

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.12 - КМР.464“С” 2023.03.28.022 ПЗ

ПРИЛУЦЬКОГО МИХАЙЛА ФЕЛІКСОВИЧА

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ПОГОДЖЕНО

Декан

Факультету конструювання та дизайну
(назва факультету (ННД))

Ружи́ло З.В.

(підпис) (ПІБ)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Надійності техніки
(назва кафедри)

Нови́цький А.В.

(підпис) (ПІБ)

“ ” 2023 р.

“ ” 2023_р

У ДК 621.373.02 – 043.96

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему „Дослідження технічного стану деталей та розробка конструктивно-технологічних параметрів відновлення роздавальних коробок колісних тракторів ХТЗ”

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівники магістерської роботи

К.Т.Н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

СТ ВИКЛ

(підпис)

Ревенко Ю.І.

Сиволапов В.А.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Прилуцький М.Ф.

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2023

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)

“ ” 2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Прилуцькому Михайлу Феліксовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського
виробництва»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи *Дослідження технічного стану деталей та*

розробка конструктивно-технологічних параметрів відновлення

роздавальних коробок колісних тракторів ХТЗ

Затверджена наказом ректора НУБіП України від «28» 03.2022 р. № 464 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1.11.2023 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи 1. Аналітичний огляд конструкції

роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. 2. Технічна характеристика

роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. 3. Каталоги ремонтно-

технологічного обладнання. 4. Технічні вимоги на ремонт шасі тракторів ХТЗ-

17221.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Реферат. Вступ. 1. Стан питання

та формування задач на дослідження. 2. Дослідження можливих несправностей

та технічного стану деталей механізму відбору потужності. 3. Обґрунтування

граничних та допустимих при ремонті розмірів та зносів деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. 4. Технологічний процес складання роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. 5. Охорона праці. 6. Техніко-економічне обґрунтування роботи. Висновки. Літературні джерела.

Додатки.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Аналіз конструкції механізму роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. 2. Можливі несправності механізму роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ, способи виявлення та усунення. 3. Діагностування роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. 4.

Розбирання роздавальної коробки трактора ХТЗ-17221. 5. Корпус роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. Схема дефектів. 6. Ремонтне креслення. 7. Маршрутна карта. 8. Операційна карта. 9. Охорона праці. 10. Техніко-економічна ефективність. Висновки.

Дата видачі завдання "21" січня 2023 р.

Керівники магістерської роботи

(підпис)

Ревенко Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Сиволапов В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Придурцький М.Ф.

(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: „Дослідження технічного стану деталей та розробка конструктивно-технологічних параметрів відновлення роздавальних коробок колісних тракторів ХТЗ”.

Роботу викладено на 125 стор., 24 рис., 25 табл., 1 додаток, використано 26 джерел літератури.

Магістерська робота присвячена дослідженню пошкоджень деталей та розробці технологічного процесу відновлення роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ та удосконаленню технології відновлення її роботоздатності.

В першому розділі пояснювальної записки наведено аналіз конструкції та принцип роботи роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ, причини відмов та несправності.

В другому розділі представлено дослідження основних пошкоджень деталей та встановлено їх параметри.

В третьому розділі проведено статистичний аналіз характеристик імовірної появи пошкоджень із визначенням коефіцієнтів відновлення, вибракування та придатності. Проаналізувано стан сучасних технологій відновлення роботоздатності коробки передач тракторів. Вибрано технологію відновлення корпусу роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. Розроблено технологічний процес складання роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ.

В четвертому розділі зроблено аналіз виробничих небезпек та розробити заходи по забезпечення безпечних умов роботи на дільниці з відновлення роботоздатності роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ.

В п'ятому розділі розраховано техніко-економічні показники технології відновлення роботоздатності роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ.

Ключові слова: РОЗДАВАЛЬНІ КОРОБКИ, ДЕФЕКТИ, ДОПУСТИМІ ТА ГРАНИЧНІ РОЗМІРИ, ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ, ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ, ДЕФЕКТАЦІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

НУБІП України

МТП – машинно-тракторний парк;

РК – роздавальна коробка;

МО – механічна обробка

ОП – охорона праці;

МК – маршрутна карта;

ОК – операційна карта;

ТЕП – техніко-економічні показники.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	Стор
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ НА ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1. Аналіз конструкції, принцип роботи та регулювання роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ	10
1.2. Технологічний процес розбирання роздавальної коробки	21
1.3. Задачі магістерської роботи	34
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ	35
2.1. Загальна методика	35
2.2. Аналіз технічного стану деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ, основні дефекти, методи їх виявлення, прилади та оснащення	37
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ГРАНИЧНИХ ТА ДОПУСТИМИХ ПРИ РЕМОНТІ РОЗМІРІВ ТА ЗНОСІВ ДЕТАЛЕЙ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ХТЗ	54
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КОРПУСУ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ 151.37.301-4 ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЇЇГО ВІДНОВЛЕННЯ	67
4.1. Аналіз технічного стану корпусу роздавальної коробки, основні дефекти, способи їх виявлення, прилади та оснащення	67
4.2. Дослідження ремонтного фонду деталей	70
4.3. Розробка технологічного процесу відновлення корпусу роздавальної коробки 151.37.301-4	75
4.4. Відновлення шліцевих валів	80
4.5. Відновлення зношених шестерень	86
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	89

СКЛАДАННЯ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ КОЛІСНИХ

ТРАКТОРІВ ХТЗ

РОЗДІЛ 6. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз стану охорони праці в ремонтній майстерні 107

6.2. Загальні вимоги безпеки до робочого місця, інструменту та обладнання 108

6.3. Розрахунок штучного освітлення 110

6.4. Вимоги з охорони праці при роботі на стенді для розбирання та складання роздавальної коробки тракторів ХТЗ-17221 112

РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ

7.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди 114

7.2. Визначення потреби у ремонтних матеріалах і запасних частинах... 115

7.3. Розрахунок цехових затрат 116

7.4. Складання калькуляції собі вартості ремонту 117

7.5. Техніко-економічні показники 119

ВИСНОВКИ 121

ЛІТЕРАТУРА. 122

ДОДАТКИ

Ремонт являє собою комплекс робіт, що здійснюються в процесі експлуатації трактора для підтримки та відновлення його справності та працездатності. Для тракторів встановлено два види ремонту: поточний та капітальний. Ці види ремонту застосовують як для окремих агрегатів, так і для трактора в цілому.

Поточний ремонт - ремонт, що виробляється в процесі експлуатації з метою гарантованого забезпечення працездатності об'єкта і полягає в заміні та відновленні його окремих частин та їх регулюванні. При поточному ремонті агрегату усуваються його несправності шляхом заміни або відновлення окремих, що досягли граничного стану або деталей, що раптово відмовили, виключаючи базові деталі. До базових деталей відносяться: у двигуні - блок циліндрів; у коробці передач, задньому мосту, кермовому механізмі - картер; у передньому мосту - балка переднього моста або поперечка незалежної підвіски; у кузові або кабіні - корпус; у рамі — поздовжні балки.

Поточний ремонт трактора застосовується для заміни або відновлення зношених до граничного стану або пошкоджених деталей, а також окремих вузлів та агрегатів, що потребують поточного чи капітального ремонту; при цьому ремонті можливе виконання інших операцій з усунення несправностей трактора.

Під капітальним ремонтом розуміється ремонт, здійснюваний із єдиною метою відновлення справності і повного чи близького до повного відновлення ресурсу об'єкта із заміною чи відновленням будь-яких його частин, включаючи базові, та його регулювань. Капітальний ремонт агрегату забезпечує відновлення його технічного стану відповідно до технічних умов на ремонт, складання та випробування агрегатів та тракторів та повинен гарантувати встановлений міжремонтний ресурс агрегату за дотримання чинних положень та норм з технічного обслуговування та поточного ремонту в умовах правильної експлуатації автомобіля. Агрегат підлягає спрямуванню в капітальний ремонт, якщо базова деталь потребує відновлення, для якого потрібно повне розбирання агрегату, або коли загальний технічний стан агрегату не забезпечує виконання ним робочих процесів у встановлених межах

відхилень і відновлення не може бути здійснено шляхом проведення поточного ремонту. Капітальний ремонт трактора має на меті відновлення його технічного стану відповідно до технічних умов на ремонт, збирання та випробування агрегатів і тракторів і повинен забезпечувати встановлений міжремонтний напрацювання (пробіг) при дотриманні вимог технічного обслуговування, поточного ремонту та експлуатації трактора.

Капітальний ремонт тракторів та його агрегатів залежно від способу виконання може бути необезличуваним чи знеособленим. При необезличуваним методі всі частини після відновлення встановлюються на той же об'єкт, якому вони належали до ремонту. У цьому випадку певною мірою зберігається

взаємна приробленість деталей, їх початковий взаємозв'язок, завдяки чому якість ремонту виявляється, як правило, вищою, ніж при знеособленому варіанті. Більш повним виходить при цьому використання залишкової довговічності деталей, сформованої в процесі їх виготовлення. Істотні

недоліки необезличуваним методу ремонту у тому, що з ньому значно ускладнюється організація ремонтних робіт і неминуче збільшується тривалість перебування об'єкта у ремонті.

Цей метод не виключає заміни непридатних деталей на нові. У разі знеособленого ремонту зняті з одного трактора агрегати та вузли замінюються раніше відремонтованими або новими. Агрегати і вузли, що знімаються з автомобілів, піддаються ремонту і надалі йдуть на комплектування так званого оборотного фонду. Незнижувані фонди оборотних агрегатів створюються за рахунок надходження нових агрегатів, відновлення раніше знятих та використання придатних агрегатів з автомобілів, що списуються. При знеособленому ремонті спрощується організація ремонтних робіт та суттєво скорочується тривалість перебування об'єктів у ремонті.

Економія часу при знеособленому методі ремонту досягається за рахунок того, що об'єкти ремонту не чекають, поки будуть відремонтовані замінні агрегати і вузли. Висока ефективність ремонту забезпечується правильним визначенням загального характеру та головної мети ремонтних робіт та вибором найкращого (оптимального) порядку їх проведення у заданих

організаційно-технічних умовах використання тракторів. Основні

положення, що визначають мету та характер ремонту автомобілів, складають утримання так званої системи ремонту. В УКРАЇНІ, прийнято планово-попереджувальну систему ремонту. При цій системі ремонт ґрунтується на

планових засадах і має на меті попередження непередбаченої (аварійної) відмови трактора в роботі. Плановий характер ремонту, з одного боку,

передбачає планове проведення технічного обслуговування, що забезпечує регулярне отримання інформації про технічне надбання автомобілів, з іншого — передбачає плановані напрацювання агрегатів і тракторів до виведення в

ремонт, і навіть обсяги робіт під час ремонту, що сприяє підвищення

ритмічності в роботі ремонтних підприємств та покращення умов їх забезпечення матеріалами, запасними частинами та іншими видами ресурсів.

Попереджувальна мета системи полягає в тому, що вона передбачає проведення ремонту агрегатів та тракторів загалом до настання періоду прискореного зношування базових та основних деталей.

Подальше використання об'єктів з базовими та основними елементами, що досягли цієї стадії в процесі зношування, пов'язане з небезпекою аварій і неминуче призводить до збільшення обсягу, складності та вартості робіт при ремонті.

Успішне та якісне виконання робіт з ремонту тракторів, як і з технічного обслуговування їх, значною мірою залежить від пристосованості тракторів до цих робіт у конкретних умовах його використання. Властивість трактора, його агрегату, вузла або деталі, що полягає у пристосованості до попередження та

виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень та усунення їх наслідків шляхом проведення ремонтів та технічного обслуговування, називається

ремонтпридатністю. Ремонтпридатність є однією з чотирьох приватних властивостей комплексної характеристики тракторів, званої надійністю, і

тісно зобов'язана з його , іншими властивостями: безвідмовністю, довговічністю та збереженістю.

Чим вищий рівень безвідмовності, довговічності та збереження, тим менше значення витрат праці та засобів з підтримки працездатності та ресурсу

тракторів, тим менший час їх простоїв при обслуговуванні та ремонті за однакові періоди експлуатації і тим вище, отже, ремонтпридатність. Поряд із загальним поняттям ремонтпридатності, що характеризує пристосованість тракторів як до ремонту, так і до обслуговування, застосовуються такі приватні поняття, як ремонтна технологічність та експлуатаційна технологічність.

Ремонтна технологічність характеризує пристосованість конструкції трактора або його елементів до ремонтних робіт, які проводяться для відновлення працездатності та ресурсу. Експлуатаційна технологічність визначає пристосованість трактора до робіт з технічного обслуговування в

процесі використання та зберігання. Ремонтпридатність трактора (агрегату) визначається досконалістю його конструкції, якістю виготовлення та умовами використання, ремонту та технічного обслуговування. Висока,

ремонтпридатність при розробці конструкції забезпечується: раціональним розподілом пристрою на окремі частини, що виготовляються, обслуговуються і ремонтуються; простотою доступу до окремих частин для робіт з ремонту та обслуговування; застосуванням зручних видів роз'ємних з'єднань деталей; використанням матеріалів, форм та розмірів деталей, що забезпечують оптимальні терміни служби без відновлення та обслуговування; надійним

захистом деталей від шкідливого впливу зовнішнього середовища. При виготовленні тракторів ремонтпридатність забезпечується: застосуванням прогресивних технологічних процесів отримання деталей необхідної міцності та високої зносостійкості; попередженням браку при обробці деталей та складання вузлів, агрегатів; якісним проведенням випробувань та приробітку.

До умов використання, обслуговування та ремонту тракторів, що впливають на ремонтпридатність, належать: досконалість системи технічного обслуговування та ремонту, що приміряється, рівень, технічного оснащення робіт з обслуговування та ремонту; кваліфікація залучених до обслуговування

та ремонту фахівців, досконалість технологічних процесів ремонту та обслуговування. Для кількісної оцінки ремонтпридатності тракторної техніки використовуються такі показники.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ НА

ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз конструкції, принцип роботи та регулювання роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ

Оскільки коробка передач та роздавальна коробка є важливою складовою трансмісії трактора, має складну конструкцію та високу вартість, дуже важливо проводити ремонт та регулювання її в відповідності з технічними вимогами, розробленими заводом-виготовлювачем та ДЕРЖНІПІ, який розробив технічні вимоги та технологію ремонту.

Роздавальна коробка (рис. 1.1.) розподіляє крутний момент до заднього і переднього ведучих мостів. Вона виготовлена разом з двоступінчастим редуктором. У верхній частині її корпуса розміщені приводи гідронасосів (коробки передач, рульового керування, начіпної системи) та привод незалежного ВВП.

Механізми роздавальної коробки розміщені в чавунному корпусі, який кріплять болтами до корпуса коробки передач. При цьому бурт переднього стакана її первинного вала 16 входить у розточку задньої стінки корпуса коробки передач, що забезпечує центрування роздавальної коробки відносно коробки передач.

Первинний вал 16, вал 5 привода заднього і вал 2 привода переднього мостів встановлені на підшипниках, розміщених, крім заднього вала 2 і переднього підшипника вала 5, у стаканах. Вали від осевих переміщень удержуються передніми підшипниками, верхні обойми яких кріплять у стаканах. На первинному валу встановлені ведучі шестерні робочого 8 і транспортного 17 рядів. Шестірня робочого ряду із запресованою металокерамічною втулкою обертається на проміжній (опорній) втулці вала, а шестірня транспортного ряду — на двох шарикопідшипниках. Між ведучими шестернями на шліцах вала встановлена зубчаста маточина 7. Ведучі шестерні 8 і 17 перебувають у постійному зачепленні з веденими шестернями 3 та 4, встановленими нерухомо на шліцах вала привода заднього моста.

Включають потрібний ряд зубчастою муфтою 6. Для включення передньо-

го ведучого моста вводять шестірню-кадетку 1 у зачеплення з веденою

шестірню 3 транспортного ряду передач.

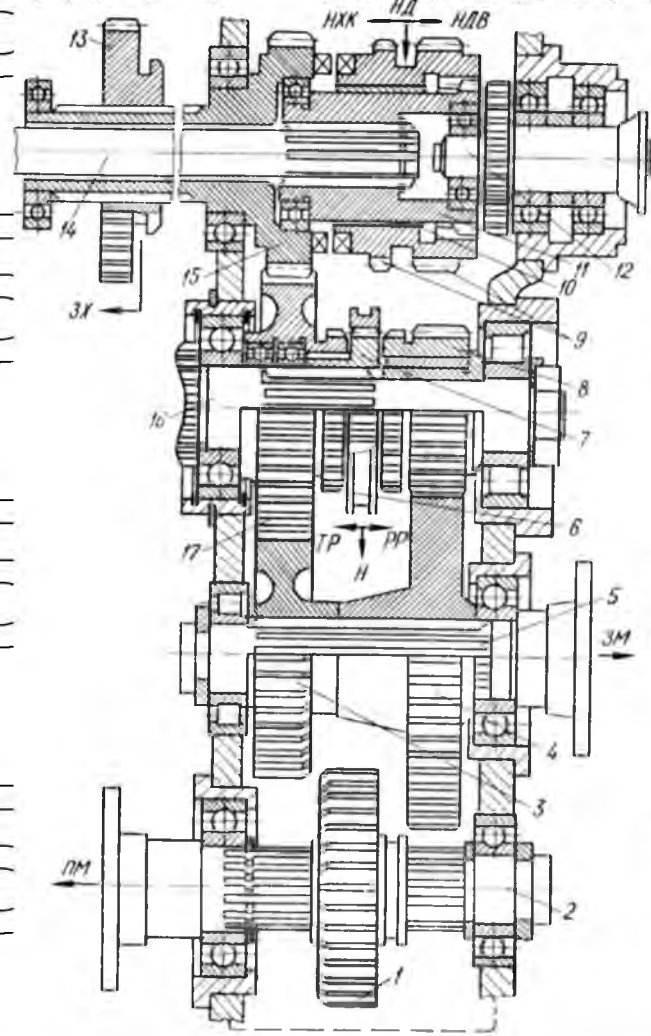


Рис. 1.1. Схема роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ:

1 — шестірня включення переднього моста; 2 — вал привода переднього моста; 3 і 4 — ведені шестерні транспортного та робочого рядів; 5 — вал привода заднього моста; 6 — зубчаста муфта переключення рядів; 7 — зубчаста втулка (маточина); 8 — ведуча шестірня робочого ряду; 9 — ведуча шестірня привода гідронасосів і включення привода редуктора ВВП; 10 — втулка; 11 — ведуча маточина; 12 — вал ведений привода ВВП; 13 — шестірня включення ряду передач заднього ходу; 14 — торсійний вал привода гідронасосів і редуктора ВВП; 15 — вал-шестірня привода заднього ходу; 16 — первинний вал роздавальної коробки; 17 — ведуча шестірня транспортного ряду; НД — привод насосів від двигуна; НХК — привод насосів від ходових

коліс; НДВ — привод насосів від двигуна і включення привода ВВП; ЗМ і

НМ — до заднього і переднього ведучих мостів; РР і ТР — робочий і транспортний ряди передач.

Приводи гідронасосів і привод незалежного ВВП. Ведуча маточина 11 приводів посаджена на шліци торсійного вала 14, який приводиться в рух від

колінчастого вала. Рядом з вінцем маточини розміщений зубчастий вінець веденого вала 12 привода ВВП. На ведучу маточину вільно надіта ведуча шестірня 9 привода гідронасосів і включення привода редуктора ВВП.

Шестірня має внутрішній зубчастий вінець, два зовнішніх вінці та два кулачки на передньому торці. У внутрішню розточку шестірні запресовано бронзову

втулку 10. Зовнішні зубчасті вінці ведучої шестерні постійно перебувають у зачепленні з шестернями валиків 1 і 2 (рис. 1.3) привода насосів. Від валика 1 приводиться в рух гідронасос рульового керування, а від валика 2

гідронасос начіпної системи, який можна підключати і відключати (на рис. 1.3

не зображено). Через пару конічних шестерень і вертикальний валик 3 приводиться в рух також гідронасос 6 коробки передач, розміщений у нижній частині корпусу роздавальної коробки.

При середньому положенні ведучої шестірні 9 здійснюється привод гідронасосів від двигуна. Для включення привода редуктора ВВП шестірню

переміщують назад. Вона, не виходячи із зачеплення з шестернями валиків привода гідронасосів, знаходить на вінець валика 12 і цим блокує його з ведучою маточиною 11. Включати і виключати приводи ВВП і насоса начіпної

системи необхідно тільки при непрацюючому двигуні.

1.2. Технологічний процес розбирання роздавальної коробки

Роздавальну коробку розбирають у такій послідовності. Відкручують штурдер у складеному вигляді, знімають два корпуси привода гідронасосів,

прокладки, кришку і оглядове вікно з корпусу роздавальної коробки. Далі

відкручують гайки, знімають шайби, кільця і нерухомі муфти з валів привода гідронасоса рульового керування і гідронасоса начіпної системи. Після цього вводять роздавальну коробку в зону дії гідроскопи стенда, встановлюють на

вали привода гідронасосів П-подібні скоби-розпірки і, використовуючи

спеціальні надставки, випресовують вали з шарикопідшипниками. Знімають з валів шестірні, сегментні шпонки і втулки та спресовують шарикопідшипники. Потім випресовують шарикопідшипники, які залишилися в корпусі, і виймають каркасні сальники.

Розбирання роздавальної коробки.

Вийняти з корпусу 1 (рис. 1.7) вал привода ВВП 6, колесо зубчасте 5, валки та колеса зубчасті 3 приводу насосів, вилку 7, вал первинний 8, вал приводу заднього моста 2, хутра – нізм включення переднього моста 9, вал приводу переднього моста 10, показчик рівня масла 11, систему підведення масла 12.

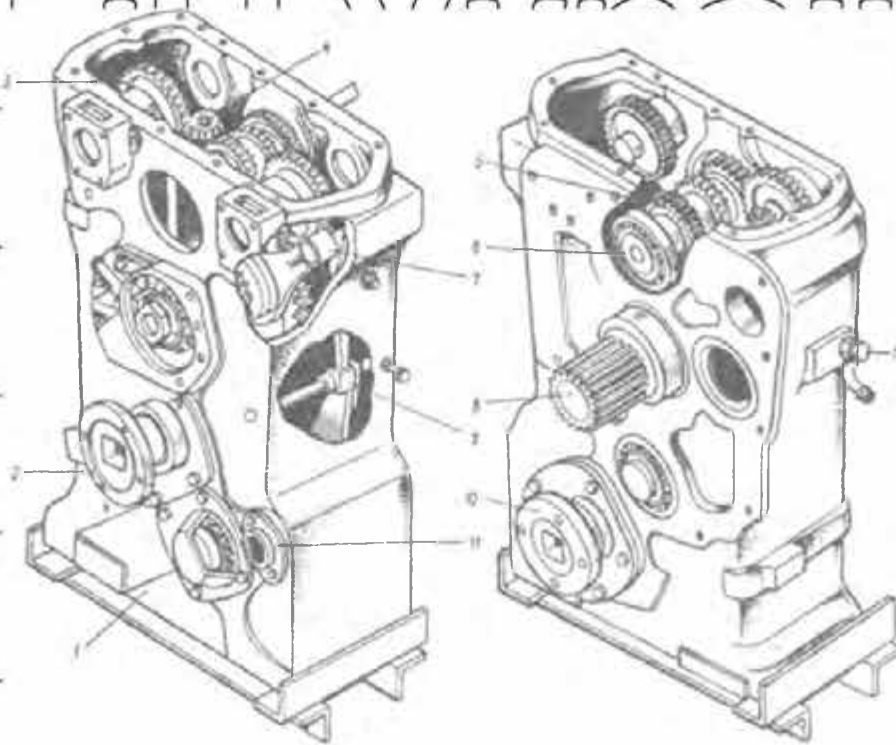


Рис. 1.7. Розбирання роздавальної коробки.

1 - корпус, 2 - вал приводу заднього моста, 3, 4, 5 - колесо зубчасте, 6 - вал приводу ВВП, 7 - вилка, 8 - вал первинний, 9 - механізм включення переднього моста, 10 - вал приводу переднього моста, 11 - показчик рівня масла, 12 - система підведення масла

Зняття валу і коліс зубчастих приводу ВОМ.

