

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет конструювання та дизайну**

**УДК 621.373.02 – 043.96**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан**

Факультету конструювання та дизайну

(назва факультету (ННІ))

Ружи́ло З.В.

(підпис)

(ПБ)

— ” — 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

Надійності техніки

(назва кафедри)

Новицький А.В.

(підпис)

(ПБ)

— ” — 2025\_р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему „*Дослідження технічного стану корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та розробка конструктивно-технологічних параметрів відновлення*”

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

д.т.н., професор

Булгаков В.М.

**Керівники магістерської роботи**

к.т.н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

Ревенко Ю.І.

ст.викл.

(підпис)

Сиволапов В.А.

(ПБ)

**Виконав**

Коновал В.В.

(підпис)

(ПБ студента)

**КИЇВ – 2025**

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)  
— ” ————— 2023\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Коновалу В'ячеславу Вадимовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського  
виробництва»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Тема магістерської роботи **Дослідження технічного стану корпусних  
деталей гусеничних тракторів ХТЗ та розробка конструктивно-  
технологічних параметрів відновлення**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 29”12.2023 р. №  
2399«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1.05.2025 р.

Вихідні дані до магістерської роботи 1. Аналітичний огляд конструкції та  
технічна характеристика гусеничних тракторів ХТЗ. 2. Технічна  
характеристика корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ. 3. Аналіз  
дефектів деталей корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ. 4. Аналіз  
технологій відновлення деталей. 5. Каталоги ремонтно-технологічного  
обладнання. 6. Технічні умови на ремонт корпусних деталей гусеничних

тракторів ХТЗ;

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Реферат. Вступ. Розділ 1. Стан питання та формування задач на дослідження.

Розділ 2. Дослідження технічного стану корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

Розділ 3. Розробка технологічного процесу відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

Розділ 4. Заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Розділ 5. Економічна ефективність розробки . Висновки. Літературні джерела.

Додатки. \_\_\_\_\_

Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Аналіз конструкції деталей корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ; 2. Можливі несправності корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ, способи виявлення та усунення.

3. Діагностування стану корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ;. 4.

Технічні умови на ремонт корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ; 5.

Ремонтне креслення . 6. Маршрутна карта. 8. Операційна карта 9. Охорона

праці. 10. Техніко-економічна ефективність. Висновки. Додатки. \_\_\_\_\_

Дата видачі завдання –30” грудня 2025 р.

Керівники магістерської роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

Ревенко Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Сиволапов В.А

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

( підпис )

Коновал В.В..

(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

Роботу викладено на 101 стор., 24 рис., 15 табл., 2 додатки, використано 16 джерел літератури.

– Об'єкт дослідження – вивчення технічного стану корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та удосконалення технології їх відновлення.

– Мета роботи: вивчити технічний стан та удосконалити технологію відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

Метод дослідження – аналітичний та математико-статистичний аналіз технічного стану робочих поверхонь корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

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

1. Виявити основні пошкодження корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та встановити їх параметри.

2. Провести статистичний аналіз характеристик імовірної появи виявлених пошкоджень корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

3. Визначити послідовність технологічного процесу відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

4. Проаналізувати стан сучасних технологій відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та встановити можливість їх реалізації в ремонтній майстерні господарства

5. Зробити аналіз виробничих небезпек та розробити заходи по забезпечення безпечних умов роботи на дільниці з відновлення корпусних деталей

6. Розрахувати техніко-економічні показники технології відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

В науково-дослідній роботі приведено аналіз та методики визначення значень параметрів технічного стану корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

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

Науково обґрунтовано необхідність технології відновлення. Проаналізовано та розроблено заходи з безпечної роботи дільниці та розраховано основні техніко-економічні показники.

КОРПУСНІ ДЕТАЛІ, ДЕФЕКТИ, ДОПУСТИМІ ТА ГРАНИЧНІ РОЗМІРИ, ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ, ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ, ДЕФЕКТАЦІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ.

**УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

МТП - машинно-тракторний парк;

РК – роздавальна коробка;

МО – механічна обробка

ОП – охорона праці;

МК – маршрутна карта;

ОК – операційна карта;

ТЕП – техніко-економічні показники.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	8
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ НА ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	13
1.1. Основні дефекти корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ і послідовність їх усунення	13
1.3. Задачі магістерської роботи	24
<b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ</b>	25
2.1. Особливості зварювання чавунних деталей	27
2.2. Особливості зварювання деталей з алюмінієвих сплавів	29
2.3. Відновлення різи.	39
2.4. Технологія відновлення спрацьованих посадкових отворів установленим скрутним втулок	40
2.5. Відновлення деталей електродіодними покриттями	43
<b>РОЗДІЛ 3. ПОШКОДЖЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ, ПРИЛАДИ ТА ОСНАЩЕННЯ</b>	50
3.1. Пошкодження блока циліндрів гусеничних тракторів ХТЗ	50
3.2. Дефектація та відновлення пошкоджень рами гусеничних тракторів ХТЗ	57
3.3. Аналіз технічного стану корпусних деталей ведучих мостів, основні дефекти способи їх виявлення	65
3.4. Дослідження технічного стану корпусу коробок передач, основні дефекти, способи їх виявлення, прилади та оснащення	67
3.5. Дослідження пошкоджень корпусу головної передачі та розробка технологічного процесу його відновлення	70
<b>РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ</b>	73
<b>РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ</b>	77

## **НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

9

### **РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

90

6.1 Визначення капіталовкладень в основні фонди

90

6.2 Визначення потреби у ремонтних матеріалах і запасних частинах...

91

6.3. Розрахунок цехових затрат

92

6.4.Складання калькуляції собі вартості ремонту

93

6.5. Техніко-економічні показники

94

### **ВИСНОВКИ**

96

### **ЛІТЕРАТУРА**

97

## *Вступ*

В даний час швидко розвивається ремонтне виробництво. Ремонт сільськогосподарської техніки нерозривно пов'язаний з розвитком технології машинобудування. Величезний внесок у створення вчення про ремонт машин внесли вчені В.С.Крамаров, В. В. Єфремов, В. І. Казарцев, В. А. Шадрічев, І. С. Левитський, А. І. Селіванов та іншими, зношування проведені видними вченими М. М. Хрущовим, І. В. Крагельським, Б. І. Костецьким та іншими. Великий внесок у формування сучасних наукових уявлень про теорію гідродинамічного тертя та мащення внесли вчені С. А. Чаплигін, Н. П. Петров, М. Є. Жуковський. Винаходи та відкриття, на яких базується технологія ремонту машин, також належать вітчизняним вченим та інженерам - Н. Г. Слов'янову, М. М. Бенардосу, Б. С. Якобі, Є. О. Патону, Б. Р. Лазоренко та ін.

Предмет ремонту машин — це вчення про проектування технологічних процесів ремонту машин та ремонтно-механічних підприємств із заданими якісними та техніко-економічними характеристиками. При ремонті машин необхідно забезпечити високу якість продукції (надійність, довговічність, працездатність) за мінімальної собівартості.

Ремонт машин базується на передових досягненнях української та зарубіжної науки та виробничої практики. Вивчення питань організації та технології ремонту машин тісно пов'язане з іншими галузями науки.

Перспективи розвитку ремонту машин. У зв'язку з підвищенням якості ремонту, ресурсу відремонтованої техніки та ефективності ремонтного виробництва визначилися головні напрямки розвитку ремонту машин.

1. Поліпшення експлуатаційних властивостей відремонтованої техніки (надійності, довговічності, безвідмовності в роботі тощо). Це досягається застосуванням технологічних методів відновлення зношених деталей (наплавлення порошковим дротом, наплавлення з комбінованим захистом розплавленого металу або з подальшою електро- і термомеханічною обробкою, електролітичне нарощування металами і сплавами на нестационарних режимах, електрофізичні методи нарощування та зміцнення).

зносостійкість та інші характеристики. Важливу роль при цьому відіграють підготовчі процеси ремонтного виробництва (очищення, миття та знежирення деталей та вузлів). Якісне виконання цих операцій сприяє підвищенню експлуатаційних властивостей відновлених деталей, наприклад, покращує зчеплення металізаційних, гальванічних покриттів і наплавленого металу. діталлю. Підвищенню надійності і довговічності машин сприяють точність складання пар, вузлів і агрегатів, а також якість обкатки і випробування окремих агрегатів і машини в цілому.

2. Впровадження у виробництво прогресивних методів відновлення зношених деталей; це дозволяє підвищити продуктивність технологічних процесів відновлення, якість відновлених деталей, ефективність виробництва та ін.

3. Автоматизація та комплексна механізація сучасних технологічних процесів ремонту машин: застосування автоматичних та поточкових механізованих ліній та ділянок відновлення деталей та складання агрегатів (вузлів, машин); автоматичне управління операціями та технологічними процесами (наприклад, регулювання режимів гальванопокриттів, наплавлення тощо); механізація трудомістких ручних процесів, особливо при миття, очищення, розбирання та збирання агрегатів і машин.

4. Організація централізованого відновлення деталей (спеціалізація), що дозволяє застосовувати найраціональніші методи ремонту.

5. Удосконалення технологічної підготовки виробництва (застосування розробки технологічних процесів ремонту машин; використання типових технологічних процесів тощо). Застосування прогресивної технології та організації ремонту машин дозволяє значно знизити витрати на одиницю продукції, підвищити якість відремонтованої техніки.

Розвиток ремонтного виробництва створило поняття ремонту машин як науки. В даний час - науково-теоретичні та практичні основи ремонту базуються на наступних поняттях, що характеризують початковий стан машин та його зміна в процесі експлуатації: працездатність, довговічність,

безвідмовність, термін служби, ресурс, напрацювання, готовність, надійність, ремонтпридатність та ін. Ці поняття визначені ДСТУ 2860-94 «Надійність у техніці. Терміни та визначення».

Машина досягає граничного стану при виникненні відмови або заздалегідь встановленого гранично допустимого значення терміну служби або сумарного напрацювання; відмова - подія, що полягає у порушенні працездатності об'єкта; безвідмовність - властивість машини безперервно зберігати працездатність протягом певного часу або певного напрацювання; напрацювання - тривалість або обсяг роботи машини в встановлених для неї одиницях (годинниках, т. п.); ресурс - напрацювання машини від початку експлуатації або її відновлення після ремонту до граничного стану; термін служби - календарна тривалість експлуатації машини до настання граничного стану або до моменту списання (зазвичай визначається в годинах).

Придатність машини та її структурних елементів. З погляду розгляду службових властивостей машини її можна розчленувати на дві групи структурних елементів: конструктивні та неконструктивні. Конструктивні елементи - всі окремо взяті деталі, що входять в машину, незалежно від їх конструктивно-технологічних характеристик, призначення тощо; неконструктивні — це ті, які забезпечують активний зв'язок та нормальне функціонування конструктивних елементів, наприклад процеси складання, регулювання тощо. Стан сукупності структурних елементів машини у сфері споживання характеризує виробничу придатність. Під придатністю мають на увазі відносну здатність машини або її потенційну можливість виконувати службові функції у заданих межах протягом встановленого терміну служби.

Ремонтпридатність машин. Під ремонтпридатністю мають на увазі властивість машини або її окремого елемента, що полягає в пристосованості до попередження, виявлення та усунення відмов та несправностей шляхом проведення ремонтно-експлуатаційних робіт. Ремонтпридатність машини нарівні з технологічністю конструкції — один із показників її конструктивно-технологічної досконалості та якості.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ НА ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1. Основні дефекти корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ і послідовність їх виявлення

У процесі експлуатації машин корпусні деталі спрацьовуються і пошкоджуються. Дефектами корпусів можуть бути тріщини, обломи, пробоїни, пошкодження нарізі, спрацювання отворів під: підшипники, стакани підшипників, осі шестерень, валики перемикачів передач тощо. Вагомість дефектів у деталях оцінюється коефіцієнтами повторності, які показують, якій частині корпусів, що підлягають ремонту, властиві ті чи інші дефекти.

До корпусних деталей відносяться також блоки і головки циліндрів, картери агрегатів трансмісії, кришки розподільних шестерень і інші деталі. Всі ці деталі виготовляють в основному з чавуну або алюмінієвого сплаву. Корпусні деталі виготовляють переважно з сірого чавуну. Загальною технологічною ознакою для більшості корпусних деталей є наявність розвиненої плоскої поверхні і двох настановних отворів для кріплення деталі, технологічних площин і отворів.

Корпусні деталі є базою для встановлення інших деталей і механізмів. До цієї групи належать картери задніх мостів, коробок передач, редукторів та ін. За конструктивно-технологічними ознаками корпусні деталі поділяють на дві групи: призматичні та фланцеві. Більшість їх характеризуються великими зовнішніми площинами, наявністю точно оброблених отворів, координованих між собою і щодо баз.

У сільськогосподарському машинобудуванні корпусні деталі найчастіше виконують литими із сірого чавуну, алюмінію та рідше зі сталі. Застосовується також модифікований і ковкий чавун (картери задніх мостів тощо).

При виготовленні корпусних деталей обов'язково повинні бути дотримані технічні вимоги щодо встановленої паралельності та перпендикулярності осей основних отворів; співвідносності основних отворів; заданих міжосьових



1.1 б) використовують торець фланця I, один отвір III великого діаметра (або виточення IV в торці) і малий отвір II у фланці.

Якщо деталь має кілька основних отворів, то на першій операції заготівлю встановлюють по двох необроблених отворах I і II (рис. 1.1, в) з паралельними осями (чорнові бази), використовуючи консольні оправлення, перпендикулярної площині III торця. При цьому базуванні обробляють платики IV, V, які потім служать допоміжною настановною базою для обробки основних отворів. Таке базування забезпечує високу точність розточування основних отворів.

Надійні умови базування забезпечуються за схемою установки, наведеною на рис. 1.1, г. При цьому заготовку базують по поверхні напівкруглих виїмок II, нижній площині поверхні III і торцю I. Жорсткий упор V служить для установки заготовки в поздовжньому напрямку, а опори, що підводяться IV фіксують деталь від зсуву в поперечному напрямку.

При виготовленні деталей з одним основним отвором їх можна встановлювати на оправку I, що самоцентрується, (рис. 1.1, д), яка вводиться в основний отвір. Кінцями оправлення спирається призми II, як від повороту деталь фіксується притисканням до бокового упору III.

Технологія виготовлення корпусних деталей Технологічний процес виготовлення корпусних деталей нероз'ємного типу складається з наступних етапів: обробка базових поверхонь (зовнішньої площини та настановних отворів); обробка основних отворів; обробка кріпильних та інших отворів малого діаметра (не основних).

При виготовленні різних корпусних деталей технологічний процес складається з наступних етапів: - обробка площин роз'єму в кожній окремій частині корпусу; обробка отворів кріплення, призначених для з'єднання окремих частин корпусу; проміжне складання корпусу, встановлення контрольних штифтів і вивіряння; обробка основних отворів корпусу у зборі; обробка кріпильних та інших неосновних отворів, раніше необроблених. Кожен етап обробки може містити кілька операцій, у тому числі чистові та

чернові.

У одиничному та дрібносерійному виробництві корпусні деталі виготовляють на універсальному обладнанні без використання спеціальних пристроїв. Перед обробкою заготовлю розмічають, визначаючи положення основних отворів, площин та інших координованих елементів. За розмічальними ризками потім вивіряють правильність установки на верстаті. У серійному та масовому виробництві корпусу обробляють з використанням спеціалізованого та спеціального обладнання та пристроїв.

