 26271-84.

Силу струму приймаємо  $I_{св} = 190$  А.

Шаг на плавки визначаємо в залежності від діаметру електродного дроту:

$$S = (1.1 \dots 1.5) d_e = (1.1 \dots 1.5) 1.6 = 1.76 \dots 2.4 \text{ мм}$$

Приймаємо шаг наплавки рівним  $S = 2$  мм.

Визначаємо швидкість подачі дроту за формулою:

$$V_{n.np} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{15 \cdot \pi \cdot d_e^2 \cdot \gamma},$$

де  $\alpha_n = 8 \dots 10 \text{ г/(А год)}$  – коефіцієнт наплавки, приймаємо  $\alpha_n = 10 \text{ г/(А год)}$ ;

$$\gamma = 7.85 \text{ г/мм}^3.$$

$$V_{n.np} = \frac{10 \cdot 190}{15 \cdot \pi \cdot 1.6^2 \cdot 7.85} = 2.006 \text{ м/хв.}$$

Згідно паспорту верстата уточнюємо  $V_{n.np} = 2 \text{ м/хв.}$

Кількість обертів визначаємо за виразом:

$$n_\delta = \frac{13.8 \cdot d_e \cdot V_{n.np}}{D_{cp} \cdot h \cdot S} \text{ об/хв}$$

$$D_{cp} = D + \frac{h}{2} = 54.9 + \frac{1.25}{2} = 55.525 \text{ мм}$$

$$V_{n.np} = \frac{V_{n.np} (\text{м/хв}) \cdot 1000}{60} = \frac{2 \cdot 1000}{60} = 33.3 \text{ мм/хв}$$

$$n_\delta = \frac{13.8 \cdot 1.6 \cdot 33.3}{55.525 \cdot 1.25 \cdot 2} = 5.29 \text{ об/хв}$$

Частота обертання уточнюється відповідно паспорта верстата  $n_\delta = 5 \text{ об/хв.}$

Швидкість наплавки залежить від товщини шару який наплавляємо:

$$V_n = \frac{0.785 \cdot d_e^2 \cdot V_{n.np} \cdot \eta}{h \cdot S},$$

де  $\eta$  - коефіцієнт переходу метала в наплавлений метал і знаходиться в межах  $\eta = 0.85 \dots 0.90$ , приймаємо  $\eta = 0.87$ .

$$V_n = \frac{0.785 \cdot 1.6^2 \cdot 33.3 \cdot 0.87}{1.25 \cdot 2} = 23.29 \text{ мм/с}$$

$$V_n = \frac{V_n (\text{мм/хв}) \cdot 60}{1000} = 1.39 \text{ м/хв}$$

Машинний час наплавки визначається за формулою:

$$t_m = \frac{L \cdot i}{n_\delta \cdot S},$$

де  $L$  – довжина частини що наплавляється,  $L = 100 \text{ мм}$ ;

$i$  – кількість проходів, приймаємо  $i = 1$ .

$$t_m = \frac{100 \cdot 1}{5 \cdot 2} = 10 \text{ хв.}$$

Продуктивність визначаємо за допомогою виразу:

$$q_{н.м.} = 0.367 \cdot d_e^2 \cdot V_{н.пр} \cdot \psi,$$

де  $\psi$  – коефіцієнт втрат  $\psi = 20 \dots 25\%$  приймаємо  $\psi = 25\%$

$$q_{н.м.} = 0.367 \cdot 1.6^2 \cdot 33.3 \cdot 0.25 = 7.8 \text{ кг/год}$$

Вага електродного дроту, витрачена на наплавку:

$$q_{пр} = \frac{\pi \cdot d_e^2 \cdot V_{н.пр} \cdot t_m \cdot \gamma}{4} = \frac{3.14 \cdot 1.6^2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0.785}{4} = 126.32 \text{ г.}$$

### 2.3.3. Організація виробничої дільниці (робочого місця)

для відновлення деталі

Для відновлення деталі наплавкою в середовищі вуглекислого газу організуємо виробничу дільницю, яка має продуктивність 5000 деталей в рік.

Кількість виробників складає 8 чоловік. Для проведення технологічного процесу розраховуємо кількість обладнання і показуємо в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1. Нормування процесу відновлення

Код, назва, зміст операції та режим обробки	Формула для визначення оперативного часу	$t_0$	$t_{доп}$	$t_{оп} = t_0 + t_{доп}$	$t_{доп} = K \cdot t_{оп}$	$t_{ум} = t_{оп} + t_{доп}$	$T_{пз}$	$T_{шк} = t_{ум} + T_{пз}$	Джерело
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Миття</u> машина роторного типу, МС-8, 15-20г/л, t=70-80°C	Відповідно типового процесу							30	[22] ст. 52
<u>Дефектування</u> дефектувати згідно ТУ	Нормативи часу визначаються хронометражем							7	[22] ст. 15 [22] ст. 238
<u>Слюсарна</u> встановити в отв. штифт	Нормування відповідно типового технологічного процесу							2	[5] ст. 109
<u>Наплавлювальна</u> наплавити пов.В до $\varnothing 57.4$ по l=100 мм, l <sub>св</sub> =190 А, U=20...21В, S=2мм, t=1.25, i=1, n=5об/хв	$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$	10	2.5	12.5	1.9	14.4	10	24.4	[19] талб. 207, 249, 254 [19] ст. 178

Продовження табл. 2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Токарна</u> проточити пов.В до Ø57.4 по l=100 мм, n=400об/хв, S=0.2мм/об, t=0.95 мм, i=1	$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$	1.25	1.46	2.71	2.17	4.88	10	14.9	[19] талб. 106, 107, 108 [19] ст. 62
<u>Слюсарна</u> вибити штифт із отв. Ø5 мм	Нормування відповідно типового технологічного процесу							5	[5] ст. 110
<u>Термічна</u> Гартувати пов.В до твердості HRC 30...42, t=940...980°C, охолодити у воді t=20°C, T=0.15 хв.	Нормування відповідно типового технологічного процесу							5	[5] ст. 110
<u>Шліфувальна</u> Шліфувати пов.В до Ø57 по l=100 мм, n=0.05об/хв, S=0.4мм/об, t=0.05мм, i=10	$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$	16.6	1.5	18.8	16.3	34.4	7	41.4	[19] талб. 195, 196, 197 [19] ст. 132
<u>Контрольна</u> Контролювати згідно ТУ	Нормативи часу визначаються хронометражем							10	[22] ст. 15, [19] ст. 238

Площу виробничої ділянки визначаємо виходячи з відношення площу приміщень до сумарної площі технологічного обладнання в плані, що встановлюється на підлозі в його робочому положенні [25].

Площа ділянки складає 112.36 м<sup>2</sup>. Планування ділянки приводиться на мал. 2.1.

Таблиця 2.2. Обладнання, яке використовується на ділянці

№	Назва і зміст операції	Обладнання	Кіль-ть	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1	<u>Мийна</u> Помити деталь	Мийна роторного типу ОМ-6068	1	3.5
2	<u>Дефектувальна</u> Дефектувати згідно ТУ	Стіл дефектувальний ОРГ-1468-01-90А	1	1.04
3	<u>Слюсарна</u> Вставити, вибити штифт	Верстак слюсарний ОРГ-1468-01-060А	1	1.04

Продовження табл. 2.2.