Вийняти вал 2 (рис. 1.9) і зніміть стопорне кільце 1. Спресуйте підшипник 6 з валу 3, зніміть стопорне кільце 5, блок коліс зубчастих 4.

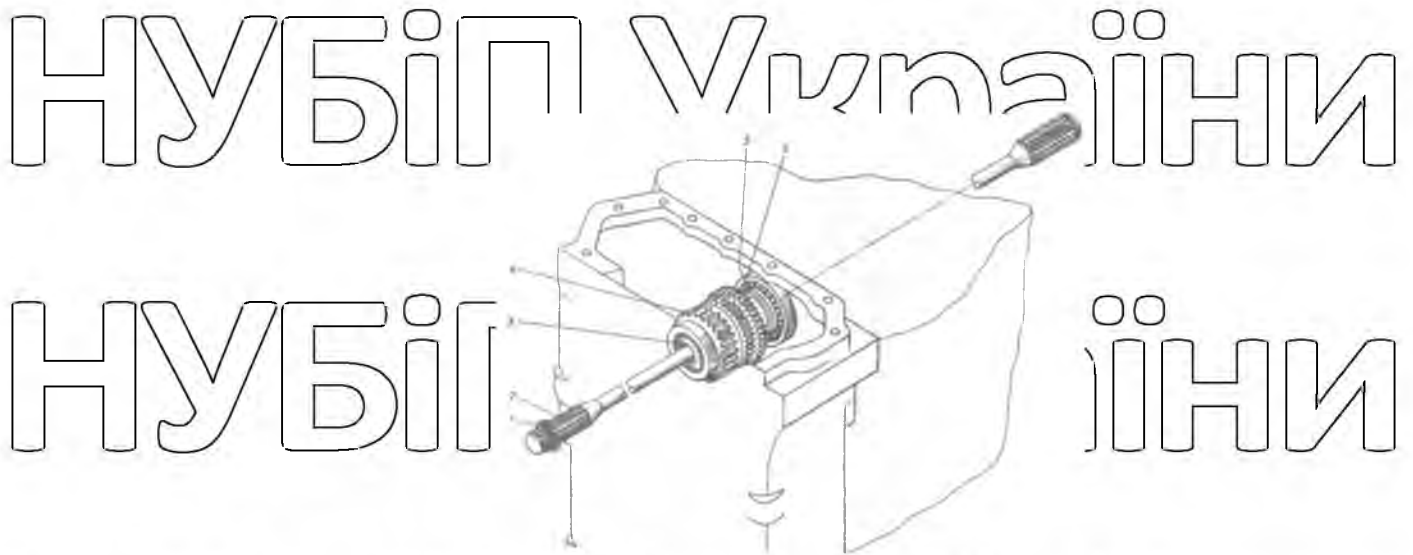


Рис. 1.8. Зняття валу і коліс зубчастих приводу ВОМ :

1,5 - кільце стопорне ; 2, 3 - вал , 4- блок коліс зубчастих ; 6 - підшипник

Зняття коліс зубчастих приводу насосів. Викрутити болти 1 (рис. 1.10) і

зняміть корпусу 2 , прокладки 11 , регулювальні шайби 8 , 9 , втулки 10 .

Викрутіть гайки 3 і зніміть зубчасте колесо 4 , втулку 6 . Вийміть вал 7

зняміть зубчасті колеса 5 , підшипники 12 , втулку 13 , зубчасте колесо 14 з валом.

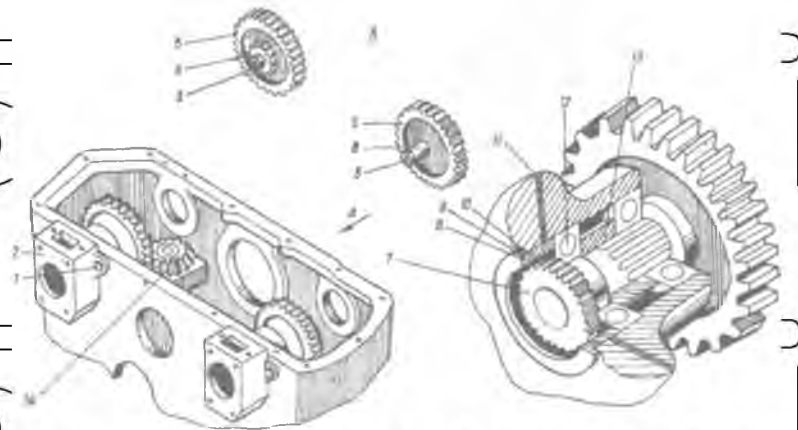


Рис. 1.9 . Зняття коліс зубчастих приводу насосів :

1 - болт ; 2 - корпус , 3 - гайка ; 4 , 5 , 14 - колеса зубчасті ; 6 , 10 , 13 - втулка

; 7 - вал ; 8 , 9 - шайба , 11 - прокладка , 12 - підшипник.

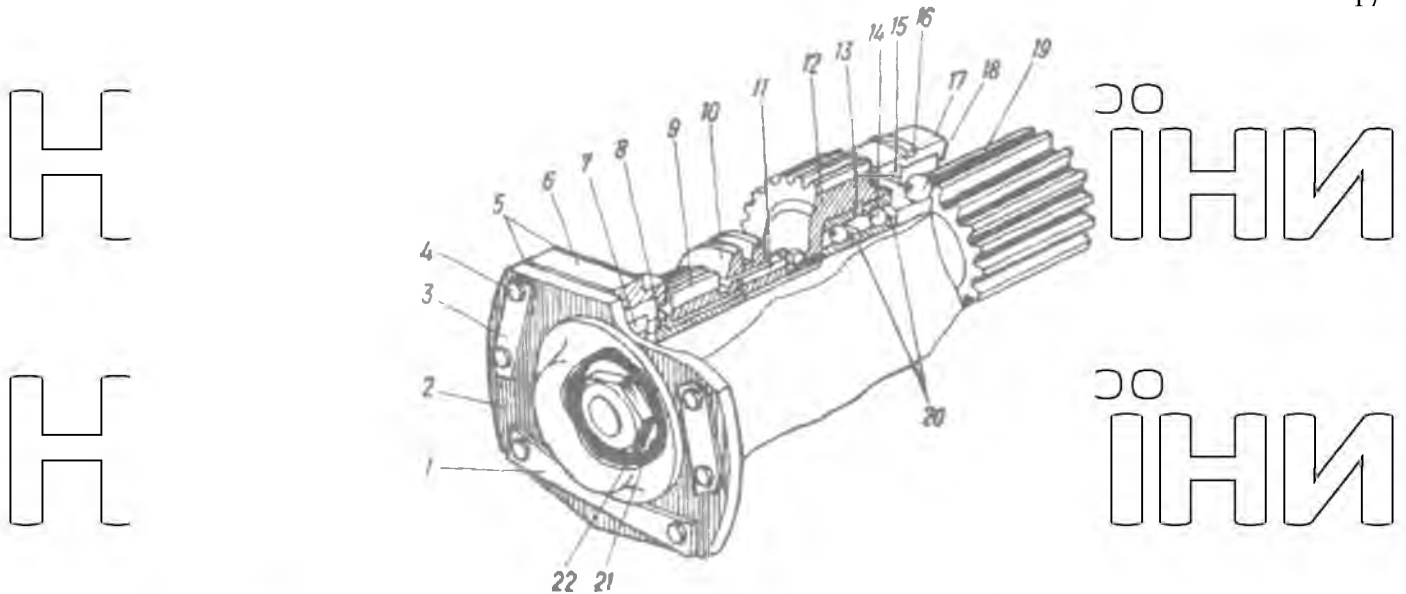


Рис. 1.10. Зняття ведучого вала роздавальної коробки:

1,3 - пластина стопорная; 2 - кришка, 4 - болт, 5 - прокладка; 6,17 - скляка;
7,14,18 - підшипник; 8 - втулка; 9,12 - колесо зубчасте; 10,11 - муфта; 13,
15,16,20 - кільце; 19 - вал; 21 - шайба; 22 - гайка.

Зняття ведучого валу.

Викрутіть болти 4 (рис. 1.11) і зніміть стопорні пластини 1, 3, кришку 2, прокладку 5. Викрутіть гайку 22 і зніміть шайбу 21. Зніміть стакан 6 з зовнішньої обіймою підшипника 7, прокладку 5. Спресуйте з валу 19 внутрішню обійму підшипника 7 і зніміть втулку 8, зубчасте колесо 9, муфти 10, 11. Спресуйте з валу підшипники 14 із зубчастим колесом 12, кільцями 13, 20, підшипник 18 зі стаканом 17 і ущільнювальним кільцем 16, стопорним кільцем 15.

Зняття валу приводу заднього моста. Зніміть стопорне кільце 1 (рис. 4.32), проставочне кільце 2. Викрутіть болти 8 і вийміть вал 10, підшипник 3, зубчасті колеса 4, 5. Спресуйте підшипник 6 з валу і зі склянки 15, зніміть шайбу 11.

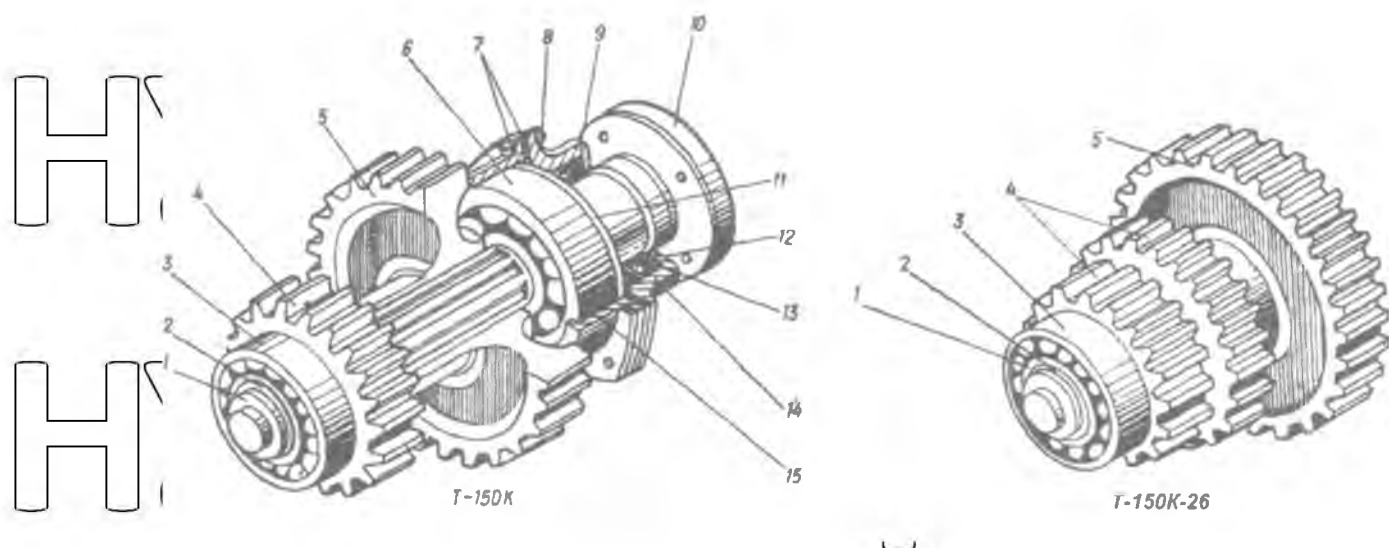


Рис. 1.11. Зняття валу приводу заднього моста:

1, 2, 13 - кільце; 3, 6 - підшипник; 4, 5 - колесо зубчасте; 7 - прокладка; 8 - болт; 9 - кришка; 10 - вал; 11 - шайба; 12 - кільце ущільнювача; 14 - манжета; 15 - стакан.

Зняття валу приводу переднього моста.

Вийміть вал 8 (рис. 1.13) приводу переднього моста з корпусу 1 і зніміть кільце 14, кришку 16, прокладку 15, підшипник 13, кільце 12, кільця 3, 4, зубчасте колесо 11, кришку 10, прокладку 9, кільце 7, стакан 5 з підшипником 6, прокладку 2.

Зняття механізму включення переднього моста

Розшпінтуйте і відверніть гайку 8 (рис. 1.14). Зніміть шайбу 12 і кільце ущільнювача 11, вийміть вісь 9 і зніміть важіль 10. Розконтрити гайку 6 і виверніть болт 5, випресуйте валик 7, заглушку 1 з корпусу 13. Вийміть вилку 2 з пружиною 3 і фіксатором 4.

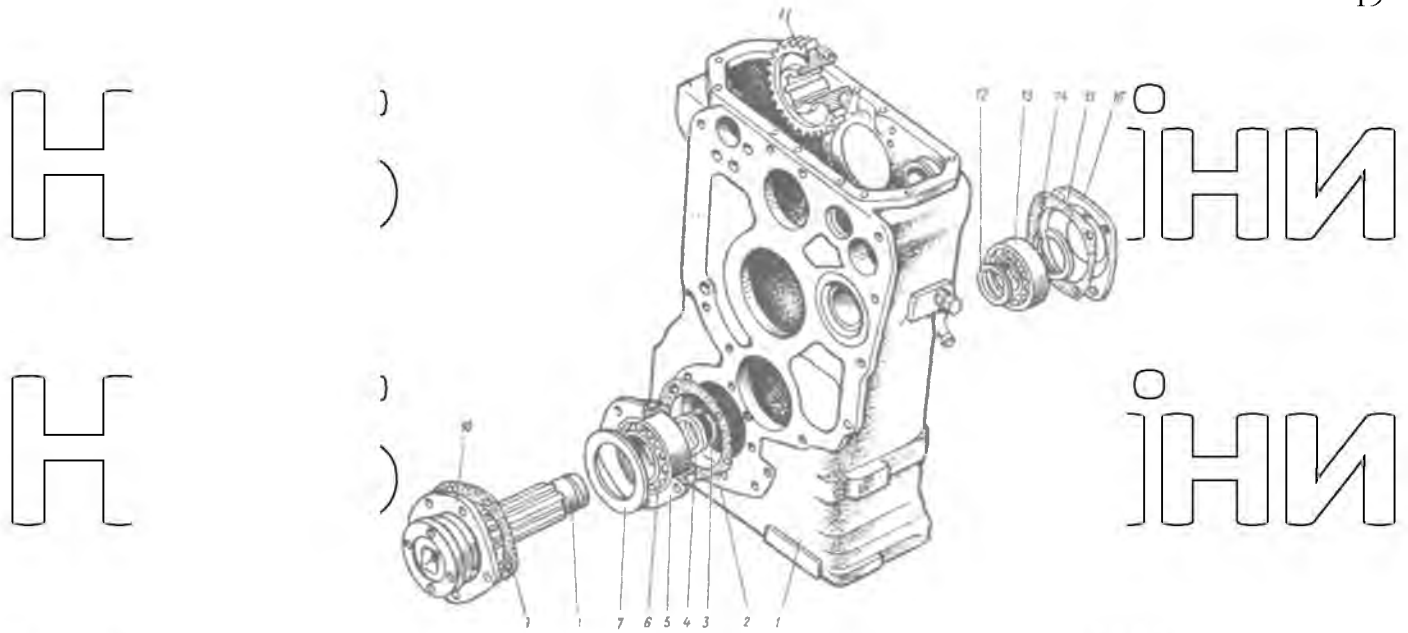


Рис. 1.12 . Зняття валу приводу переднього моста :

1 - корпус ; 2 , 9 , 15 - прокладка ; 3 , 4 , 7 , 12 , 14 - кільце ; 5 - склянка ; 6 , 13 - підшипник ; 8 - вал ; 10 , 16 - кришка ; 11 - колесо зубчасте.

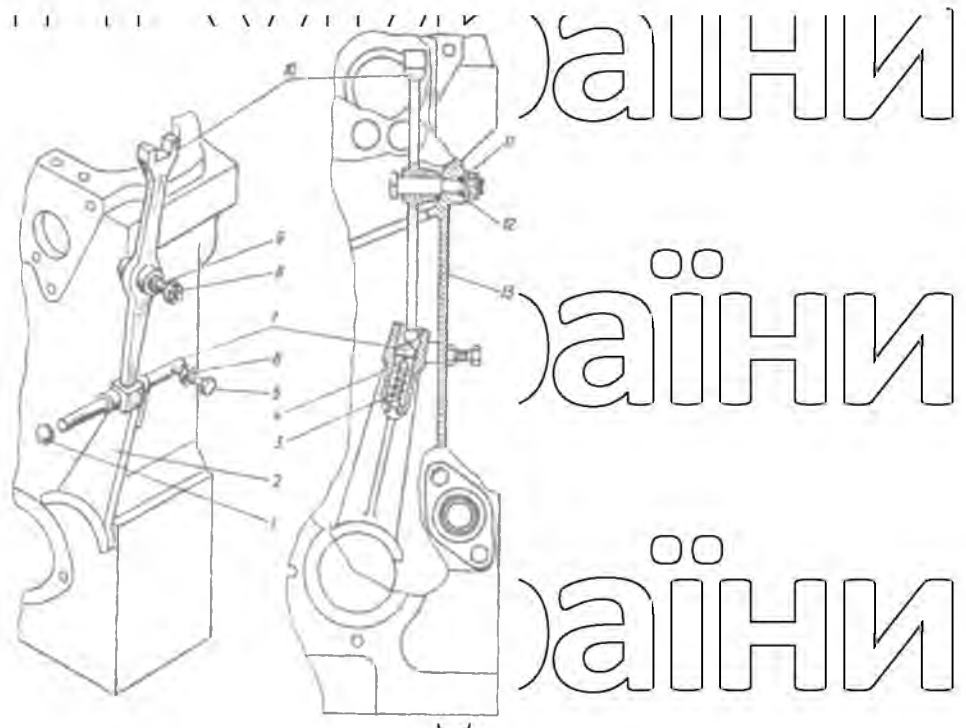


Рис. 1.13 . Зняття механізму включення переднього моста :

1 - заглушка ; 2 - вилка ; 3 - пружина ; 4 - фіксатор ; 5 - болт ; 6,8 - гайка ; 7 - валик ; 9 - вісь ; 10 - важіль ; 11 - кільце ; 12 - шайба ; 13 – корпус.

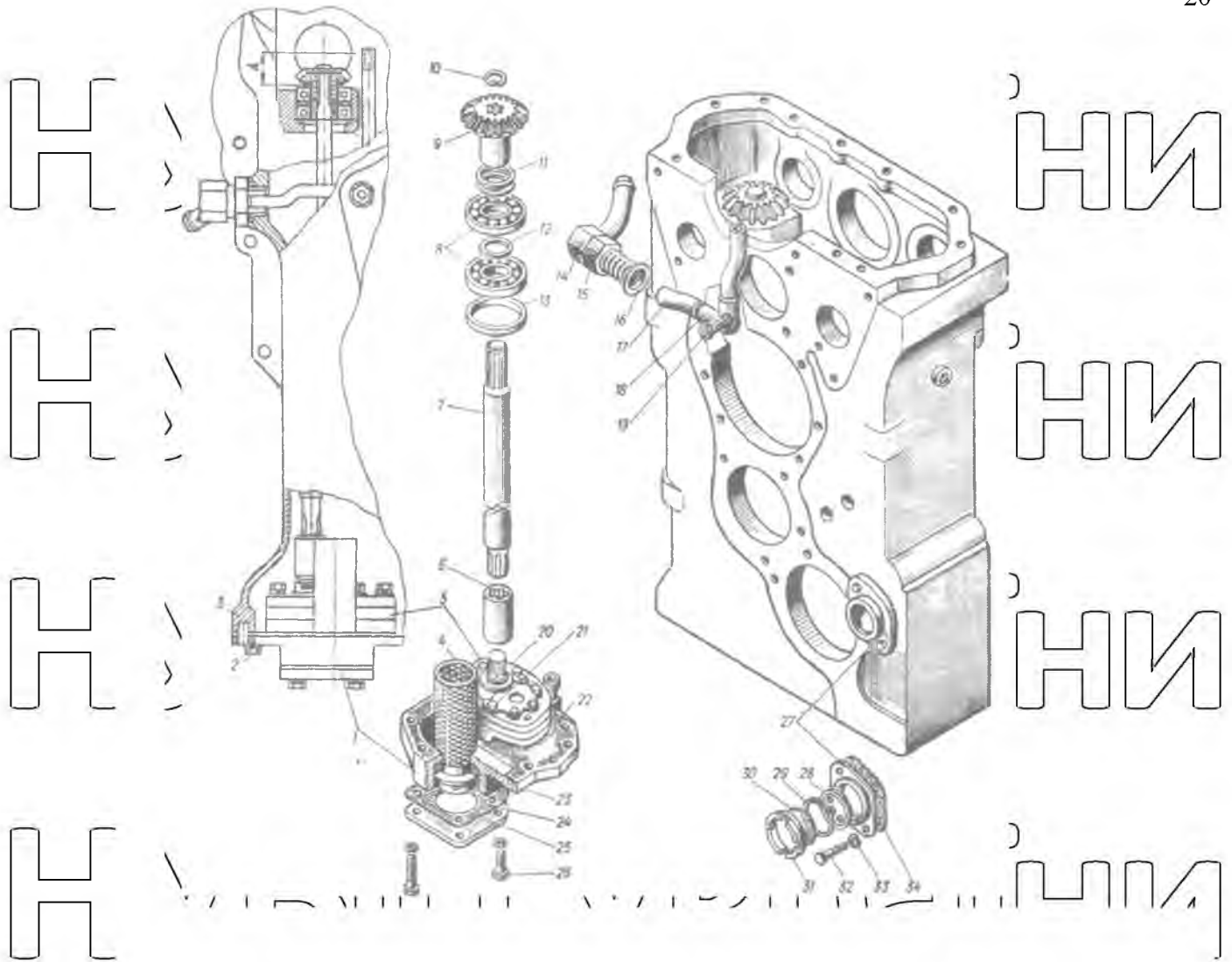


Рис . 1.14 . Зняття приводу насоса коробки передач :

1, 25, 27 - кришка ; 2, 21, 26, 32 - болт ; 3 - корпус , 4 - фільтр ; 5 - насос ; 6 - муфта ; 7 - вал ; 8 - підшипник , 9 - колесо зубчасте , 10, 11, 12, 13, 16, 23, 29 - кільце ; 14, 18 - штуцер ; 15, 19, 31 - гайка , 17 - трубка ; 20 - дріт ; 22, 24, 34 - прокладка ; 28 - екран ; 30 - скло оглядове ; 33 - шайба

1.3. Задачі магістерської роботи.

На основі даних комплексного аналізу технології ремонту роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ виникає цілий ряд задач, які являються вихідним матеріалом в процесі магістерської роботи .

Для виконання роботи були конкретизовані наступні задачі:

- Проаналізувати існуючу технологію ремонту роздавальної коробки

колісних тракторів ХТЗ;

- Проаналізувати пошкодження деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ, що виникають в процесі експлуатації;

- Розробити технологічний процес розбирання та складання роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ;

- Скласти схеми та карти дефектації деталей;

- Розрахувати граничні та допустимі при ремонті спрацювання та розміри деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ;

- Розробити міроприєма з охорони праці при ремонтних роботах;

- Обрахувати економічну доцільність ;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

ДЕТАЛЕЙ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ

НУБІП УКРАЇНИ

2.1. Загальна методика

Несправності деталей машин можна розділити на три групи:

зношування, механічні ушкодження і хіміко-теплові ушкодження.

Зношування. За видом зношування всі деталі можна поділити на п'ять груп.

До першої групи відносяться деталі, для яких основним фактором, що визначає їхню довговічність, є абразивне зношування (деталі ходової частини, що працюють в умовах недостатнього змащення).

До другої групи відносяться деталі, що зношуються внаслідок пластичного деформування (шліцьові деталі, зубчасті колеса, муфти, маховики і т.п.). До третьої групи відносяться деталі, що виходять з

ладу внаслідок корозійно-механічного зношування (поршні, поршневі кільця, тобто деталі, що працюють в агресивному середовищі). Четверта група, це деталі, довговічність яких лімітується границею витривалості

(шатуни, пружини, болти шатунів, тобто деталі, що працюють при циклічних навантаженнях). П'ята група, це деталі, у яких довговічність залежить одночасно від зносостійкості поверхонь тертя і границі витривалості матеріалу деталей (шестерні, ЗК редукторів, коробок передач і т.п.).