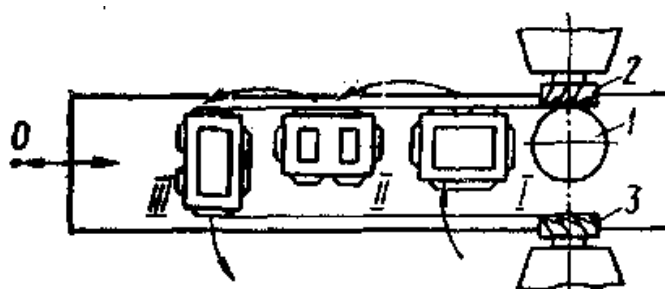


Рис. 1.2. Послідовність фрезерування площин корпусної заготовки за методом «перекладання»: 1 — фреза з вертикально розташованою віссю обертання для обробки верхньої та нижньої горизонтальних поверхонь; 2,3 - фрези з горизонтально розташованими осями обертання (для обробки бічних та торцевих поверхонь)

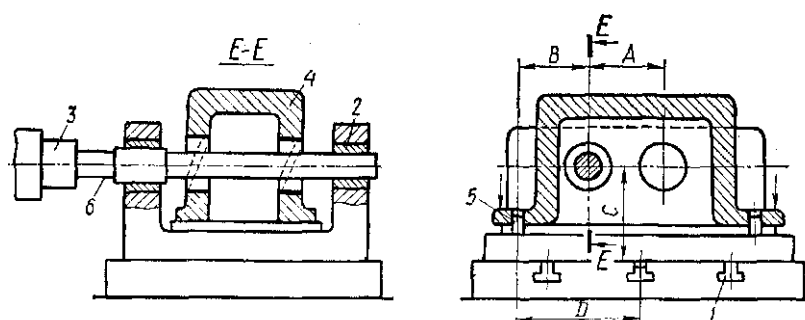


Рис. 1.3. Розточування отворів за допомогою напрямних втулок: 1 - настановні шпонки; 2 - напрямні (кондукторні) втулки; 3 - шпиндель; 4 - деталь; 5 - настановні пальці; 6 - борштанга (оправлення).

Обробка плоских поверхонь у великосерійному та масовому виробництві здійснюється на карусельно- та барабанно-фрезерних, а також на протяжних верстатах. Крім того, використовують автоматичні лінії, що складаються з агрегатних фрезерних верстатів. У серійному виробництві плоскі поверхні обробляють на поздовжньо-фрезерних та поздовжньо-стругальних верстатах. Якщо потрібна чистова обробна обробка, то остання виконується на кругло- і плоско-шліфувальних верстатах. У дрібносерійному та одиничному виробництві оздоблення досягається тонким фрезеруванням, струганням та шабренням. При проектуванні операцій та переходів необхідно максимально використовувати всі технологічні можливості верстата. Наприклад, на барабанках фрезерних верстатах доцільно за допомогою двох фрез одночасно обробляти дві паралельні площини. Ефективно для обробки застосовувати протягування, яке у 4...5 разів продуктивніше, ніж фрезерування. Плоскопротяжні верстати можна вмонтовувати в автоматичні лінії. У серійному виробництві часто використовують обробку площин методом «перекладання» заготовок. На рис. 1.2 показано фрезерування заготівлі з шести сторін за цим методом. Верхню і нижню площини фрезерують фрезою 1 на I і позиціях II, послідовно перекладаючи деталь, бічні поздовжні площини обробляють фрезами 2 і 3 на позиціях I і II, а бічні торцеві - на позиції III. Отже, після кожного робочого ходу столу з позиції III знімається готова деталь, але в позицію I ставиться нова заготівля. Стругання площин може виконуватися на верстатах 7212 та 7112; воно відрізняється низькою продуктивністю, але забезпечує більш високу точність, ніж фрезерування. Площини можна обробляти обдирним шліфуванням зі зняттям припуску 4...5 мм.

Обробка основних отворів корпусів проектується залежно від конструктивно-технологічних особливостей деталі та типу виробництва.

Точність міжосьових відстаней, паралельність і перпендикулярність осей, а також співвісність отворів забезпечують, надаючи інструменту певний

напрямок або іншими прийомами. Обробку отворів з напрямком інструменту виконують на універсально-розточувальних і агрегатних багатошпindelних верстатах. Точність взаємного розташування отворів досягається за допомогою напрямних втулок кондуктора (рис. 1.3). При цьому борштанга повинна мати достатню жорсткість; координати отворів точно задаються відстанями А, В, С та D. Кондуктор фіксується настановними шпонками 1 і 5 пальцями.

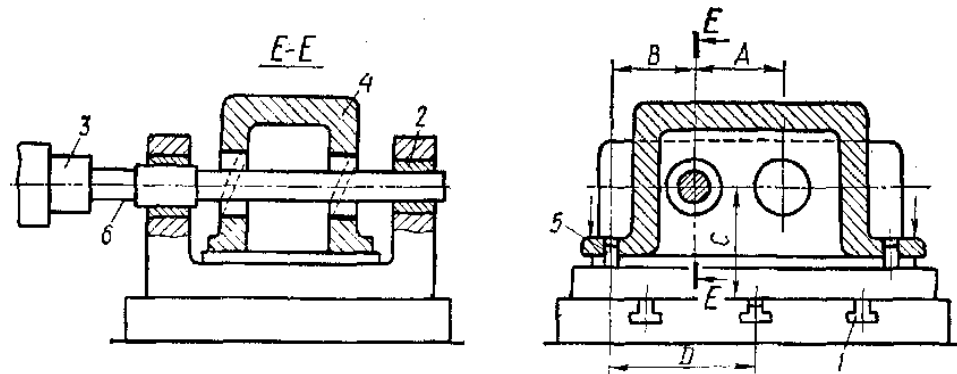


Рис. 1.3. Розточування отворів за допомогою напрямних втулок: 1 - настановні шпонки; 2 - напрямні (кондукторні) втулки; 3 - шпindel; 4 - деталь; 5 - настановні пальці; 6 - борштанга (оправлення)/

У разі обробки отворів без кондуктора заготовку встановлюють на стіл верстата обробленою поверхнею (площиною) і вивіряють її положення щодо шпиделя по розмітці. Продуктивність розточування отворів можна суттєво підвищити, застосовуючи багатошпindelні головки. За допомогою такої головки кондуктором одночасно розточують кілька отворів з паралельними осями. Корпуси фланцевого типу обробляють на токарно-карусельних та радіально-свердлильних верстатах.

Для розточування отворів з осями, що перетинаються, необхідно вертикальне переміщення шпиделя на задану міжосьову відстань і поворот столу на  $90^\circ$ . Міжосьова відстань (рис. 1.4) визначають вимірюванням розміру М при відомих  $h$  і  $d$ . Перпендикулярність осей перевіряють по приляганню вимірювальних штифтів пристосування 1 до утворюючої шибки 2 в точках Р і

L. Розмір А перевіряють виміром розміру В при відомому К (на пристосуванні).

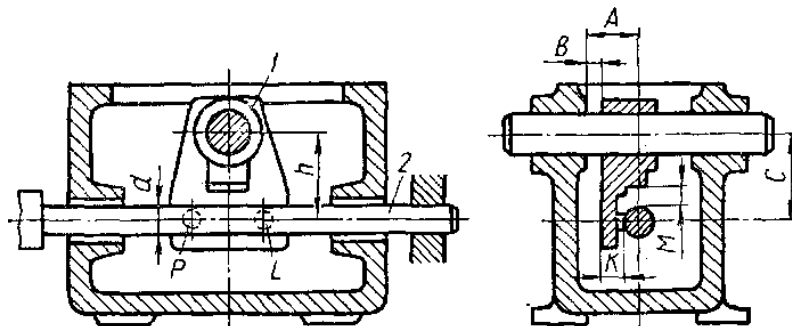


Рис. 1.4. Вивірка положення заготівлі корпусної деталі на верстаті: 1 — пристосування для перевірки положення заготівлі та розточувальної скалки; 2 - розточувальна скалка.

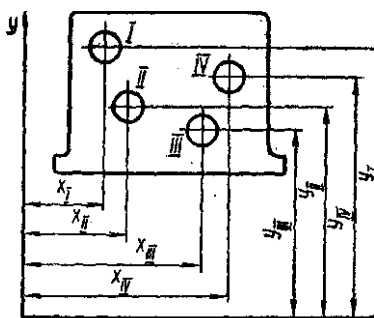


Рис..1.5. Визначення координат отворів корпусної деталі при обробці на верстатах.

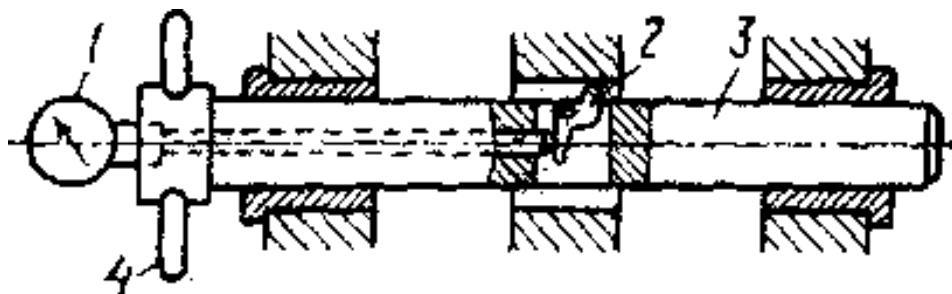


Рис. 1.6. Контроль співвісності отворів

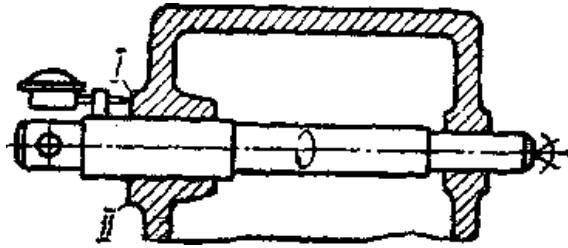


Рис. 1.7. Контроль перпендикулярності осі отвору та поверхні торця

Високоєфективно обробляють координовані отвори на верстатах числовим програмним керуванням. Для цього розраховують координати  $x$  та  $y$  (позиції) всіх отворів, пов'язуючи їх з базою верстата. Отвори обробляють за програмою (рис. 1.5), складеною на основі послідовного кодування всіх позицій (I, II, III, IV) деталі (інструменту). Завдання досягнення точності при обробці на верстатах полягає в поєднанні осей відносної системи координат (заготівлі) з осями абсолютної системи координат (верстата). Для цього заготівля повинна зайняти при встановленні на столі верстата певне положення щодо точки, прийнятої за початок координат. Вихідну точку обробки можна поєднати з початком координат при використанні в якості бази пазів або центрального отвору стола верстата. Для точного координування заготівлі в даний час застосовуються спеціальні коригувальні пристрої.

Кріпильні отвори обробляють свердлінням, зенкеруванням, цекуванням, розгортанням тощо. Для підвищення продуктивності обробки використовують багатошпиндельні верстати та головки. Свердління отворів без спрямування інструменту виконують за розміткою. На свердлильних і радіально-свердлильних верстатах для обробки отворів кріплення використовують комбінований інструмент (свердло-зенкер, свердло-розгортка і т. п.).

У одиничному виробництві отвори обробляють за розміткою, у серійному та масовому – за допомогою кондукторних пристроїв. Контроль корпусних деталей здійснюють з метою виявлення їх технічного стану та точності геометричних розмірів та форм. Співвісність отворів (рис. 1.6) перевіряють за

допомогою контрольних оправок. Неспіввісність середнього отвору визначають за індикатором І, який пов'язаний штоком і системою важелів зі щупом 2, повертаючи контрольну оправку 3 за допомогою рукоятки 4. Паралельність осей основних отворів між собою, і навіть паралельність їх конструкторським базам визначають контрольними оправками.

Перпендикулярність осей отворів і торця перевіряють за допомогою оправки з індикатором (рис. 1.7), повертаючи її з положення / положення II. Діаметри отворів зазвичай контролюють граничними калібрами. Точність геометричної форми отворів контролюється індикатором у двох взаємно перпендикулярних напрямках. При необхідності корпусні деталі випробовують на герметичність.

Шляхи підвищення продуктивності і точності виготовлення корпусних деталей. У великосерійному та масовому виробництві підвищення продуктивності досягають широким застосуванням автоматичних ліній, автоматизованих ділянок та цехів. Однак виготовлення більшості корпусних деталей сільськогосподарської техніки організовано за принципом серійного виробництва. У цьому випадку найбільш ефективно застосовувати автоматичні лінії та верстати (оброблювальні центри), що переналагоджуються..

Найбільш важливі технологічні та організаційні переваги автоматизованих переналагоджуваних ліній: підвищення точності обробки, так як одержувана точність не залежить від кваліфікації оператора і визначається тільки ступенем точності налагодження, а також розмірним зносом ріжучого інструменту.

Найбільше поширення в умовах серійного виробництва корпусних деталей будівельних і дорожніх машин отримало застосування верстатів, особливо багатоопераційних. операційного транспортування та організаційного обслуговування робочого місця. Змінюючи традиційні компонування верстатів, можна розширити їх технологічні можливості, підвищити точність обробки. розташовуванням шпинделя. Це дозволяє (у

поєднанні з поворотним столом, що індексується) обробляти заготовку з чотирьох сторін і, таким чином, виконувати максимум переходів за одну установку. Виходячи з можливостей комплексної обробки та високого рівня автоматизації, до виробів, що виготовляються на багатоопераційних верстатах, пред'являється ряд технологічних вимог. Заготовка повинна легко встановлюватися і закріплюватися на столі верстата за допомогою простих настановних та затискних пристроїв (упорів, прихватів тощо); мати мінімальне число і ширину торцевих поверхонь, що підрізають розточувальним інструментом; не мати внутрішніх (зворотних) підрізів і розточувальних канавок в отворах (ці канавки необхідно в таких випадках переносити на вали, фланці, склянки тощо); не містити переходів, які викликають необхідність налаштування інструменту в процесі обробки. Таким чином, для реалізації технологічного процесу обробки на багатоопераційному верстаті з ЧПУ необхідно вирішити наступні технологічні завдання: визначити оптимальні умови, за яких забезпечується максимально можлива при заданих технічних вимогах обробка заготовки з однієї установки за одну операцію; визначити можливості та умови обробки отворів без розмітки або застосування кондукторів як на попередньо оброблених, так і на чорновій поверхнях з метою скорочення числа переходів та забезпечення заданої точності; розробити технологічні вимоги до конструкції корпусних деталей з урахуванням обробки на багатоопераційному верстаті. Точність обробки заготовок корпусних деталей визначається впливом тих самих факторів, які були розглянуті.

Однак при виготовленні корпусних деталей особливий вплив на точність надає розточування отворів. При чистовій обробці отворів на точності помітно позначаються геометричні похибки верстата. При чорновій обробці зростає вплив пружних відтискань технологічної системи, вплив геометричних неточностей верстата знижується. При обробці в кондукторному пристрої похибки розмірів, форми і просторового (координованого) положення отворів залежать від точності пристосування та зазору посадки качалки в кондукторній втулці. Слід також відзначити, що поперечна жорсткість

(податливість) технологічної системи залежить при розточуванні від вильоту розточної качалки або шпинделя, тому необхідно прагнути максимально можливого його зменшення.