1	2	3	4	5
4	<u>Наплавлювальна</u> Наплавити пов. В	Установка для на плавки цехова	1	1.5
5	<u>Токарна</u> Точити пов. В	Верстат токарно-гвинто- вий 1К62	1	0.98
6	<u>Термічна</u> Гартувати пов. В	Установка високочастотна ПЗ2-67М	1	5
7	<u>Шліфувальна</u> шліфувати пов. В	Верстат круглошліфувальний ЗБ- 153У	2	1.62
8	<u>Контрольна</u> Контролювати згідно ТУ	Стіл дефекту вальний ОРГ-1468-01-050А	1	1.4

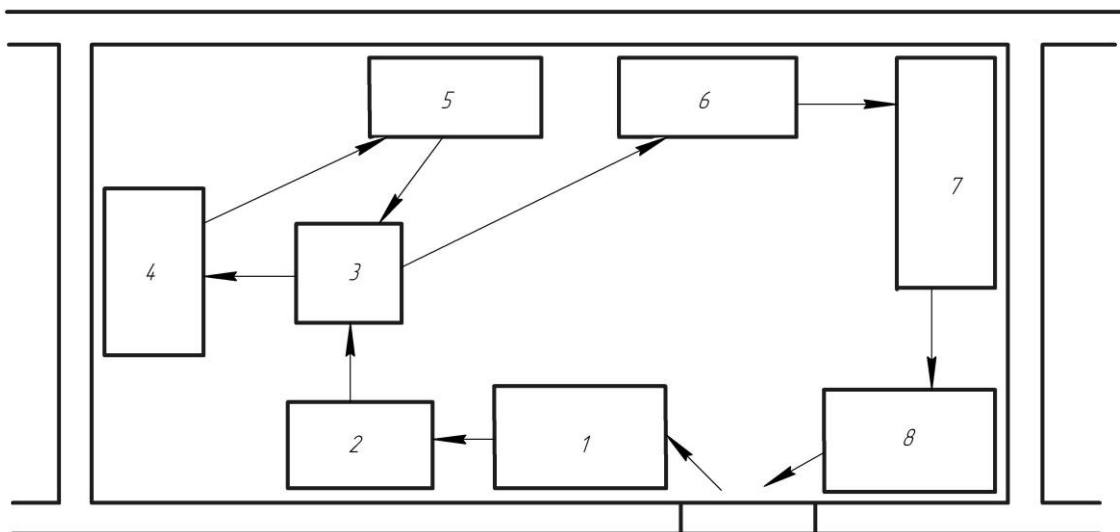


Рис.2.1. План дільниці відновлення деталі.

1- мийна машина ОМ-6068; 2- стіл дефектувальний ОРГ-1468-01-90А; 3- верстак слюсарний ОРГ-1468-01-060А; 4- установка для на плавки цехова; 5- верстат токарний 1К62; 6- установка високочастотна ПЗ2-67М; 7- верстат круглошліфувальний ЗБ-153У; 8- стіл дефекту вальний ОРГ-1468-01-050А.

### РОЗДІЛ 3. Заходи з охорони праці

Охорона праці – це система заходів, спрямована на створення безпечних і здорових умов праці працюючих. Складовими частинами цієї системи заходів є трудове законодавство, техніка безпеки, виробнича санітарія і протипожежна техніка. Трудове законодавство регламентує режими праці, права, обов'язки і відповідальність членів виробничого колективу, контроль за виконанням діючих законів і постанов передбачених Конституцією України, кодексами законів про працю і кримінальними законами. Техніка безпеки при дослідженні виробничих процесів виявляє можливі причини нещасних випадків і розробляє систему заходів, яка створює безпечні умови праці.

Виробнича санітарія вивчає умови праці та здоров'я людини і на базі цих знань формує зниження професійних захворювань, збереження здоров'я.

Цей розділ розроблений з метою запобігання виробничому травматизму, професійних захворювань і підвищенню рівня техніки безпеки на ділянці по відновленню коробки передач трактора ХТЗ-16131-03.

#### 3.1. Особливості умов праці

Робото здатність людини залежить від тривалості безперервного трудового процесу. Якщо людина працює безперервно на протязі робочого дня більше встановленого оптимального періода, то поряд з фізичною втомленістю може з'явитися і психологічне стомлення. При цьому робітнику, що робить довгий час необхідно приймати велику кількість рішень або слідкувати за процесом роботи (верстатами, пристроями та ін.), то психологічне перевантаження може наступити скоріше за фізичне. Наявність шуму, вібрації, забрудненого повітряного середовища, випромінення прискорює психологічну втомленість та підвищує

ймовірність травмування або навіть створення аварійної ситуації. Тому адміністрація ремонтного підприємства повинна стежити за дотриманням режиму праці та відпочинку.

Трудове законодавство встановлює тривалість робочого тижня 41 год., а для осіб у віці 15...16 років – 24 години. Та 36 годин для підлітків у віці 16...18 років. В передсвяткові дні тривалість робочого дня скорочується на 1 годину. Робота з 22 до 6 годин ранку вважається нічною та її тривалість також скорочується на 1 годину, якщо це скорочення не передбачено іншими статтями закону. Тривалість перерви на обід та відпочинок повинна складати не менше 45 хвилин.

Стаття 188 Кодексу законів про працю не допускає прийом на роботу осіб молодше 16 років (у виняткових випадках за погодженням із профкомом підприємства можуть приймати на роботу осіб, які досягли 15 років). Забороняється застосування праці осіб молодше 18 років на роботах з важкими або небезпечними умовами праці. Осіб, молодших 18 років, приймають на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 18 років вони щороку підлягають обов'язковому медогляду.

Всім робітникам щорічно надається відпустка тривалістю 18 днів.

Відповідно до Закону “Про охорону праці” та Кодексу законів про працю забороняється застосування праці жінок на важких роботах або роботах з небезпечними умовами праці, а також залучення жінок до піднімання і переміщення вантажів, маса яких перевищує 15 кг. Для юнаків віком від 16 до 18 років гранична маса вантажу при ручному переміщенні не повинна перевищувати 16,4 кг., для дівчат – 10,25 кг. Пересувати вантажі на одно- та двоколісних тачках дівчатам віком до 18 років забороняється. Всі робітники дільниці, що працюють за верстатами (токарними, свердлильними, фрезерувальними та інш.) повинні мати захисні окуляри 00 ГОСТ 12.4.003-90. Робітники, що роблять за електрозварювальними установками, повинні користуватися захисними

щитками НН-Э-1 ГОСТ 12.4.023-96, які не пропускають ультрафіолетових променів, а також спеціальною брезентовою одежею та рукавицями, щоб запобігти опіків. Робітники, що роблять на шліфувальному верстаті та електрозварювальних установках повинні отримувати молоко, так як їхні робочі місця являються шкідливими.

На ділянці відновлення роздаточних коробок використовується невелика ручна праця. Деталі на відновлення надходять на ділянку в спеціальній тарі електрокарами з підйомними платформами. Для транспортування деталей між операціями використовують стелажи–тачки. Застосування спеціальної тари дозволяє виконувати скоріше навантажувально-розвантажувальні роботи та зменшити долю ручної праці. Для перевезення балонів з стислим повітрям та газами використовують спеціальні ручні візки.