Механічні ушкодження деталей. Механічні пошкодження в деталях виникають при дії на них в процесі експлуатації навантажень, що перевищують допустимі, а також внаслідок втоми матеріалу. До механічних пошкоджень належать тріщини, пробоїни, злами і деформації (вигин, скручування, викривлення).

Найбільш небезпечними при цьому є тріщини, що можуть привести до серйозних поломок.

Тріщини можуть утворитися як у результаті ударних навантажень, так і в найбільш напружених місцях деталей (у місцях концентрації

внутрішніх напружень). Можуть також виникати втомлювані тріщини в результаті тривалого впливу циклічних знакозмінних навантажень. Найчастіше вони з'являються в деталях рам, кузовах, колінчастих валах, поворотних цапфах, ресорах і багатьох інших деталях. Найчастіше тріщини втоми розвиваються в області концентрації напружень (в отворах, в галтелях і т. п.).

Тріщини можуть бути і теплового походження в результаті внутрішніх напружень, як, наприклад, при зварюванні - гарячі і холодні тріщини, або при загартуванні.

Розміри тріщин по ширині коливаються у великих межах: від видимих неозброєним оком до мікроскопічних, які виявляють за допомогою спеціальних приладів.

Деформації виникають в деталях в результаті динамічних навантажень і спостерігаються в таких деталях, як колінчасті вали, шатуни, карданні вали, балки передніх мостів, деталі рам і кузовів і ін.

Скручування деталей виникає від впливу великого крутного моменту. Скручуванню піддаються різні вали, напіввісі і т.п.

Викришування - дефект характерний для поверхонь деталей, що піддавалися ХТО і що відбувається внаслідок динамічних ударних навантажень у процесі експлуатації (викришування зубів зубчастих коліс). Викришування може бути також у результаті втомлюваних напруг, наприклад, викришування бабітового шару на вкладишах підшипників ковзання чи на бігових доріжках підшипників кочення.

Хіміко-теплові ушкодження. До таких ушкоджень відносяться: короблення, корозія, нагар (накип), електроерозійне руйнування і т. п. Короблення відбувається в результаті високих температур, що призводять до структурних змін і як наслідок появи значних внутрішніх напружень. Так, наприклад, короблення голівки циліндрів автотракторних двигунів.

Корозія - процес руйнування металів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії їх з навколишнім середовищем. Результати

корозії з'являються у вигляді суцільних окисних плівок або у вигляді

місцевих пошкоджень (плям, раковин і ін.). Дії корозії піддаються багато деталей.

Для устаткування характерні сумільна або місцева корозія.

Велику небезпеку представляє місцева (вибіркова) корозія. Оцінювати і прогнозувати процеси розвитку місцевої корозії практично неможливо,

тому вона в багатьох випадках призводить до раптового виходу конструкції з ладу. Значно знижує працездатність звареної конструкції міжкристалічна корозія по лінії сплавлення.

У більшості випадків технологічне устаткування піддається

одночасно механічним і хімічним впливам. У результаті спільного впливу механічного і корозійного факторів у поверхневих шарах металу відбуваються взаємозалежні явища, що сприяють активації

процесів деформування, руйнування, хімічних і електрохімічних реакцій. Особливо інтенсивно процес руйнування відбувається при терті в корозійному середовищі.

Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталей в процесі експлуатації автомобілів виражається найчастіше в зниженні твердості і пружних властивостей.

Зміна властивостей деталей може статися в результаті їх нагріву в процесі роботи до температури, що впливає на термообробку, а також унаслідок спрацьовування поверхневого шару, зміцненого методами хіміко – термічної обробки.

Пружні властивості деталей знижуються унаслідок втоми матеріалу, з якого вони виготовлені. Цей дефект часто виникає в таких деталях, як пружини клапанів і ресори.

Існують і інші різновиди зношування як:

- гідроабразивне зношування, що відбувається в результаті впливу на поверхню металу твердих абразивних частинок у складі технологічної рідини;

- ерозійне зношування, що відбувається внаслідок ударних

вплив турбулентних струменів;

- кавітаційне зношування, що відбувається в результаті впливу на поверхню металу мікроударних навантажень, які виникають при утворенні кавітаційних порожнин і пухирців;

- електроерозійне руйнування, що виникає в результаті впливу на поверхню деталей іскрових розрядів. При такому руйнуванні електрони, що вилітають з катода, вибивають з поверхні деталі (анода) частки металу, які розсіюються в навколишньому середовищі. Такі ушкодження виникають на електродах свіч, на контактах ел. приладів (переривачів, розподільників та ін.).

2.2. Аналіз технічного стану деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ, основні дефекти-способи їх виявлення, прилади та оснащення

Вивчення технічного стану деталей починає з корпусу, оскільки від нього в значній мірі залежить довговічність роботи роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. Результати представлені на рисунку 2.1 та таблиці 2.1.

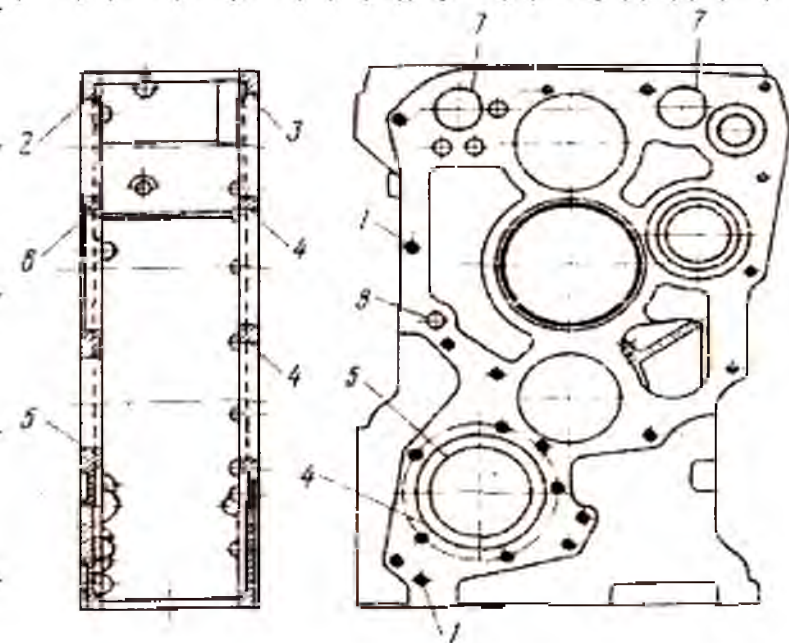
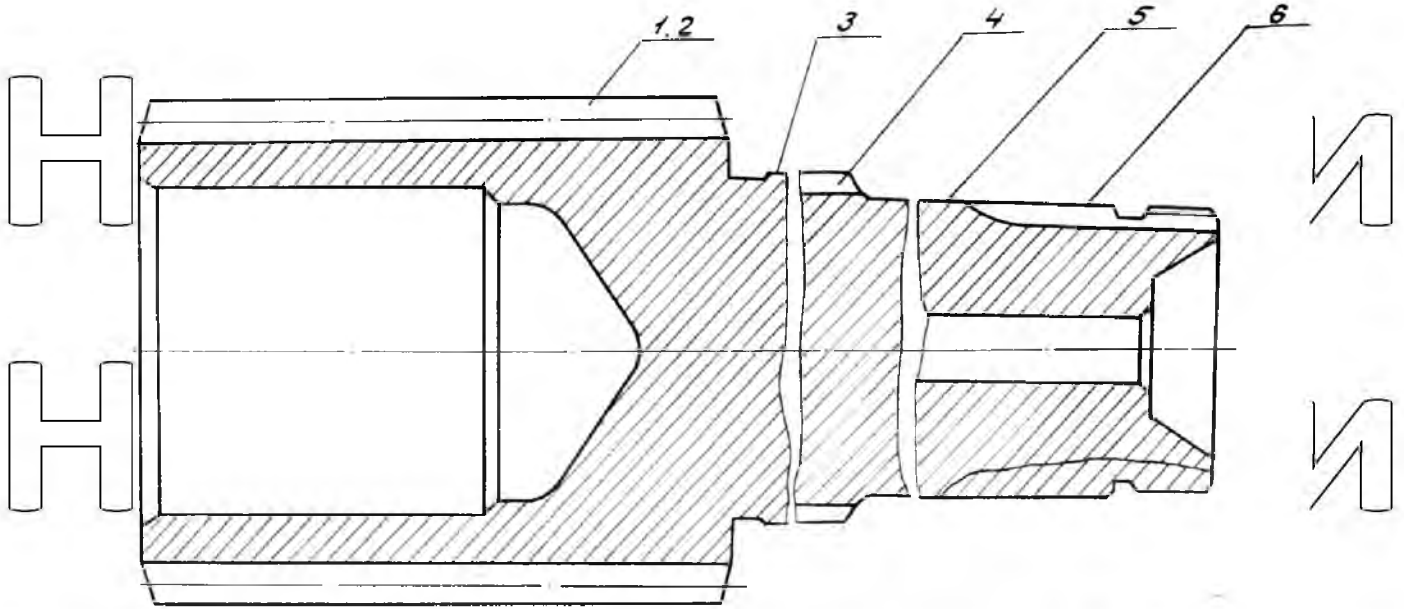


Рис. 2.1. Корпус роздавальної коробки 151.37.301-4. Схема дефектів

Таблиця 2.1 - Корпус коробки передач 151.37.101-2.. Карта дефектації.

Номер дефекту	Контрольовані дефекти	За кресленням	Допустимі в з'єднанні з деталями, мм		Способи і засоби контролю	Висновок
			Що були в експлуатації	Новими		
-	Тріщини, зломи		не допускаються		Огляд	Бракувати
1	Пошкодження різі		Вмятини, забоїни, зрив більше 2-х витків не допускаються		Огляд	Відновлювати
2.	Знос поверхні отвору під шарикопідшипник 215	$130^{+0,40}$	130.06	130.07	нутромір індикаторний	Відновлювати
3.	Знос поверхні отвору під стакан підшипника	$135^{+0,040}$	135.10	135.14	нутромір індикаторний	Відновлювати
4	Знос поверхні отвору під стакан	$155^{+0,040}$	155.10	155.14	нутромір індикаторний	Відновлювати
5	Знос поверхні отвору під підшипники 3/1, 123/1	$120^{-0,035}$	120.04	120.06	нутромір індикаторний	Відновлювати
6	Знос поверхні отвору під стакан центруючий	$160^{+0,040}$	160.06	160.14	нутромір індикаторний	Відновлювати
7	Знос поверхні отвору під підшипники 305, 306	$62^{+0,030}$	62,04	62,05	нутромір індикаторний	Відновлювати
8	Знос поверхні отворів під валик	$72^{+0,015}$	72,06	72,07	Пробки або нутромір	Відновлювати
		$22^{+0,052}$	22,15	22,17		

НУБІП України



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Рис. 2.2. Вал первинний роздавальної коробки 151.37.305-4. Схема дефектів

Таблиця 2.2 - Вал первинний роздавальної коробки 151.37.305-4. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.		Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднанні з деталями	Назва	Означення	
				Що були в експлуатації	Новими	

-	Пошкодження різи	Вмятини, забоїни, викрипування, зрив більше 2-х витків не допускаються	Огляд	—	Відновлювати
1	Тріщини, зломи зубів	Не допускаються	Огляд		Бракувати
2.	Знос шліцев по товщині (довжина спільної нормалі)	38,84 ^{-0,21}	38,25	37,60	Відновлювати

Продовження таблиці 2.2

3.	Знос шийки вада під роликопідшипник 2411	55 ^{-0,019}	54,97	54,95	Скоби або мікрометр'	8111-05497Д 8111-05495Д МК 75-2	Відновлювати
4	Знос зовнішньої поверхні під втулку опорну	55 ^{-0,019}	54,96	54,94	Скоби або мікрометр	8111-05496Д 8111-05494Д МК 75-2	Відновлювати
5	Знос шліців по товщині	10 ^{-0,06-0,12}	9,60	9,30	Мікрометр зубомірний	МЗ 25-21	Відновлювати
6	Знос шийки під шарикопідшипник 313	65 ^{+0,021}	64,99	64,97	Мікрометр	МК 50-75 ГОСТ 868-72	Відновлювати

НУБІП України

НУБІП України

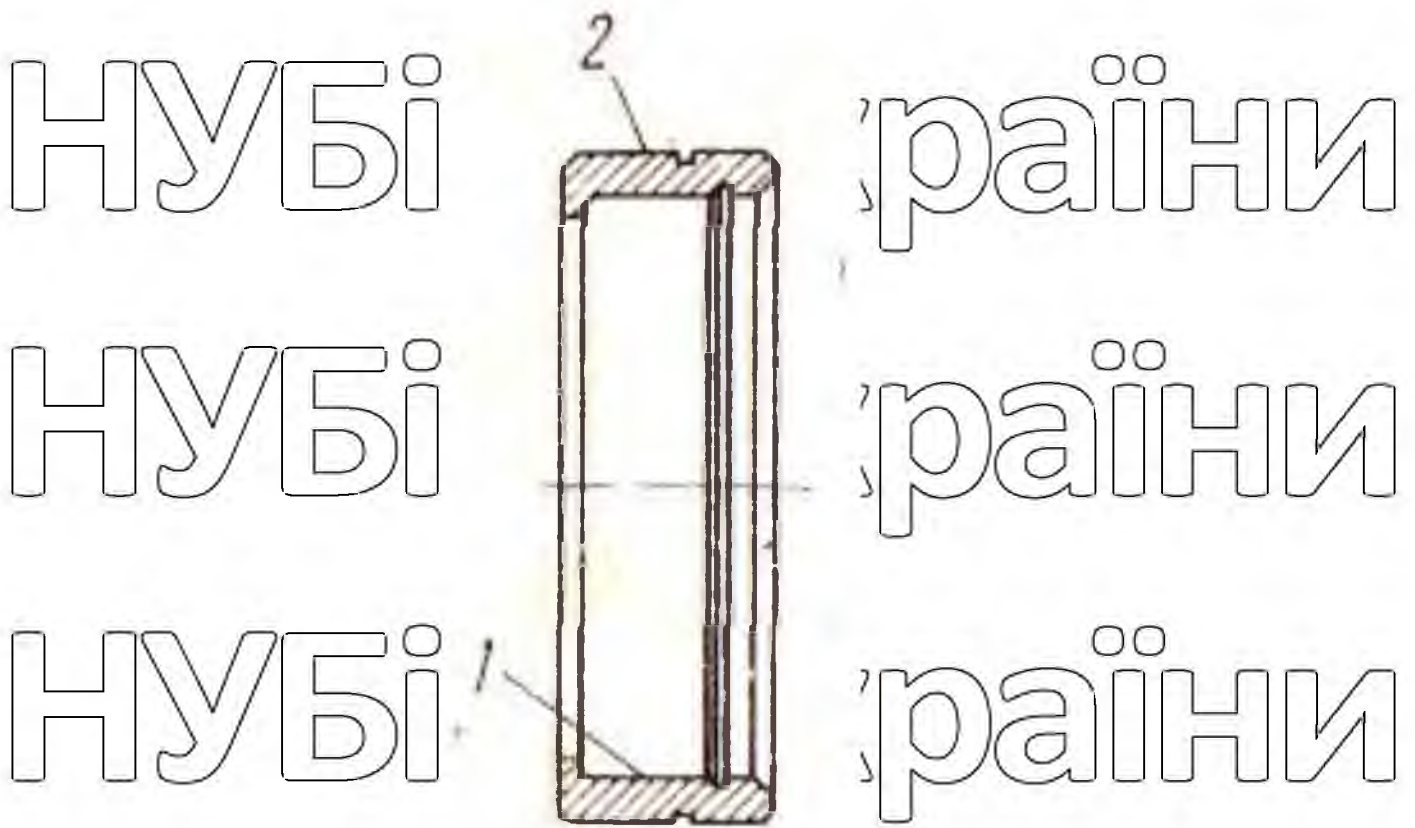


Рис. 2.3. Стакан центруючий 151.37.307-3. Схема дефектів

Таблиця 2.3- Стакан центруючий 151.37.307-3. Карта дефектації

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.		Способи і засоби контролю		Висновок	
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва		Означення
			Що були в експлуатації	Нови ми			
-	Тріщини ,зломи	не допускаються		Огляд	-	Бракувати	
	Знос поверхні отвору під шарикопідшипник 313	140 ^{+0,020}	140,05	40,07	нутромір-індикаторний	ДІИ 100-160 ГОСТ 868-72	Відбралювати

2	Знос зовнішньої поверхні отвору під корпус коробки передач і роздавальної коробки	160 ^{+0,025}	159,90	159,88	Мікрометр	МК 175	- Відновлювати
---	---	-----------------------	--------	--------	-----------	--------	-------------------

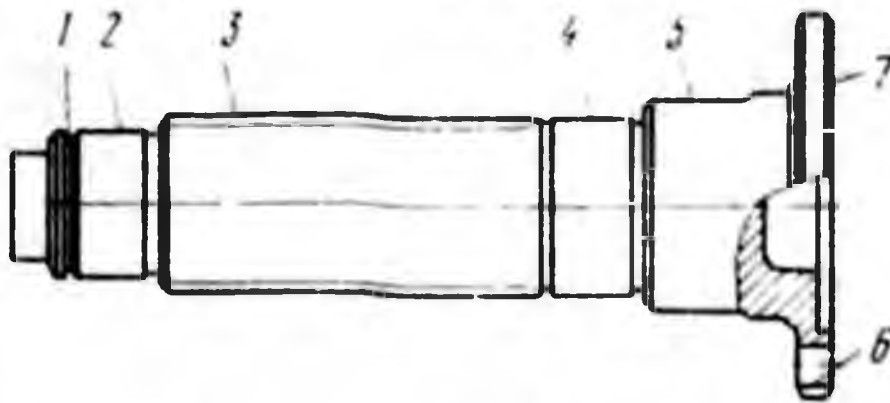


Рис. 2.4. Вал привода 151.37.310-1. Схема дефектів

Таблиця 2.4 - Вал привода 151.37.310-1. Карта дефектації.

Номер дефекту	Контрольовані дефекти	Назва	За кресленням	Розміри, мм.		Способи і засоби контролю		Висновок
				Допустимі в з'єднанні з деталями		Назва	Означення	
				По були в експлуатації	Новими			
1	Знос канавки під стопорне кільце по ширині	2,2 ^{+0,25}	2,60	2,80	Кінцеві міри довжини	№1-3	Відновлювати	
2	Знос шийки вала під шарикопідшипн	55 ^{+0,019}	54,97	54,95	Скоби або мікро-	8111-05497Д 8111-	Відновлювати	

	ик 311, 12311				метр	05495Д МК 75-2 МЗ 25-21	
3	Знос шліців по товщині	$10^{+0.06}_{-0.12}$	9.60	9,30	Мікрометр зубомірний		Відновлювати
4	Знос шийки під шарикопідшипник 313	$65^{+0.021}$	64.99	64,97	Мікрометр	МК 50- 75 ГОСТ 868-72	Відновлювати
5	Знос зовнішньої поверхні під манжети	$80^{+0.12}$	-	79,70	Мікрометр	МК 100	Відновлювати
6	Знос поверхні отвору під болти	$16^{+0.33}$			нутромір індикаторний	НІ 10-18 ГОСТ 868-72	Відновлювати
7	Відхилення від площини поверхні фланця	0,10	0,15	0,15	Плита довірочна, щуп	2-2-1000-630	Відновлювати

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ГРАНИЧНИХ ТА ДОПУСТИМИХ ПРИ РЕМОНТІ РОЗМІРІВ ТА ЗНОСІВ ДЕТАЛЕЙ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ХТЗ

Граничні та допустимі при ремонті спрацювання деталей та їх спряжень можуть бути визначені експериментальним та аналітичним способами. В розрахунках використали аналітичний спосіб. Він ґрунтується на використанні кореляційних залежностей між величиною спрацювань і такими їх конструктивними характеристиками як розмір, вид посадки, точність та інше.

Проведемо розрахунки граничних і допустимих при ремонті розмірів і спрацювань основних деталей роздавальної коробки.

3.1. Розрахунок допустимих та граничних розмірів корпус роздавальної

коробки 125.37.301-3 та шарикопідшипника 311

Дано з'єднання корпус роздавальної коробки 125.37.301-3 та шарикопідшипника 311. Діаметр отвора корпус роздавальної коробки

складає $D=120^{+0,023}_{-0,012}$ мм, а зовнішній діаметр підшипника складає

$$d=120_{-0,015}$$
 мм.

Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання, розміри зазори та натяги.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо номінальні зазори та натяги в з'єднанні:

$$N_{\max} = D_{\max} - D_{\min} = 120,00 - 119,988 = 0,012 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 120,023 - 119,985 = 0,038 \text{ мм}$$

Де D_{\min} , D_{\max} – мінімальний та максимальний розміри внутрішнього діаметра стакана підшипників, мм;

d_{\min} , d_{\max} – мінімальний та максимальний розміри підшипника, мм.

2. Визначаємо поля допуску на розміри роликпідшипника (T_d) та стакана підшипників (T_D), мм.

$$T_D = E_s - E_l = 0,023 - (-0,012) = 0,035 \text{ мм}$$

$$T_d = e_s - e_l = 0,00 - (-0,015) = 0,015 \text{ мм}$$

Де E_s , E_l – верхнє та нижнє відхилення роликпідшипника;

e_s , e_l – верхнє та нижнє відхилення шестерні ведучої, мм.

3. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0,050 \text{ мм.}$$

Дане з'єднання тотожне типовому з'єднанню підшипник-кочення – корпус (вал) та має перехідну посадку.

Для перехідної посадки по формулам П26 табл. П2 () визначаємо граничні (I_{Snp}) і допустимі ($I_{Sдоп}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{Snp} = 60 + 0,1D + 2,4T_{SK} = 60 + 0,1 \cdot 120 + 2,4 \cdot 50 = 192 \text{ мкм} = 0,192 \text{ мм}$$

$$I_{Sдоп} = 10 + 0,1D + 1,5T_{SK} = 10 + 0,1 \cdot 120 + 1,5 \cdot 50 = 97 \text{ мкм} = 0,097 \text{ мм}$$

Де розмірність допуску посадки береться в мікрометрах.

Результати розрахунків одержуємо в мікрометрах .

Допуски на розміри отвору корпус роздавальної коробки та обойми підшипника приблизно рівні, а зносостійкість кілець значно більша зносостійкості корпусів та валів. Тому перерозподіл зносів в контактуючих поверхнях проводимо з врахуванням примітки 3 , тобто приймаємо $K_d=0,3$

, $KD=0,7$

4. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання роликотідшипника ($I_{Dпр}$ та $I_{Dдоп}$):

$$I_{Dпр} = KD * I_{Sпр} = 0,7 * 0,192 = 0,134 \text{ мм}$$

$$I_{Dдоп} = KD * I_{Sдоп} = 0,7 * 0,097 = 0,068 \text{ мм}$$

5. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання роликотідшипника ($I_{dпр}$ та $I_{dдоп}$):

$$I_{dпр} = K_d * I_{Sпр} = 0,3 * 0,192 = 0,058 \text{ мм}$$

$$I_{dдоп} = K_d * I_{Sдоп} = 0,3 * 0,097 = 0,029 \text{ мм}$$

6. Визначаємо допустимі та граничні розміри шліца паза $D_{доп}$, $D_{пр}$

$$D_{доп} = D_{міп} + I_{Dдоп} = 119,988 + 0,068 = 120,056 \text{ мм}$$

$$D_{пр} = D_{міп} + I_{Dпр} = 119,988 + 0,134 = 120,122 \text{ мм}$$

7. Визначаємо допустимі та граничні розміри роликотідшипника :

$$d_{доп} = d_{мак} - I_{dдоп} = 120,0 - 0,029 = 119,971 \text{ мм}$$

$$d_{пр} = d_{мак} - I_{dпр} = 120,0 - 0,058 = 119,942 \text{ мм}$$

1. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори (натяги) в з'єднанні деталей ($S_{пр}$ та $S_{доп}$):

$$S_{пр} = I_{Sпр} - N_{макс} = 0,192 - 0,012 = 0,180 \text{ мм}$$

$$S_{доп} = I_{Sдоп} - N_{макс} = 0,097 - 0,012 = 0,085 \text{ мм}$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю 3.1

3.2. Розрахунок допустимих та граничних розмірів шестірень 150.37.311-2, 150.37.350-2, втулки 150.37.411-2 (ширина шліце вога паза) та вала первинного роздавальної коробки 151.37.305-4, вала привода 151.37.310-1 (товщина шліців)

Дано з'єднання шестірні (ширина шліцевого паза) та вала (товщина

шліців). Ширина шліцевого паза шестірні $D = 10^{+0.090}$ мм, а товщина

шліців вала $d = 10^{+0.060}_{-0.012}$ мм

Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання, розміри, зазори та натяги.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо найбільший та найменший номінальні зазори в з'єднанні.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 10,09 - 9,988 = 0,21 \text{ мм}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 10,00 - 9,94 = 0,06 \text{ мм}$$

Де D_{\min} , D_{\max} – мінімальний та максимальний розміри внутрішнього розміра шліцевого паза, мм;

d_{\min} , d_{\max} – мінімальний та максимальний розміри шліців паза вала, мм.