Висока точність обробки на верстаті забезпечується не тільки тим, що ці верстати самі по собі високого класу точності, але також через малу похибку установки (перенесення з однієї позиції обробки в іншу) та відсутність впливу суб'єктивного фактора (оператора) у процесі обробки.

Сумарна похибка обробки також зменшується за рахунок мінімізації похибки налаштування, оскільки інструмент налаштовують у більшості випадків на високоточних оптичних приладах, суворо забезпечують геометрію заточування. Похибки, що викликаються тепловими факторами, практично постійні і їх можна з достатнім ступенем точності врахувати.

Ефективне управління точністю обробки заготовок корпусних деталей здійснюється за допомогою адаптивних (автоматичних) систем. Перспективним напрямом у підвищенні продуктивності та точності виготовлення корпусних деталей є застосування верстатів процесорів, технологічних маніпуляторів тощо.

## ДЕФЕКТАЦІЯ І СОРТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Сутність процесу дефектації та сортування деталей.

Деталі тракторів після миття та очищення від забруднень піддаються дефектації та сортуванню. Основними завданнями дефектації та сортування деталей є: контроль деталей з метою визначення їхнього технічного стану; сортування деталей на три групи: придатні для подальшого використання, ті, що підлягають відновленню та непридатні; накопичення інформації про результати дефектації та сортування з метою використання її при вдосконаленні технологічних процесів та для визначення коефіцієнтів придатності, змінності та відновлення деталей; сортування деталей за маршрутами відновлення.

Роботи з дефектації та сортування деталей мають великий вплив на ефективність ремонтного виробництва, а також на якість і надійність

відремонтованих тракторів. Тому дефектацію та сортування деталей слід проводити у суворій відповідності до технічних вимог на дефектацію деталей.

Відступ від технічних вимог може призвести до зниження якості та підвищення вартості ремонту тракторів. Збільшення кількості повторно використовуваних деталей дозволяє знизити собівартість ремонту, проте застосування на складанні деталей з відхиленнями від технічних вимог погіршує показники якості відремонтованих тракторів.

Дефектацію деталей проводять шляхом їхнього зовнішнього огляду, а також за допомогою спеціального інструменту, пристроїв, приладів та обладнання. Результати дефектації та сортування фіксують шляхом маркування деталей фарбою. При цьому зеленою фарбою відзначають придатні для подальшого використання деталі, червоною - непридатні, жовтою - деталі, що вимагають відновлення. Кількісні показники дефектації та сортування деталей фіксують також у дефектувальних відомостях або за допомогою спеціальних підрахункових рахунків. Ці дані після статистичної обробки дозволяють визначати або коригувати коефіцієнти придатності, змінності та відновлення деталей.

Придатні деталі після дефектації прямують на комплектувальну ділянку підприємства і далі на збирання агрегатів та тракторів, а непридатні – на склад брухту. Деталі, що вимагають відновлення, після визначення маршруту ремонту надходять на склад деталей, що чекають на ремонт, і далі на відповідні ділянки відновлення.

### **Характерні дефекти деталей**

У процесі експлуатації тракторів у деталях виникають дефекти. До найпоширеніших дефектів корпусних деталей відносяться такі:

- механічні пошкодження (тріщини, відколи, пробоїни, обломи болтів, шпильок, зрив);
- зміна розмірів та геометричної форми робочих поверхонь;
- порушення необхідної точності взаємного розташування робочих поверхонь деталі;

- корозійні ушкодження;
- прогари і оплавлення у крайок камери згряння, корозійне руйнування отворів сорочки охолодження і головки блоку;
- зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталей.

**Зміна розмірів робочих поверхонь деталей** відбувається внаслідок їхнього зношування. При нерівномірному зношуванні виникають різні похибки в геометричній формі робочих поверхонь деталей у вигляді овальності, конусності, корсетності тощо.

**Порушення точності взаємного розташування робочих поверхонь** одна із дуже поширених дефектів корпусних деталей. Цей дефект зазвичай проявляється у вигляді порушення відстані між осями циліндричних поверхонь, непаралельності або неперпендикулярності осей і площин, несоосності циліндричних поверхонь і т.п.

Причинами появи цих дефектів є: нерівномірне зношування робочих поверхонь; внутрішні напруги, що виникають у деталях при їх виготовленні; залишкові деформації від надмірних експлуатаційних навантажень на деталі та ін.

Найчастіше дефекти, пов'язані з порушенням взаємного становища робочих поверхонь мають місце у корпусних деталях. Так, у блоках циліндрів внаслідок їх деформації в процесі експлуатації з'являються такі дефекти, як неспіввісність отворів в опорах під колінчастий вал, непаралельність осі цих отворів і осі отворів під втулки розподільчого валу, порушення відстані між цими осями, неперпендикулярність осей отворів в осі колінчатого валу під гільзи циліндрів.

Всі ці дефекти, порушують нормальну роботу агрегатів, оскільки викликають перекося деталей і, отже, додаткові динамічні навантаження, що прискорюють їхнє зношування. Тому при дефектації та сортуванні деталей їх необхідно виявляти, а в процесі ремонту усувати.

#### **Технічні вимоги щодо дефектації корпусних деталей.**

При дефектації та сортуванні деталей керуються технічними вимогами,

які містяться в першій частині керівництва з капітального ремонту тракторів.

Технічні вимоги на дефектацію деталей складаються у вигляді карт, які по кожній деталі окремо. містять такі відомості: загальні відомості про деталі, перелік можливих її дефектів, способи виявлення дефектів, допустимі без ремонту розміри деталі та способи усунення дефектів, що рекомендуються.

Загальні відомості про деталі включають її ескіз із зазначенням місць розташування дефектів, основні розміри деталі, матеріал та твердість основних поверхонь. Всі ці відомості про деталі можуть бути отримані з робочого креслення. Можливі дефекти деталі зазвичай встановлюють на основі досвіду експлуатації та ремонту тракторів аналогічних марок.

Способи виявлення дефектів призначають за досвідом роботи ремонтних підприємств з урахуванням науково-дослідних робіт, які проводяться з розробки нових методів дефектації деталей.

При рекомендації способів усунення дефектів також спираються на багатий досвід, накопичений вітчизняними та зарубіжними ремонтними підприємствами за технологією, відновлення деталей.

Найбільшу складність розробки технічних вимог на дефектацію деталей представляє визначення допустимих розмірів деталей.

Допустимий розмір деталі можна легко визначити, якщо відома величина її зносу. Так, наприклад, допустимий діаметр валу при капітальному ремонті

$$d_{\text{дон}} = d_n - \delta_{\text{дон}} \quad \text{мм,}$$

де  $d_n$  - діаметр нового валу, мм;

$\delta_{\text{дон}}$  - величина допустимого зносу валу, мм.

**Допустимим зносом** деталі називається такий її знос, при якому деталь, будучи встановленою при капітальному ремонті на трактор, пропрацює до наступного капітального ремонту і її знос не перевищить граничного. При цьому слід мати на увазі, що деталі з допустимими зношеннями можна використовувати при капітальному ремонті тільки в тому випадку, якщо необхідна точність при складанні пар забезпечується застосуванням методів регулювання або групової взаємозамінності. Для визначення величини

допустимого зношування деталі необхідно знати її граничне зношування.

**Граничним зносом** називається такий знос деталі, у якому її подальше використання може призвести до відмови. Деталь, що досягла граничного зношування, відновлюють або замінюють на нову.

Величина граничного зносу деталі може бути визначена щодо процесу протікання зносу в часі. Дослідженнями встановлено, що залежність зношування деталей від часу їх роботи має вигляд, показаний на рис. 1.1.

Величина зносу деталі, що відповідає точці на кривій, визначає граничний знос  $\delta_{np}$ , а проміжок часу  $t_{np}$  - термін служби деталі до граничного зносу.

Таким чином, величина граничного зношування деталі може бути визначена по моменту настання, форсованого зношування. Значення цієї величини визначають також за такими показниками, як зниження міцності деталі, порушення встановленої посадки у з'єднанні, падіння потужності тощо.

Граничний знос деталей може бути встановлений і за економічними показниками: зниження продуктивності, підвищення витрати експлуатаційних матеріалів, зростання витрат на технічне обслуговування та ін.

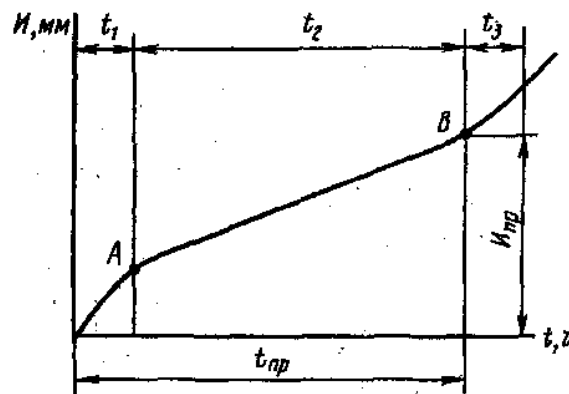


Рис. 1.1. Залежність зносу деталей від часу їх роботи:  $t_1$  - період припрацювання деталі (підвищена інтенсивність зношування);  $t_2$  - період нормального зношування;  $t_3$  - період форсованого зношування.

Найбільш об'єктивним показником, що свідчить про це, що механізми трактора, а отже, та їх деталі досягли граничного стану, є зростання наведених витрат на одиницю виконаної роботи. Відомо, що наведені амортизаційні

витрати та витрати, пов'язані з капітальним ремонтом трактора та його агрегатів зі збільшенням термінів їхньої служби зменшуються, а наведені витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт та експлуатацію збільшуються.

### **Методи контролю при дефектації деталей.**

При дефектації деталей дотримуються наступного порядку. Спочатку роблять зовнішній огляд деталей з метою виявлення пошкоджень, видимих неозброєним оком: великих тріщин, пробоїн, зламів, задирів, рисок, корозії тощо. Потім деталі перевіряють на спеціальних пристосуваннях для виявлення дефектів, пов'язаних з порушеннями взаємного розташування робочих поверхонь і фізико-механічних властивостей матеріалу деталей. Після цього деталі контролюють відсутність прихованих дефектів (невидимих тріщин і внутрішніх вад). На закінчення проводять контроль розмірів та геометричної форми робочих поверхонь деталей.

**Контроль прихованих дефектів.** При контролі деталей дуже важливо перевіряти їх на наявність прихованих дефектів (поверхневих та внутрішніх тріщин). Цей контроль особливо потрібний для деталей, від яких залежить безпека руху трактора.

Існує велика кількість різних методів виявлення прихованих дефектів. В ремонтному виробництві знайшли застосування такі методи: опресування, фарб, люмінесцентний, намагнічування та ультразвуковий.

Метод опресування застосовують для виявлення прихованих дефектів у порожнистих деталях. Опресування деталей проводять водою (гідравлічний метод) або стисненим повітрям (пневматичний метод).

**Сортування корпусних деталей за маршрутами відновлення.** Одним із завдань дефектації та сортування корпусних деталей є сортування їх за маршрутами відновлення. Маршрути відновлення деталей розробляються заздалегідь. Відомо, що деталі, що вимагають відновлення, мають як правило, не один дефект, а кілька. Їхня кількість залежить від конструкції деталі. Чим складніша деталь, тим кількість можливих дефектів на нею буде більше.

За дефектною технологією не передбачалася раціональна послідовність, усунення дефектів на деталі. Значно ускладнювалася також організація відновлення деталей, оскільки за усунення деталі кількох дефектів потрібно було скористатися кількома технологічними процесами. Відсутність єдиного технологічного процесу відновлення деталі призводило до зниження якості ремонту. Зазначені недоліки стали особливо відчутними ц умовах концентрації та спеціалізацій ремонтного виробництва. Найбільш раціональною формою організації відновлення деталей на сучасному ремонтному виробництві маршрутна технологія.

Відновити зношену деталь — це означає відновити початкові (або близькі до них) геометричні, фізико-механічні, фізико-хімічні та інші її характеристики (властивості), тобто усунути експлуатаційні дефекти, відновити розміри, геометричну форму, структуру та фізико-механічні властивості.

Відновлення деталей - найважливіше завдання ремонтного виробництва. Дослідження показали, що працездатність та ресурс відновлених деталей становить у середньому 60...80 % цих показників для нових. Але нині відомі технологічні методи (електромеханічні, електрофізичні та інші), з допомогою яких можна повністю відновлювати початковий ресурс деталей і навіть збільшувати його.

Організація відновлення деталей дозволяє заощадити значну кількість дефіцитних матеріалів, продовжити термін служби деталей у 2...3 рази, зменшити випуск товарних запасних частин на заводах-виробниках і, зрештою, — знизити собівартість ремонту машин. Впровадження централізованого відновлення деталей, широке застосування потокових ліній, автоматизації процесів ремонту деталей та машин сприяють подальшому підвищенню ефективності ремонтного виробництва.

Класифікація технологічних методів відновлення деталей. В даний час існує багато різних технологічних методів відновлення зношених деталей, таких як: механічна та слюсарно-механічна обробка (метод ремонтних

розмірів, додаткових ремонтних деталей, припилювання, шабрування, склеювання, постановки латок тощо); зварювання та наплавлення (газове, електродугове, автоматичне наплавлення під шаром флюсу, вібродугове, у середовищі захисних газів, у середовищі водяної пари, з комбінованим захистом розплавленого металу та ін.); металізація (газополум'яна, високочастотна, електродугова та плазмова); електролітичне та хімічне нарощування (залізнення, хромування, міднення, цинкування, осадження електролітичних сплавів, хімічне нікелювання та ін.); пластичне деформування (осадка, роздача, обтиснення, правка та ін.); електричні методи (електроіскрова або електроерозійна, електромеханічна, анодно-механічна обробка та зміцнення деталей); застосування під час ремонту деталей полімерних матеріалів; усунення дефектів паянням.

Відновлення деталей механічною обробкою. Механічну обробку широко застосовують як підготовчі та заключні операції майже при всіх методах відновлення деталей. Крім того, механічна обробка використовується як самостійний спосіб відновлення деталей під ремонтні розміри, постановкою додаткових ремонтних деталей і заміною елемента деталі. При обробці деталей під ремонтні розміри відновлюється якість пари в кінематичних парах. Ремонтним розміром називається такий заздалегідь встановлений, відмінний від заводського розміру, до якого відновлюють деталь. При цьому способі основна деталь обробляється під певний ремонтний розмір зняттям шару металу.

Спосіб ремонтних розмірів набув значного поширення при ремонті деталей, оскільки він загальнодоступний і дешевий. Відновлення деталей постановкою додаткових ремонтних деталей. Сутність цього у тому, що зношені поверхні деталей механічною обробкою видаляють і встановлюють знову виготовлені додаткові ремонтні деталі, які компенсують зношений і знятий метал (прокладки, шайби тощо. п.). Для міцного та надійного з'єднання додаткової ремонтної деталі з основної необхідно правильно вибрати посадку та спосіб кріплення. Для кріплення використовують клеї, зварювання, стопорні

гвинти, штифти тощо.