За виконання зварювальних робіт можуть відбуватися такі основні небезпеки й шкідливі виробничі чинники:

- термічні чинники (пожежі, вибухи паливних баків, ацетиленових генераторів, барабанів з карбідом кальцію);
- поразка електричним струмом;
- падіння працівників;
- падіння деталей, вузлів і агрегатів;
- присутність в повітрі робочої зони шкідливих речовин;
- знижена температура повітря на холодну пору року.

Організація і проведення робіт на зварювально-наплавочній ділянці, розташування і експлуатація устаткування повинні відповідати Правилам технічної безпеки та виробничої санітарії при електрозварювальних та наплавлювальних роботах, і Правилам техніки безпеки та виробничої санітарії при газоелектрозварювальних роботах.

Наплавлювальні та зварювальні роботи мають здійснюватися в спеціально відведеному цієї мети приміщенні, оснащеному обладнанням і інструментом відповідно до нормативно-технологической документації.

Наплавлювальні та зварювальні роботи на стаціонарних постах необхідно виконувати при працюючій вентиляції.

Зварювання виробів середніх і малих розмірів повинні проводитись в спеціально обладнаних кабінах. Кабіни мають бути з відкритою верхом і виконані з негорючих матеріалів. Між стінкою і підлогою кабіни необхідно залишати зазор, висота якого має бути не меншим 50 мм. Площа кабіни повинна бути достатньою для розміщення зварювального устаткування, столу, улаштування місцевої витяжної вентиляції, зварювального виробу, інструмента. Вільна площу однієї кабіни зварювального посту мусить бути щонайменше 3 м<sup>2</sup>.

Тимчасові місця зварювання необхідно захищати огнестійкими ширмами, щитами та забезпечити засобами пожежогасіння.

Робітникам які працюють на наплавлювальних та зварювальних роботах на тимчасових робочих місцях, ділянках, майданчиках, де це передбачено технологічним процесом, дозволяється працювати тільки після здійснення інструктажу і оформлення допуску.

Забороняється виконувати наплавлювальні і зварювальні роботи у місцях де містяться чи зберігаються легкозаймісті матеріали, чи використовуються в загальному технологічному процесі.

Особи, зайняті на виконанні наплавлювальних та зварювальних роботах, повинні використовувати засоби індивідуального захисту відповідно до встановлених норм.

Забороняється виконувати зварювальні роботи трубопроводів та апаратах, які перебувають під тиском, ємностях, що містять займісті чи вибухонебезпечні речовини.

Пересувні ацетиленові генератори до роботи слід встановлювати на відкритих майданчиках. Допускається тимчасова робота в добре провітрюваних приміщеннях.

У приміщенні, де встановлено ацетиленовий газогенератор, забороняється зберігати карбід кальцію у кількості, перевищує змінну норму.

Для відкривання барабанів з карбідом кальцію необхідно застосовувати інструмент, який виключає утворення іскр.

Після закінчення роботи, чи під час короткочасних перерв у роботі газові пальники дозволяється класти лише з спеціальні підставки.

Перед початком роботи з ацетиленовим газогенератором, та протягом зміни необхідно обов'язково перевіряти справність водяного затвора і рівень води у ньому, а за необхідності потрібно воду доливати.

Працюючи з ацетиленовим генератором забороняється:

- працювати з несправним водяником затвором;
- засипати в завантажувальний кошик генератора карбід кальцію завищену кількість чи проштовхувати їх у вирву апарату з допомогою залізних прутів і дроту, працювати на карбідному пилу;
- підходити з відкритою вогнем, або користуватися ним на відстані менш 10 м;
- з'єднувати ацетиленові шланги мідної трубкою, використовувати мідь як припой для пайки ацетиленової апаратури та інших місцях, де можливо зустріч із ацетиленом;
- працювати двом зварювальникам від одного водяного затвора;
- переносити генератор за наявності в газозбірнику ацетилену.

Шланги для захисних газів потрібно використовувати відповідно до їхнього призначенню. Не дозволяється використовувати кисневі шланги та ацетиленові. При приєднання шлангів вони мають попередньо продуватися робочим газом. Довжина шлангів мусить бути трохи більше 20 м. Застосування шлангів більшої довжини дозволяється у виняткових випадках із дозволу керівника робіт.

Шланги необхідно оберігати від зовнішніх ушкоджень, дії високих температур, іскор, полум'я. Не допускається скручування, сплющування чи залам шлангів.

Закріплення шлангів на з'єднувальних ніпелях має бути надійним. І тому варто використовувати спеціальні хомути.

Допускається трохи більше двох сполук кожному шланг за допомогою ніпелів.

На стаціонарному зварювальному пості балони з захисними газами потрібно зберігати в металевій шафі.

Під час виконання наплавлювальних робіт забороняється:

- переносити балони руками. Транспортування по території виробничої ділянки балонів дозволяється лише на спеціальних візках з надійним їх кріпленням;

- ремонтувати наплавлювальне устаткування нефаківцями;

- застосовувати для ущільнення редуктора будь-які прокладки крім фібрових;

- ремонтувати газову апаратуру яка знаходиться під тиском.

Забороняється розміщувати наповнені газом балони на відстані менш 1 м від опалювальних пристроїв і паропроводів. Відстань від балонів до джерел тепла з відкритою вогнем має бути не меншим 5 м.

При користуванні порожніми балонами горючих газів необхідно виконувати такі ж заходи для безпеки, як і з наповненими балонами.

При виявленні витікання газу роботу слід припинити, ліквідувати витік та провітрити приміщення.

Приєднання і від'єднання від мережі наплавлювальних та електрозварювальних установок повинно виконуватися лише електриком.

Перед приєднанням наплавлювальної або електрозварювальної установки необхідно провести зовнішній огляд всієї встановлення і переконатися у її справності. Особливу увагу у своїй слід звернути на стан контактів, і заземлюючих провідників, справність ізоляції робочих дротів,

наявність і справність захисних щитків. При виявленні будь-яких несправностей установку включати забороняється.

Перед приєднанням наплавлювальної або електрозварювальної установки до електромережі необхідно, насамперед, заземлити її, а при від'єднання, навпаки, спочатку від'єднати установку від електромережі, і потім зняти заземлення.

Довжина дротів від електромережі до установки має не перевищувати 10 м.

Ізоляція дротів повинна бути захищеною від механічних ушкоджень.

Пересувати наплавлювальну або електрозварювальну установку дозволяється тільки після від'єднання його від електромережі.

Тиски та верстак електрозварювальника, встановлені на металевому столі, повинні мати індивідуальне заземлення.

Конструкція і технічний стан електродотримача повинні забезпечувати надійне кріплення і безпечну зміну електрода.

Поєднання зварювальних дротів слід виконувати методом гарячої пайки, зварюванням чи за допомогою гільз з гвинтовими затискачами. Місце з'єднання повинно мати надійну ізоляцію. Поєднання закрученням забороняється.

Приєднання дротів до електродотримача і зварювального виробу має здійснюватися механічними затискачами чи методом зварювання. При зварювальному струмі більш 600 А токопідводячий провід повинен приєднуватися до електродотримача, минаючи його ручку.