2. Визначаємо поля допуску на розміри роликотіщинника (T_D) та шестерні ведучої, мм.

$$T_D = E_s - E_I = 0,090 - 0,0 = 0,090 \text{ мм}$$

$$T_d = e_s - e_i = -0,060 - (-0,120) = 0,060 \text{ мм}$$

Де E_s , E_I – верхнє та нижнє відхилення паза ;

e_s , e_i – верхнє та нижнє відхилення шліца вала, мм.

3. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0,150 \text{ мм.}$$

4. Для шліцевого зєднання з прямобочним профілем (нерухоме зєднання) по формулам ПЗ6 табл. П2 () визначаємо граничні (I_{Spr}) і допустимі

($I_{Sдп}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{Spr} = 300 + 115D + 3,4T_{SK} = 300 + 115 \cdot 10 + 3,4 \cdot 150 = 1960 \text{ мкм} = 1,96 \text{ мм}$$

$$I_{Sдп} = 100 + 76D + 1,5T_{SK} = 100 + 76 \cdot 10 + 1,5 \cdot 150 = 1085 \text{ мкм} = 1,085 \text{ мм.}$$

Де розмірність допуску посадки береться в мікрометрах.

Результати розрахунків одержуємо в мікрометрах .

Допуски на розміри шліцевого паза та шліца різні. Тому перерозподіл зносів в контактуючих поверхонь проводимо з врахуванням допусків.

5. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання отвору втулки ($I_{Dпр}$ та $I_{Dдоп}$):

$$I_{Dпр} = (T_{Dв} / T_{SK}) * I_{Sпр} = 1,176 \text{ мм}$$

$$I_{Dдоп} = (T_D / T_{SK}) * I_{Sдоп} = 0,651 \text{ мм}$$

6. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання шийки кулака ($I_{dпр}$ та $I_{dдоп}$):

$$I_{dпр} = (T_d / T_{SK}) * I_{Sпр} = 0,784 \text{ мм}$$

$$I_{dдоп} = (T_d / T_{SK}) * I_{Sдоп} = 0,434 \text{ мм}$$

7. Визначаємо допустимі та граничні розміри шлицевого паза $D_{доп}$, $D_{пр}$

$$D_{доп} = D_{min} + I_{Dдоп} = 10,0 + 0,651 = 10,651 \text{ мм}$$

$$D_{пр} = D_{min} + I_{Dпр} = 10,0 + 1,176 = 11,176 \text{ мм}$$

8. Визначаємо допустимі та граничні розміри шліца вала :

$$d_{доп} = d_{max} - I_{dдоп} = 9,94 - 0,500 = 9,44 \text{ мм}$$

$$d_{пр} = d_{max} - I_{dпр} = 9,94 - 0,784 = 9,156 \text{ мм}$$

9. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори в з'єднанні деталей ($S_{пр}$ та $S_{доп}$):

$$S_{пр} = I_{Sпр} + S_{min} = 1,96 + 0,06 = 2,02 \text{ мм}$$

$$S_{доп} = I_{Sдоп} + S_{min} = 1,085 + 0,06 = 1,145 \text{ мм}$$

Складаємо таблицю монтажних спряжень.

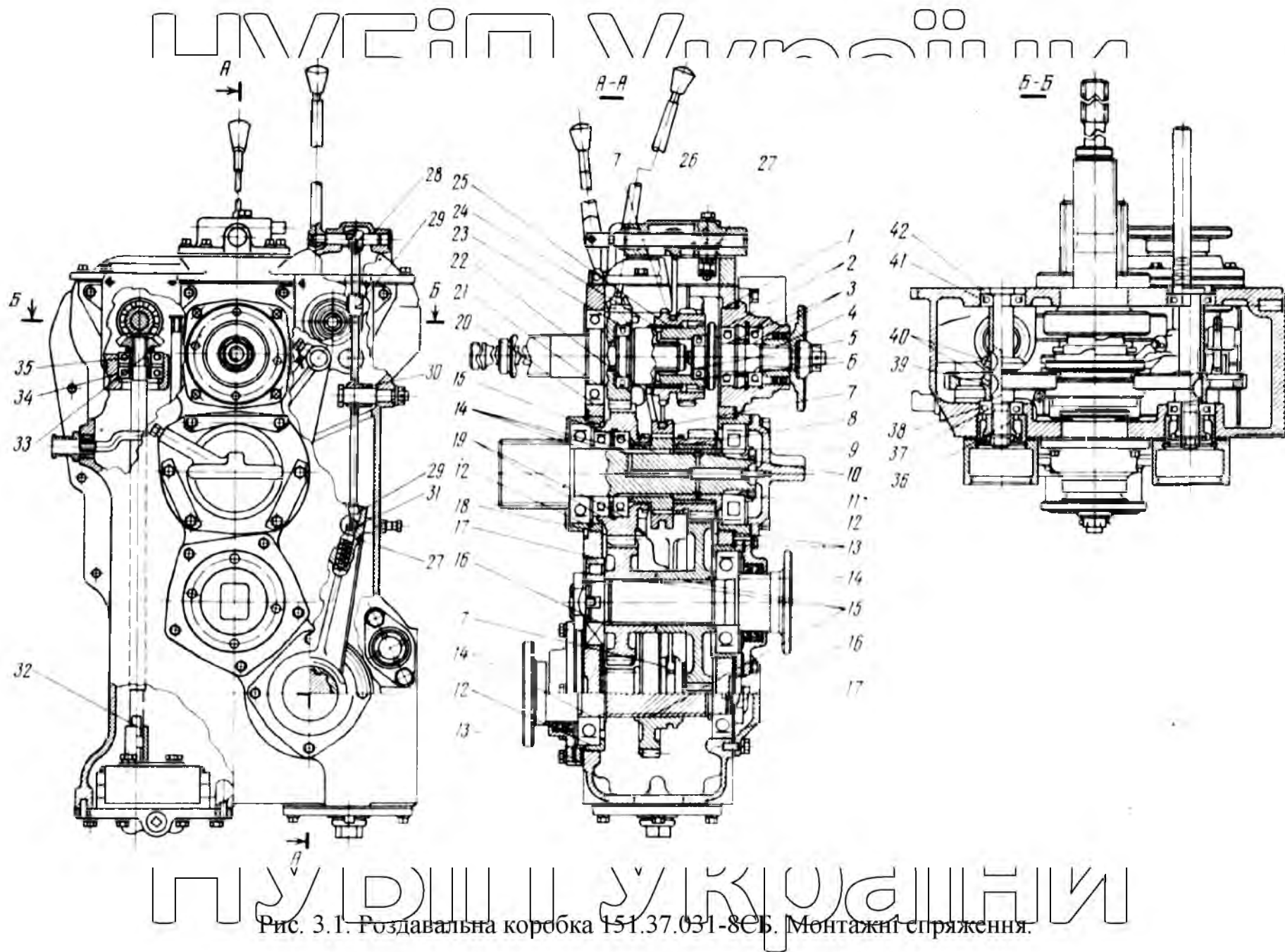


Рис. 3.1. Роздавальна коробка 151.37.031-8СБ. Монтажні спряження.

НУБІП України

Табл.3.1- Роздавальна коробка 151.37.031-8СБ, Монтажі спряження.

Номер позиції	Спряжені деталі		Розмір за кресленням, мм	Натяг (-), зазор (+), мм		
	Назва	Позначення		За кресленням	Допустимий	Граничний
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус роздавальної коробки	151.37.301-4	135 ^{+0,40}	0,000	+0,20	+0,40
	Стакан підшипників	151.37.374	135 ^{-0,025}	+0,005		
2	Стакан підшипників	151.37.374	90 ^{+0,035}	0,000	+0,08	+0,20
	Шарикопідшипники	308	90 ^{-0,015}	+0,050		
3	Шарикопідшипники	308	40 ^{-0,012}	-0,020	+0,02	+0,10
	Вал привода ВВП	151.37.376-1	40±0,008	+0,008		
4	Муфта фланца (ширина шліцевих пазів)	151.37.400	6 ^{+0,070}	+0,067	+0,80	+1,40
	Вал привода ВВП (товщина шліцев)	151.47.376-1	6 ^{-0,045}	+0,190		
5	Шарикопідшипник	305	25 ^{-0,010}	-0,017	+0,02	+0,10
	Вал привода ВВП	151.37.376-1	25 ± 0,007	+0,007		

1	2	3	4	5	6	7
6	Вал	151.37.507-1	62 ^{+0,030}	0,000		
	Шарикопідшипник	305	62 ^{-0,013}	+0,043	+0,08	+0,20
7	Муфта зубчата включення	151.37.221				
	Шестерня	151.37.311-1				
	Шестерня рухома	151.37.410-2	10 ^{+0,200}	+0,200	+1,10	+2,00
	Вилка включення рядів	151.37.356	9,8 ^{-0,200}	+0,600		
	Вилка включення переднього моста	151.37.364				
	Вилка включення ВВП	151.37.428				
8	Шестерня ведуча робочого ряду	151,37.320-3	82 ⁺⁰⁵⁴	-0,160	-0,03	+0,00
	Втулка	151.37.251	82 ^{+0,160} +0,090	-0,036		
9	Втулка	151.37.251	70 ^{+0,175} +0,063	+0,095	+0,30	+0,50
	Втулка опорна	151.37.321	70 ^{-0,030} -0,060	+0,175		
10	Втулка опорна	151.37.321	55 ^{+0,046}	0,000	+0,10	+0,30
	Вал первинний роздавальної коробки	151.37.305-4	55 ^{-0,019}	+0,065		

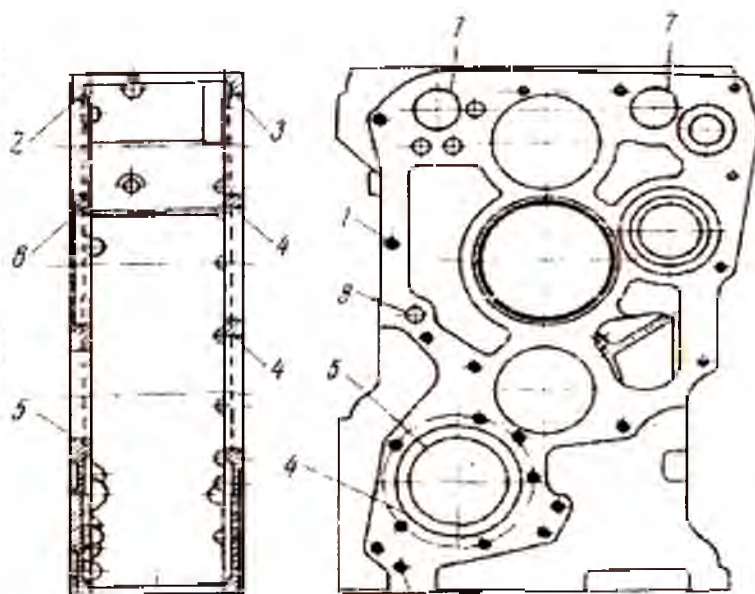
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КОРПУСУ

РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ 151.37.301-4 ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЙОГО ВІДНОВЛЕННЯ

4.1. Аналіз технічного стану корпусу роздавальної коробки, основні дефекти, способи їх виявлення, прилади та оснащення

Забезпечення роботоздатності роздавальної коробки неможливе без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню дільниць. При аналізі технічного стану деталей досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

Оскільки корпус роздавальної коробки має важливе значення в забезпеченні працездатного стану роздавальної коробки проведемо дослідження його дефектів. На рисунку 4.1 та в таблиці 4.1. представлено схему дефектів та карту дефектації корпусу роздавальної коробки.



Вис. 4.1. Корпус роздавальної коробки 151.37.301-4. Схема дефектів

Таблиця 4.1- Корпус роздавальної коробки 151.37.301-4. Карта дефектації.

Номер дефекту	Контрольовані дефекти	Розміри, мм.		Способи і засоби контролю		Висновок	
	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва		Означення
			Що були в експлуатації	Новими			
	Тріщини, зломи		не допускаються		Огляд	-	Бракувати
1	Пошкодження різі	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	-	Відновлювати
2.	Знос поверхні отвору під шарикопідшипник 215	$130^{+0,40}$	130.06	130.07	нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
3	Знос поверхні отвору під стакан підшипника	$135^{+0,040}$	135.10	135.14	нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
4	Знос поверхні отвору під стакан	$155^{+0,040}$	155.10	155.14	нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
5	Знос поверхні отвору під підшипники 311, 12311	$120^{-0,035}$	120.04	120.06	нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
6	Знос поверхні отвору під стакан центруючий	$160^{+0,040}$	160.06	160.14	нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
7	Знос поверхні отвору під підшипники 305, 306	$62^{+0,030}$ $62 \pm 0,015$	62,04 62.06	62,05 62,07	нутромір індикаторний	НИ 50-100 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
8	Знос поверхні отворів під валик	$22^{+0,052}$	22,15	22,17	Пробки або нутромір	НИ 18-50	- Відновлювати

4.2. Дослідження ремонтного фонду деталей

Дослідження ремонтного фонду деталей проводять, застосовуючи методи математичної статистики, так як їх пошкодження відносяться до категорії випадкових величин. На базі співставлення допустимих при ремонті і фактичних розмірів спрацьованих поверхонь встановлюємо технічний стан деталей. При дослідженні ремонтного фонду деталей для найбільш повного відображення інформації про їх технічний стан дослідження проводимо для 25 деталей.

1. Досліджуємо технічний стан деталей для дефекту № 5: (Знос поверхні отвору під роликопідшипники 12311).

Результати заносимо в таблицю 5.3.

Таким чином, за результатами розрахунків розподіл деталей слідує:

Придатних	— 4 шт.
На відновлення	— 21 шт.
На вибраковування	— 0 шт.

Технічний стан деталей, які надходять у ремонт, оцінюється коефіцієнтами придатності ($K_{пр}$), відновлення ($K_{в}$) і змінності ($K_{з}$). Ці коефіцієнти характеризують відповідно, кількість деталей, які придатні до подальшої експлуатації, потребують відновлення чи заміни із загальної кількості деталей, які надходять в ремонт. [7]

За отриманими результатами досліджень технічного стану деталей

для дефекту № 1 розраховуємо коефіцієнти придатності, відновлення та

змінності за формулами:

$$K_{пр} = n_{пр} / N = 4 / 25 = 0.16; \quad (4.1.)$$

$$K_{в} = n_{в} / N = 21 / 25 = 0.84; \quad (4.2.)$$

$$K_{з} = n_{з} / N = 0 / 25 = 0.0, \quad (4.3.)$$

де $n_{пр}$ — кількість придатних деталей;

$n_{в}$ — кількість деталей, що підлягають відновленню;

$n_{з}$ — кількість деталей, що підлягають вибраковуванню;

N — загальна кількість досліджуваних деталей.

Результати приведених розрахунків заносимо в таблицю 4.3.

Визначаємо величину зміщення $\delta_{зм}$. Оскільки в даному випадку $N \geq 25$, то використовуємо слідує формулу:

$$\delta_{зм} = \delta_{1п} - 0,5 \cdot A = 0,02 - 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ мм}, \quad (4.5.)$$

де δ_{11} – значення початку першого інтервалу;

А – величина одного інтервалу.

Визначення середнього значення величини зносу, середньо-квдратичного відхилення (δ та σ). При $N > 25$ та при наявності статистичного ряду відповідно:

$$\delta = \sum \delta_{ic} \cdot P_i \quad (4.6.)$$

де δ_{ic} – значення середини i – го інтервалу

$$\sigma = \sqrt{\sum (\delta_{ic} - \delta)^2 \cdot P_i} \quad (4.7.)$$

Отримуємо

$$\delta = 0,03 \cdot 0,04 + 0,05 \cdot 0,12 + 0,07 \cdot 0,44 + 0,09 \cdot 0,28 + 0,11 \cdot 0,12 = 0,076 \text{ мм}$$

$$\sigma = \sqrt{(0,03 - 0,076)^2 \cdot 0,04 + (0,05 - 0,076)^2 \cdot 0,12 + (0,07 - 0,076)^2 \cdot 0,44 + (0,09 - 0,076)^2 \cdot 0,28 + (0,11 - 0,076)^2 \cdot 0,12} = 0,022 \text{ мм}$$

Визначення коефіцієнта варіації. Коефіцієнт варіації представляє собою відносну (безрозмірну) характеристику розсіяння показників надійності більш зручну при виборі і оцінці теоретичного закону розподілу, чим середньо-квдратичне відхилення σ . Коефіцієнт варіації визначається за формулою:

$$v = \sigma / (\delta - \delta_{зм}) = 0,022 / (0,076 - 0,01) = 0,33 \quad (4.8.)$$

Для підвищення точності розрахунків показників надійності дослідну інформацію вирівнюють (заміняють) теоретичним законом розподілу. Оскільки $0,3 < v < 0,5$, то обираємо закон нормального розподілу.

Всі дані зводяться до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Статистичний ряд інформації про знос поверхні отвору під

роликотдишпники 12311.

№ інт.	Інтервали, мм	Середина, мм	Частота, m_i	Дослідна ймовірність, P_i	Накопичена ймовірність, ΣP_i
1	0,02...0,04	0,03	1	0,04	0,04
2	0,04...0,06	0,05	3	0,12	0,16
3	0,06...0,08	0,07	11	0,44	0,60
4	0,08...0,10	0,09	7	0,28	0,88
5	0,10...0,12	0,11	3	0,12	1,00

Всі розрахунки із формулами і числовими значеннями приведені.

Таблиця 4.4 - Показники технічного стану ремонтного фонду

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
1 Коefіцієнти:		
Придатності		0,16
Відновлення		0,84
Змінності		0,0
2 Границі зміни пошкодження	мм	0,10
3 Середнє значення величини зносу	мм	0,076
4 Середнє квадратичне відхилення	мм	0,022
5 Коefіцієнт варіації		0,33
6 Теоретичний закон розподілу		ЗНР

На основі отриманих даних досліджень та проведених розрахунків будемо гістограму та полігон рис 4.2.

Таким чином, проведені дослідження технічного стану корпусу роздавальної

коробки 151.37.301-4 показали, що коефіцієнт відновлення складає 84 відсотки від всіх поступаючих на ремонт деталей, а розробка чи удосконалення технології відновлення їх є актуальною задачею сучасного ремонтного виробництва.

НУБІП України

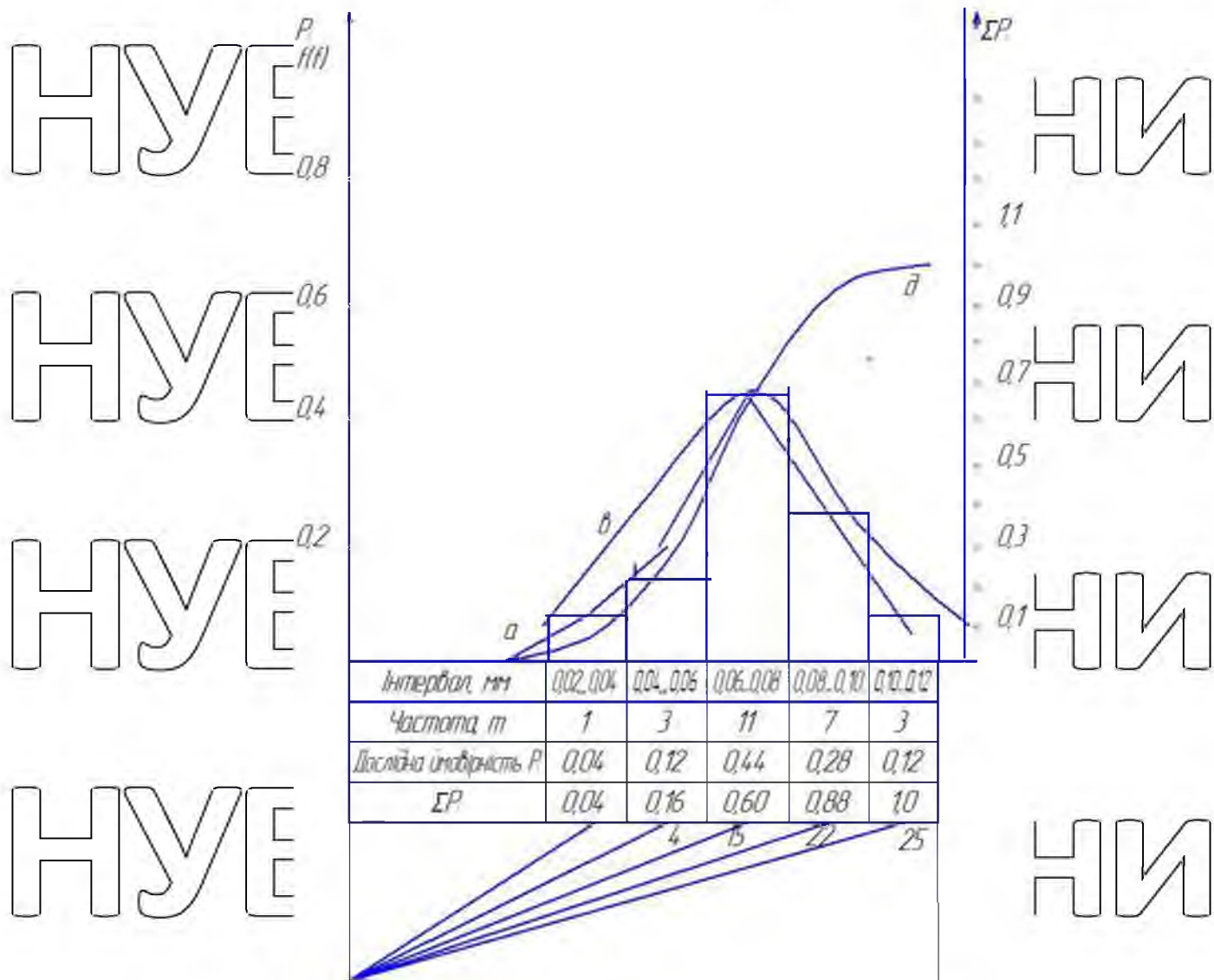


Рис. 4.2. Схема збирання інформації про знос поверхонь отворів роздавальної коробки 151.37.301-4 під роликотопідшипники 123П1.

4.3. Розробка технологічного процесу відновлення

деталей роздавальної коробки

НУБІП України

Проектування технологічного процесу відновлення деталей проводять в

слідуючій послідовності:

А) розробляємо ремонтне креслення на задану деталь;

Б) розробляємо технологічний процес відновлення.

В якості основних об'єктів проектування в галузі відновлення деталей

виступають деталь і технологічний процес відновлення. У силу того, що відновлення

деталей носить комплексний характер, необхідний системний підхід. Деталь як

об'єкт проектування відповідає усім вимогам поняття системи, тобто має цілісність і

складається з взаємозалежних частин. Цими частинами є опорні, поверхні тертя,

закріплювальні, сполучні та інші поверхні, між якими існують визначені відношення.