Після встановлення додаткова ремонтна деталь обробляється під нормальний розмір пари. Таким чином можна відновлювати сильно зношені шийки валів і отвори деталей під номінальний розмір, не змінюючи структуру і термообробку основної деталі, отримати високу якість деталей, що відновлюються. Недоліками такого способу відновлення є те, що він може застосовуватися тільки в тому випадку, якщо конструкція деталі дозволяє зменшити діаметр валу або збільшити отвори діаметр; знижується міцність деталі. Відновлення заміни частини деталі. Технологічний процес відновлення деталі цим методом складається з наступних етапів:

1) видалення дефектної частини та підготовка поверхні з'єднання (часто складні, термічно оброблені, деталі – каретки, блок шестерень, шліцеві, карданні вали та ін. – перед видаленням дефектного елемента вимагають місцеву відпустку);

2) виготовлення частини, що замінюється (матеріал заміної частини беруть такий же, як основний; виготовляють цю частину відразу ж під нормальний розмір без припусків на подальшу обробку, за винятком випадків, коли потрібно дотримання співвісності або точності взаєморозташування, що фіксується по цій частині деталі; якщо заміну частину деталі потрібно;

3) з'єднання і закріплення заміної частини (виконують посадкою на різьбленні, запресуванням і приварюванням; вали і трубчасті деталі зварюють стиковим зварюванням або зварюванням тертям; для зняття напруг, що виникли при зварюванні, застосовують нормалізацію або відпал);

4) остаточна механічна обробка та контроль (при необхідності встановлену частину обробляють під номінальний розмір і у всіх деталей перевіряють співвісність та взаємне розташування всіх елементів).

Відновлення деталей слюсарно-механічною обробкою. Штифтуванням відновлюють герметичність у невідповідних частинах корпусних деталей. Штифтування не забезпечує підвищення міцності відремонтованої ділянки, покращується лише герметичність. Сутність його полягає в тому, що спочатку

засвердлюють кінці тріщини, нарізують в них різьблення і вкручують штифти. Потім у послідовності, свердлять та встановлюють інші штифти. Кожен штифт повинен перекривати сусідній приблизно на  $1/3$  діаметра. Штифти виготовляють із міді чи інших м'яких металів. Після встановлення головки штифтів розчеканюють і зачищають, а іноді пропаюють м'яким припоєм. Постановкою латок відновлюють пробоїни і тріщини в корпусних деталях, деталях оперення, рамах тощо. Встановлюють межі тріщини (розміри пробоїни), зачищають і кінці засвідчують. Розмір латки має бути таким, щоб вона виходила за краї пробоїни або тріщини на 15...20 мм. Кріплять лату гвинтами або заклепками на відстані 10...15 мм одна від одної, приварюють контактним або газовим зварюванням.

## 1.2. Задачі магістерської роботи

1. Аналіз сучасних технологій відновлення корпусних деталей.
2. Вивчення технічних характеристик вибраних до відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ, встановлення їх конструктивних параметрів, норм виготовлення, квалітетів точності та інше;
3. Дослідження умов роботи, характеристик спряжених корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ, та розрахунок допустимих та граничних спрацювань і розмірів корпусних деталей;
4. Визначення коефіцієнтів придатності, відновлюваності та вибраковки корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.
5. На базі отриманих результатів дослідження технічного стану корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ, коефіцієнтів вибрати раціональний спосіб відновлення роботоздатності;
6. Створити технологічну послідовність відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ;
7. Визначити параметри ремонтного процесу та розробити планування ділянки корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ;
8. Розрахувати техніко-економічні показники від впровадження технології відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

### 2.1. Особливості зварювання чавунних деталей.

Зварювання та наплавлення чавунних деталей пов'язані зі значними труднощами, викликаними цілим рядом причин (хімічним складом, структурою та особливими механічними властивостями). Підвищений вміст вуглецю (2...3,6%) та кремнію (0,5...6,5%), наявність графітних включень, неоднорідність складу і структури, висока чутливість до нагрівання і крихкість - все це негативно позначається на зварюваності чавуну. Крім того, через нерівномірне нагрівання, охолодження деталі і різних коефіцієнтів усадки матеріалів деталі і шва виникають значні внутрішні напруги, що призводять до утворення нових тріщин. При зварюванні та напавленні внаслідок вигорання вуглецю та кремнію утворюється велика кількість газів та різних шлакових сполук, які не встигають вийти з розплавленого металу, внаслідок чого шов виходить пористим та забрудненим неметалевими включеннями.

Існують різні технологічні прийоми зварювання чавуну. Гаряче зварювання чавуну полягає в тому, що деталь перед зварюванням підігривають, а після зварювання повільно охолоджують. Температура підігріву залежить від маси та форми деталі, але не повинна перевищувати 650 °С. Вищий нагрів викликає зростання структурного зерна, а при нагріванні понад 750 °С відбувається відбілювання чавуну. Великий вплив на якість ремонту чавунних деталей надає швидкість їх нагріву та охолодження. Зазвичай застосовують двоступінчасте нагрівання деталей: попереднє до 200...300°С зі швидкістю 600°С на годину і остаточне до 600...650°С зі швидкістю 1600°С на годину.

У процесі зварювання деталь не повинна охолоджуватись нижче 500°С, тому після нагрівання її поміщають у спеціальні термоси. Після зварювання деталі піддають відпалу при температурі 600...650°С зняття внутрішніх напруг, а потім повільно охолоджують разом з піччю. При газовому зварюванні як присадковий матеріал використовуються: чавунні прутки діаметром 6...8 мм, за хімічним складом близькі до матеріалу деталі, що зварюється; литі чавунні

стрижні марок А та Б, хімічний склад яких представлений у табл. 6; зношені поршневі кільця із сірого чавуну. Як флюс при газовому зварюванні застосовують такі склади: 1) бура; 2) суміш з 50% бури та 50% гідрокарбонату натрію; 3) суміш з 56% бури, 22% гідрокарбонату натрію та 22% карбонату калію. При зварюванні нагрітих чавунних деталей електрозварюванням застосовують чавунні електроди типу ЗМЧ-1, що являють собою прутки марки Б зі спеціальною обмазкою, значну частку якої (40...50 %) становить графіт.

Зварювання чавуну із загальним нагріванням забезпечує високу якість зварювального шва, проте внаслідок складності застосовуваного обладнання, малої продуктивності, високої вартості відновлення та можливості коробління деталі застосовується порівняно рідко.

Холодне зварювання чавуну без попереднього підігріву найбільше широко застосовується при ремонті чавунних деталей. Існує кілька способів таких зварювання та наплавлення чавуну.

1. Зварювання сталевими маловуглецевими (вуглецю не більше 0,1 %) електродами з тонкою стабілізуючою обмазкою. З метою зменшення нагріву деталі та вигорання кремнію зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності. В результаті швидкого охолодження при зварюванні в зоні шва відбувається відбілювання чавуну, виникають великі внутрішні напруження і навіть тріщини.

При багатошаровій наплавці вплив чавуну як основного матеріалу на механічні властивості металу, що наплавляється, зменшується. Вже третій наплавлений шар це вихідний матеріал електродів. На цій основі розроблений і успішно застосовується спосіб холодного зварювання чавуну маловуглецевими електродами з накладенням валиків, що відпалюють. При зварюванні з малим проплавленням основного металу на поверхню деталі послідовно з перервами накладають валики, що відпалюють, довжиною 35...50 мм електродом діаметром 3 мм. Кожен наступний валик накладають відразу після попереднього. При цьому перший валик більше прогрівається і потім остигає з меншою швидкістю, значна частина цементиту розпадається,

виділяється графіт, а загартована частина шва частково відпускається та нормалізується. Технологічні процеси холодного зварювання залежать від товщини стінок деталей та умов їх роботи. При заварці тріщин у тонкостінних деталях (товщиною до 6...7 мм) фасок уздовж тріщини не знімають.

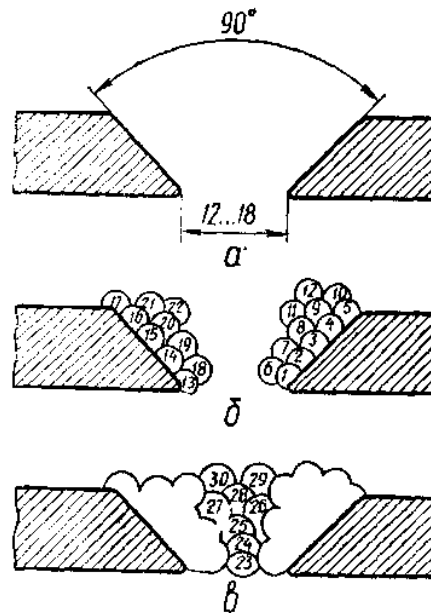


Рис. 2.1.. Закладення тріщини та послідовність накладання зварювального шва: а - обробка тріщини; б - послідовність накладання підготовчих і відпалювальних валиків; в - послідовність накладання сполучних валиків

Тріщини в чавунних деталях із товщиною стінки понад 7 мм зварюють у такій послідовності. Засвердлюють отвори на кінцях тріщини і обробляють її, знімаючи фаски під кутом  $45^\circ$  (рис. 2.1). Ширина оброблення шва в нижній частині повинна бути 12...18 мм, щоб можна було розмістити підготовчі, відпалювальні та сполучні валики. Обварюють один бік канавки (валики 1-5) і наносять на цій стороні валики, що відпалюють (6-12). Наносять попередні (13-17) і відпалювальні (18-22) валики з іншого боку канавки. Потім накладають сполучні валики (23-30) з перервами для охолодження доти, доки не буде повністю заварена тріщина. При зварюванні чавунних деталей з товстими стінками (понад 15 мм) з метою збільшення міцності зварного з'єднання застосовують різного виду елементи, що підсилюють шов.

Наприклад, після зачистки зони зварювання засвердлюють свердлом діаметром 4...6 мм кінці тріщини і свердлять уздовж тріщини на відстані 10...25 мм від неї ряд наскрізних отворів діаметром 4...6 мм так, щоб вони розташовувалися один проти одного. Потім отвори вставляють штифти з маловуглецевої сталі і фіксують їх в товщі стінки різьбовим з'єднанням. Заварку здійснюють у два етапи: попереднє обварювання підсилюючих елементів з перервами для охолодження, а потім повне заварювання відпалюючими валиками.

2. Зварювання чавуну комбінованими електродами використовується для усунення невеликих тріщин у деталях, що не передають великих навантажень. До цих електродів відносяться: медно-залізні, залізо-мідні, залізо-нікелеві та ін. Біметалічні електроди роблять діаметром 3...5 мм, а іноді і покривають спеціальною обмазкою (крейда - 65...80 %, порошкоподібний алюміній 5...10 %, рідке скло 15...20 %) товщиною 0,2...0,4 мм.

Мідний стрижень електрода марки 034-1 покривають обмазкою, до складу якої входить залізний порошок (27% мармуру, 6% титану, 2,5% феромарганцю, 5% феросиліцію, 7,5% плавикового шпату, 4,5% кварцового піску і 5). Цей склад заливають рідким склом у кількості 30% від загальної маси компонентів. Зварювання чавунних деталей біметалевими електродами забезпечує малу зону термічного впливу, високу пластичність наплавленого шва.

3. Зварювання чавунних деталей пучком електродів характеризується тим самим, що й зварювання біметалевими електродами. Пучковий електрод складається з одного сталевого електрода з товстою обмазкою ОММ-5 або УОНІІ-13/15 діаметром 4...5 мм, мідного прутка такого ж діаметра і латунного стрижня перетином 7...10 мм<sup>2</sup>. Кінці електродів зібраного пучка з'єднують між собою і потім весь пучок загортають у папір, склеюючи його рідким склом. При зварюванні пучком електродів утворюється блукаюча дуга, яка, переходячи з одного прутка на інший, сприяє хорошему перемішуванню розплавлених матеріалів. Латунь у пучку грає роль розкислювача міді.

Кількість електродів у пучку може бути збільшено. 4. Зварювання чавуну електродами з монель-металу застосовується в тих випадках, коли необхідна хороша оброблюваність наплавленого металу. При цьому досягають максимального зниження зони термічного впливу. Монель-метал дає хороші результати при зварюванні деталей з ковкого чавуну, який взагалі погано піддається зварюванню. Використовуються монель-металові електроди діаметром від 2 до 6 мм; вони складаються з міді - 30%, нікелю - 65%, марганцю - 2%, заліза - 3%. Електроди покриті спеціальною графітовою або крейдовою обмазкою. Зварювання електродами з монель-металу виконують невеликими валиками завдовжки не більше 50 мм з перервами для охолодження. При накладенні валиків кожен ділянку проковують для зняття напруг, що розтягують. Складність зварювання деталей з алюмінію та його сплавів у тому, що на поверхні утворюється тверда, тугоплавка плівка оксиду Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (температура плавлення 2050 °C), яка перешкоджає зчепленню розплавленого металу з основним. Крім того, плівка, упродовжуючись (у вигляді твердої фази) у шов, значно погіршує його якість. Для отримання якісного зварного шва застосовують механічне, хімічне та електричне видалення та дроблення оксидної плівки. Найбільш просто видаляється плівка з розплавленого металу за допомогою скребоків та щіток. Ефективно застосовувати спеціальний флюс АФ-4А, що складається з 28% хлориду натрію, 50%, калію хлориду, 14% хлориду літію і 8% фториду натрію. Найчастіше зварювання виконують ацетиленокисневим полум'ям. Задовільні результати виходять при зварюванні алюмінію постійним струмом зворотної полярності. При цьому поверхня ванни зварювальної частково очищається від оксидної плівки за рахунок катодного розпилення (диспергування). Однак цим методом може бути видалена лише тонка оксидна плівка. Як присадковий матеріал при зварюванні алюмінієвих деталей використовують електроди та прутки того ж хімічного складу; силуміни краще зварювати електродами ОЗА-2 та дротом АК.

## 2.2. Особливості зварювання деталей з алюмінієвих сплавів.

Багато корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ в даний час виготовляють з алюмінієвих сплавів типу АЛ4 і АЛ9. Це задні картери коробки передач гусеничних тракторів, корпуси редукторів ВВП та інші деталі. Характерними дефектами цих деталей є тріщини, відколи та інші механічні пошкодження, які усувають зварюванням.

Основною особливістю зварювання алюмінієвих сплавів є інтенсивне їх окислення з утворенням тугоплавких оксидів з температурою плавлення 2050°C, яка більш ніж у 3 рази перевищує температуру плавлення алюмінію. Окисли алюмінію мають велику питому вагу і тому залишаються у наплавленому металі як включення 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 - 50%, хлористий літій - 14% та фтористий натрій - 8%. Флюси утворюють з окислами легкоплавкі з невеликою питомою вагою розчини, які спливають на поверхню зварювальної ванни у вигляді шлаку.

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 перед зварюванням деталі рекомендується прогріти, а гігроскопічний флюс просушити.

При зварюванні деталей з алюмінієвих сплавів у них виникають значні внутрішні напруження, які викликають деформації. Причинами внутрішньої напруги є велика ливарна 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° С і повільно охолодити після зварювання.

Найбільш широке застосування при відновленні деталей з алюмінієвих сплавів знайшли ацетилено-кисневе газове зварювання та аргоно-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.