У кабінах для зварювання і робочих місць зварювальників має перебувати пристосування (штативи тощо) для укладання на них електродотримача при короткочасній перерві у роботі.

Метал у місцях зварювання повинен бути сухим, очищеним від бруду, олії, окалини, іржі та фарби.

При наплавлювальних та електрозварювальних роботах забороняється:

- ремонтувати установку, які перебуває під напругою;
- допоміжним робітникам при працювати без захисних очок;
- по закінченню роботи, чи при перерві залишати під напругою наплавлювальну або електрозварювальну установку;
- використовувати дроти з пошкодженій ізоляцією.

Під час проведення наплавлювальних та зварювальних робіт необхідно прийняти заходи, щоб забезпечити пожежну безпеку.

### 3.2. Дослідження (аналіз) небезпечних виробничих факторів

Дільниця по відновленню коробки передач – це площа дуже насичена механізмами, пристроями, що в свою чергу тримає в собі велику небезпеку для неосвічених робітників. Треба слідкувати за всіма пристроями і верстатами на рахунок їх справного стану захисних огорожень, за справним станом робочого інструмента. Не дивлячись на те, що Україна знаходиться в нестабільному економічному становищі, потрібно виділяти необхідні кошти на заходи по безпеці праці: спеціальний одяг, засоби індивідуального захисту, проведення лекційних циклів. Небезпечні фактори та засоби їх усунення зведені до таблиці 3.1.

Щоб уникнути нещасних випадків, про які згадувалося раніше, в роботі розроблено карту проведення оперативного контролю першого ступеня на дільниці по відновленню деталей коробок переміни передач (таблиця 3.2).

### 3.3. Розробка заходів для поліпшення умов праці

#### 3.3.1. Розрахунок освітлення дільниці

Природне освітлення виробничих, допоміжних і побутових приміщеннях має відповідати вимогам ДБНВ.2.5-28-2006 (розділ 2, п. 40 цих Правил).

Приміщення для зберігання транспортних засобів, складські приміщення, і навіть інші приміщення без постійного перебування працюючих може бути без природного освітлення.

3.1.2. Коефіцієнт природною освітленості для приміщень профілактичного обслуговування і ремонту транспортних засобів слід приймати:

- при бічному освітленні - 1,0;
- при верхньому освітленні - 3,0;
- верхньому і бічному освітленні - 3,0.

3.1.3. Вікна, розташовані із сонячною боку, необхідно обладнати пристосуваннями, що забезпечують захист від прямих сонячних променів.

Забороняється захаращувати вікна та інші світлові отвори стелажми, матеріалами, устаткуванням.

3.1.4. Плафони верхніх ліхтарів повинні бути виготовлені із армованого скла. Якщо замість армованого скла застосовується звичайне, то під ліхтарями мусить бути підвішена металева сітка за захистом працюючих від можливого падання скалок.

3.1.5. Очищуватиме вікна і ліхтарі необхідно в залежності від ступеня забруднення, але з менше двох разів на рік.

При очищенні вікон, ліхтарів варто використовувати спеціальні пристосування (драбини-стрем'янки, підмости тощо).

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення розмірів вікон та їх кількості для дільниці (ДБНВ.2.5-28-2006).

Сумарна площа вікон при боковому освітленні дорівнює:

$$\sum S_B = S_n \frac{l_{\min} \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0 \cdot \eta_1 \cdot \kappa}, \quad \text{м}^2$$

при верхньому освітленні:

$$\sum S_{\sigma} = S_n \frac{l_{cp} \cdot \eta_{cp}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_2}, \quad m^2$$

де  $\sum S_{\sigma}$ ,  $\sum S_{\sigma}$  – відповідно сумарна площа вікон та фонарів,  $m^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги приміщення (дільниці),  $m^2$ ;

$l_{min}$  – нормоване мінімальне значення коефіцієнта природної освітленості (КПО) при боковому освітленні;

$l_{cp}$  – нормативне середнє значення КПО при верхньому освітленні,  $l_{cp}=1,5$  (табл.24 [18]);

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопроникнення матеріалу;

$r_1$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО від світла при боковому освітленні;

$r_2$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО від світла при верхньому освітленні;

$\eta_0$  – світлова характеристика вікна;

$\eta_{cp}$  – світлова характеристика ліхтарів;

$k$  – коефіцієнт, що враховує затемнення вікон сусідніми спорудами.

$$\sum S_{\sigma} = 94,6 \frac{1,5 \cdot 18}{100 \cdot 0,35 \cdot 1,7 \cdot 1} = 42,9 m^2$$

Якщо взяти вікна  $1,8 \times 3$  м. (висота  $\times$  довжини), то необхідна кількість вікон буде дорівнювати 8.

$$\sum S_{\sigma} = 94,6 \frac{1,5 \cdot 18}{100 \cdot 0,35 \cdot 1,7} = 42,9 m^2$$

Кількість ламп визначається за формулою:

$$n = \frac{E_{cp} \cdot S_n}{F_0 \cdot \eta},$$

де  $E_{cp}$  – середня освітленість,  $лм/м^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги;

$F_0$  – світловий потік  $150$  Вт лампи,  $лм$ ;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$n = \frac{100 \cdot 94,6}{1710 \cdot 0,4} = 14 \text{ шт}$$

Таблиця 3.1. Виявлення небезпеки при відновленні.

Найменування технологічних операцій (робот)	Небезпечні умови	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки	Заходи до усунення небезпеки
1	2	3	4	5	6
Пресування – випресування	Підтікання робочої рідини гідропривода верстата	Робота без дерев'яного помосту	Підсковзнування та падіння людини	Травма	Слідкувати за станом гідропривода та наявності дерев'яного настілу
	Несправність повзуна та пристрою, що втримує деталь	Знаходження людини в небезпечній зоні	Виліт уламків деталі або пристрою	Травма	Слідкувати за справністю захисного огороження та проводити інструктаж
Електрозварювальні роботи	Відсутність спеціальної маски	Знаходження людини в небезпечній зоні	Попадання ультрафіолетового випромінювання в очі	Травма	Слідкувати за дотриманням правил техніки безпеки
	Відсутність відповідного спеціального одягу	Робота без відповідного спеціального одягу	Попадання бризг на одягу в процесі роботи	Травма	Слідкувати за наявністю відповідного спеціального одягу
	Несправність місцевої вентиляції	Робота при загазованому повітрі	Отруєння газами	Травма	Слідкувати за станом місцевої вентиляції
Токарні роботи	Наявність ключа в патроні	Забування про місце знаходження ключа, вмикання верстата, наявність людини в небезпечній зоні	Виймання ключа з патрона перед включенням верстата	Травма	Слідкувати за відсутністю ключа в патроні перед вмиканням верстата, проведення інструктажу
	Несправний робочий інструмент	Робота несправним інструментом	Відокремлення частин інструмента під час навантаження	Травма	Слідкувати за справним станом інструмента, вчасна його заміна