Наприклад, співвідношення між шорсткістю і відхиленням форми циліндричності.

Деталь як система може поділятися на підсистеми і на структурні складові

(елементи). Кількість структурних складових залежить від типу і складності

конструкції деталі, її службового призначення. Ієрархічну структуру деталі

можна показати на прикладі ведучого вала шестерні. У даному випадку

першочергове значення для визначення стану всієї системи мають поверхні, що

спряжені.

Зміцнення відновлених деталей Загальні відомості. Проведені дослідження та

оцінка різних способів відновлення деталей металопокриттями, у тому числі

наплавками, переконливо показали, що майже у всіх випадках істотно знижується

циклічна міцність деталей, що наплавляються навіть у порівнянні з циклічною

міцністю сталі 45 в нормалізованому стані.

Висока внутрішня напруженість наплавленого металу (особливо легированого),

наявність у ньому зварювальних дефектів (як пор, тріщин і шлакових включень)

значно знижують і такі експлуатаційні властивості деталей, що відновлюються, як

міцність при динамічних навантаженнях, зносостійкість, корозійна стійкість та ін.

Також нанесення на зношені поверхні деталей зносостійких наплавочних покриттів

викликає великі труднощі і збільшує витрати при обробці цих деталей, часто

призводить до зниження експлуатаційних властивостей, особливо при шліфуванні.

Численними дослідженнями (роботи В. П. Вологдіна, Г. Ф. Головіна, А. П.

Гуляєва, І. І. Кідіна, Г. В. Курдюмова та ін.) та багатим досвідом вітчизняного

машинобудівного виробництва доведена висока ефективність застосування таких

видів зміцнення металів, термічна обробка (особливо загартування з нагріванням:

ТВЧ), хіміко-термічна обробка (особливо нітроцементна), поверхневе пластичне деформування, електромеханічне (ЕМУ) та термомеханічне (НТМО та ВТМО), що утворили в технології машинобудування новий розділ, названий Е. А. Сателем зміцнюючою технологією.

Знаходять застосування і є перспективними зміцнення за допомогою лазера і плазмового нагріву. Враховуючи крайню недостатність вивченості застосування зміцнюючої технології для підвищення довговічності відновлених деталей сільськогосподарської техніки, особливо сучасними видами наплавлення, як об'єкти досліджень, прийняті такі зміцнення:

- Загартування з нагріванням ТВЧ (на лампових і машинних генераторах, що використовуються в сільському господарстві, з розробкою технічного завдання на гартувальні верстати та індуктори) як найбільш ефективний вид зміцнення, що значно підвищує зносостійкість і циклічну міцність деталей;

- Поверхневе пластичне деформування (головним чином обкатка кульками і роликами) як найбільш простий і доступний для ремонтно-обслуговуючих підприємств вид ущільнення, що істотно підвищує міцність та інші характеристики деталей; — електромеханічне зміцнення, доступне для ремонтно-обслуговуючих підприємств АПК, як ефективний спосіб термомеханічного зміцнення поверхневих шарів деталей;

- Лазерне зміцнення як один з перспективних способів і дуже ефективне термоzmіцнення деталей за допомогою плазмової дуги.

Для зміцнення наплавлених деталей ППД і ЕМО розроблено нове оснащення, використане при проведенні НДР і впроваджене у виробництво. Дуже ефективний спосіб підвищення міцності наплавленого на відновлювані деталі металу (у процесі наплавки і після неї) - ВТМО і НТМО вимагає подальшого вивчення та розробки в різних варіантах.

Обробка наплавлених поверхонь течією та електроабразивним шліфуванням. Як методи подальшої обробки відновлених різними видами наплавлення деталей і зразків можна використовувати обробку точенням за допомогою інструментів, оснащених твердими сплавами, абразивним шліфуванням і електроабразивним шліфуванням.

Для оптимізації умов і режимів обробки наплавлених поверхонь точенням та електроабразивним шліфуванням були проведені спеціальні дослідження зі створенням сучасних експериментальних установок. Загальна програма досліджень та розробок передбачала застосування наступних технологічних схем виконання комплексних процесів (підготовки, наплавлення, обробки та зміцнення):

- підготовка - наплавлення - чорнова обробка - зміцнення загартуванням з нагріванням ТВЧ

- чистова обробка - зміцнення ППД (використовується при відновленні колінчастих осей, цапф та інших деталей тракторів);

- підготовка - наплавка - чорнова та чистова обробки зміцнення ППД, ЕМО, лазерним променем та плазмовою дугою (використано при відновленні валів КП, осей опорних катків, роликів та інших деталей тракторів);

- підготовка - наплавлення - чорнова і чистова обробка - зміцнення гартуванням з нагріванням ТВЧ (використане при відновленні шліцевих валів тракторів);

- підготовка - наплавлення - висока відпустка (нормалізація) - чорнова обробка - зміцнення загартуванням з нагріванням ТВЧ - чистова обробка - зміцнення ППД, вивчена та використана при відновленні сталевих колінчастих валів;

- підготовка - наплавлення - чорнова та чистова обробки (використана для деталей та зразків з високотвердими наплавленнями);

- підготовка - наплавлення (використовується при відновленні опорних котків тракторів тягового класу 3).

- Необхідність вивчення та оцінки різних схем технологічних процесів обумовлювалися завданням скорочення на сільськогосподарських ремонтних підприємствах малопродуктивної та дорогої обробки наплавлених деталей абразивним шліфуванням (до речі, що знижує якість поверхневих шарів) із заміною його високопродуктивним і доступним методом (струменням, фрезеруванням) з подальшим застосуванням зміцнюючої технології.

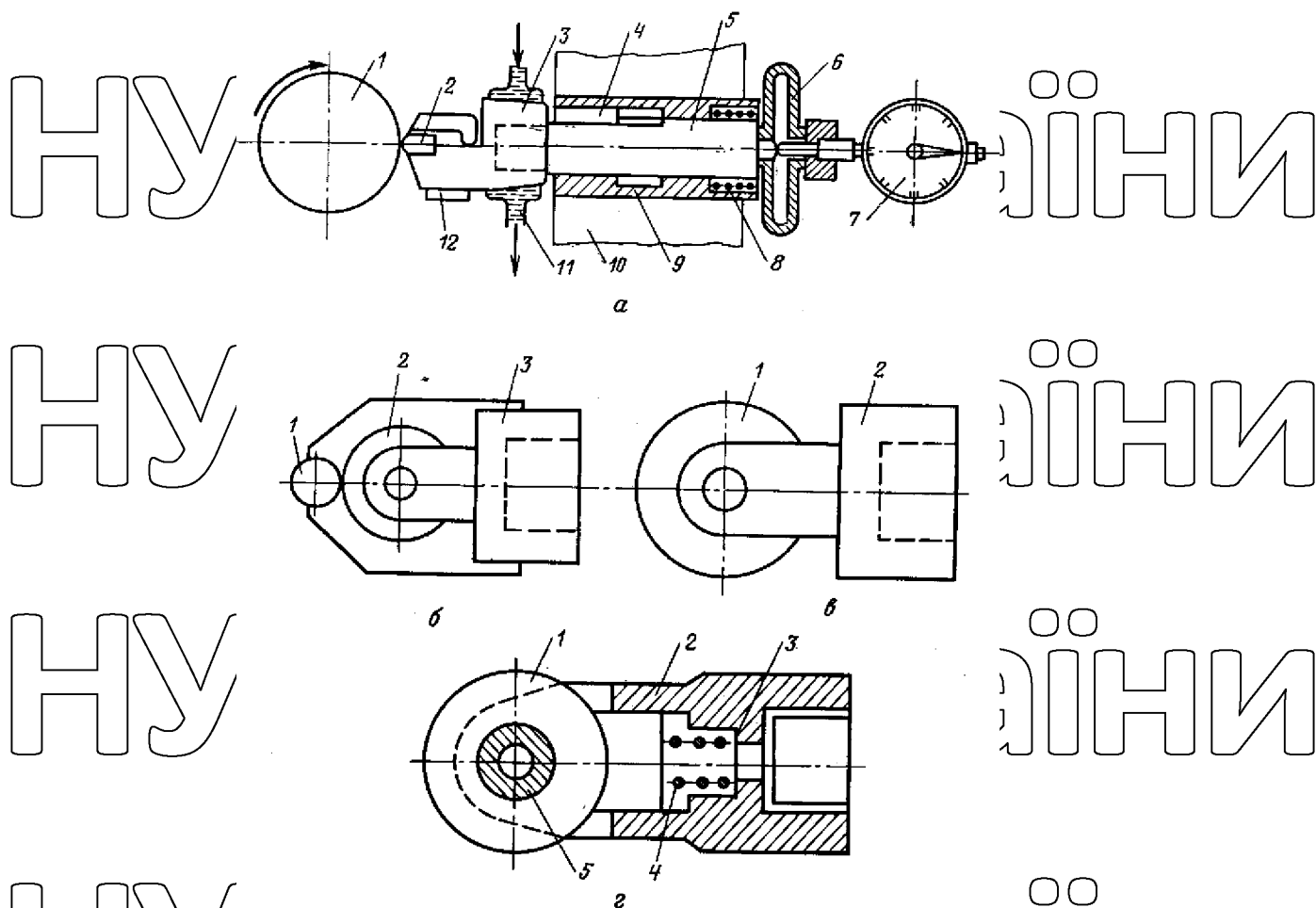


Рис. 4.3. Схема динамометричної оправки (а) зі змінними головками (б, в і г) для зміцнення ЕМО та ППД деталей, відновлених металопокриттями: а-оправлення: 1- деталь; 2 - інструмент; 3 - головка для інструменту; 4 - шпонка; 5 - шток; 6 пружний елемент; 7 - індикатор; 8 - пружина; 9 - втулка корпусу; 10 - єунорт верстата; 11 - охолоджуючий кожух; 12 - наконечник струмопроводу; б - кулькова головка: 1 - кулька; 2 - кульковий підшипник; 3 - вилка головки; в і г - роликіві головки: 1 - ролик; 2 -вилка головки; 3 - мідно-графітова щітка; 4 - пружина; 5-вісь ролика

Для забезпечення постійних умов досліджень усі зразки (моделі деталей) як операції підготовки перед наплавкою піддавалися нормалізації, а після чорнової обробки (зазвичай точенням) і зміцнення загартуванням з нагріванням ТВЧ — чистового шліфування. У цьому стані вони зміцнювалися ППД, ЕМО та іншими видами.

Електроабразивне шліфування вивчалось як чорнова та чистова операції обробки високотвердих поверхонь, наплавлених під легованими флюсами, порошковими дросиками та плазмовою дугою. Ефективність застосування даного поки недостатньо

вивченого процесу оцінювалася в порівнянні зі звичайним абразивним шліфуванням. Створено нові, сучасні методи чистової обробки (надоздоблення) відновлених та зміцнених деталей (зразків) - вібробратування, алмазне полірування, алмазне вигладжування, суперфініш, електрохімічне полірування та інші, що вимагають спеціального розгляду. Зміцнення відновлених деталей загартуванням з нагріванням ТВЧ.

Поверхнєве індукційне загартування найефективніший метод зміцнення деталей машин, оскільки:

- забезпечує дрібне зерно аустеніту і, як наслідок, дрібнокристалічна будова мартенситу, що відрізняється більш високою міцністю і пластичністю, ніж мартенсит, отриманий при інших способах (наприклад, об'ємного загартування);
- створює сприятливу епюру залишкових напруг стиснення в поверхневих шарах деталей, що сприяє суттєвому підвищенню циклічної міцності, зниження чутливості до концентраторів напруг і збільшення контактної міцності та зносостійкості деталей.

У зв'язку з цим аналізований вид зміцнення став провідним у практиці автомобільного, тракторного і сільськогосподарського машинобудування широкої номенклатури деталей. Можна вважати, що для термічно оброблюваних деталей відповідного хімічного складу оптимальні умови процесу і найбільш висока якість зміцнення гартуванням з нагріванням ТВЧ визначаються головним чином вихідним станом матеріалу, температурою і швидкістю нагріву під загартування, швидкістю охолодження (властивості охолоджуючого середовища) і температур наступної відпустки.

Дифузійний процес вирівнювання концентрації легуючих елементів залежить в першу чергу від температури нагріву під загартування і різко інтенсифікується при її збільшенні.

Разом з тим підвищення температури під загартування, необхідне для повнішого вирівнювання хімічного складу мікрооб'ємів наплавленого металу, може призводити до зростання зерна аустеніту. З урахуванням цього і для вирівнювання складу наплавленого металу по всьому обсягу може бути ефективним застосування попередньої термічної обробки. Введення останньої дозволяє задавати мінімально можливу температуру нагрівання наплавленого металу під загартування — незначно

вище за температуру завершення процесу утворення аустеніту (на 10...20°C), що забезпечує отримання найдрібнішого зерна аустеніту. Швидкість нагріву під загартування відіграє істотну роль і повинна вибиратися в залежності від необхідної глибини зміцнення: чим вона більша, тим швидкість нагрівання менша. Зміцнення загартуванням з нагріванням ТВЧ може проводитися при використанні як звукових частот (2500...10000 Гц), так і частот радіодіапазону (70...400000 Гц).

Рекомендується, щоб охолодження при загартуванні було різким і рівномірним, забезпечувало придушення розпаду мартенситу в процесі його утворення, а вміст вуглецю, що фіксується в мартенситі, було найбільш близьким до вмісту вуглецю в аустеніті на останньому етапі нагріву. Крім того, при інтенсивному охолодженні значно знижується можливість утворення загартованих тріщин.

Охолодження в інтервалі температур утворення мартенситу 300 град/с призводить до часткового розпаду мартенситу (відпуску). Дослідження, показують, що оптимальне поєднання механічних властивостей досягається після низької відпустки при 150..250°C, трохи знижує твердість і обов'язкового при зміцненні загартуванням з нагріванням ТВЧ відновлених наплавленням найбільш відповідальних деталей. Дослідження Г. В. Курдюмова та ін. дають підставу вважати, що міцність сталей, що піддаються гартуванню на мартенсит і наступному низькому відпуску, залежить переважно від вмісту них вуглецю. Останній визначає критичну швидкість гарту, температуру початку і кінця мартенситного перетворення, а також твердість мартенситу гарту, параметри, ступінь тетрагональності грат.

Легуючі елементи, знижуючи критичну швидкість охолодження сталі, сприяють отриманню максимальної міцності при відповідному вмісті вуглецю. Безпосередній вплив легуючих елементів на міцнісні властивості сталей невеликий. З теорії термічної обробки можна визначити положення, які необхідно враховувати при зміцненні ТВЧ.

Особливості зварювання деталей із алюмінієвих сплавів.

Багато деталей тракторів в даний час виготовляють із алюмінієвих сплавів типу АЛ4 і АЛ9. Це головки циліндрів, картери зчеплення, корпуси водяних насосів та інші деталі. Характерними дефектами цих деталей є тріщини, відколи та інші механічні ушкодження, які усувають зварюванням.

Основною особливістю зварювання алюмінієвих сплавів є інтенсивне їх

окиснення з утворенням тугоплавких оксидів з температурою плавлення 2050°C , яка більш ніж в $^{\wedge}$ рази перевищує температуру плавлення алюмінію. Окисли алюмінію мають велику питому вагу і тому залишаються у наплавленому металі як включень і

знижують його міцність. Через велику спорідненість алюмінію з киснем відновити оксиди неможливо, тому для видалення їх застосовують флюси - фізичні розчинники типу АФ-4А до складу яких входять: хлористий натрій - 28%, хлористий калій (01) , хлористий літій - 14% і фтористий натрій - 8%.

Флюси утворюють з оксидами легкоплавкі з невеликою питомою вагою розчини, які спливають на поверхню зварювальної ванни у вигляді шлаку. до Алюмінієві сплави в розплавленому стані активно розчиняють водень, який при швидкому охолодженні металу не встигає залишити зварювальну ванну і утворює в наплавленому металі пори та раковини. Основним джерелом появи водню в наплавленому металі є волога, тому флюс просушити рекомендується прогріти, а гігроскопічний. При зварюванні деталей з алюмінієвих сплавів у них виникають внутрішні напруження, які викликають деформації.

Причинами внутрішньої напруги є велика літєйна усадка при охолодженні сплаву з розплавленого стану і високий коефіцієнт його лінійного розширення. Для зниження внутрішньої напруги рекомендується підігріти деталі перед зварюванням до температури $250-300^{\circ}\text{C}$ і повільно охолодити після зварювання. Найбільш широке застосування при відновленні деталей з алюмінієвих сплавів знайшли ацетилено-кисневе газове зварювання та аргонно-дугове зварювання. Застосовується також електродугове зварювання. Перед зварюванням деталей проводять обробку кромки і очищення поверхонь, що зварюються від забруднень і оксидів. Рекомендується також знежирити поверхні, що зварюються розчинниками. Як присадковий матеріал при зварюванні застосовують прутки діаметром 6-8 мм, відлиті зі сплаву алюмінію з вмістом 5-6% кремнію.

Ацетилено-кисневе зварювання алюмінієвих сплавів виробляється строго нейтральним полум'ям, пальником, що забезпечує витрату ацетилену $0,075-0,10$ м³/год на 1 мм товщини металу, що зварюється. Після зварювання деталь повільно охолоджують, зварювальний шов звільняють від шлаку і промивають гарячою водою.

залишків невикористаного флюсу. Хороші результати дає також зварювання деталей з алюмінієвих сплавів вольфрамовим електродом, що не плавиться, в середовищі інертного газу 'аргону (аргоно-дугове зварювання). Присадковий матеріал при цьому вводять в електричну дугу, що горить між деталлю і вольфрамовим електродом, як при газовому зварюванні. Зварювання проводиться без флюсу, так як аргон надійно захищає розплавлений метал від окислення і сприяє отриманню зварювального шва з високою міцністю без пір і оксидів. Для аргоно-дугового зварювання промисловість випускає спеціальні установки типу УДАР-300, УДАР-500, УДГ-301 та УДГ-501.

Електродугове зварювання алюмінієвих сплавів рекомендується проводити постійним струмом при зворотній полярності електродом ОЗА-2. Цей-електрод виготовляють із зварювального дроту св. АКЗ чи св. АК10 за ГОСТ 7871-75. На електродний дріт наносять покриття, що складається з 65% флюсу ДФ-4А, 25% кріоліту, 9% хлористого калію та 1% губчастого титану. Цей склад замішують на розчині карбоксиметилцелюлози у кількості 12-14% від маси сухих компонентів. Це покриття дуже гігроскопічно, тому електроди перед вживанням необхідно ретельно просушити при температурі 200-230 °С протягом 1-1,5 год.

Режим зварювання визначається діаметром електрода, силою струму та швидкістю зварювання. Діаметр електрода вибирають залежно від товщини деталі, що зварюється: при товщині деталі 4-9 мм електрод застосовують діаметром 5 мм, а при товщині деталі 10-13 мм діаметр електрода повинен бути 6 мм. Сила струму при діаметрі електрода 5 мм має бути 150-180 А, а при електроді діаметром 6 мм - 200-250 А, при цьому швидкість зварювання 4-6 м/хв. Деталі з товщиною стінок менше 4 мм відновлювати електродуговим зварюванням не рекомендується.

Місцеве (безванне) електролітичне нарощування. Сутність цього способу полягає в тому, що на деталі в потрібному місці за допомогою пристосування створюють місцеву ванночку і проводять нарощування (рис. 2.12).

Місцеве осадження знайшло широке застосування для відновлення посадочних отворів у корпусних деталях.

Товщина гальванічних покриттів на поверхні деталі зазвичай виходить

нерівномірною. Причиною цього є незадовільна здатність електролітів, що розсіює.

Під розсіювальною здатністю електроліту розуміють його властивість забезпечувати одержання рівномірних по товщині покриттів на деталях. Чим вище здатність електроліту, що розсіює, тим більш рівномірними по товщині виходять покриття на деталях. Розсіювальна здатність електроліту залежить від ступеня рівномірності розподілу електричних силових ліній, що йдуть від анода до катода.

Ці силові лінії розподіляються нерівномірно в обсязі електроліту, а концентруються на краях катода і частинах, що його виступають (рис. 3.1). На тих ділянках катода, де силових ліній більше, щільність струму буде вищою і, отже, товщина покриття буде найбільшою. Розсіювальна здатність електроліту може бути підвищена за рахунок зміни складу електроліту. Електроліти з малою концентрацією основної солі мають більш високу розсіювальну здатність. Більш рівномірне по товщині покриття може бути отримано: при застосуванні фігурних анодів, що копіюють форму деталі; за рахунок раціонального розміщення анодів щодо катода; постановкою додаткових катодів та токонепровідних екранів

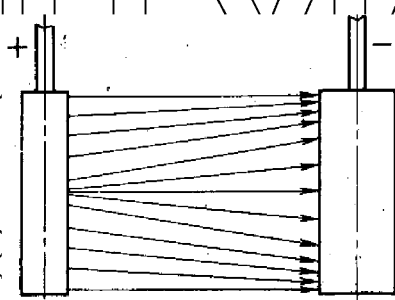


Рис. 3.1. Розподіл силових ліній в електроліті

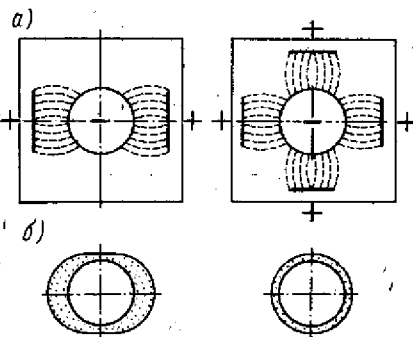


Рис. 3.2. Вплив розташування анодів на розподіл силових ліній (а) та товщину шару покриття (б).

Крім розсіювальної здатності, розрізняють ще так звану криючу здатність

електроліту, під якою розуміють властивість електроліту забезпечувати отримання

покриття на поглиблених частинах деталей, незалежно від його товщини. Криюча здатність електроліту переважно визначається його концентрацією. Зі збільшенням концентрації основної солі в електроліті криюча здатність покращується. Металеві покриття, одержані в гальванічних ваннах, мають кристалічну будову. Однак їх кристалічна решітка значною мірою спотворена.

Причиною цього є великі внутрішні напруги та використання водню, що виділяється на катоді. Такий стан структури електролітичного металу зумовлює його властивості, які значно відрізняються від властивостей литого металу. Металеві покриття, отримані методом електролізу, мають, як правило, високу твердість і крихкість. У покриттях мають місце, дуже значні внутрішні напруги, які негативно позначаються на міцності втомі деталей. На величину внутрішніх напруг та інші властивості покриттів великий вплив надають режим їх нанесення та склад електроліту.

Змінюючи режим електролізу та склад електроліту, можна керувати якістю гальванічних покриттів.

Технологічний процес нанесення гальванічних покриттів

Процес нанесення покриттів на деталі включає три групи операцій: підготовку деталей до нанесення покриття, нанесення покриття та обробку деталей після покриття. Підготовка деталей до покриття включає такі операції: механічну обробку поверхонь, що підлягають нарощуванню, очищення деталей від оксидів та попереднє знежирення; монтаж деталей на підвісний пристрій, ізоляцію поверхонь, що не підлягають покриттю; знежирення деталей з подальшим промиванням у воді; анодну обробку (декапування). Попередня механічна обробка деталей має на меті надати відновленим поверхням правильну геометричну форму. Проводиться ця обробка відповідно до рекомендацій з механічної обробки відповідного матеріалу. Очищення деталей від оксидів з метою позбавлення поверхні проводять шляхом обробки шліфувальною шкіркою або м'якими колами з полірувальною пастою.

Попереднє знежирення деталей проводять шляхом промивання в розчинниках (ацетон, спирт, дихлоретан, бензин та ін). При монтажі деталей на підвісне пристосування необхідно забезпечити надійний їх електричний контакт з

струмопідвідною штангою, сприятливі умови для рівномірного розподілу покриття

по поверхні деталі і для видалення бульбашки водню, що виділяється при електролізі.