### 2.3. Відновлення різі.

Зношені різі в деталях відновлюють наступними способами:

1) нарізанням різі ремонтно розміру. Зношену різь при цьому видаляють і нарізають на валах різьблення зменшеного, а в отворах - збільшеного розміру.

2) наварюванням і нарізанням різі нормального розміру. Зношену різь при цьому видаляють обточування на 1 мм. Наварюють шар металу з припуском 2,2 ... 3 мм на сторону. Потім це місце обточують і на ньому нарізають нову різьбу;

3) постановкою різбових пробок;

4) установкою спіральних вставок.

Для визначення розмірів різбового з'єднання зі спіральним вставкою розраховують розміри різьби в корпусі, де за вихідні приймають розміри різі болта.

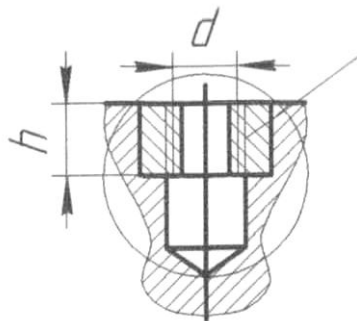


Рис.2.2. Різьбове з'єднання з різбовою пробкою.

## 2.4. Технологія відновлення спрацьованих посадкових отворів установленням скрутних втулок

Існують різномітні способи ремонту спрацьованих отворів у корпусних деталях, які застосовують на ремонтних підприємствах різних рівнів — у ремонтних майстернях господарств, у майстернях загального призначення, на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

До способів, що дають змогу виконувати ремонт із належною якістю, тобто згідно з технічною документацією, належат: постановка товстостінних втулок, розкочування скрутних втулок, нанесення гальванічних покриттів, вклевання зварих втулок і деякі інші. Об'єднує ці способи потреба у виконанні високоточної обробки отворів для забезпечення насамперед регламентованого просторового розміщення отворів, а також їхніх розмірів, форми та шорскості. Розточують отвори у корпусах здебільшого на горизонтально- і вертикально-розточувальних верстатах. Практика свідчить, що забезпечення заданих (регламентованих) розмірів форми та шорскості отворів у корпусних деталях для ремонтників не становить великих труднощів. Найскладнішою частиною технологічного процесу ремонту корпусних деталей є забезпечення заданого просторового розміщення отворів.

## 2.5. Відновлення деталей електролітичними покриттями

Для відновлення деталей будівельних і дорожніх машин, що мають невеликі зношування (0,1...0,5 мм), в даний час широко застосовують електролітичні та хімічні методи нарощування. Тверді зносостійкі покриття хрому вперше отримані та використані для відновлення зношених деталей на початку 30-х, заліза — у середині 40-х років. У сучасному ремонтному виробництві поряд з цими видами покриттів застосовуються: нікелювання, міднення, цинкування, електролітичні сплави тощо. Для відновлення малозношених деталей (наприклад, плунжерів) використовують хімічне осадження металів (без електричного струму). Окрім отримання зносостійких покриттів електролітичне і хімічні осадки застосовують для захисно-

декоративних цілей, а також для нанесення підшару за інших технологічних методів відновлення деталей. Успішне застосування в ремонтному виробництві електролітичного та хімічного нарощування стало можливим через їх переваги:

1. Електролітичним нарощуванням можна отримувати рівномірні по товщині покриття з твердістю від 1000 до 12 000 МПа. Широкі межі регулювання твердості (у більшості випадків без термічної обробки) дозволяють відновлювати велику номенклатуру деталей, що значно відрізняються конструктивно-технологічними характеристиками та умовами експлуатації.

2. У процесі нарощування не змінюється структура основного металу деталі.

3. Методи електролітичного нарощування дозволяють одночасно відновлювати значну кількість деталей, що підвищує техніко-економічні показники застосовуваних технологічних процесів.

4. Технологічний процес нарощування легко піддається автоматизації. Електроліти, що застосовуються, можна використовувати багаторазово.

Як недоліки методу можна відзначити порівняно низьку продуктивність нарощування; великий цикл підготовчих операцій перед нарощуванням; значне виділення шкідливих речовин (хлору, кислотних випарів тощо).

Теоретичні основи електрокристалізації металів. Сутність процесу електролізу. Відомо, що якщо у водні розчини деяких солей, основ або кислот, званих електролітами, помістити два електроди — анод і катод — і підключити їх до джерела струму, то протікатиме електрохімічна реакція (процес). Електрохімічні процеси, результатом яких є виділення на катоді металу, використовуються за певних умов електролізу для відновлення зношених деталей. Крім того, на катоді та аноді протікають побічні електрохімічні реакції, що супроводжуються виділенням газів.

Процес електрохімічного осадження металу підпорядковується законам Фарадея для електролізу:

1. Кількість речовини, що виділяється або розчиняється на електродах при електролізі прямо пропорційно еквівалентній масі речовини.

2. Кількість речовини, що виділяється або розчиняється на електродах при електролізі прямо пропорційно кількості електрики, що витрачається на це.

Еквівалентна маса речовини (елемента) — це відношення молекулярної (атомної) маси речовини (елемента) для її валентності. Еквівалентна маса, виражена в грамах, називається грам-еквівалентом. Для виділення при електролізі 1 г-екв будь-якої речовини необхідно пропустити через електроліт 26,8 А год (або 96 494 Кл) електрики. Це число називається постійним Фарадея. Маса речовини, виділеної під час проходження 1 А•год електрики називається електрохімічним еквівалентом Фарадея: де  $P$  - число Фарадея, А•год.

Теоретичну (розрахункову) масу речовини, що виділилася при електролізі, визначають за формулою. Так як на катоді, крім виділення металу, протікають побічні процеси, на які витрачається електрика, то фактична маса отриманого при електролізі металу менша за розрахункову. Тому ККД електрохімічних процесів оцінюють виходом металу по струму: Вплив кінетики процесів на якість електролітичного покриття. Головне завдання при отриманні електролітичних покриттів у ремонтному виробництві – високі фізико-механічні властивості; для задовільної роботи відновлених деталей у вузлах тертя електролітичний метал повинен володіти високими твердістю, зносостійкістю та ін. Процес електрокристалізації металів і двох фаз: виникнення центрів кристалізації та зростання зародилися кристалів.

На кінетику електрокристалізації металу та його фізико-механічні властивості впливає багато факторів: концентрація електроліту; наявність в електроліті солей (кислот), іони яких не осідають у покриття; наявність в електроліті органічних речовин; сила струму; температура електроліту; швидкість міграції іонів; розсіююча здатність електроліту та ін. Зменшення у складі електроліту концентрації іонів виділяється металу (до оптимальних меж) сприяє підвищенню швидкості утворення нових зародків і, отже,

отриманню більш дрібнозернистої структури покриття. Концентрація іонів нижче оптимальної межі викликає зменшення катодної щільності струму. Катодна щільність струму при електролізі  $D_k$  - це відношення сили струму процесу (в амперах) до площі, що покривається (в  $dm^2$ ). Це призводить до збіднення прикатодного шару іонами металу, що виділяється, і значного зниження продуктивності процесу осадження або повного припинення формування покриття.

Включення в електроліт солей і кислот, іони яких не беруть в облогу (натрій, калій та ін.), підвищує щільність струму катодного процесу, оскільки ці іони відіграють роль «паралельних провідників». Це сприяє отриманню дрібнозернистої структури покриття. При додаванні в електроліт органічних речовин (гліцерин, декстрин, желатин та ін) отримують дрібнозернистий осад, так як утворюються при цьому колоїдні розчини обволікають кристали, що ростуть, і блокують їх зростання.

Збільшення сили струму процесу призводить до зростання катодної щільності сили струму, підвищення продуктивності осадження та подрібнення структури осаду. Однак дослідженнями встановлено, що значне підвищення щільності струму призводить до порушення співвідношення  $i$ , отже, отримання пухких опадів, що мають низькі фізико-механічні властивості.

Підвищення температури електроліту сприяє утворенню великозернистих опадів. Тому в практиці стали широко застосовувати холодні електроліти, температура яких не перевищує  $50^\circ C$ . Проте продуктивність осадження у своїй знижується в 1,2...1,5 разу.

З метою прискорення процесів міграції іонів металу, що осаджується, застосовують активне перемішування електроліту (механічними мішалками, повітряним потоком тощо). При цьому збільшується швидкість дифузії іонів та створюються умови для отримання дрібнозернистих та щільних опадів. На якість електролітичних покриттів великий вплив надає здатність електроліту, що розсіює, т.е. е. його властивість до утворення рівномірних опадів за товщиною усіх ділянок деталі складної конфігурації. Розсіювальна здатність

залежить від складу електроліту та інших умов процесу осадження. Великий вплив на рівномірність покриття надає взаємне розташування катода та анода, а також кількість анодів.

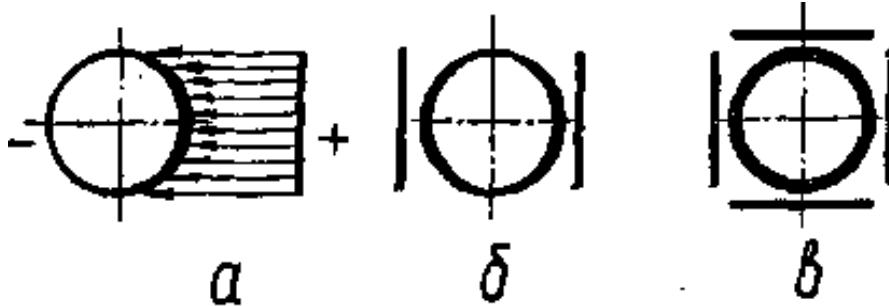


Рис. 2.3. Схеми розташування анодів при електролізі: а - з одного боку; б - з двох сторін; в - з чотирьох сторін

З рис. 2.3 видно, що з застосуванням додаткових анодів, рівномірно розташованих навколо деталі-катода, рівномірність покриття збільшується. Існують інші прийоми, що сприяють підвищенню рівномірності електролітичних покриттів. На якість покриттів впливають також кислотність електроліту, його склад, розташування деталі-катода по відношенню до анода, стінок, дна ванни та інші умови.

Залізнення деталей. Залізнення має низку важливих переваг порівняно з іншими методами електролітичного осадження металів: висока продуктивність нарощування; можливість отримувати товсті покриття (до 2 мм та більше) з високими фізико-механічними властивостями; матеріали для отримання електролітів недорогі та недефіцитні. Висока продуктивність осадження заліза пояснюється високим виходом заліза по струму (90...95 %) та великим значенням електрохімічного еквівалента заліза:  $e = 1,042$ , що майже втричі вище, ніж для хрому  $e = 0,324$ .

В даний час для залізнення застосовують холодні та гарячі, а також сірчаноокислі та хлористі електроліти, складі яких наведені в таблицях. Гарячі електроліти неекономічні і незручні в експлуатації. ції; для їх нагрівання

необхідна велика витрата пари або електроенергії, вони потребують частого коригування складу та режимів. Однак мають високу продуктивність осадження. Холодні електроліти, розроблені в Кишинівському сільськогосподарському інституті під керівництвом Ю.М.Петрова, мають високу стійкість проти окислення і позбавлені вище зазначених недоліків. Сірчаноокислі електроліти меншою мірою схильні до окислення і мають меншу агресивність; хлористі дозволяють використовувати процеси осадження при високих густинах струму ( $60 \text{ А/дм}^2$ ), що значно підвищує продуктивність нарощування та твердість. Залежність твердості електролітичного заліза від густини струму дана в таблиці. Для ремонтного виробництва найперспективнішими є електроліти № 1, 2, 3.

Фізико-механічні властивості залізних покриттів залежать від складу, кислотності та температури електроліту, режимів електролізу. Наявність в електроліті гідразину та аскорбінової кислоти створює умови для отримання дрібнозернистої структури осаду, оскільки вони стабілізують електрохімічні процеси, перешкоджають окисленню електроліту. В даний час створені електроліти з органічними компонентами (фенолсульфатний, гліцеринсульфатний та ін) на основі залізоорганічних сульфокислот. Покриття з цих стабільних, практично неокислюваних електролітів виходять щільні, дрібнозернисті. При залізнінні, як правило, використовують розчинні аноди з маловуглецевої сталі 10...20. Для зменшення забруднення електроліту шламом (продуктом розчинення сталі) аноди поміщають у чохли зі склотканини.

**Осталювання в гарячих електролітах.** У таблиці 2.1 наведено відомості про склад електролітів і режиму осталювання.

Для поліпшення якості покриттів в електроліт додають різні присадки. Хлористий марганець  $MnCl$  (102-152 г / л в електроліті № 1) збільшує твердість, дрібнозернистість і міцність опадів. Добавка в електроліт № 1 12...15 г/л хлористого нікелю ( $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ ) і 1...22 г / л гіпофосфата натрію  $NaH_2PO_2 \cdot H_2O$  дозволяє отримати осаді твердістю до 63 НРС.

Таблиця 2.1

## Склад електролітів і режиму осталювання

Склад електроліта и показники процесу осталювання	Електроліт		
	№ 1	№ 2	№ 3
Двухлористе залізо $FeCl_2-4H_2O$ , г/л	202	402—450	682
Хлористий натрій $NaCl$ , г/л	100	-	-
Соляна кислота $HCl$ , г/л	0,6—0,8	0,6—0,8	0,62—0,8
Температура електроліта, град	50—82	52—82	260—100
Щільність струму на катоді, А/дм <sup>2</sup>	10—82	10—82	50—100
Твердість покриття, кН/мм <sup>2</sup>	До 5,5—6,5	До 5,0-5,52	1,2—2,02
Товщина покриття, мм	До 1,0—1,2	До 1,5—2,0	2,32 і більше

Осталювання здійснюють в металевих ваннах, облицьованих гумою, асбівнілом, емаллю, або в неметалевих ваннах з кераміки і фіоліта. Як аноди використовують пластини з маловуглецевої сталі. Відношення площі анодів до площі катодів вибирається від 1 до 2. У процесі осталювання сталеві аноди розчиняються, і на їх поверхні утворюється шлам у вигляді темного шару вуглецю, сірки та інших домішок. Для зменшення забруднення електроліту шламом аноди рекомендується поміщати в чохла з скляної тканини. При роботі ванн рекомендується здійснювати фільтрацію електроліту.

Після знежирення, анодної обробки та промивання в гарячій воді деталі завішують у ванну, витримують  $\frac{1}{2}$ ...1,5 хв і починають електроліз. Початкова щільність струму становить 12...25% номінальної. Через 12...20 хв щільність струму доводять до встановленої.

**Осталювання в холодних електролітах.** Зниження температури електроліту при осталюванні зменшує його хімічну агресивність, що спрощує

футеровку і коректування ванн. Значно спрощуються і здешевлюються процеси місцевого, струменевого і проточного осталивание, поліпшуються умови праці.

Холодне осталивание проводять у спеціальних або звичайних хлористих електролітах на асиметричному змінному струмі. Склади спеціальних електролітів для холодного осталування наведені в таблиці 2.2.

Сульфато-хлористий електроліт № 3 стабільний у роботі, твердість покриттів досягає 5,92...6,92 кН/мм<sup>2</sup>, а зносостійкість вище, ніж у сталі 45, загартованої ТВЧ.