Продовження табл 3.1

1	2	3	4	5	6
	Відсутність захисних кожухів	Робота без відповідного спеціального одягу	Затягування одягу в рухомі частини	Травма	Слідкувати за наявністю захисних кожухів та відповідного спец.одягу, проведення інструктажу
	Несправне освітлення на токарному верстаті	Робота без захисних окулярів	Попадання стружки в очі при контролі процесу	Травма	Слідкувати за станом місцевого освітлення та наявністю окулярів
Фрезерні та свердлильні роботи	Відсутність захисного екрана	Робота без захисних окулярів	Попадання стружки в очі	Травма	Слідкувати за наявністю захисного екрана та окулярів
	Відсутність спеціального одягу	Робота без відповідного спецодягу	Намотування частин одяжі на частини що обертаються	Травма	Слідкувати за дотриманням правил з техніки безпеки
Шліфувальні роботи	Відсутність захисного екрану	Робота без окулярів	Попадання абразиву в очі	Травма	Слідкувати за наявністю захисного екрана, проведення інструктажу
	Шліфувальний круг має тріщини	Знаходження людини в небезпечній зоні	Розрив шліфувального круга	Травма	Перевірка стану шліфувального круга
Протягувальні роботи	Несправний робочий інструмент	Наявність людини в небезпечній зоні	Відкол частин робочого інструменту	Травма	Слідкувати за справним станом інструменту
	Підтікання охолоджуючої рідини	Робота без дерев'яного помосту	Підсковзування та падіння людини	Травма	Слідкувати за системою охолодження та за наявністю дерев'яного помосту

Контроль першого ступеня здійснюється за 15 хв. до початку роботи начальником цеху та громадським інспектором

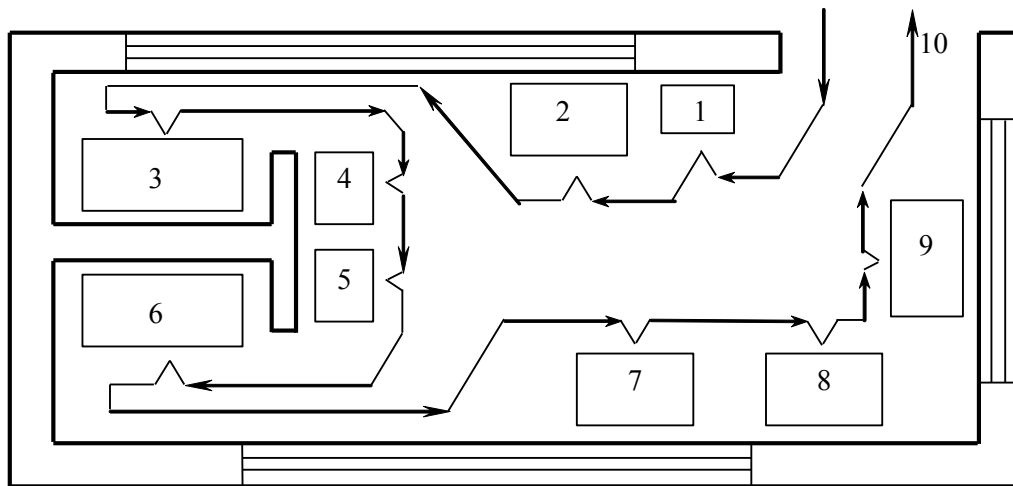


Рис. 3.1. Схема проведення оперативного контролю першого ступеня на дільниці відновлення вала первинного

### 3.2. Карта проведення оперативного контролю першого ступеня

Етап маршруту	Об'єкт для контролю	Елемент огляду і контролю	Характерні (можливі) несправності (недоліки)	Примітки перевіряючих
1	2	3	4	5
1	Електрична шафа	Кріплення нульового та фазних проводів	Обрив або послаблене кріплення нульового та фазних проводів	
		Кріплення та справність запобіжників	Несправність запобіжників	
2	Гідравлічний прес	Гідравлічна система	Підтікання робочої рідини	
		Повзун та пристрій для кріплення деталі	Несправність повзуну та пристрою кріплення кулака	
3	Наплавочна установка	Кріплення нульового проводу	Обрив або послаблення нульового проводу	
		Місцева вентиляція	Не працює місцева вентиляція	
		Загальний стан робочого місця	Захаращеність робочого місця деталями, сміттям	
4	Токарний верстат	Наявність захисного екрану	Відсутність або зламаний захисний екран	
		Загальний стан верстата	Захаращеність верстата інструментами, деталями, стружкою	
		Стан місцевого освітлення	Розрив ланцюга живлення, несправність лампочки	

## Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5
		Стан робочого інструменту	Тріщини, зломи яких не повинно бути	
5	Фрезерний верстат	Наявність захисного екрану	Відсутність захисного екрану	
		Загальний стан верстату	Захаращеність робочого місця деталями, стружкою	
		Кріплення нульового проводу	Обрив або послаблення кріплення нульового проводу	
		Стан робочого інструменту	Наявність тріщин та зломів	
6	Установка для контактного приварювання	Кріплення нульового проводу	Обрив або послаблене кріплення	
		Місцева вентиляція	Непрацездатна місцева вентиляція	
7	Шліфувальний верстат	Наявність захисного екрану	Відсутність захисного екрану	
		Стан шліфувального круга	Тріщини або граничне спрацювання круга	
		Кріплення нульового проводу	Обрив або послаблене кріплення	
		Місцева вентиляція	Непрацездатна місцева вентиляція	
8	Свердлильний верстат	Наявність захисного екрану	Відсутність захисного екрану	
		Стан робочого інструменту	Наявність прогинів, зколів, тріщин	
		Кріплення нульового проводу	Обрив або послаблене кріплення	
		Загальний стан робочого місця	Захаращеність місця деталями, стружкою	
9	Верстат для протягування	Кріплення нульового проводу	Обрив або послаблене кріплення	
		Стан охолоджувальної системи	Підтікання охолоджувальної рідини	
		Стан робочого інструменту	Тріщини, зколи, прогини	
10	Освітленість, вентиляція дільниці	Освітлення	Несправність лампочок, вимикачів	
		Вентиляція	Не здійснюється вентилявання	

### 3.3.2. Розрахунок місцевої вентиляції

Розрахуємо місцеву вентиляцію для круглошліфувального верстата. Об'єм повітря ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) для видалення пилу від верстата обчислюється за формулою:

$$L = 10^3 \cdot A \cdot D, \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $D$  – діаметр робочого круга,  $D = 350 \text{ мм} = 0,35 \text{ м}$ ;

$A$  – коефіцієнт пропорційності, для  $D = 0,25 \dots 0,60 \text{ м}$ ,  $A = 1,8$ .

$$L = 10^3 \cdot 1,8 \cdot 0,35 = 630 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потужність електричного двигуна для привода вентиляторів визначаємо за формулою :

$$N_{\text{роз}} = \frac{k_3 \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n}, \text{ Вт}$$

де  $L$  – об'єм повітря, що переміщує вентилятор,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$H$  – тиск, що розвиває вентилятор середнього тиску ( $H = 1 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8 \text{ Па}$ ),

приймаємо  $H = 14 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ;

$k_3$  – коефіцієнт запасу ( $k_3 = 1,05 - 1,5$ ), приймаємо  $k_3 = 1,05$ ;

$\eta_6$  – ККД вентилятора,  $\eta_6 = 0,5$ ;

$\eta_n$  – ККД привода, для клино-пасової передачі  $\eta_n = 0,95$ .

$$N_{\text{роз}} = \frac{k_3 \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n} = \frac{1,05 \cdot 630 \cdot 14 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,5 \cdot 0,95} = 541,5 \text{ Вт}$$

Із стандартного ряду вибираємо двигун за умови:

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{роз}}$$

4A63B2УЗ ГОСТ 19523-81 та має потужність  $0,55 \text{ кВт}$ .