Для захисту поверхонь, що не підлягають нарощуванню, застосовують цапон-лак у суміші з нітроемаллю у співвідношенні 1:2, наносячи його у кілька шарів при

пошаровому сушінні на повітрі; чохли з поліхлорвінілового пластикату товщиною 03-

05 мм; різні футляри, втулки, екрани, виготовлені з неелектропровідних

кислотостійких матеріалів (ебоніт, текстоліт, вініпласт тощо). Остаточне знежирення

деталей, що підлягають нарощуванню, найчастіше проводять шляхом електрохімічної

обробки в лужних розчинах наступного складу: їдкий натр - 10 кг/м³, сода

кальцинована - 25, тринатріфосфат - 25, емульгатор ОП-7 3-5 кг/м³. Режим

знежирення/ температура розчину 70-80 °С, щільність струму 5-10 А/дм², тривалість

процесу 1-2 хв. Деталі при знежиренні електрохімічно завішують на катодну

штангу. При електролізі на поверхні деталі виділяється водень, який механічно зриває

жирову плівку і таким чином прискорює процес омилення та емульгування жирів.

Щоб уникнути наводорожування поверхні деталі наприкінці процесу знежирення

змінюють полярність на зворотну протягом 0,2-0,3 хв обробляють деталі на аноді.

Деталі простої форми можна знежирювати також шляхом протирання кашкою віденського вапна, що складається з суміші окису кальцію і окису магнію з добавкою

3% кальцинованої соди і 1,5% їдкого натру. Цю суміш розводять водою до

пастоподібного стану та наносять на деталі волосяними кистями. Після знежирення

деталі промивають у гарячій, а потім у холодній воді. Суцільна, без розривів, плівка

води на знежиреній поверхні свідчить про хорошу якість видалення жирів.

Декапування (анодну обробку) виробляють для видалення найтонших окисних плівок

з поверхні деталі та забезпечення найбільш міцного зчеплення гальванічного покриття

з підкладкою. Ця операція безпосередньо передує нанесенню покриття. При

хромуванні анодну обробку виробляють переважно електроліті. Деталі завішують у

ванну для хромування і для прогріву витримують 1-2 хв без струму, а потім піддають

обробці на аноді протягом 30-45 с при анодні щільності струму 25-35 А/дм². Після

цього, не виймаючи деталі з електроліту, перемикають їх на катод і наносять покриття.

При залишанні (залізни) декапування також проводять шляхом анодної обробки

деталей у спеціальній ванні з 30%-ним водним розчином сірчаної кислоти протягом 2-

3 хв, при температурі 18-25 ° С і анодній щільності струму для сталевих деталей 60-70 А/дм², для чавунних 10-15 А/дм² і для деталей з алюмінієвих сплавів 100-120 А/дм². У ряді випадків перед декапуванням деталі, що залишаються, піддають анодному травленню. Анодному травленню перед декапуванням підлягають деталі, що не піддавалися механічній обробці. Травлення в цьому випадку проводиться в спеціальній ванні з хлористим електролітом для залишення при температурі 70-80 ° С, анодній щільності струму 20 А/дм² протягом 1-2 хв для чавунних деталей і при 10-100 А/дм² течія 1-5 хв для сталевих деталей.

Деталі з алюмінієвих сплавів рекомендується піддавати хімічному травленню в 20% розчині соляної кислоти при кімнатній температурі протягом 1-1,5 хв. Після травлення деталі промивають у холодній воді і тільки після цього декакують. Після завершення декапування деталі, що підлягають залишенню, промивають у холодній воді, а потім у гарячій при температурі 50-60°С, де їх одночасно підігрівають до температури, близької до температури електроліту для залишення. Підігріті деталі завантажують у ванну для залишення і після витримки протягом 10-20 с включають струм.

Нарощування покриття спочатку протягом 2-5 хв ведуть при катодній щільності струму 1-5 А/дм², а потім поступово (протягом 2-10 хв) підвищують щільність струму до величини, встановленої режимом. Обробка деталей після нанесення покриття включає такі операції: нейтралізацію деталей від залишків електроліту; промивання деталей у холодній та гарячій воді; демонтаж деталей з підвісного пристосування та видалення ізоляції; сушіння деталей, термічну обробку (при необхідності); механічне оброблення деталей до необхідного розміру.

4.5. Відновлення зношених шестерень

Відновлення зношених шестерень за допомогою пластичної деформації. Шестерні доцільно відновлювати індустріальними методами, що дозволяють використовувати високопродуктивне обладнання. Тут можна застосувати технологічний процес відновлення пластичною деформацією. При цьому шестерні миють в мийному розчині МЛІ-52 і дефектують. Далі шестерні, що підлягають відновленню, нагрівають в соляній ванні до 1200 ° С і подають до пресу ДО-476.

Встановивши шестерню на матрицю спеціального штампа, обпресовують її за один хід пуансона. Температура початку обробки шестерні повинна бути 1150°C , а кінця обробки - 850°C .

Потім шестерні завантажують в шахтну печ Ц105А, де їх відпалюють з температури кінця деформації до 650°C протягом 120 хв.

Захолоті шестерні миють в миючому розчині МЛ-52, проводять їх контроль і направляють на механічну обробку. Розточують отвори підрізають торець, використовуючи різці з пластинами твердого сплаву Г15К6. Далі оброблену шестерню встановлюють на оправку і фрезерують на зубофрезерному верстаті 5К324А під шевінгування, використовуючи червячну фрезу. Потім на зубозакруглюючому верстаті марки 5Д580 округлюють зуби фрезою Р3-108, а на шевінгівальному верстаті марки 5714 їх шевінгують.

Наступною операцією є газова цементація відновлюваних шестерень в шахтній печі марки Ц105А при 1000°C на глибину 0,7...1,1 мм протягом 4 годин. Потім шестерні поміщають в соляну ванну, що має розплав солі BaCl при $210...220^{\circ}\text{C}$ і гартують протягом 35 годин при $800...820^{\circ}\text{C}$. Загартовані шестерні промивають, очищають від залишків селітри і окалини.

Контролюють чистоту обробки, відсутність задирок, биття вінця, твердість зуба (HRC 56...62), діаметр посадкового отвору, товщину зуба.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІВ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИМ НАПИЛЕННЯМ

Сутність процесу та способи напилення. Напилення є одним із способів нанесення металевих покриттів на зношені поверхні деталей, що відновлюються. Сутність процесу полягає в напиленні попередньо розплавленого металу на спеціально підготовлену поверхню деталі струменем стисненого газу (повітря). Дрібні частинки розпорошеного металу досягають поверхні деталі у пластичному стані, маючи велику швидкість польоту. При ударі об поверхню деталі вони деформуються і, проникаючи в її пори і нерівності, утворюють покриття. З'єднання металевих частинок з поверхнею деталі та між собою носить в основному механічний характер, і тільки в окремих точках має місце зварювання присадного металу з підкладкою.

Основними перевагами напилення, як способу нанесення покриттів при

відновленні деталей, є: висока продуктивність процесу, невеликий нагрівання деталей ($120...180^{\circ}\text{C}$), висока зносостійкість покриття, простота технологічного процесу та устаткування, що застосовується, можливість нанесення покриттів товщиною від 0,1 до 10 мм і більше з будь-яких металів та сплавів. До недоліків процесу слід віднести знижену механічну міцність покриття і порівняно невисоку міцність зчеплення його з підкладкою. Залежно від виду теплової енергії, що використовується в металізаційних апаратах для плавлення металу, розрізняють чотири основні способи напилення: газополум'яний, електродуговий, високочастотний і плазмовий. Газополум'яне напилення здійснюється при . допомогі спеціальних апаратів, у яких плавлення напилюваного металу виробляється ацетилено-кисневим полум'ям, яке розпоршення струменем стиснутого повітря (рис. 4.5.1).

Напилюваний матеріал у вигляді дроту подається через центральний отвір горілки і, потрапляючи в зону полум'я з найбільш високою температурою, розплавляється. Дріт подається з постійною швидкістю роликками, що рухаються вбудованою в апарат повітряною турбінкою через черв'ячний редуктор. Як напилюваний матеріал при газополум'яному напиленні застосовують також металеві порошки (рис. 4.5.2.), які надходять у пальник з бункера за допомогою транспортуючого газу (повітря). Найбільше застосування знайшли апарати для газополум'яного напилення дротом типу МГІ-1-57, ГІМ-Г та ін. Перевагами газополум'яного напилення є: невелике окислення металу, дрібний його розпил, достатньо висока міцність покриття.

До недоліків слід віднести порівняно невисоку продуктивність процесу. Електродугове напилення проводиться апаратами, в яких плавлення металу здійснюється електричною дугою, що горить між двома дротами, а розпилення — струменем стисненого повітря (рис. 4.5.3). Для електродугового напилення вітчизняна промисловість випускає апарати ЕМ-3, ЕМ-9, ЕМ-14 (ручні) та ЕМ-6, МЕС-1 ЕМ-12 (верстатні). Привід для подачі дроту в зону горіння електричної дуги в ручних апаратах, здійснюється від повітряної турбінки, в верстатних — від електродвигуна. Основною перевагою електродугового напилення є висока продуктивність процесу (від 3 до 14 кг напилюваного металу на годину). Висока температура електричної дуги

дозволяє наносити покриття із тугоплавких металів. При використанні як електродів

дротів з двох різних металів можна отримати покриття з їх сплаву.

До переваг електродугового напилення слід віднести порівняльну простоту застосовуваного обладнання, а також невеликі експлуатаційні витрати. Недоліками

електродугового напилення є підвищене окиснення металу, значне вигорання легуючих елементів та знижена щільність покриття. Високочастотне напилення

ґрунтується на використанні принципу індукційного нагрівання при плавленні вихідного матеріалу покриття (дроту). Розпилення розплавленого металу проводиться

струменем стисненого повітря. Головка високочастотного апарату для напилення (рис. III.5.4) має індуктор, що живиться від генератора струму високої частоти, і

концентратор струму, який забезпечує плавлення дроту на невеликій ділянці довжини дроту. Нагрів дроту до температури плавлення в короткий час може бути

забезпечений тільки при певній частоті струму, яка визначається

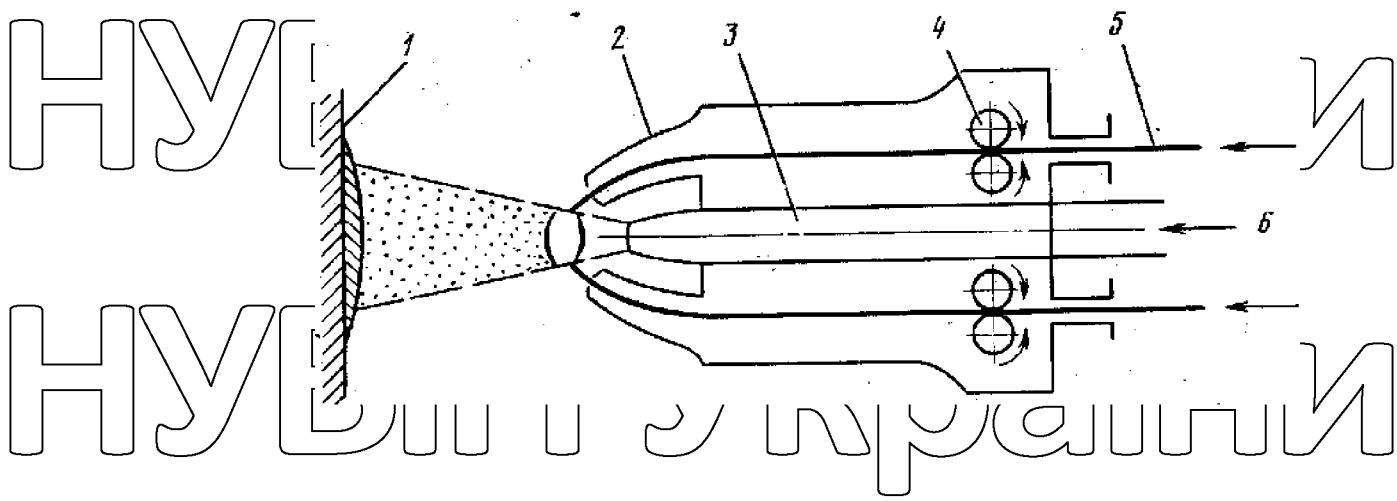


Рис 4.5.3 Принципова схема електродугового апарату для напилення: 1 -

Напилювана поверхня; 2 - напрямні ролики, що подають; 5 - дріт; 6 - стислий газ

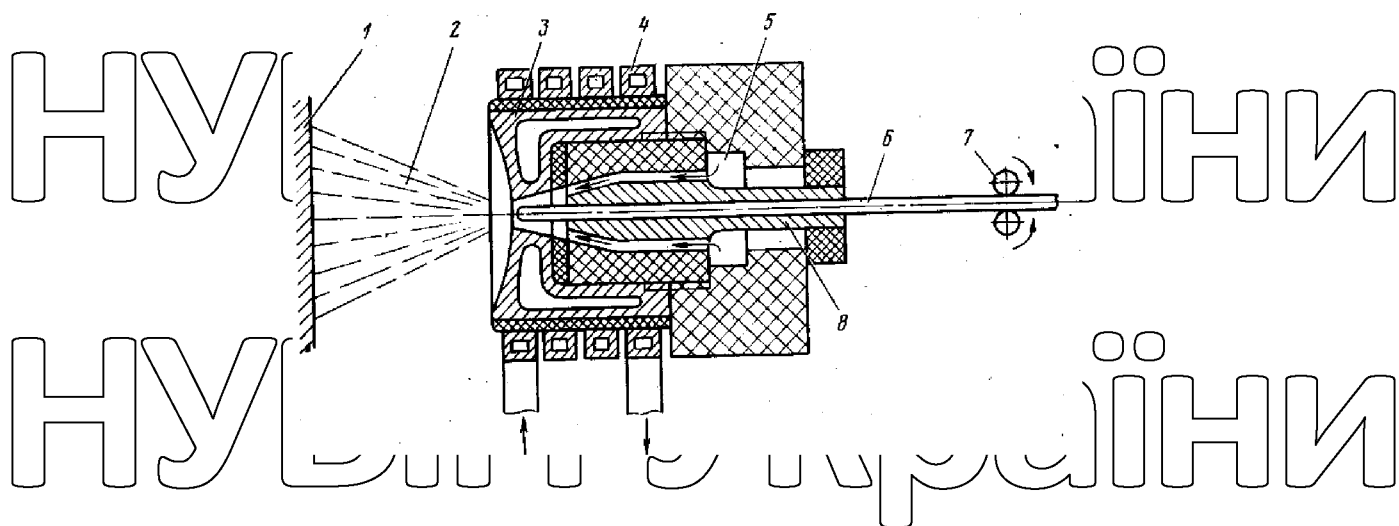


Рис. 4.5.4 Розпилювальна головка високочастотного апарату для напилення.

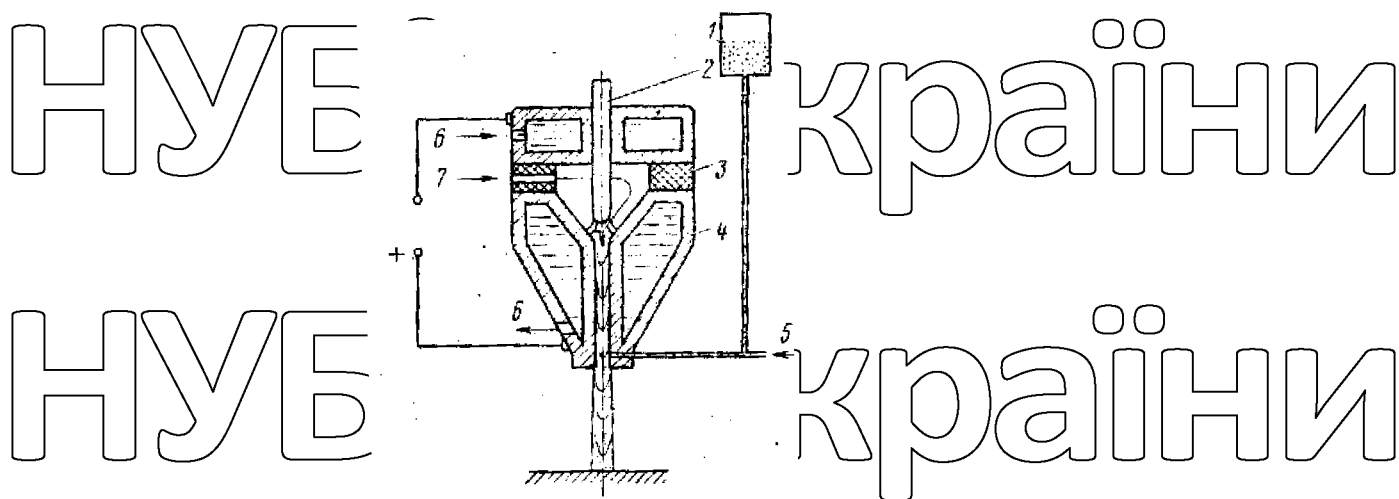


Рис. 4.5.5. Схема пальника для плазмового напилення: 1 - порошок дозатор; 2 - катод; 3 - ізоляційна прокладка; 4 - анод (сопло); 5 - транспортуючий газ; 6 - охолодна вода; 7 - плазмоутворюючий газ

Перевагами високочастотного напилення є невелике окислення металу завдяки можливості регулювання температури його нагріву та досить висока механічна міцність покриття. До недоліків слід віднести порівняно невисоку продуктивність процесу, а також складність і високу вартість устаткування, що застосовується.

Плазмове напилення це новий спосіб нанесення металевих покриттів, при якому для розплавлення та перенесення металу на поверхню деталі використовуються теплові та динамічні властивості плазмового струменя (рис. III 5.5). Як плазмоутворюючий газ застосовують азот. Азотна плазма має порівняно невисоку температуру (до 10—15 тис. °С), але має високу ентальпію (тепловміст). Підвищена

ентальпія (рис. III. 5.6) азотної плазми' пояснюється тим, що процес її утворення має дві стадії: дисоціацію та іонізацію. Обидві стадії процесу отримання плазми протікають із поглинанням теплової енергії. Процес отримання аргонної плазми має лише одну стадію – іонізацію. Таким чином, азотна плазма стає носієм більшої кількості теплової енергії, ніж аргонна. Висока ентальпія азотного плазмового струменя і низька вартість азоту і зумовили його широке застосування як плазмоутворюючого газу при плазмовому напиленні.

Азотний плазмовий струмінь надійно захищає напилюваний метал від окиснення. Незважаючи на те, що внаслідок турбулентного характеру закінчення плазмовий струмінь змішується з повітрям, вміст кисню у ній досягає концентрації її у атмосфері тільки з відривом 120...150 мм від сопла плазмотрона, з відривом дистанції напилення. Початковий матеріал покриття вводиться в сопло плазмотрону у вигляді дроту або гранульованого порошку.

Дріт як напилюваний матеріал використовується рідше, так як при його застосуванні структура покриття виходить крупнозернистою і, крім того, не всі матеріали для напилення можуть бути приготівлені у вигляді дроту. Тому при плазмовому напиленні як присадковий матеріал застосовують гранульовані порошки з розміром частинок від 50 до 150 мкм. Порошок у сопло плазмотрону подається з дозатора за допомогою транспортуючого газу (азоту). Дозатор визначає витрату порошку і, отже, продуктивність процесу напилення. Витрата порошку можна плавно регулювати в межах від 3 до 12 кг/год.

Потрапляючи в плазмовий струмінь, металевий порошок розплавляється і, що захоплюється плазмовим струменем, наноситься на поверхню деталі, утворюючи покриття. Властивості покриття залежать від температури нагрівання частинок та швидкості їхнього польоту при зустрічі з поверхнею деталі. Швидкість польоту металевих частинок визначається переважно двома факторами – силою струму дуги і витратою плазмоутворюючого газу. Залежно від значень цих факторів вона може сягати 150-200 м/с. Найбільшої швидкості розплавлені частинки металу досягають на відстані 50-80 мм від сопла плазмотрона.

Велика швидкість польоту частинок порошку і висока температура їх нагріву в момент зустрічі з підкладкою забезпечують вищі, ніж при інших способах напилення,

механічні властивості покриття і більш міцне його з'єднання з поверхнею деталі. ,

Економічна ефективність і продуктивність процесу напилення залежать від того, яка частина вихідного матеріалу потрапляє на деталь і закріплюється на її поверхні, тобто від коефіцієнта напилення.

Величина коефіцієнта напилення при плазмовому напиленні вище, ніж при інших способах напилення, і залежить від матеріалу порошку, від діаметра напилюваної деталі і від основних параметрів режиму. Так, при напиленні порошку ПГ-У30Х28Н4С4 (сормайт-1) на деталь діаметром 26 мм в умовах оптимального режиму коефіцієнт напилення не перевищує 65-70%. При напиленні хромонікелевого порошку на деталь діаметром понад 50 мм коефіцієнт напилення сягає 90-95%. З інших переваг процесу плазмового напилення слід відзначити його високу продуктивність, можливість нанесення покриттів з будь-яких матеріалів, повну автоматизацію управління процесом.

Всі ці переваги процесу плазмового напилення дозволяють зробити висновок про можливість його широкого застосування при відновленні автомобільних деталей. При плазмовому напиленні застосовуються спеціальні установки, що включають: плазмову гврелку (плазмо- трон), пульт управління, порошковий живильник (дозатор) та джерело живлення. Промисловість випускає два типи установок для плазмового напилення: універсальні плазмові установки

Напилювані матеріали

Як напилювані матеріали при відновленні автомобільних деталей застосовують дріт або порошкові сплави. При газополум'яному, електродуговому та високочастотному напиленні зазвичай використовується дріт. При відновленні сталевих і чавунних деталей застосовують сталевий дріт із вмістом вуглецю 0,3-0,8%.

Середньовуглецевий дріт використовують при відновленні посадкових поверхонь на сталевих і чавунних деталях. Для деталей, що працюють в умовах тертя, рекомендується застосовувати сталевий дріт з підвищеним вмістом вуглецю. При плазмовому напиленні застосовують порошкові сплави.

Для відновлення деталей, що працюють в умовах тертя, рекомендується застосовувати зносостійкі порошкові сплави на основі нікелю або дешевші сплави на

основі заліза з високим вмістом вуглецю. Ці сплави мають високі технологічні та експлуатаційні властивості. Наявність у їх структурі твердих складових (карбідів та боридів) та порівняно м'якої основи (твердого розчину) дозволяє одержувати покриття з високими службовими властивостями. Порошкові сплави на основі нікелю марок ПГ-ХН80СР2, і властивістю самофлюсування завдяки наявності у складі бору (Р) та кремнію (С), які активно забирають кисень від оксидів. Основний їх недолік - висока вартість, яка знижує ефективність застосування цих сплавів при відновленні деталей. Сплави на основі заліза з високим вмістом вуглецю по ДРСТ "У30Х28Н4С4, ФБХ-6-2, КБХ мають високу твердість ІКС 56-63, високу зносостійкість, недефіцитні, але більш тугоплавки (температура плавлення 1250-1300°C) і не обла.

На практиці отримали застосування композиційні суміші цих порошків з порошками сплавів на основі нікелю. 50% ПГ-ХН80СР3 і 50% у! -УсМЛ2Ш4С4, має високу зносостійкість, невисоку температуру плавлення (1100... 1150 °С), має властивість самофлюсування і коштує в 2 рази дешевше порошкових сплавів на основі нікелю. Порошкові сплави на основі нікелю і заліза, а також їх суміші забезпечують високу зносостійкість напилених деталей, але одночасно дещо підвищують (на 15... 20%) зношування сполучених деталей, виготовлених з м'яких антифрикційних сплавів. Цей недолік може бути усунений при застосуванні порошкової суміші, що складається з 80... 85% сталевого порошку ПЖ-5М і 15-20% порошку ПГ-ХН80СР4, яка при плазмовому напиленні забезпечує досить високу зносостійкість покриття і в той же час не підвищує зносу сполучених деталей з м'яких антифрикційних сплавів.