Холодне осталивання на асиметричному змінному струмі проводиться у звичайному хлористому електроліті або електроліті наступного складу (г / л): FeCl<sub>2</sub>-4H<sub>2</sub>O – 400... 440, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 0,82...1, 02. Добавка йодистого калію і соляної кислоти покращує якість покриття.

Недоліками процесу осталування є: сильна корозія: обладнання, інструменту і т. п.; високі вимоги до підготовки поверхні і складу електроліту.

Таблиця 2.2

## Склад електролітів і режиму осталування

Склад електроліта и показники процессу холодного осталування	Електроліт		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сірчанокисле залізо FeSO <sub>4</sub> -7H <sub>2</sub> O, г/л	400—502	-	202—300
Хлористе залізо FeCl <sub>2</sub> -4H <sub>2</sub> O, г/л	-	502—750	102—200
Сірчанокислий алюміній Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , г/л	100	-	-
Хлористий марганець MnCl <sub>2</sub> -4H <sub>2</sub> O, г/л	-	25—50	-
Кислотність (рН)	2,2—3	0,5—1,2	0,62—1,2
Аскорбинова кислота, г/л	-	0,5—2,0	-
Температура, град	20—42	20—42	22—40
Щільність струму на катоді, А/дм <sup>2</sup>	5—10	15—42	22—30
Вихід по току, %	70—90	80—92	80—85

**Місьцеве (безванне) електролітичне нарощування.** Сутність цього способу полягає в тому, що на деталі в потрібному місці за допомогою

приспостсування створюють місцеву ванночку і проводять нарощування (рис. 2.4).

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

Отвір розточують (для видалення слідів зносу і поверхнього шару металу), знежирюють віденським вапном або карбідним мулом, промивають водою, встановлюють пристосування, проводять травлення 52%-ним розчином  $H_2SO_4$  та  $HCl$  і знову промивають водою. Після цього встановлюють сталевий анод, заливають холодний або гарячий електроліт, включають струм і проводять процеси декапування і остальювання.

Заклчні операції. Після нанесення електролітичних або хімічних покриттів всі деталі слід ретельно вимити гарячою водою.

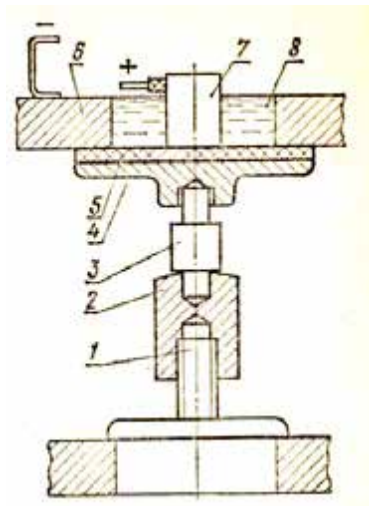


Рис. 2.4. Відновлення поверхні посадочного отворів в корпусі коробки передач:

1 - гвинт з фланцем; 2 - гайка, 3 - упорний стрижень, 4 - диск, 5 - ізоляційна (гумова) прокладка; 6 - корпус коробки передач (катод); 7 - анод, 8 - ванна в відновлюваному отворі .

### **РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ШКОДЖЕНЬ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРІВ ХТЗ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ, ПРИЛАДИ ТА ОСНАЩЕННЯ**

У процесі експлуатації машин корпусні деталі спрацьовуються і пошкоджуються. Дефектами корпусів можуть бути тріщини, обломи, пробоїни, пошкодження нарізі, спрацювання отворів під: підшипники, стакани підшипників, осі шестерень, валики перемикачів передач тощо. Вагомість дефектів у деталях оцінюється коефіцієнтами повторності, які показують, якій частині корпусів, що підлягають ремонту, властиві ті чи інші дефекти.

#### **3.1. Пошкодження блока циліндрів**

Блок двигуна. Основними дефектами блок-картера є тріщини, жолоблення поверхонь прилягання головок циліндрів, верхньої кришки, передньої кришки і щита, порушення герметичності водяної оболонки, масляної системи, пошкодження різьби, спрацювання поверхонь.

Серед основних дефектів блока циліндрів можна виділити такі як: відхилення від співвісності отворів корінних опор відносно загальної вісі; відхилення від площинності поверхні прилягання до головки циліндрів; відхилення від перпендикулярності передньої та задньої площини до вісі корінних опор по довжині 100мм; відхилення від площинності торцевих поверхонь (по всій довжині) прилягання картера маховика, прилягання картера шестерень; відхилення від перпендикулярності осей посадочних отворів під гільзи до вісі корінних опор; перетин осей посадкових отворів під гільзи з віссю корінних опор; відхилення від співвісності отворів під розподільчий вал; відхилення від паралельності вісі отворів корінних опор та отворів під розподільчий вал. Також крім вказаних дефектів блоки можуть мати тріщини, пошкодження різьбових отворів, обломи, тріщини шпильок (болтів), корозійне та кавітаційне пошкодження поверхонь.

Стан виточок під бурти гільз циліндрів перевіряють спеціальним пристроєм (рис. 3.2), який встановлюють у розточку під бурт гільзи. Пристрій дозволяє одночасно перевірити глибину розточки (спрацювання) та її пара-

лельність відносно верхньої площини. Різниця вимірів одного гнізда не повинна перевищувати 0,03 мм, а всього блока — 0,05 мм.

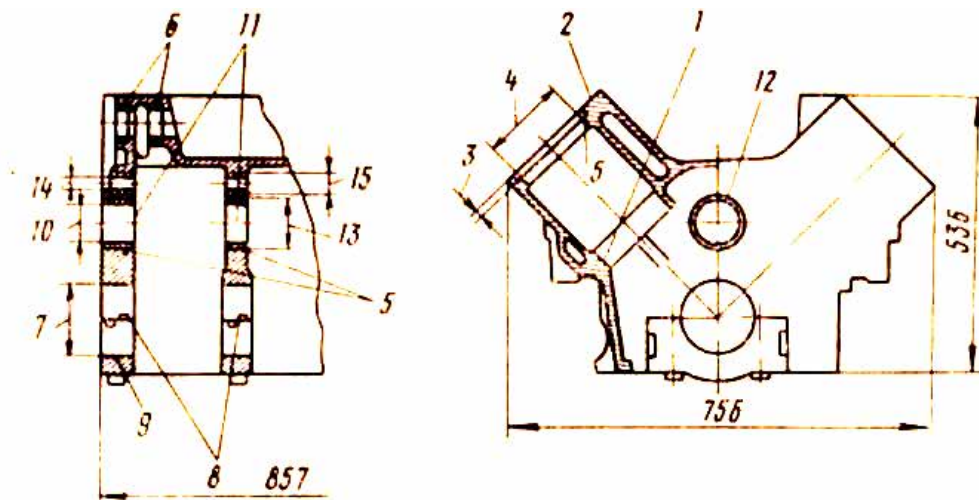


Рис.3.1. Блок циліндрів 236.102020120-Г4. Схема дефектації.

Таблиця 3.1. Блок циліндрів 236.102020120-Г4. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.		Способи і засоби контролю		Висновок
Номер	Назва	За кресленням	Допустимі	Назва	Означення	
	2	3	4	5	6	7
-	Тріщини, що виходять на гнізда втулок розподільчого вала, осі штовхачів і масляні канали	не допускаються		Кантувач Світильник	70-7822-1901	Бракувати
-	- Задири на корінних опорах	не допускаються		Огляд		Відновлювати
-	Тріщини на стінках водяної сорочки, нижній частині блоку і роз'єму	не допускаються		Кантувач Світильник	70-7822-1901	Відновлювати

## Продовження таблиці 3.1

1	Пошкодження різьби	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються		Огляд		Відновлювати
1	Кавітаційне руйнування нижніх посадочних поясків під гільзи циліндрів	-	не допускаються, крім окремих раковин	Кантувач Світильник		Відновлювати
2	Відхилення від площинності поверхонь прилягання під головки циліндрів	На довжині 100мм не більше 0,02      0,04 На всій довжині не більше 0,05      0,20		Лінійка Щуп	ШД-2-630 ЛД-1-125	Відновлювати
3	Знос кільцевої площадки під бурт гільзи циліндра	12 <sub>+0,035</sub>	12,05	Пристосування	70-8701-1062	Відновлювати
4	Знос верхніх посадочних пасків під гільзи циліндрів	153 <sup>+0,04</sup> <sub>-0,01</sub>	153,07	нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	Відновлювати
5	Деформація верхніх посадкових поясків під гільзи циліндрів (контролювати при відсутності дефекту 4)	Овальність не більше 0,02      0,03		нутромір індикаторний	НИ 100-160 ГОСТ 868-72	Відновлювати
6	Знос поверхонь під підшипники вала веденої шестерні привода паливного насоса: передній задній	62 <sup>+0,030</sup> 52 <sup>+0,030</sup>	62,05 52,05	нутромір індикаторний	НИ 50-100 ГОСТ 868-72	Відновлювати

1	2	3	4	5	6	7
7	Знос корінних опор Контролювати при затягнутих болтах кріп лення кришок корін них підшипників ; попередньо затягнути нижні болти моментом $20 \pm 5$ кгс*м і бічні моментом $5 \pm 1$ кгс*м, а потім остаточно в такій же послідовності відповідно моментом $45 \pm 2$ кгс*м і $10^{+2}$ кгс*м	$116^{+0,021}$	116,04	нутромір індикаторн ий	НИ 100- 160 ГОСТ 868-72	Віднов- лювати
8	Відхилення від співвісності корінних опор (контролювати при відсутності дефекту 7) , не більше	0,025	0,03	Калібр	70-8344- 1026	Віднов- лювати
9	Овальність і конусність поверхонь корінних опор (контролювати при відсутності дефекту 7 і 8), не більше	0,005	0,02	нутромір індикаторн ий	НИ 100- 160 ГОСТ 868-72	Віднов- лювати
10	Знос поверхонь отворів втулок під шийки розподільчого вала	$54^{+0,030}$	54,06	нутромір індикаторн ий	НИ 50- 100 ГОСТ 868-72	Віднов- лювати
11	Відхилення від співвісності отворів втулок (контролювати при відсутності дефекту 10)	0,04	0,05	Калібр	70-8344- 1027	Віднов- лювати
12	Овальність отворів втулок (контролювати за відсутності дефектів 10 і 11)	0,015	0,03	нутромір індикаторн ий	НИ 100- 160 ГОСТ 868-72	Віднов- лювати

1	2	3	4	5	6	7
13	Знос поверхонь під отвори під втулки розподільчого вала (контролювати при заміні втулок)	$68^{+0.030}$	68.05	нутромір індикаторний	НИ 50-100 ГОСТ 868-72	Відновлювати
14	Знос поверхонь під отворів втулок під вісі штовхачів	$22^{+0.030}$	22,08	нутромір індикаторний	НИ 18- 50 ГОСТ 868-72	Втулки бракувати

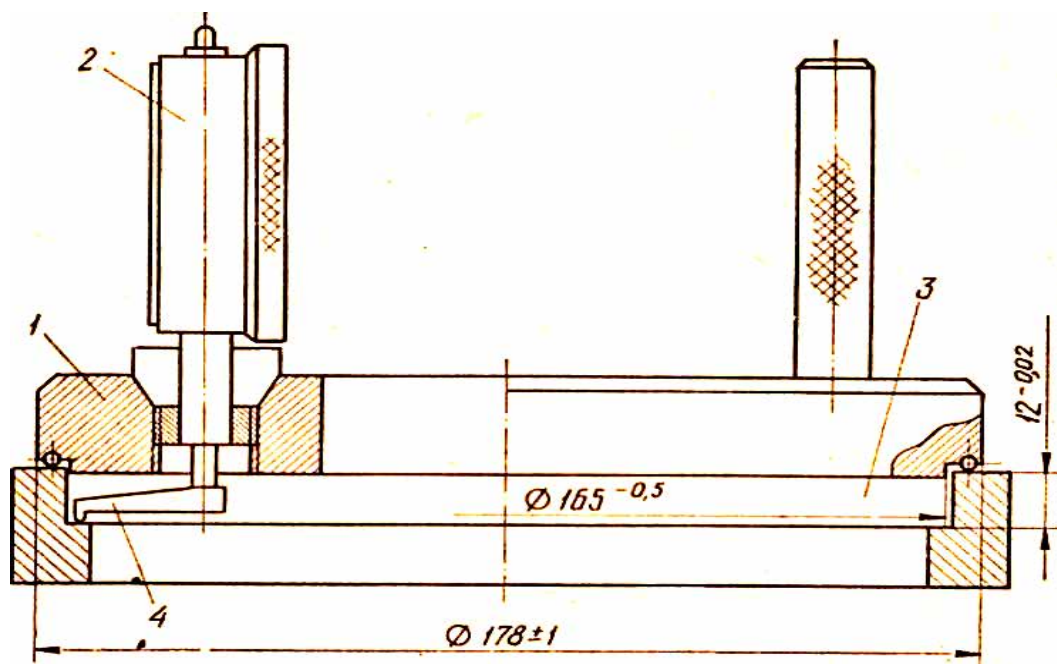


Рис. 3.2. Пристрій для визначення глибини виточок під гільзи

Жолоблення верхньої площини контролюють за допомогою контрольної лінійки і щупа. Воно не повинно перевищувати 0,1 мм. Неспіввісність отворів під корінні підшипники перевіряють за допомогою спеціального пристрою (рис. 3.3), особливістю якого є те, що шкали індикаторних головок чітко проглядаються незалежно від його положення в корпусі. Неспіввісність отворів перевіряють у вертикальному положенні блока за відхиленням стрілок

індикаторних головок від «Нуля». Перед вимірами пристрій нерухомими упорами встановлюють на перевірочну лінійку, а стрілки індикаторних головок — на «Нуль».

Точність взаємного розміщення отворів під корінні шийки розподільного вала перевіряють спеціальною скалкою-калібром, розміри якого менші від розмірів отворів на 0,042 мм

Допускається неспіввісність отворів під корінні підшипники колінчастого вала 0,022 мм, а розподільного — 0,023 мм.

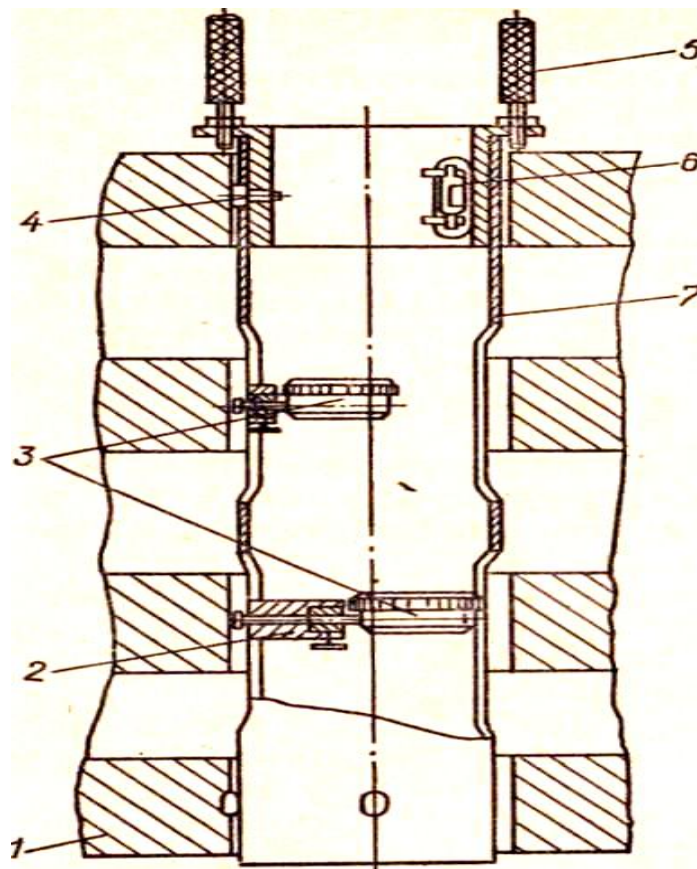


Рис. 3.3. Пристрій для контролю взаємного зміщення опор блок-картра під колінчастий вал двигуна.