### 3.3.3. Розрахунок опалення дільниці

Максимальна годинна витрата теплоти та опалення:

$$Q_o = q_o (t_в - t_н) V, \text{ кДж/год}$$

де  $q_o$  – витрати теплоти на опалення  $1 \text{ м}^3$ , при різниці внутрішньої та зовнішньої температури  $1^\circ\text{С}$  ( $q_o = 0,45 \dots 0,55 \text{ кДж/год}$ );

$t_в$ ,  $t_н$  – відповідно температури повітря всередині та назовні приміщення;

$V$  – об'єм приміщення;

$$Q_o = 0,5 (16 - (-20)) 379 = 6822 \text{ кДж/год}$$

Максимальна годинна витрата теплоти на вентиляцію:

$$Q_в = q_в (t_в - t_н) V, \text{ кДж/год}$$

де  $q_в$  – витрати теплоти на вентиляцію 1 м<sup>3</sup> споруди при різниці внутрішньої та зовнішньої температури в 1<sup>0</sup>С ( $q_в = 0,25...0,4$  кДж/год).

$$Q_в = 0,3(16 - (-20)) 379 = 4093 \text{ кДж/год}$$

Кількість тепла, що віддається нагрівними приладами:

$$Q_n = Q_o + Q_в = 6822 + 4093 = 10915 \text{ кДж/год}$$

Площа чавунних радіаторів визначається з виразу :

$$F_n = \frac{Q_n}{k_n \cdot (t_n - t_в)}, \text{ м}^2$$

де  $Q_n$  – кількість теплоти, що віддається нагрівними приладами, кДж/год;

$k_n$ - коефіцієнт, що враховує конструкцію нагрівальних приладів (для чавунних  $k_n = 7,2$  кДж/(м<sup>2</sup> год));

$t_n$  - середня розрахункова температура теплоносія,  $t_n = 100^0\text{C}$ ;

$t_в$  - внутрішня температура в приміщенні, <sup>0</sup>С.

$$F_n = \frac{10915}{7,2 \cdot (100 - 16)} = 18,04 \text{ м}^2$$

Кількість секцій буде дорівнювати:

$$n = \frac{F_n}{F_s},$$

де  $F_s$  – площа однієї секції,  $F_s = 0,25$  м<sup>2</sup>

$$n = \frac{18,04}{0,25} = 72,2$$

Приймаємо кількість секцій  $n = 72$  шт.

### 3.4. Висновки по розділу

В розділі з охорони праці даної роботи були описані особливості умов праці на дільниці відновлення роздаточних коробок трактора ХТЗ-16131-03, і які повністю відповідають Закону “Про охорону праці” і Кодексу законів про працю.

Також був проведений аналіз небезпечних виробничих факторів, а результати зведені в таблицю 3.1. Щоб уникнути впливу небезпечних виробничих факторів розроблено карту оперативного контролю першого ступеня (табл.3.2 та рис.3.1).

Проведена розробка заходів по поліпшенню умов праці. Встановлено, щоб задовольнити вимоги ДБНВ.2.5-28-2006 на дільниці по відновленню валів первинних роздаточних коробок повинно бути 8 вікон (площею  $5,4 \text{ м}^2$  кожне) та встановлено 14 ламп (потужністю кожної лампи не менше  $150 \text{ Вт}$ ). Також визначено, щоб забезпечити місцевий відбір повітря від круглошліфувального верстата необхідна вентиляційна установка з потужністю двигуна не менше  $0,541 \text{ кВт}$  (пропонується електродвигун *4А63В2У3 ГОСТ 19523-81*, що має потужність  $0,55 \text{ кВт}$ ). Зроблений розрахунок по визначенню параметрів опалення. Щоб забезпечити відповідні вимоги ГОСТ 12.1.005-88 та СніП II-33-75 необхідно мати батареї загальною площею тепловіддачі  $18,04 \text{ м}^2$  (72 секції, якщо використовуються секції площею  $0,25 \text{ м}^2$ ).

## РОЗДІЛ 4. Техніко-економічне обґрунтування

Основні критерії економічної ефективності - річний економічний ефект, який визначається за формулою:

$$E_z = [K_m \cdot C_o - (C + E \cdot K + C_a)] \cdot A_g,$$

де  $K_m$  - коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування нових деталей;

$C_o$  - оптова ціна нової деталі, грн.;

$C$  - собівартість відновленої деталі, грн;

$E_k$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

$K$  - сумарні капітальні вкладення, грн.;

$A_g$  - річна програма відновлення деталей, шт.;

$C_a$  - ліквідаційна вартість, грн.;

$(C + E \cdot K + C_a)$  - приведені витрати на відновлення деталі з урахуванням її залишкової вартості, грн.

## 4.1. Вихідні дані

Вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників зведені в таблицю 4.1 та 4.2.

## 4.1. Вихідні дані

Назва показників і розмірність	Величина показників
Річна програма відновлення, шт	500
Площа ділянки, м <sup>2</sup>	378.4
Вартість 1 м <sup>3</sup> виробничого приміщення ділянки, грн/м <sup>3</sup>	400
Коефіцієнт, що враховує перевиконання норм часу	1.1
Коефіцієнт, що враховує підготовчо-заклучний час	1.3
Вага деталі, кг	6.22
Вартість металобрухту, грн/кг	1.129
Ліквідаційна вартість вала, грн/шт (0.052·6.22)	0.8
Оптова вартість нового вала, грн.	160
Дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год	2070

## 4.1. Вихідні дані

Назва обладнання, його позначення	Відновлюваль на вартість обладнання грн/шт	Штучна норма на відновлення, хв./шт	Необхідна кількість обладнання для річної програми дільниці, од.обл./шт	Трудомісткість робіт по відновленню, люд.год./шт	Собівартість 1 год. роботи обладнання
Мийна машина ОМ-4267	160500	1	$0,013*500/2070=0,0031$	$1*1,1/60*1,3=0,013$	5,68
Верстак ОРГ 1468-01-060 А	1100	8,6	$0,12*500/2070=0,029$	$8,6*1,1/60*1,3=0,12$	1,20
Верстак ОРГ 1468-01-060 А	1100	8,6	$0,12*500/2070=0,029$	$8,6*1,1/60*1,3=0,12$	1,20
Верстат свердлильний	18100	6,6	$0,093*500/2070=0,0225$	$6,6*1,1/60*1,3=0,093$	6,6
Верстат токарний 1 К 62	22600	2,1	$0,029*500/2070=0,007$	$2,1*1,1/60*1,3=0,029$	1,88
Верстат токарний 1 К 63	22630	3,2	$0,044*500/2070=0,0106$	$3,2*1,1/60*1,3=0,044$	2,14
Головка для наплавки ОКС-6569	11200				1,92
Верстат токарний 1 А 624	27900	9,0	$0,126*500/2070=0,0304$	$9,0*1,1/60*1,3=0,26$	2,0
Головка для на плавки ОКС-6569	11200				1,92
Верстат горизонтально- фрезерний 6М82Г	25400	6,6	$0,093*500/2070=0,0225$	$6,6*1,1/60*1,3=0,093$	2,01
Прес ОКС-1671	18200	1,9	$0,03*500/2070=0,0072$	$1,9*1,1/60*1,3=0,03$	1,84