При відновленні посадкових поверхонь під підшипники кочення в чавунних корпусних деталях слід застосовувати сталевий порошок ПЖ-5М з добавкою 1-2% порошку алюмінію АК.П. Ця ж порошкова суміш із добавкою 4-5% мідного порошку ПМС-2 або 2-3% нікелевого порошку може бути застосована при відновленні плазмовим напиленням опор під вкладки корінних підшипників у чавунних блоках циліндрів двигунів.

Властивості напилених покриттів Напилені покриття за своїми властивостями значно відрізняються від литих металів. Відмінною особливістю металізаційних покриттів, напилених будь-яким способом, є їхня пористість. Пористість покриття залежить від способу напилення, напилюваного матеріалу, режиму його нанесення та

від інших факторів. За інших рівних умов найбільшу пористість (15-20%) мають покриття, напилені електродуговим способом, а найменшу (5-10%) - покриття, отримані плазмовим напиленням.

При плазмовому напиленні покриття з порошкового сплаву на основі нікелю (ПГ-ХН80СР2) було одержано дуже щільне покриття з пористістю 2-5%. Пористість покриття за всіх способів напилення зростає зі збільшенням дистанції напилення.

Вона буде тим нижчою, чим вищу температуру нагріву і швидкість польоту матимуть частинки металу при зустрічі з підкладкою і чим менше вони будуть окислені. Ці умови в найбільш сприятливому поєднанні мають місце при плазмовому напиленні.

Пористість покриття при рідинному і граничному терті відіграє позитивну роль, так як пори добре утримують мастило, що сприяє підвищенню зносостійкості деталей.

Однак пористе покриття має знижену механічну міцність.

Твердість покриття є узагальненою характеристикою, що визначає певною мірою його зносостійкість. Вона залежить від багатьох факторів і насамперед від

напилюваного матеріалу та режиму нанесення покриття. При газополум'яному та електродуговому напиленні твердість покриття збільшується зі збільшенням вмісту

вуглецю в сталевому дроті. При цьому твердість покриття при газополум'яному напиленні вище, ніж при електродуговому. Це можна пояснити тим, що при електродуговому напиленні має місце більш інтенсивне вигорання вуглецю. Великий

вплив на твердість покриття має відстань напилення.

Найбільш тверде покриття зі сталі 40 виходить при відстані напилення 120 мм для електродугового напилення і 150...160 мм для газополум'яного. При малій

відстані напилення твердість покриття знижується внаслідок підвищеного нагріву покриття, а при великому знижується завдяки зменшенню швидкості польоту

частинок металу та збільшенню пористості покриття. При плазмовому напиленні на твердість покриття, крім складу напилюваного порошку, великий вплив надають

параметри режиму і особливо сила струму дуги і витрата плазмоутворюючого газу.

Зносостійкість напилених покриттів в умовах тертя зі змащенням значно вища, ніж зносостійкість вихідного матеріалу. Це пояснюється тим, що пористе покриття

добре утримує мастило і тому знижує коефіцієнт тертя. Найбільшу зносостійкість мають покриття, напилені зносостійкими порошками сплавами на основі нікелю ПГ-

XH80CP2, а також сплавів ПГ-У30Х28Н4С4. Зносостійкість покриття, отриманого

плазмовим напиленням сплав ПГ-У30Х28Н4С4, перевищує 1,5-2 рази зносостійкість зразків із сталі 45, загартованої до твердості HRC 58...62. Механічна міцність покриття значно нижча за міцність вихідних матеріалів застосовуваних при напиленні.

При напиленні сталевих покриттів, межа міцності їх на розтяг становить при різних способах металізації 150...250 МПа. Найбільш пух міцність мають покриття, отримані способом плазмового напилення. Міцність зчеплення покриття з підкладкою є одним із основних параметрів, що дозволяють визначити можливість застосування напилення при відновленні деталей. Залежно від методу підготовки поверхні деталі до напилення, способу напилення і складу напилюваного матеріалу міцність зчеплення покриття з підкладкою на відрив становить 15-50 МПа.

Найбільший вплив на міцність зчеплення має метод підготовки поверхні деталі до напилення. Чим більш шорсткою буде поверхня деталі, що ремонтується, тим вище буде міцність зчеплення покриття з підкладкою. Міцність зчеплення покриття з поверхнею деталі в основному визначається температурою нагріву та швидкістю польоту металевих частинок у момент удару їх про підкладку. Так при нанесенні покриття із сталі 45 на сталевий зразок, підготовлений до покриття дробоструминною обробкою, міцність зчеплення на відрив становить при газополум'яному напиленні 15-16 МПа, при електродуговому - близько 30 МПа.

При плазмовому напиленні міцність зчеплення покриття з порошкового сплаву ПГ-У30Х28Н4С4, нанесеного на зразок зі сталі 45, підданого дробоструминної підготовки, ще вище і становить 40-45 МПа. Більш міцне зчеплення покриття з підкладкою при електродуговому та плазмовому напиленні пояснюється більш високою температурою нагрівання частинок. За всіх способів напилення відзначено зниження міцності зчеплення покриття з підкладкою зі збільшенням відстані напилення понад 80—100 мм, коли температура металевих частинок і їх польоту значно знижуються.

Міцність зчеплення покриття з поверхнею деталі може бути підвищена шляхом напилення на деталь підшару тугоплавких металів, наприклад, моібдену з температурою плавлення 2620°C. Підвищити міцність зчеплення можна також при напиленні у середовищі захисних газів або у вакуумі. Втомна міцність деталей при їх

напиленні майже не знижується, якщо при підготовці деталей до напилення застосовувати методи створення шорсткості, що не впливають на втомну міцність деталей. До таких методів відносяться дробоструминна обробка і накатка поверхні деталей зубчастим роликком. Ці методи підготовки забезпечують високу міцність зчеплення покриття з поверхнею деталі і в той же час не знижують втомної міцності деталей. Раніше застосовувані методи підготовки поверхні деталей до напилення нарізанням «рваної» різьблення та електроіскрова обробка, як показали дослідження, знижують межу витривалості деталей і тому нині не застосовуються.

Процес нанесення покриттів на деталі. Напилення застосовується з метою компенсації зносу зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь деталей. Процес нанесення покриттів включає підготовку деталі до напилення, нанесення покриття та обробку деталей після напилення. Підготовка деталі до напилення служить забезпечення міцного зчеплення покриття з поверхнею деталі. Вона включає: знежирення і очищення деталі від забруднень, механічну обробку і створення шорсткості на поверхні деталі. При механічній обробці з поверхні деталі знімають такий шар металу, щоб після остаточної обробки напиленої деталі на її поверхні залишалося покриття товщиною не менше 0,5... 0,8 мм. Для отримання на поверхні деталі необхідної шорсткості її піддають дробоструминній обробці або накочують зубчастим роликком стиснутого повітря 0,5...0,6 МПа, кут нахилу струменя до поверхні деталі 45° , час обробки 2...5 хв.

Накатку для створення шорсткості застосовують при відновленні деталей з твердістю не більше НВ 350-400. Її роблять на токарному верстаті однорядним зубчастим роликком. Після підготовки поверхні деталі напилення наносять покриття. Проміжок часу між підготовкою та нанесенням покриття повинен бути мінімальним і не перевищувати 1,5-2 год. Нанесення покриття на поверхню деталі проводиться на переобладнаних токарних верстатах або спеціальних камерах.

При напиленні на токарних верстатах деталь встановлюють у патроні верстата, а металізаційний апарат — на супорт*. При використанні спеціальних камер вони повинні мати відповідні механізми для взаємного переміщення деталі та металізатора. Пост напилення обладнають витяжною вентиляцією. Існують спеціальні верстати для нанесення покриттів на циліндричні поверхні сталевих деталей, на внутрішні

посадкові поверхні корпусних деталей, на опори корінних підшипників у блоках циліндрів та ін.

Після нанесення покриття деталь повільно охолоджують до температури навколишнього середовища та обробляють покриття до необхідного розміру. Залежно від твердості покриття, необхідної точності та шорсткості поверхні деталей застосовують обробку різанням або шліфуванням. 5. Плазмове напилення з подальшим оплавленням покриття. Покриття, отримані способом плазмового напилення, мають більш високі фізико-механічні властивості ніж покриття, напилені іншими способами, проте і вони все ж таки значно поступаються покриттям з тих же матеріалів, отриманим наплавленням. Всі властивості плазмових покриттів можуть бути значно покращені шляхом введення в технологічний процес відновлення деталей порівняно простої операції – оплавлення покриття. При оплавленні покриття плавиться лише найбільш легкоплавка складова сплаву. Метал деталі при цьому лише підігрівається, але залишається у твердому стані. Рідка фаза сприяє більш інтенсивному перебігу дифузійних процесів. В результаті оплавлення значно підвищується міцність зчеплення покриття з деталлю, збільшується механічна міцність, зникає пористість, підвищується зносостійкість покриття та сполучених з ним деталей. Оплавлення покриття може бути вироблено ацетилено-кисневим полум'ям, плазмовим струменем і частоти. Найкращі результати дає оплавлення струмами високої частоти, тому що при цьому забезпечується локальне нагрівання, що не порушує термообробки всієї деталі. До сплавів, що піддаються оплавленню, пред'являються наступні вимоги: температура плавлення легкоплавкою складовою сплаву повинна бути не вище 1000-1100 °С, в сплавленому стані вони повинні добре змочувати підігріту поверхню літали і володіти властивістю самофлюсування, т. е. містити флюсоуючі елементи.

Практично всім цим вимогам повною мірою задовольняють порошкові сплави на основі нікелю, що мають температуру плавлення 980—1050°С і містять флюсоуючі елементи (бор і кремній), а також 50% суміш порошків ПГ-ХН80СРЗ та ПГ-У30Х28Н4С4 з температурою плавлення 1080-1100°С.

Технологічний процес відновлення деталей з оплавленням покриття включає операції:

шліфування деталі для забезпечення правильної геометричної форми відновленої поверхні; дробоструминну обробку чавунним дробом ДЧК-1,5 при тиску повітря 0,4...0,6 МПа, відстані до поверхні деталі 20-25 мм протягом 3...5 хв; нанесення покриття при режимі, рекомендованому для плазмового напилення - оплавлення покриття на установці т. в. ч. при режимі: частота струму 75-100 кГц, зазор між деталлю і індуктором 5-6 мм, частота обертання деталі 15-20 об/мін, сила струму високого ступеня генератора СВЧ 5...8 А;

шліфування поверхні деталі до необхідного розміру.

Оплавлені покриття, як показали дослідження, мають такі властивості: при оплавленні покриттів із сплавів типу ПРХН80СР2 їх структура стає рівномірною, що складається з твердого розчину на основі нікелю, з температурою плавлення 980-1050°C, мікротвердістю 2600-2900 МПа і твердих кристалів (боридів і карбідів і температурою плавлення 1600...1700 °С; макротвердість оплавлених покриттів, напилених сплавом на основі нікелю в залежності від вмісту в них бору, становить ННС 35-вб; завдяки присутності в структурі оплавлених покритті твердих кристалів його зносостійкість значно підвищується і при напиленні сплавом ПРХН80СР3 перевищує в 2-3 рази зносостійкість і 50% ПР-У30Х28Н4С4, в 5-10 разів; міцність зчеплення покриття з поверхнею сталевих деталей після оплавлення підвищується в 8-10 разів і становить 400-450 МПа; втомна міцність деталей після оплавлення покриття підвищується на 20-25%, що пояснюється зміцнюючим впливом покриття.

Таким чином, плазмове напилення з подальшим оплавленням покриття є дуже перспективним способом відновлення деталей, так як дозволяє повернути їм не тільки властивості нових деталей, але і значно їх поліпшити. Плазмовим напиленням з оплавленням покриття можна відновлювати поверхні деталей, що працюють в умовах значних знакозмінних і контактних навантажень (кулачки розподільчих валів, шийки колінчастих валів та ін.).

ВНУТРІШНЯ НАПРУЖНІСТЬ. Залишкові напруги в поверхневих шарах металу істотно впливають на експлуатаційні властивості деталей і насамперед їх динамічну міцність при циклічних навантаженнях.

Доведено, що залишкові напруги стиснення корисні, і їх обґрунтовано вважають резервом підвищення міцності деталей, а напруги розтягування послаблюють їхню

міцність, викликають виникнення тріщин, призводять до руйнувань. При відновленні зношених деталей різними видами наплавлення в них виникають і перерозподіляються значні залишкові напруження. Це відбувається через металургійну природу утворення покриттів, використання легуючих елементів, знанного теплового впливу на основний метал, швидкого та нерівномірного охолодження наплавлених деталей, а також подальшого впливу на відновлювані поверхні механічної обробки та різних видів зміцнення. Наявність у наплавленому металі, як правило, концентраторів напруг (пор, тріщин, раковин, несплавлень та інших мікро- і макродефектів) у поєднанні з залишковими напруженнями розтягування та експлуатаційними навантаженнями може призводити до значного зниження міцності деталей і навіть виникнення несправностей аварійного характеру. Це свідчить про обов'язковість контролю відновлюваних деталей, особливо які у роботі динамічним і знакозмінним навантаженням, на наявність у яких прихованих дефектів і залишкових напруг. Залишкові напруження мають також певний вплив на зносостійкість робочих поверхонь деталей та їх корозійну стійкість.

Аналіз обчислених за методом Калакутьського-Лавиленкова середніх значень тангенціальних внутрішніх напруг показує, що в наплавленому металі (після шліфування) в залежності від виду наплавлення і використовуваних наплавочних матеріалів знак, значення і характер розподілу тангенціальних залишкових напруг суттєво розрізняються.

Так, у поверхневих шарах металу, наплавленого у вуглекислому газі під флюсом АН-60 та АНК-18, спостерігаються напруження стиснення. Пологий характер діаграми напруг вказує на велику глибину їхнього залягання. Найбільш високі значення напруг стиснення виникають у металі, наплавленому під керамічним флюсом. Відносно високі напруження розтягування можна виявити в металі, наплавленому в охолоджувальній рідині і особливо при використанні ИЦ-70.

Слабким напруженим станом характеризується метал, наплавлений у водяній парі та потоці повітря. Для всіх наплавок загальним є сталість знака напруг по товщині дослідженого шару з максимумом їх значень біля поверхні.

В результаті зміцнення ППД досліджуваних наплавок забезпечується отримання напруг стиснення постійного знака з максимальними значеннями їх у поверхні і з

різними значеннями для різних видів наплавов. Найбільші напруження стиснення отримані для металу, наплавленого в охолоджувальній рідині та під керамічним флюсом АНК-18. Аналогічна зміцнююча дія на наплавлений метал надає і ЕМО, після якої також утворюються напруження стиснення, що за значенням незначно відрізняються від напруги після зміцнення ППД.

Причому підвищення напруг за рахунок ЕМО може виникнути для тих же наплавов, що і за рахунок ППД. Це можна пояснити однаковими умовами і режимами механічного впливу даних процесів зміцнення. Глибина зміцненого шару в результаті термомеханічного впливу при ЕМО порівняно з глибиною залягання напруг невелика.

У зв'язку з цим вплив зміцненого шару, як свідчать дослідження *, незначний. Аналіз отриманих даних про тангенціальні залишкові напруги дозволив встановити їх залежність від вихідної макро-і мікротвердості наплавленого і зміцненого металу. Рентгенівський метод визначення внутрішніх напруг у металах та сплавах найбільш перспективний.

Залежно від використовуваних при відновленні деталей видів наплавлення (електродних матеріалів, захисних середовищ і теплових умов процесів) у поверхневих шарах металопокриттів за рахунок наплавлення та механічної обробки створюються залишкові напруження розтягування (I роду) різних значень. Найбільшою внутрішньою напруженістю (240 Н/см²) характеризуються металопокриття, утворені плазмовим наплавленням високолегованими порошками.

Наступне зміцнення наплавленого металу найбільше ефективно проявляється при використанні загартування з нагріванням ТВЧ (-290...-370 Н/см²). При ППД також виникають напруги стиснення (-150...-300 Н/см²), при ЕМО - напруги розтягування (+460 Н/см²).

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ ТРАКТОРІВ ХТЗ-17221

Складають роздавальну коробку в послідовності, зворотній розбиранню на

розроблюваному стенді.

Допустимі зазори і натяги в з'єднаннях деталей під час ремонту роздавальної коробки наведено в розділі 3 роботи.

Підбором регулювальних шайб А встановлюють розмір $42,5 \pm 0,15$ мм від торця веденої конічної шестірні привода насоса гідросистеми коробки передач до осі розточки вала привода насоса заднього начіпного пристрою .

Складений насос НМШ-25 випробовують на стенді КИ-4200. При цьому встановлюють у шпильову муфту привода насоса НШ-32 або НШ-46 хвостовик пристрою для привода насоса НМШ-25. Потім на шпильки масло-підвідної плити встановлюють насос НМШ-25, вставляють вал насоса в паз пристрою для привода і гвинтом скоби закріплюють його. З'єднують підвідний шланг стенда з всмоктуючою, а нагнітальний — з нагнітальною порожниною плити. Потім відкривають дросель високого тиску і обкатують насос по 3 хв без тиску оливи і при тиску 5, 10, 16, 20 и 26 кгс/см².

Обкатку насоса на маслі індустриальне 20 слід проводити при температурі масла 30...50° С, а на оливі М10Г — при 70±5° С. Об'ємна подача насоса повинна бути не нижчою 24 л/хв при тиску оливи 16 кгс/см².

Обкатка коробки передач. Обкатку і випробування коробки передач тракторів ХТЗ-17221 виконують на стенді (рис. 5.1) для перевірки правильності складання, якості ремонту, а також роботоздатності механізмів.

Після встановлення коробки передач на стенд її закріплюють, під'єднують трубопроводи і заправляють маслом до середини оглядового вікна в роздавальній коробці. Переміщаючи повзун до корпусу стенда, встановлюють шліци первинного вала коробки передач в з'єднувальний вал 5. Стенд включають при опущеному захисному щитку 6.

Обкатку починають з малої частоти обертання вала електродвигуна. Тривалість обкатки по 2—3 хвилини на кожній передачі. Включати і виключати ряди (робочий і транспортний, задній хід та ходозменшувач) необхідно тільки при вимкненому електродвигуні стенда і розблокованому валику переключення роздавальної коробки. При переключенні рядів зубчаста муфта, а також шестірня заднього ходу і ходозменшувача повинні переключатись плавно, без заїдань і заклинювань. Нагрівання окремих місць

або деталей коробки передач не повинно перевищувати 60°C . При появі

підвищеного нагріву, шумів і підтікання оливи обкату необхідно припинити, а після усунення дефектів провести за повним режимом.

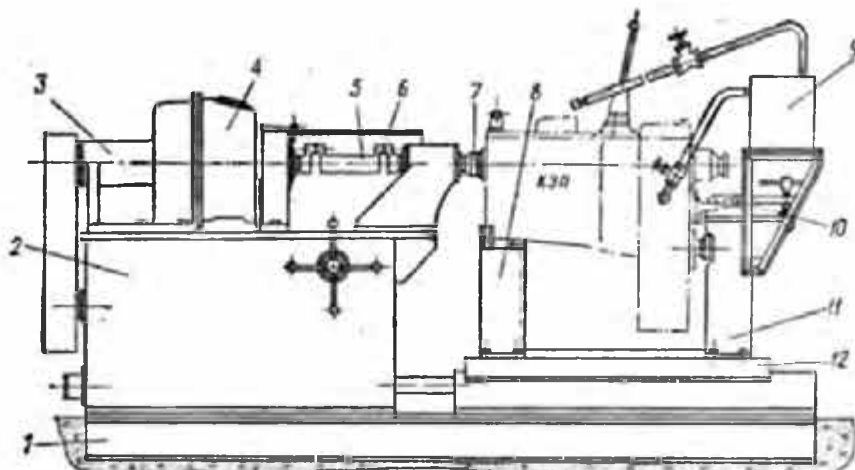


Рис. 5.1. Схема станда для обкату коробки передач та роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ.

1 — станина, 2 — корпус, 3 — опора, 4 — муфта зчеплення, 5 — з'єднувальний вал; 6 — захисний щиток; 7 — вал; 8 і 11 — передня та задні опори; 9 — бак для оливи; 10 — фіксатор коробки; 12 — повзун.

Складасмо маршрутні карти на складання та випробування роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ.

Призначення та область використання станду.

Станд для розбирання та складання роздавальних коробок колісних тракторів ХТЗ, дозволяє проводити випресування та запресування підшипників, втулок корпусних деталей при допомозі гідроциліндра.

Станд може застосовуватись в ремонтних майстернях колективних підприємств, товариствах чи спеціальних ремонтних підприємствах.

Технічна характеристика станду для розбирання та складання роздавальних коробок.

1. Тип – стаціонарний.

2. Тип приводу – гідравлічний.

3. Діаметр робочого циліндра – 90 мм.

4. Тиск в гідросистемі – 10 МПа.

5. Максимальне зусилля, кН – 63.

6. Кут повороту наладки навколо горизонтальної осі – 360° .

7. Кут фіксації наладки – 90° .

8. Кількість обслуговуючого персоналу – 1 чол.

9. Габаритні розміри, мм – 1215 * 1850 * 560.

10. Термін служби стану – 5 років.

11. Маса стану – 620 кг.

Складальне креслення стану відображено на листі 4 графічної частини.

Технічні вимоги.

1. Варити по периметру прилеглих деталей електрозварюванням по

ГОСТ 9467-75.

2. Перед початком роботи перевірити рівень масла в бачі (95мм від верхнього краю заливної горловини), заповнити масло МГ-30.

3. Відрегулювати максимальне зусилля на штоці 50кН.

4. Покриття: емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76 по ґрунтовці ПФ-020

ГОСТ 18186-79.

5. Гідросистема стану повинна бути герметична при тиску 10 Мпа.

6. Гідроскоба разом з візком повинна переміщуватись по направляючим від руки плавно.

7. Зусилля повороту гідроскоби навколо горизонтальної осі та пересування по направляючим, прикладене до ручки гідроскоби, повинно бути не більше 100 Н.

8. Поворот кантувача повинен бути плавним, без ривків.

Будова та робота стану для розбирання та складання роздавної коробки

колісних тракторів ХТЗ.

Надзвичайно важливе значення для правильної експлуатації тракторів та автомобілів має справний стан трансмісії. Однією з найбільш відповідальних частин трансмісії транспортного засобу є роздавальна коробка. В процесі експлуатації роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ порушуються основні параметри регулювань, зношуються шестерні та підшипники, тому виникає необхідність періодичного регулювання та ремонту коробок передач. Ця робота може бути виконана якісно з додержанням всіх необхідних вимог на стенді для розбирання та збирання коробок передач.

При випресуванні валів і підшипників включається гідростанція, рукоятка розподільника встановлюється в перше положення, гідро скоба на візку встановлюється проти випресовуваного вала, рукоятка керування управлінням гідро скоби переводиться з нейтрального положення в робоче.

Стенд обслуговують два робітники.

Розрахунок на міцність основних деталей конструкції

При аналізі силового розрахунку деталей стенда виявлено, що найбільш навантаженими деталями будуть: болтові з'єднання люльки з фланцями валів, на яких обертається люлька разом з роздавальною коробкою трактора. Тому розрахунок на міцність дані деталі.

Розрахунок болтового з'єднання проводимо наступним чином:

болтове з'єднання розраховую на зріз при навантаженні поперечною силою.

Умова міцності з'єднання виражається слідуючою формулою:

$$\tau_{ze} = \frac{P}{\pi d_1^2 \cdot i} \leq [\tau]_{ze} \quad (5.1)$$

де τ_{ze} і $[\tau]_{ze}$ - розрахункове і допустиме навантаження зрізу болта, $[\tau]_{ze} \cong 80 \text{ Н/мм}^2$;

P - поперечна (осьова) сила, яка створюється вагою коробки трактора та кантувача;

$P = 16000 \text{ Н}$;

d_1 - діаметр різьби болта, $d_1 = 10 \text{ мм}$;

i - кількість болтів у з'єднанні, $i = 4 \text{ шт}$.

$$\tau_{32} = \frac{16000}{3,14 \cdot 10^2} = 50,95 \text{ Н / мм}^2$$

НУБІП України

Отже

$$\tau_{32} = 50,95 \text{ Н / мм}^2 < [\tau]_{32} = 80 \text{ Н / мм}^2.$$

Умову міцності витримано.