Паралельність опорних поверхонь під гільзи осі колінчастого вала перевіряють за допомогою спеціального пристрою (рис. 3.4), до якого додають еталнну пластинку, що дозволяє правильно встановити індикатори. Спочатку в отвори вставляють оправку 4, потім корпус 3 встановлюють на опорні виточки

блока під гільзи так, щоб наконечники індикаторів 2 дотикалися оправки 4. За різницею показань головок визначають непаралельність опорних буртиків відносно осі колінчастого вала.

Під час дефектування блок-картерів необхідно звернути увагу на стан задньої поверхні блока, до якої кріплять картер маховика. У місцях контакту цих деталей їх робоча поверхня спрацюється. Неперпендикулярність задньої поверхні блока до осі колінчастого вала не повинна перевищувати 0,2 мм. Не допускаються також кавітаційні пошкодження нижнього посадочного пояса під гільзу, бо вони можуть бути причиною протікння води із оболонки в картер двигуна.

Жолоблення або пошкодження поверхонь прилягання головок блока та верхньої кришки усувають шліфуванням, допустима неплоскостність становить відповідно 0,12 і 0,125 мм на всій їх довжині.

Діаметри отворів під вкладиші корінних підшипників при затягнутих гайках та болтах кріплення кришок моментами відповідно 20...22 і 12...18 кгс•м мають становити 97,98 ...98,04 мм, а їх овальність і конусність не повинні перевищувати 0,02 мм. Допустиме биття середніх опор відносно крайніх не більше як на 0,04 мм. У протилежному випадку кришки фрезерують у площині їх рознімання на глибину до 0,3 мм з наступним розточуванням отворів до номінального розміру.

Технічний стан виточок під гільзи рекомендують відновлювати розточуванням багаторізевою оправкою. Допустима глибина виточок під бурт гільзи не повинна перевищувати 12,06 мм. При цьому коливання глибини в межах одного ряду гнізд допускається до 0,05 мм.

Тріщини в перемичках між отворами під гільзи відновлюють приваркою накладки на перемичку. Перемичку попередньо обробляють, а потім заварюють тріщину на ребрах жорсткості з встановленням зміцнюючих штифтів. (Рис. 3.4.)

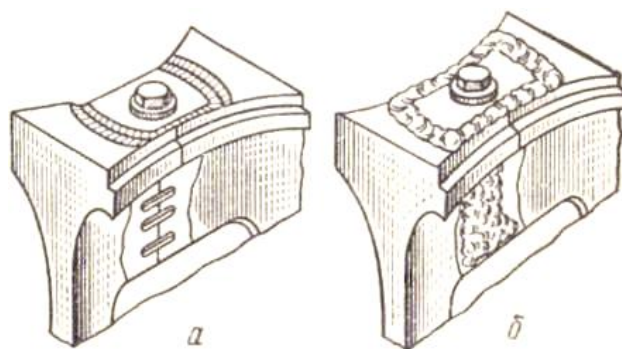


Рис. 3.4. Підготовка тріщин в перемичці між циліндрами до заварки (а) і перемичка після заварки (б).

При зносі і зриві різьби в отворах цей дефект усувають постановкою різбових перехідних втулок, дротяних вставок або східчастих шпилек з різьбою збільшеного розміру.

Шпильки, поставлені в блок, повинні бути вкручені до відмови й не мати люфту, розташовутися перпендикулярно площині і мати нормалну величину виступання.

### 3.2. Дефектація та відновлення пошкоджень рами гусеничних тракторів ХТЗ.

Вивчення технічного стану почали з рами, оскільки від неї в значній мірі залежить довговічність роботи. Результати представлені на рисунку 3.5 та таблиці 3.2.

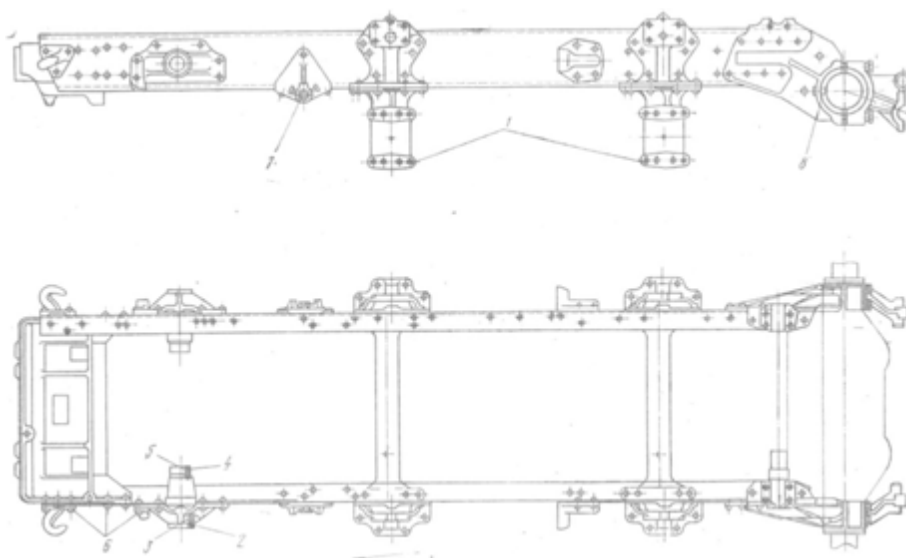


Рис. 3.5. Рама 181.30.001. Схема дефектів

Таблиця 3.2.  
Рама 181.30.001.. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю	Висновок
Номер	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єдн. з деталями			
			Що були в експлуатації	Новими		
-	Тріщини поперечних брусів	Тріщини, зломи не допускаються			Огляд	Бракувати
	Тріщини кронштейнів направлячих коліс, підтримуючих роликів	Тріщини, зломи, що виходять на посадочні поверхні втулок. стаканів не допускаються			Огляд	Бракувати
1	Пошкодження різі	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	Відновлювати
2	Ослаблення посадки великої втулки 54.310.407	Ослаблення посадки не допускаються			Остукування Молоток	Втулку замінити
3	Знос поверхні великої втулки под вісь 181.32. 012	$70^{+0,60}_{+0,40}$	76,80	76,20	Штангенциркуль	Втулку замінити
4	Ослаблення посадки втулки балансира 181.31. 103А	Ослаблення посадки не допускаються			Остукування Молоток	Втулку замінити
5	Знос поверхні втулки балансира под вісь 181.32.012-1	$60^{+0,60}_{+0,40}$	60,80	61,20	Штангенциркуль	Втулку замінити
6	Ослаблення заклепок	Ослаблення заклепок не допускається			Остукування Молоток	Відновлювати
7	Знос поверхні під вісь 181.32.142	$40^{-0,34}_{-0,50}$	40,60	40,80	Штангенциркуль	Відновлювати
8	Знос поверхні шпоночного паза под шпонку 181.38.213	$28^{+0,42}_{+0,14}$	28,60	28,60	Штангенциркуль	Відновлювати

### 3.3. Аналіз технічного стану корпусних деталей ведучих мостів, основні дефекти способи їх виявлення

Забезпечення працездатності ведучих мостів трактора ХТЗ неможливе без достовірної інформації про технічний стан корпусних деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню діляниць. Результати представлені на рисунку 3.8 та таблиці 3.4.

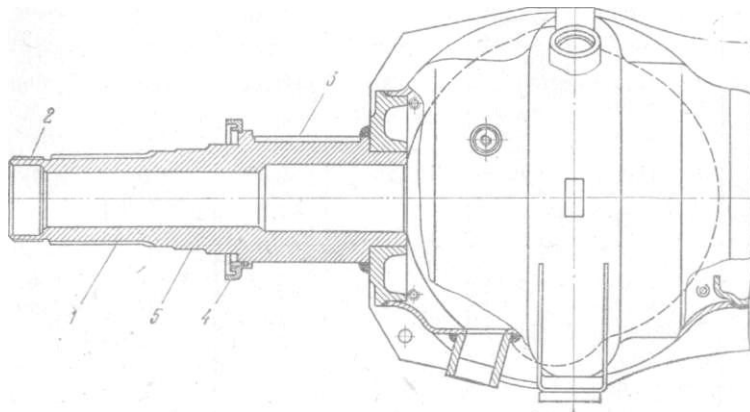


Рис. 3.6. Корпус моста 181.38.015-5

Таблиця 3.3 - Корпус моста 181.38.015-5. Карта дефектації

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю	Висновок
Номер	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єдн. з деталями			
			Що були в експлуатації	Новими		
-	Тріщини, зломи	Тріщини, зломи не допускаються			Огляд	Бракувати
2	Пошкодження різи	Вмятини, забоїни, викривлення, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	Відновлювати
1	Зношування шліців по товщині	$10 \begin{smallmatrix} -0,06 \\ -0,12 \end{smallmatrix}$	9,60	9,25	Огляд	Відновлювати
3	Знос поверхні шпоночного паза під шпонку	$28 \begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,09 \end{smallmatrix}$	28,15	28,30	Штангенциркуль	Відновлювати

4	Пошкодження захисного кільця	Пошкодження не допускаються			Огляд	Відновлювати
5	Знос зовнішньої поверхні під роликотідшипник 2007122	Ø110 <sup>+0,12</sup>	109,96	109,96	Пробка або нутромір	Відновлювати

Заварити тріщину зварюванням електродуговим, електродом УОНИ-13\45 Э42А-4,0- Ф. . Заварити розсвердлені отвори дуговим зварюванням електродом УОНИ-13\45 Э42А-4,0- Ф. Зварний шов має бути рівним, щільним, без тріщин. пористості, непроварених місць і напливів .

Зачистити зварний шов і перевірити його на герметичність. Зварний шов має бути оброблений з плавним переходом до основного металу. На обробленій поверхні допускаються поодинокі раковини діаметром до 2 мм і завглибшки до 0,5 мм. При перевірці на герметичність, на протязі 5 хвилин поява плям гасу на поверхні зварного шва, обробленого крейдою, не допускається

#### 3.4. Дослідження технічного стану корпусу коробок передач, основні дефекти, способи їх виявлення, прилади та оснащення

Забезпечення роботоздатності коробок передач тракторів ХТЗ 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 коробки передач відіграє важливе значення в забезпеченні працездатного стану коробки передач проведемо дослідження

його дефектів. На рисунку 3.9 та в таблиці 3.5. представлено схему дефектів та карту дефектації корпусу коробки передач трактора ХТЗ-181 .

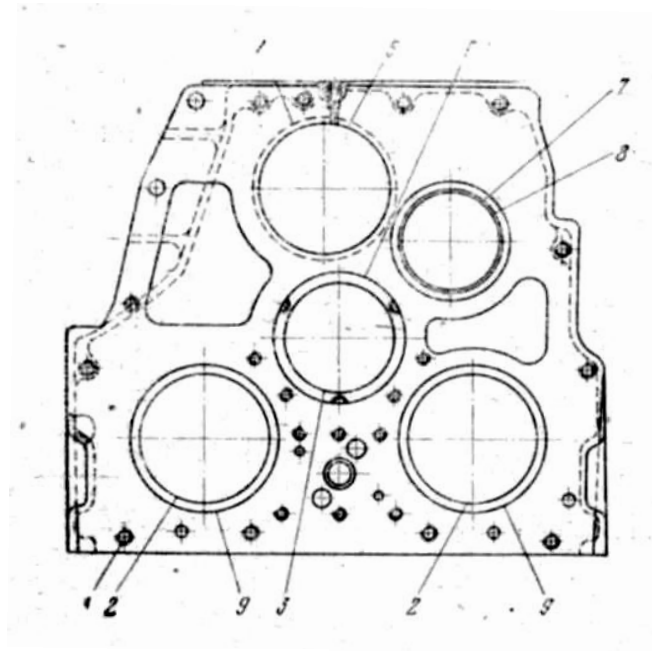


Рис. 3.7. Корпус коробки передач 150.37.101-2. Схема дефектів

Таблиця 3.4 - Корпус коробки передач 150.37.101-2.. 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	Новими		
1	Пошкодження різи	Вмятини, забоїни, викривлення, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд —	Відновлювати
2	Знос поверхні отвору під стакан нижній 150.37.122	$135^{+0.040}$	135,08	135,14	нутромір індикаторний НИ 100-160 ГОСТ 868-72	Відновлювати

## Продовження таблиці 3.4

3	Знос поверхні отвору під стакан 150.37.117-1	$110^{+0.035}$	110,08	110,14	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
4	Знос поверхні отвору під стакан верхній 150.37.102-1	$152^{+0.040}$	152,08	152,12	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
5	Знос поверхні отвору під стакан 150.37.153	$135^{+0.040}$	135,08	135,14	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
6	Знос поверхні отвору під стакан 150.37.353-1	$132^{+0.040}$	132,08	132,15	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
7	Знос поверхні отвору під стакан 150.37.283-1	$100^{+0.035}$	100,08	100,13	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
8	Знос поверхні отвору під стакан 150.37.158	$105 \pm 0.035$	105,08	105,14	нутромір індикаторний	Відновлювати
9	Знос поверхні отвору під стакан верхній 150.37.142-3	$152^{+0.040}$	152,08	152,15	нутромір індикаторний НИ 100-160	- Відновлювати

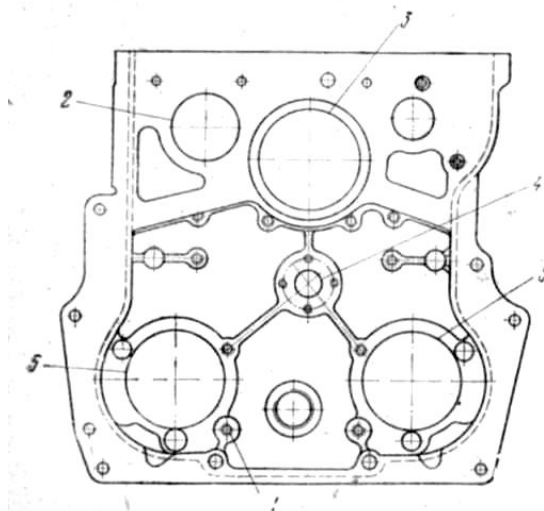


Рис. 3.8. Картер задній 150.37.172-1. Схема дефектів

Таблиця 3.5 - Картер задній 150.37.172-1.. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю	Висновок
Номер дефекту	Назва	За креслен-ням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва  Означення	
			Що були в експлу-атації	Новими		
1	Пошкодження різі	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд —	Відновлювати
2	Знос поверхні під підшипники 208	$80^{+0,023}_{-0,012}$	80,04	80,05	нутромір індикаторний НИ 50-100 ГОСТ 868-72	Відновлювати
3	Знос поверхні під підшипник 115	$115^{+0,023}_{-0,012}$	115,04	116,05	нутромір індикаторний НИ 100-160 ГОСТ 868-72	Відновлювати
4	Знос поверхні під вісь 150.37.179-1	$30^{+0,050}$	30,06	30,10	нутромір індикаторний НИ 18-50 ГОСТ 868-72	- Відновлювати
5	Знос поверхні під стакан 150.37.153	$115^{+0,040}$	115,08	115,13	нутромір індикаторний НИ 100-160 ГОСТ 868-72	Відновлювати

## РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КОРПУСУ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЙОГО ВІДНОВЛЕННЯ

4.1. Аналіз технічного стану корпусу головної передачі передачі, основні дефекти, способи їх виявлення, прилади та оснащення.