#### 4.2. Розрахунок питомих капітальних вкладень

Питомі капітальні вкладення визначаємо за формулою:

$$K_{обл} = C_{в1} * P_1 + C_{в2} * P_2 + \dots + C_{вn} * P_n, \text{ грн/шт}$$

де  $C_{в1}, C_{в2}, \dots, C_{вn}$  – відновлювальна вартість обладнання, грн.шт;

$P_1, P_2, \dots, P_n$  - необхідна кількість обладнання для річної програми, од.обл./шт.

$$\begin{aligned} K_{обл} &= [160500 * 0.0031 + 1100 * 0.029 + 1100 * 0.029 + 18100 * 0.0225 + \\ &+ 22600 * 0.007 + (22630 + 11200) * 0.0106 + (27900 + 11200) * 0.0304 + \\ &+ 25400 * 0.0225 + 18200 * 0.072] / 500 = \\ &= 1800 / 500 = 3.6 \text{ грн/шт} \end{aligned}$$

Питомі капітальні витрати на виробничу площу визначаються за формулою:

$$K_{нл} = P_{нл} * Q_{нл} / A_g, \text{ грн/шт}$$

де  $P_{нл}$  – вартість 1 м<sup>3</sup> виробничого приміщення, грн/м<sup>3</sup>;

$Q_{нл}$  - об'єм приміщення дільниці, м<sup>3</sup>;

$A_g$  - річна програма відновлення деталей, шт.

$$K_{нл} = 400 * 378,4 / 500 = 302.72, \text{ грн/шт}$$

Сумарні питомі вкладення складають:

$$K_{сум} = K_{обл} + K_{нл} = 3,6 + 302,72 = 306.32 \text{ грн/шт}$$

#### 4.3. Розрахунок собівартості

Собівартість відновлення визначаємо за формулою:

$$C = (T_{B1} * C_{H1} + T_{B2} * C_{H2} + \dots + T_{Bn} * C_{Hn}) * K_m * K_y * K_B,$$

де  $T_{B1}, T_{B2}, \dots, T_{Bn}$  – трудомісткість відновлення одиниці деталі, люд.год/шт;

$C_{H1}, C_{H2}, \dots, C_{Hn}$  - нормативи повної собівартості, які приходяться на 1 годину роботи обладнання, грн./год.;

$K_m$  - коефіцієнт до нормативів собівартості, який враховує вартість основних та додаткових фондів,  $K_m = 1.05$ ;

$K_y$  - коефіцієнт, який враховує різницю в тарифних умовах нормативів приведених витрат та технологію процесу,  $K_y = 0.930$ ;

$K_B$  - коефіцієнт, який враховує долю ймовірності об'єму робіт при ремонті в порівнянні з об'ємом по технологічному процесу,  $K_B = 1.0$ ,

тоді

$$C = 1,05 * 0,93 * 1 * (0,013 * 5,68 + 0,12 * 1,2 + 0,12 * 1,2 + 0,093 * 6,6 + 0,044 * 2,14 + 0,044 * 1,92 + 0,029 * 1,88 + 0,26 * 2 + 0,26 * 1,92 + 0,093 * 2,01 + 0,03 * 1,84) = 2,42 \text{ грн/шт}$$

#### 4.4. Розрахунок річного економічного ефекту

Річний економічний ефект від застосування технологічного процесу відновлення визначаємо за формулою:

$$E_{\Gamma} = [K_m \cdot C_0 - (C + E_K + C_a)] \cdot A_q = \\ = [1.05 * 160 - (2.42 + 0.1 * 306.32 + 0.8)] * 500 = 67074 \text{ грн.}$$

#### 4.5. Визначення техніко-економічних показників

Визначаємо техніко-економічні показники дільниці. Строк окупності додаткових капіталовкладень визначаємо за формулою:

$$C_{OK} = K_{\text{сум}} \cdot A_q / E_{\Gamma} = (306.32 * 500) / 67074 = 2,28 \text{ роки}$$

Валова ремонтна продукція буде дорівнювати:

$$B = C \cdot A_q = 2,42 * 500 = 12160 \text{ грн.}$$

Фондовіддача буде дорівнювати:

$$\Phi = B / K_{\text{сум}} \cdot A_q = 0,13 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності:

$$P = ((E_{\Gamma} - K) / K) \cdot 100\% = 13.2 \%$$

Капітальні вкладення визначаємо за формулою:

$$K = K_{\text{сум}} \cdot A_q = 306.32 \cdot 500 = 153160 \text{ грн.}$$

Всі показники дільниці по ремонту коробок передач трактора ХТЗ-16131-03 зведені в таблицю 4.3.

#### 4.3. Техніко-економічні показники дільниці

Показники	Од. вимір.	Значення
Річна програма	шт/рік	500
Капітальні вкладення:		
питомі	грн/шт	306.32
всього	грн	153160
Собівартість відновлення деталі	грн	2.42
Річний економічний ефект	грн	67074
Строк окупності капіталовкладень	років	2.28
Фондовіддача	грн	0,13
Рівень рентабельності	%	13.2

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що основним видом пошкоджень несучих поверхонь вала 151.37.305-04 є фретінг-знос.
2. Величина допустимого зносу поверхні під втулку опорну складає 0.006 мм, а граничного зносу 0.231мм.
3. Встановлена залежність зносів поверхні валу від часу експлуатації (мал. 1.1, 1.2). Побудована діаграма довговічності несучих поверхонь стакану.
4. Встановлено, що ресурс стакану лімітується поверхнею вала під втулку опорну.
5. Результати дослідів потрібно використовувати при розробці технологічного процесу відновлення вала.
6. Розроблене ремонтне креслення. Оптимальний спосіб відновлення вала є наплавлення в середовищі захисного газу. Приймається наступний технологічний маршрут: миття, дефектування, наплавка, гартування, шліфування, контроль. Обґрунтовано раціональний спосіб відновлення валу.
7. Розроблений ТП відновлення вала первинного. В склад процесу входять маршрутна карта на відновлення деталі і операційна карта на наплавку. В результаті нормування процесів встановлено, що на відновлення деталі витрачається 139.68 хв., в тому числі : миття -30 хв. , дефектування – 7 хв., наплавка – 24.4 хв., точіння – 14.88 хв., гартування – 5 хв., слюсарні роботи – 7 хв., шліфування – 41.4 хв., контроль – 10 хв. Обґрунтування режимів операцій проводиться в додатку 3; вибір професій і кваліфікацій ремонтних робітників – 3.4.
8. При річній продуктивності відновлення 500 деталей річний ефект складає 67074 грн.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аветсен В. К., Бактновський В.Д. та інш. Ремонт сільськогосподарської техніки. – К.: “Урожай”, 1992. – 320 с.
2. Безпалко С. О. Технічне переоснащення ремонтних майстерень агропромислового комплексу. Монографія. Київ: НУБіП України, 2020. 256 с.
3. Войтюк В.Д., Демко А.А., Демко С.А. Забезпечення працездатності техніки //Пропозиція.– 2005.–№11.–С.87-88., №12.–С.92-94
4. Гапоненко В. С., Войтюк Д. Г. „Сільськогосподарські машини” – К. Урожай, 1998. -384с.
5. Дашивець Г.І., Новік О.Ю., В’юник О.В. Організація технологічних процесів ремонту машин та обладнання в майстернях підприємств АПК : навчальнометодичний посібник до курсового проектування з дисципліни «Ремонт машин та обладнання». м. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 64 с.
6. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільськогосподарських підприємствах. – К.: “Урожай”, 1990. – 320 с.
7. Молодик М.В. та ін. Відновлення деталей машин. – К.: “Урожай”, 1985. – 256 с.
8. Науменко В.М., Роговський І.Л. Відновлення масивних деталей сільськогосподарської техніки наплавленням з газополуменевим захистом // Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». - Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2000. - Вип. 85. – С. 242-246.
9. Новицький А. В., Карибиньош С. С., Ружилю З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221с.
10. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. 2014, Вип. 2 С. 41–48.

11. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. – К.: Держспоживстандарт України. 1994.
12. Омельченко П. В. Проектування ремонтно-обслуговуючих пунктів у сільському господарстві. Підручник. Київ: НУБіП України, 2018. 192 с.
13. Опальчук А.С. Проблеми підвищення надійності сільськогосподарської техніки в Україні // 36. наук. пр. «Механізація сільськогосподарського виробництва». Том 6. «Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин». - К.: НАУК, 1999. - С. 167-170.
14. Ремонт машин. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Я. та ін.; за ред. Сідашенка О.І. – К.: Урожай. 1994. – 400с.
15. Роговський І. Л. Ресурсоощадне відновлення корпусних чавунних деталей сільськогосподарських машин наплавленням розщепленим електродом // Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». - Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2000. - Вип. 83. - С. 174-177.
16. Тищенко П.Є, Ляшенко М.В., Косар А.Л. Дослідження періодичності технічного обслуговування силових передач та ходових систем тракторів Т-150, Т-150К і Т-151К // Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». - Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2000. - Вип. 85. - С. 285-288.
17. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільськогосподарських підприємствах. Київ “Урожай”, 1990.
18. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичної роботи: Методика побудови технологічних карт на відновлення деталей. Видавничий центр НАУ, К., 2002.
19. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Курсове проектування [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д.В.Бабенко та ін; за ред. Г.О.Іванов і В. С. Шибаніна. – К.: Видавництво «Аграрна освіта», 2010.

20. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. / А.С. Лімот. Житомир. Держ. агроєколог. ун-т, 2008. 410 с.
21. Ільченко В.Ю. Експлуатація МТП в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П. Т., Лімот А.С. та ін. Київ. Урожай, 1993. 288 с.
22. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Київ. Урожай, 1989. 256 с.
23. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків. Торнадо, 2000. 192 с.
24. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : Монографія / Козаченко О. В., Сичов І. П. та ін. ; за ред. О.В. Козаченка. Харків. Торнадо, 2001. 374 с.
25. Технологія технічного обслуговування машин : [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс на осв. кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2010. 320 с.
26. Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин : навч.-мет. компл. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2012. 400 с.
27. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.
28. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С, Лімонт. Держ. агроєколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.
29. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с. 60

30. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.
31. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.
32. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.
33. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.
34. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 150с.
35. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.
36. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.
37. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.
38. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.
39. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.
40. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник / Лудченко О. А. Київ. Знання-Прес, 2003. 511 с.

41. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).
42. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.
43. Баранов В. А. Технологія ремонту машин / В. А. Баранов. – Київ: Вища школа, 2008. – 375 с.
44. Кузьменко О. В. Основи надійності та довговічності машин / О. В. Кузьменко. – Київ: Либідь, 2012. – 284 с.
45. Сухоруков В. А. Відновлення деталей машин / В. А. Сухоруков, О. М. Ковальов. – Харків: ХНАДУ, 2016. – 312 с.
46. Лебедєв А. О. Ремонт тракторів і автомобілів / А. О. Лебедєв, В. П. Григор'єв. – Київ: Урожай, 2014. – 405 с.
47. Поляков В. Г. Основи триботехніки та технології відновлення деталей / В. Г. Поляков. – Львів: Світ, 2011. – 298 с.
48. Сидоренко В. П. Застосування наплавлення при ремонті посадкових місць підшипників / В. П. Сидоренко // Науковий вісник НТУ «ХПІ». – 2017. – №3. – С. 45-52.
49. Демченко П. А. Дослідження зношування посадкових місць підшипників кочення в автотракторній техніці / П. А. Демченко // Вісник аграрної науки. – 2018. – №7. – С. 112-119.
50. Івашко С. В. Відновлення деталей сільськогосподарської техніки методом газополуменевого напилення / С. В. Івашко // Сільськогосподарська техніка і технології. – 2019. – №5. – С. 89-95.
51. Мельник О. П. Вплив способу відновлення посадкових місць на їх довговічність / О. П. Мельник, І. В. Степаненко // Технічна механіка. – 2020. – №4. – С. 78-85.
52. Романенко А. Ю. Підвищення зносостійкості посадкових місць підшипників шляхом лазерного зміцнення / А. Ю. Романенко // Техніка і технології АПК. – 2021. – №2. – С. 36-43.

53. Петров В. М. Технологічні процеси відновлення деталей машин: дис. ... канд. техн. наук / В. М. Петров. – Київ, 2015. – 180 с.
54. Савченко І. Г. Дослідження міцності посадкових місць підшипників в умовах експлуатації: автореф. дис. ... канд. техн. наук / І. Г. Савченко. – Харків, 2018. – 22 с.
55. Гончаренко С. О. Відновлення посадкових місць підшипників за допомогою полімерних матеріалів / С. О. Гончаренко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в машинобудуванні». – Київ, 2020. – С. 95-98.
56. Терещенко О. Л. Лазерне наплавлення як ефективний метод відновлення деталей машин / О. Л. Терещенко // Збірник наукових праць «Сучасні технології ремонту машин». – Львів, 2019. – С. 112-116.
57. Ковальчук М. В. Вплив параметрів наплавлення на зносостійкість посадкових місць / М. В. Ковальчук // Праці Національного транспортного університету. – 2021. – С. 67-72.
58. Boyko A., Novitskiy A. Mathematical model of reliability of human-machine system under reduced efficiency of its generalized work. *Machinery & Energetics . Journal of Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 3. P. 165–174.
59. Novitskiy A. V., Banniy O. M. (2011). Analiz nadiynosti zasobiv dlya prigotuvannya i rozdavannya kormiv metodoi dereva vidmov. *Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*. Vol. 13B, Lublin, pp. 117-124.
60. Revenko Ivan, Khmelovskyi Vasyl, Revenko Yulii, Rebenko Victor, Potapova Svitlana (2023). Justification of parameters affecting increase of hammer crusher productivity. *Engineering for rural development*. pp. 714-720. Jelgava. Latvia. doi:10.22616/ERDev.2023.22.TF142.
61. Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskiy, Yu., & Antal, M. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), 101-110. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101>.

62. Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskyi, Yu., Kharkovskyi, I., & Antal, M. (2024). Examination of maintainability indicators of feed preparation and distribution products. *Machinery & Energetics*, 15(4), 47-57. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2024.47>.