Проведемо перевірку шпонки.

Для спрощення розрахунків приймають, що шпонка врізана у вал на половину своєї висоти, і напруження зминання розподіляються рівномірно за висотою і довжиною шпонки. Тоді умову міцності шпонкового з'єднання на зминання можна записати у вигляді

НУБІП України

Де $F_{зм}$ - зусилля зминання, яке створюється гідроциліндром і дорівнює

6000 Н;

$A_{зм} = h \cdot l / 2$ - площа зминання;

h - висота шпонки;

l_p - робоча довжина шпонки (довжина прямолінійної ділянки шпонки, $l_p = l$ для виконання В),

$[\sigma_{зм}]$, - допустимі напруження на зминання.

Допустимі напруження в нерухомих шпонкових з'єднаннях при спокійному навантаженні рекомендується приймати:

- при сталій маточині і посадці з гарантованим натягом у з'єднанні вал-

маточина $[\sigma_{зм}] = 150 \dots 200 \text{ МПа}$, $[\sigma_{зм}] = 60 \dots 100 \text{ МПа}$ при чавунній маточині;

- за відсутності гарантованого натягу у з'єднанні вал-маточина

$[\sigma_{зм}] = 100 \dots 150 \text{ МПа}$ і $[\sigma_{зм}] = 60 \dots 80 \text{ МПа}$ при чавунній маточині.

Ці значення допустимих напружень знижують на 1/3 при роботі зі слабкими поштовхами і на 2/3 - при ударному навантаженні.

Тоді

НУБІП України

$$\sigma_{зм} = \frac{F_{зм}}{A_{зм}} = \frac{2 * 6000}{11 * 10^{-3} * 63 * 10^{-3}} = 15.1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 60 \text{ МПа}$$

Умова міцності витримана.

Розрахунок шпонок на зріз проводять тільки у випадку дії короткочасних

перевантажень, якщо такі мають місце.

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

РОЗДІЛ 6. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ

Організація робочих місць та техніка безпеки У процесі виконання мийно-очисних робіт виділяються пари лужних розчинів, кислот, розчинників, гасу, які викликають подразнення дихальних шляхів. Попадання ряду розчинів на шкіру може спричинити опіки, а в кращому випадку сухість шкіри.

Шкідливу дію має пил, що утворюється при очищенні деталей від нагару та іржі. Тому на ділянках миття та очищення необхідні спеціальні заходи захисту працюючих. Мийні машини та різні установки для мийно-очисних робіт повинні бути обладнані місцевою вентиляцією. Ванни та установки для знежирення розчинами лугів і розчинниками повинні мати кришки, що щільно закриваються, або дверцята.

Паропровідні труби та установки, що мають температуру вище 75°C, повинні мати теплоізоляцію для попередження опіків та зменшення тепловтрат. Крім місцевих вентиляційних відсмоктувачів, на ділянці повинні бути загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція. Підлоги в приміщеннях повинні бути рівними, гладкими, але не слизькими, а також мати ухил для стоку води при промиванні.

Найвніше на ділянці електроустановки має бути занулено та заземлено. Загальне та місцеве освітлення повинно мати пожежобезпечне виконання. При приготуванні мийних розчинів можливе утворення «пилової хмари» та попадання бризок розчину на слизову оболонку очей. Щоб виключити це, слід застосовувати індивідуальні засоби захисту: окуляри, респіратор, рукавички.

Пристаюючи до роботи, мийник повинен нанести на шкіру рук захисну пасту ХІОТ-6 або АБ-1 (при роботі з лужними розчинами) або пасту ПМ-1 (при роботі з гасом, дизельним паливом). Особливої обережності необхідно дотримуватись при роботі з каустичною содою та її розчинами, оскільки попадання її на шкіру спричиняє опіки.

При рубанні каустика необхідно надягати гумову маску із захисними окулярами. Шматки каустичної соди можна брати лише лопатами чи щипцями. Застосовувати для миття розчин каустичної соди концентрацією понад 1%, а при виварювальних роботах більше 12% забороняється.

На установках для очищення деталей у розплавах солей дозволяється працювати тільки в захисних окулярах з неб'ючими стеклами, у брезентових рукавицях, гумових

чоботях, комбінезоні та фартуху. Завантажувати соляні ванни хімікатами можна за нормальної температури трохи більше 250°C . Деталі для очищення завантажують у соляну ванну тільки після витримки їх для прогріву протягом 2...3 хв над ванною, щоб уникнути виплесків розплаву.

При теплових опіках рекомендується промивання розчином перманганату калію (марганцівка), змащування вазеліном та перев'язка. При отруєнні лугами потерпілому слід ковтати шматочки льоду або пити слабкий розчин оцту (0,5...1,5%), що нейтралізує луг. При опіках лугами уражене місце слід промити слабким розчином оцту, потім водою і перев'язати. Основними заходами щодо забезпечення безпеки під час роботи з розчинниками є механізація та автоматизація процесу, очищення.

На ділянках очищення деталей кістковою крихтою, металевим або вологим піском (гідронескоструминне очищення) повинні бути влаштовані місцеві відсмоктування від камер закритого типу і установок для створення в них розрідження, що запобігає вибиванню пилу в приміщення. Ремонт та технічне обслуговування мийного обладнання дозволяється виконувати тільки після відключення його електроустаткування від мережі.

Основні вимоги до техніки безпеки. У гальванічних відділеннях застосовуються та виділяються шкідливі для здоров'я речовини.

При шліфуванні та поліруванні деталей виділяються повстаний, наждачний, металевий і матеріальний пил, що забруднюють повітря у виробничому приміщенні. потрапляючи в легені, вона викликає задишку та кашель.

При нанесенні покриттів виділяються у вигляді парів, газів, туману та бризок органічні розчинники, лужні та кислі електроліти; хромовий ангідрид; крім того, застосовуються сполуки міді, нікелю, свинцю та ін. При знежиренні деталей віденським ванном у робітників на руках може з'явитися екзема. Лужні та кислі електроліти, потрапляючи на шкіру, можуть спричинити опіки; особливо, небезпечно попадання їх у вічі.

Дуже шкідливий електроліт, який застосовується при хромуванні. З ванни хромування виділяються газоподібний водень і кисень, які, захоплюючи дрібні частинки електроліту, утворюють туман хромової кислоти, остання викликає подразнення слизових оболонок дихальних шляхів. Тривала (1...2 місяці) та сильна

дія хромової кислоти призводить до катарів, порушень травлення, запалення нирок.

Хромовий електроліт, потрапляючи на шкіру людини, викликає подразнення, запальні процеси та виразки. При чищенні свинцевих анодів можливе отруєння свинцем. Солі нікелю викликають важковиліковні екземи та інші шкірні захворювання. Хлористи сполуки, що застосовуються при залишанні та травленні, сильно дратують верхні дихальні шляхи та слизову оболонку очей, а при тривалому та сильнішому впливі – викликають хрипоту, відчуття задухи, прискорене серцебиття. Підвищена вологість та температура повітря у приміщенні також створюють несприятливі умови для працюючих.

Пари органічних розчинників у суміші з повітрям пожежонебезпечні. Деякі хімікати при з'єднанні один з одним займаються, наприклад, хромовий ангідрид при зіткненні зі спиртом. Тому гальванічні відділення належать до категорії виробничих ділянок із шкідливими умовами праці.

Гальванічні процеси протікають, як відомо, із виділенням кисню та водню. Газу, що виділяється, захоплюють із собою дрібні частинки електродиту і таким чином насичують повітря в приміщенні шкідливими парами. Враховуючи це, при обладнанні гальванічних ділянок особливу увагу приділяють вентиляції приміщень.

Рекомендується на гальванічних ділянках мати загальну припливно-витяжну вентиляцію з 8-10-кратним обміном повітря на годину. Крім загальної вентиляції, кожна ванна зі шкідливими виділеннями повинна мати двостороннє бортове відсмоктування повітря. Потужність бортових відсмоктувачів визначають виходячи з об'єму повітря, що забирається з 1 м² поверхні ванни на годину. Для ванн зберігання цей показник повинен бути 6000 м³/год, для залишення — 4800, для нікелювання — 2500, для міднення — 2000, для електролітичного знежирення — 3000 м³/год.

При роботі на гальванічних ділянках необхідно застосовувати гумове взуття, рукавички та фартухи. У приміщенні повинні встановлюватись фонтанчики з водою для обмивки шкірних покривів, на які може випадково потрапити електроліт. Підлоги та стіни гальванічної ділянки повинні бути покриті керамічною плиткою та щодня промиватися. З метою охорони навколишнього середовища стічні води після промивання деталей необхідно, перш ніж спускати в каналізацію, пропускати через очисні споруди.

Організація робочого місця та техніка безпеки при напиленні деталей. Робоче

місце для нанесення покриттів повинно мати таке основне обладнання: стелаж для зберігання деталей-верстаток для підготовки деталей до нанесення покриттів; стенд (камера) для напилення; пульт керування; джерело живлення-рампу з редукторами для подачі газів та повітря; шафа для зберігання оснастки. До роботи на установках для плазмового, електродугового та височастотного напилення допускаються особи не молодші 18 років навчені прийомам роботи на обладнанні 2-3-ї груп електробезпеки.

Найбільш складними з погляду техніки безпеки є умови роботи на установках для плазмового напилення. При цьому найбільш шкідливими для здоров'я працюючих є шум, забруднення повітря, ультрафіолетові та інфрачервоні випромінювання. Шум плазмового струменя в безпосередній близькості від плазми мотора може досягати 115-120 дБ. Для захисту оператора від шуму рекомендується покриття наносити в спеціальних камерах. При плазмовому напиленні повітря приміщення може забруднюватись металевим пилом, аерозолями оброблюваних матеріалів та оксидами азоту. Для захисту оператора в цьому випадку також є спеціальні камери з місцевим відсмоктуванням повітря.

Плазмовий струмінь є інтенсивним джерелом інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання, тому оператор повинен працювати у захисній масці зі світлофільтром. Металізаційні камери також обладнуються відповідними світлофільтрами. Захист рук від випромінювань проводиться за рахунок застосування при роботі рукавиць із азбестової тканини. Вимоги до техніки безпеки при газополум'яному та електро-тродуговому напиленні пред'являються ті ж, що і при виконанні робіт з газового та електродугового зварювання.

Організація робочого місця та техніка безпеки під час виконання малярних робіт
Організація фарбувальних робіт на авторемонтних підприємствах залежить від виробничої програми та характеру виконуваних робіт. Зазвичай на авторемонтних підприємствах відділення забарвлення організуються на ділянках ремонту двигунів, електрообладнання, рам, кабін, агрегатів, складання автомобілів. Забарвлення окремих деталей проводиться, як правило, у спеціальних відділеннях. Всі фарбувальні відділення обладнуються фарбувальними і сушильними камерами, необхідними підйомно-транспортними та спеціальними пристроями, припливно-витяжною

вентиляцією, пристроями для нанесення та сушіння лакофарбових матеріалів.

При проектуванні відділень фарбування слід суворо дотримуватись встановлених будівельних норм. При нанесенні фарби на поверхню деталей виникає так званий туман і шкідливі для здоров'я пари розчинника, які, з'єднуючись з повітрям, утворюють вибухонебезпечну суміш. Тому фарбувальні роботи повинні проводитися в спеціальних камерах. Існуючі камери для фарбування працюють за принципом так званого «надлишкового тиску».

У фарбувальну камеру постійно подається вентилятором свіже повітря, обсяг якого повинен значно перевищувати об'єм - повітря, що відсмоктується. Так як свіже повітря завжди містить деяку кількість пилу, його попередньо необхідно очистити.

Вентиляція приміщень повинна бути розрахована таким чином, щоб шкідливі речовини не перевищували гранично допустимих санітарних норм та вибухобезпечних концентрацій. Нині серйозна увага приділяється питанням ліквідації забруднень довкілля шкідливими випаровуваннями. Щоб їх уникнути, відпрацьоване повітря перед виходом в атмосферу очищається.

РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Основними показниками економічної ефективності оцінки ремонтної майстерні є сума додаткових капіталовкладень, собівартість ремонту, річний економічний ефект, строк окупності додаткових капіталовкладень.

7.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди.

Вартість основних фондів ЦРМ:

$$C_0 = C_6 + C_{об} + C_i, \text{ де}$$

C_6 - вартість будівлі майстерні;

$C_{об}$ - вартість обладнання, грн;

C_i - вартість інструменту, грн.

(штучна вартість якого перевищує 100 грн)

Вартість виробничої будівлі:

$$C_6 = C_6' \cdot S, \text{ де}$$

C_6' - середня вартість будівельно-монтажних робіт, грн/м². Для ремонтних підприємств: $C_6' = 9500$ грн/м²

S - виробнича площа

$$C_6 = 9500 \cdot 104 = 988000 \text{ грн.}$$

Вартість устаткованого обладнання становить 40% від вартості будівлі.

$$C_{об} = 0,4 \cdot 988000 = 395200 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, пристосувань, інструменту становить 25 % від вартості обладнання

$$C_i = 0,25 \cdot 395200 = 98800 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів дорівнює:

$$C_0 = 988000 + 395200 + 98800 = 1482000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів ділянки ремонту ведучих мостів до реконструкції становить 1127000 грн.

Додаткові капіталовкладення :

$$K = C_0 - C_0' = 1482000 - 1127000 = 355000 \text{ грн.}$$

Розрахунок фонду оплати праці	
Показники	Значення
Затрати праці на ремонт однієї роздавальної коробки, люд.-год.	120
Річна програма ремонту роздавальних коробок, шт	54
Годинні ставки, грн/год	29,00
Річні затрати праці, люд.-год	6480
Основна оплата, грн	187920
Додаткова оплата, грн	75168
Всього, грн	263088

7.2. Визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних

частинах

Потребу в основних матеріалах і запасних частинах визначаємо в грошовому виразі. При розрахунку виходимо із нормативного відношення між сумами

прямих витрат, виражених в процентах.

Знаючи, що для КР тракторів на оплату праці приходиться 23% від вартості прямих затрат, знаходимо скільки становить 1%. Тоді по нормативах визначаємо, що затрати на запчастини складають 52 %, а матеріали 15%, інші витрати – 10%.

Результати заносимо в таблицю 7.2.

НУБІП України

Розрахунки прямих затрат, грн.

Таблиця 7.2.

Витрати	роздавальні коробки	
	Капітальний ремонт %	грн
Оплата праці	23	263088
Запасні частини	52	594808
Ремонтні матеріали	15	171579
Інші затрати	10	114386
Всього	100	1143861

7.3. Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати включають відрахування на амортизацію, поточний ремонт

будівлі і технологічного обладнання, оплату ІТР і обслуговуючого персоналу

майстерні, а також вартість електроенергії, пару, стисненого повітря, спецодягу та взуття.

Відрахування на амортизацію та поточний ремонт будівлі і обладнання зведено в

таблицю 7.3.

НУБІП України

НУБІП України

Відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Таблиця 7.3

Назва	Балансова вартість, грн.	Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівля	988000	2,7	26676	3,0	29640
Обладнан ня	395200	8,0	31616	4,0	15808
Разом	1383200	--	58292	--	45448
Всього			103740		

7.4. Розрахунок собівартості ремонту.

В собівартість ремонту входять витрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали.

Розрахунок фонду заробітної плати.

При виконанні поточного ремонту робітникам іде оплата за виконану нормозміну по 4 розряду тарифної сітки.

Затрати на оплату праці при виконанні поточного ремонту:

$$Зпр = Ппр \cdot Оус.р = 6480 \cdot 29,00 = 187920 \text{ грн. ;}$$

Допоміжна оплата складає 40%, від основної.

Усі дані розрахунків заносимо в таблицю 7.1.

Визначаємо фонд оплати праці ІТР та допоміжного персоналу.

Таблиця 7.4

Фонд оплати праці, грн.					
Посада	Кількість чоловік	Місячний оклад, грн.	Основна оплата, грн.	Додаткова оплата, грн.	Всього, грн.
Завідуючий майстернею	1	5500	66000	26400	92400
Техробітник	1	3200	38400	15360	53760
	2				
Всього:			104400	41760	146160

Вартість електроенергії, затрати на додаткові матеріали, спецодяг входить в інші затрати і становить 8 % від основних фондів.

$$Z_{iv} = 0,08 \cdot C_o = 0,08 \cdot 1482000 = 118560 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати :

$$C = 1143851 + 103740 + 118560 + 146160 = 1512321 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту роздавальної коробки трактора:

$$C_p = \frac{C}{Pr};$$

де :

Pr - програма ремонтів роздавальної коробки

$$C_p = \frac{1512321}{54} = 28006 \text{ грн./шт.};$$

7.5. Техніко - економічні показники

Вартість ремонту відновленої роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ для споживачів складає 31178 грн.

Ефективність використання праці у ЦРМ встановлюється розрахунком продуктивності праці, яка визначається за формулою :

$$Пп = \frac{Пр}{Рс};$$

де :

Рс - середньорічна кількість працюючих, чол.

$$Пп = \frac{54}{3} = 18 \text{ шт./люд.}$$

Фондовіддача буде рівна:

$$\Phi = \frac{Пр \cdot 1000}{Сб} = \frac{54 \cdot 1000}{1482000} = 0,036 \text{ шт / тис.грн.}$$

де :

Сб - вартість основних фондів, тис.грн.

Вартість валової продукції становить

$$ВВП = Цвдн * N,$$

де, N - програма ремонту роздавальних коробок, шт.

Отже,

$$ВВП = 31178 * 54 = 1683612 \text{ грн.}$$

Прибуток становить :

$$П = (Цвдн - Св) * N = (31178 - 28006) * 54 = 171288 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва становить :

$$Р = ((Цвдн - Св) / Св) * 100;$$

$$Р = ((31178 - 28006) / 28006) * 100 = 11,3 \%$$

Термін окупності капіталовкладень в діляницю ремонту роздавальних коробок трактора ХТЗ-17221 визначимо за формулою :

$$Ток = К / П;$$

де К – капіталовкладення, грн.

$$\text{Ток} = 355000 / 171288 = 2,1 \text{ року}$$

Економічні показники зводимо до таблиці 7.5

Таблиця 7.5.

ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	Значення
Річна виробнича програма ремонту роздавальних коробок трактора, шт	540
Додаткові капіталовкладення, грн	355000
Випуск продукції на 100 м ² виробничої площі, шт	4,33
Фондовіддача, шт/тис. грн	0,036
Продуктивність праці, шт/чол	18
Себівартість ремонту однієї роздавальної коробки, грн	28006
Відпускна вартість ремонту однієї роздавальної коробки, грн	31178
Прибуток, грн	171288
Рентабельність, %	11,3
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	2,1

ВИСНОВКИ

На основі даних комплексного аналізу технології ремонту роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ вирішено цілий ряд задач відновлення її роботоздатності.

В магістерській роботі були конкретизовані і вирішені наступні задачі:

1. Дано аналіз існуючих технологій ремонту роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ;
2. Проаналізовано види пошкоджень деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ, що виникають в процесі експлуатації;
3. Розроблено технологічний процес розбирання та складання роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ;
4. Складено схеми та карти дефектації деталей;
5. Розраховано граничні та допустимі при ремонті спрацювання та розміри деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ;
6. Розроблено технологічний процес відновлення корпусу та інших деталей роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ;
7. Розроблено міроприємства, які б задовольняли вимогам охорони праці при ремонтних роботах;
8. Визначено економічну ефективність відновлення працездатності роздавальної коробки колісних тракторів ХТЗ. Додаткові капіталовкладення - 355000 грн. Собівартість ремонту однієї роздавальної коробки - 28006 грн. Прибуток - 171288 грн. Строк окупності додаткових капіталовкладень – 2,1 роки;

ЛІТЕРАТУРА

1. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин / За редакцією О.В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. – 448 с. : 52 іл.
2. Братішко В. В. Узгодження конструкційних параметрів матриць гвинтових грануляторів кормів за тиском та пропускною здатністю. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2014. Вип. 27. С. 187-191.
3. Бойко А.І. Оцінка надійності складних систем методом дерева відмов // А.І. Бойко, А.В. Новицький, З.В. Ружилю, С.С. Карабиньош, В.А. Сиволапов, А.А. Засулько / К., Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 8 с.
4. Войналович О. В., Марчишина С. І. Білько Т. О. Охорона праці у сільському господарстві: підручник. К. Центр учбової літератури. 2017. 691с
5. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. та ін. Охорона праці. К.: Урожай, 1994.- 272 с.
6. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко Ц. та ін. Довідник сільського інженера.–2-е вид.; перероб. і доп. - К.: Урожай, 1991. – 400 с.
7. Денисенко М. І. Формування точкових зносостійких покриттів на деталях робочих органів ґрунтообробної техніки та кормоприготувального обладнання. Матеріали науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики. Тернопіль 29-30 вересня 2022. С. 118-120.
8. Дзюба Л. Основи надійності машин / Л. Дзюба, Ю. Зима, Ю. Лютий // Львів, «Логос», 2003. – 201 с.
9. Капарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Капарчук, С.К.Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
10. Лозинський О.Ю., Марущак Я.Ю., Костробій П.П. Розрахунок надійності електроприводів. Підручник. Львів, видавництво ДУ «Львівська політехніка», 1996. – 234 с.

11. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільськогосподарських підприємствах. – К.: Урожай, 1990, – 218 с.

12. Мальцев П.М., Емельянов Н.А. Основы научных исследований. Из-во «Вища школа», Киев, 1982, С.191.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення зношених деталей хонінгуванням”. С.С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

14. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення циліндрів (гільз) автотракторних двигунів розточуванням під ремонтний розмір”. С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016 .

15. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Відновлення зношених деталей хромуванням". П.С. Попик, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло, В.А. Сиволапов, А.А. Троц. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2019.

16. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення колінчастих валів шліфуванням корінних і шатунних шийок під ремонтний розмір”. , А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло, В.А. Сиволапов, О.О. Банний. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

17. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичної роботи "Розробка ремонтних креслень”. Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

18. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Відновлення зношених деталей залізненням». Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

19. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Наддавлення під шаром флюсу». Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

20. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Розробка маршрутної та операційних карт при ремонті машин”. К.: Видавничий центр НУБіП. –2009. -20с.

21. Молодик М.В. та ін. Відновлення деталей машин. – К.: Урожай, 1995. –542 с.

22. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95.- К.: Держстандарт України, 1995.–51 с.

23. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення: ДСТУ 2470-94. - К.: Держстандарт України, 1995. – 28 с.

24. Надикто В. Т., Кюрчев В. М. Математичне моделювання функціонування машинно-тракторних агрегатів. Збірник наукових праць ТДАТУ, 2010. Вип. 10, т. 7. С. 3–9.

25. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружи́ло З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБІПУ, 2017. 221 с.

26. Опальчук А.С., Афтанділянц Є.Г., Роговський Д.Л., Семеновський О.Є. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Підручник – Ніжин:Видавець Видавець ПП Лисенко М.М., 2013.-752 с.

27. Погорілець О.М. Вернозбиральні комбайни / О.М. Погорілець, Г.І. Живолуп. – Київ : Урожай, 1994. – 232 с.

28. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні. К.: НАУ, 2006. – 227 с.

29. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., Мартишко В.М., Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агроосвіта», 2017. – 180 с.

30. Сільськогосподарські машини Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилук 2004. 448с.

31. Стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Рубльов В. І., Войтюк В. Д., Бондар С. М. - Ніжин : Аспект-Поліграф, 2013. - 246 с.

32. Саблук Н.Т., Більський В.І., Підлісецький Г.М. Реструктуризація матеріально-технічної база агропромислового комплексу. - К. Інститут аграрної економіки УААН, 1997.- 296 с.

33. Технічне обслуговування і ремонт машин в сільському господарстві: Підручник для поч. проф. освіти / [В. В. Курчаткін, А. Н. Батищев та ін.]; Під ред. В. В. Курчаткіна. - 2-е вид., стерши. - М.: Видавничий центр "Академія", 2008. - 464 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ
НУБІП України