Забезпечення роботоздатності головних передач тракторів ХТЗ-181 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 ділянок. При аналізі технічного стану деталей досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

Забезпечення роботоздатності головних передач 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 ділянок. При аналізі технічного стану деталі досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

Всі отримані дані зводимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. - Конструктивно- технологічна характеристика деталі

№ п/п	Показник	Одиниці вимір.	Значення
1	2	3	4
1	Найменування та номер за каталогом		Корпус головної передачі 181.72.016-1

2	Габаритні розміри	мм	410·420·390
3	Кількість деталей у вузлі	шт.	1
4	Матеріал деталі		Чавун КЧ 45-6
5	Вага деталі	кг	37,6
6	Тип з'єднання із спряженою деталлю		нерухомий
7	Вид посадок :		
	Дефект № 1		Зазор
	Дефект № 2 :		Зазор
	Дефект № 3 :		Перехідна
8	Поля допусків :	мм	
	Дефект № 1 : Корпус гол.пер.		0,04
	Гайка регулюв.		0,018
9	Дефект № 2 : Корпус гол.пер Стакан підшипн. Дефект №3: Стакан підшипн Ролик підшипн	мм	0,063 0,027 0,04 0,018
	Допуск посадки :		
	Дефект № 1		0,058
	Дефект № 2		0,088
	Дефект №3		0,058
10	Квалітет точності для номінального розміру :		
	Дефект № 1		± IT 14 / 2
	Дефект № 2		± IT 14 / 2
	Дефект №3		± IT 14 / 2
11	Шорсткість поверхні :		
	Дефект № 1		Rz 20
	Дефект № 2		Rz 20

12	Дефект №3 Твердість поверхні		Rz 20 НВ 170...241
13	Точність взаємного розташування робочих та базових поверхонь :		Паралельність Паралельність Паралельність
14	Ведучий процес спрацювання робочих поверхонь :	Дефект № 1 Дефект № 2 Дефект № 3	Механічно-окислювальне Механічно-окислювальне Механічно-окислювальне

#### 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 (табл.1 додатку.) встановлюємо технічний стан деталей. При дослідженні ремонтного фонду деталей для найбільш повного відображення інформації про їх технічний стан дослідження проводимо для 25 деталей.

Дослідження проводимо для трьох видів дефектів :

- Дефект № 1: спряження типу —корпус -гайка”.
- Дефект № 2: спряження типу —корпус - стакан”.
- Дефект № 3: спряження типу —корпус -роликотідшипник”.

1. Досліджуємо технічний стан деталей для дефекту № 3 (знос поверхонь отворів під роликотідшипник 7517).

Результати заносимо в таблицю 1.додатку

Таким чином, за результатами розрахунків розподіл деталей слідує

Придатних — 1 шт.

На відновлення — 24 шт.

На вибраковування — 0 шт.

Технічний стан деталей, які надходять у ремонт, оцінюється коефіцієнтами придатності ( $K_{\text{пр}}$ ), відновлення ( $K_{\text{в}}$ ) і змінності ( $K_{\text{з}}$ ). 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:

$$K_{\text{пр}} = n_{\text{пр}} / N = 1 / 25 = 0,04; \quad (4.1.)$$

$$K_{\text{в}} = n_{\text{в}} / N = 24 / 25 = 0,96; \quad (4.2.)$$

$$K_{\text{з}} = n_{\text{з}} / N = 0 / 25 = 0,00, \quad (4.3.)$$

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

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

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

$N$  — загальна кількість досліджуваних деталей.

Результати приведених розрахунків заносимо в таблицю 4.2.

Дослідження ремонтного фонду деталей проводять, застосовуючи методи математичної статистики, так як їх пошкодження (дефекти) відносяться до категорії випадкових величин і мають такі статистичні характеристики[4]:

— розмах ( границі розсіювання ) пошкоджень,  $R$ ;

— кількість інтервалів статистичного ряду,  $n$ ;

— середня величина пошкодження,  $x$ ;

— середнє квадратичне відхилення величини пошкодження,  $\sigma$ ;

— емпіричний розподіл і теоретичний закон розподілу величини пошкодження, ТЗР .

Далі приводиться статистичний ряд інформації про спрацювання для

дефекту № 3 (знос поверхонь отворів під роликотідшипник 7317) , визначаємо дослідну ймовірність як співвідношення числа випадків  $m_i$  появи в кожному інтервалі до повторності інформації:

$$P_i = m_i / N \quad (4.4.)$$

За цією формулою розраховуємо дослідну ймовірність для кожного інтервалу:

$$P_1 = m_1 / N = 2 / 25 = 0.08 \quad (4.4.1)$$

$$P_2 = m_2 / N = 6 / 25 = 0.24 \quad (4.4.2)$$

$$P_3 = m_3 / N = 11 / 25 = 0.44 \quad (4.4.3)$$

$$P_4 = m_4 / N = 5 / 25 = 0.20 \quad (4.4.4)$$

$$P_5 = m_5 / N = 1 / 25 = 0.04 \quad (4.4.5)$$

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

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

де  $\delta_{1п}$  – значення початку першого інтервалу;

$A$  – величина одного інтервалу.

Визначення середнього значення величини зносу, середньо- квадратичного відхилення ( $t$  та  $\sigma$ ). При  $N > 25$  та при наявності статистичного ряду відповідно:

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

де  $t_{ic}$  – значення середини  $i$  – го інтервалу

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

$$\delta = 0,03 \cdot 0,08 + 0,05 \cdot 0,24 + 0,07 \cdot 0,44 + 0,09 \cdot 0,20 + 0,11 \cdot 0,04 = 0.067 \text{ мм}$$

$$\sigma = \sqrt{(0,03 - 0,0671)^2 \cdot 0,08 + (0,05 - 0,067)^2 \cdot 0,24 + (0,07 - 0,067)^2 \cdot 0,44 + (0,09 - 0,067)^2 \cdot 0,2 + (0,11 - 0,067)^2 \cdot 0,04} = 0,019 \text{ мм}$$

Визначення коефіцієнта варіації.

$$v = \sigma / (\delta - \delta_{зм}) = 0,019 / (0,067 - 0,01) = 0,33 \quad (4.8.)$$

Всі розрахунки із формулами і числовими значеннями приведені в додатку 1. [18]

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 4.2.

Таблиця 4.2. - Статистичний ряд інформації про знос поверхонь отворів під роликотідшипник 7517.

№ інт.	Інтервали, мм	Середина, мм	Частота, $m_i$	Дослідна ймовірність, $P_i$	Накопичена ймовірність, $\Sigma P_i$
1	0,02...0,04	0,03	2	0,08	0.02
2	0,04...0,06	0,05	6	0.24	0.32
3	0,06...0,08	0,07	11	0.44	0.76
4	0,08...0,10	0,09	5	0.20	0.96
5	0,10...0,12	0,11	1	0.04	1.00

Таблиця 4.3.- Показники технічного стану ремонтного фонду

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
1 Коефіцієнти :		
Придатності		0,04
Відновлення		0,96
Змінності		0,0
2 Границі зміни пошкодження	мм	0.10
3 Середнє значення величини зносу	мм	0,067
4 Середнє квадратичне відхилення	мм	0.019
5 Коефіцієнт варіації		0.33
6 Теоретичний закон розподілу		ЗНР

На основі отриманих даних досліджень та проведених розрахунків будуємо гістограму та полігон.

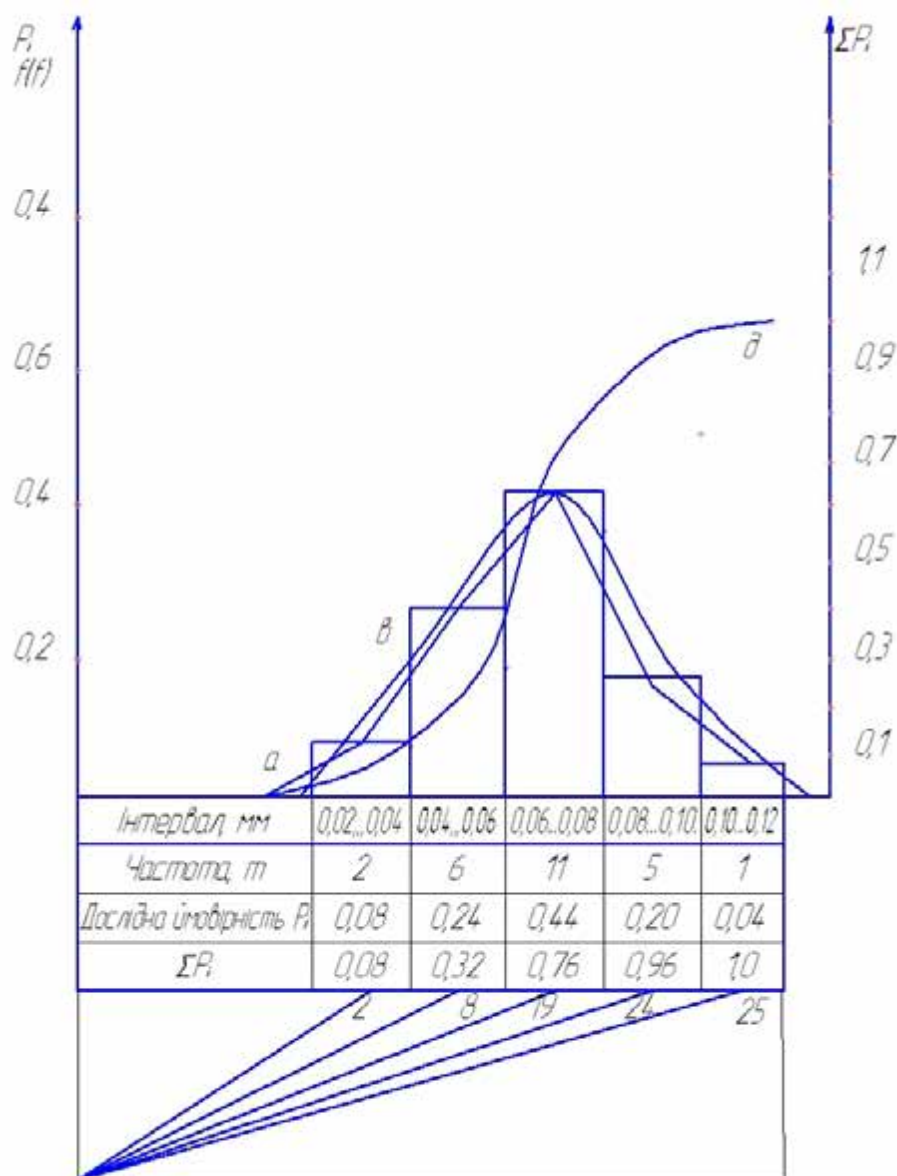


Рис.4.1. Схема обробки інформації про знос поверхонь отворів під роликотідшипник 7517.

Таким чином, проведені дослідження технічного стану корпус головної передачі 181.72.016-1 показали, що коефіцієнт відновлення складає 80 відсотків від всіх поступаючих на ремонт деталей, а розробка чи удосконалення технології відновлення їх є актуальною задачею сучасного

ремонтного виробництва.

#### 4.3.Розробка технологічного процесу відновлення корпусу головної передачі 181.72.016-1

Поняття про маршрутну технологію відновлення деталей. Деталі сільськогосподарської техніки, що надходять у ремонт, зазвичай мають кілька дефектів. Проектування технологічних процесів відновлення деталей здійснюється за дефектною та за маршрутною технологією.

При дефектній технології кожен з дефектів деталі розробляється самостійний технологічний процес відновлення і технологічна карта. Так як на відновлення надходить партія деталей, що мають різні дефекти, то для усунення всіх дефектів кожної конкретної деталі необхідно застосувати кілька технологічних процесів (і, отже, розробити кілька карт). При відновленні слід встановити раціональну послідовність усунення дефектів: спочатку повинні реалізуватися технологічні процеси, які значною мірою впливають на стан поверхні (наплавлення, термообробка), потім ті, які усувають сліди попередньої обробки і надають деталі необхідної геометричної форми, розміри, шорстки. (шліфування, полірування і т. д.). Однак організаційно в умовах піддефектної технології відновлення деталей спланувати і врахувати це важко. Недоліком цієї технології є також те, що на відновлення деталі розробляється громіздка первинна документація, тому піддефектна технологія відновлення збереглася тільки на ділянках з одиничним типом виробництва.

Маршрутна технологія характеризується розробкою комплексного технологічного процесу відновлення кількох дефектів. У цьому дефекти деталі розбиваються кілька груп (технологічних маршрутів). Поєднання дефектів кожного маршруту має характеризуватися спільністю застосовуваних відновлення технологічних методів, і навіть економічної доцільністю. Так, в один технологічний маршрут переважно включати дефекти, що усуваються наплавленням, в інший - гальванічним нарощуванням і т.п. буд. Виконання слюсарних та механічних операцій можна передбачити у всіх маршрутах. Поєднання дефектів у маршрутах встановлюється з урахуванням дослідно-

статистичних даних аналізу організації відновлення деталей ремонтних підприємствах. Кожному маршруту надається номер і розробляється єдина маршрутно-технологічна карта відновлення деталі. Слід зазначити, що кількість маршрутів має бути мінімальною, щоб не ускладнювати організацію ремонтного процесу. Маршрутна технологія дозволяє підвищити продуктивність праці, чіткіше спланувати організацію відновлення деталей та знизити собівартість продукції.

Загальні принципи та положення проектування технологічних процесів відновлення зношених деталей аналогічні тим, які раніше розглянуті для механічної обробки деталей. Вихідні дані для розробки технологічних процесів відновлення деталей: робоче креслення деталі, виконане відповідно до вимог стандартів на ремонтну документацію; перелік дефектів деталі; основні відомості про умови роботи деталі у вузлі, що ремонтується, та видах зношування; довідкові матеріали про технологічні методи, за допомогою яких можливе усунення дефектів; технологічна документація на відновлення цієї деталі (при модернізації існуючого технологічного процесу на даному підприємстві); відомості про досвід відновлення деталей цього найменування на передових підприємствах (при розробці нового технологічного процесу); технологічний процес виготовлення та робоче креслення нової деталі (для технологічної наступності між виготовленням та ремонтом деталі); програма випуску деталей; різні довідкові матеріали (каталоги технологічного обладнання, пристроїв, інструменту, довідники за режимами обробки, технічним нормуванням операцій тощо).

Послідовність проектування технологічних процесів відновлення деталей. Рекомендована послідовність при проектуванні технологічних процесів відновлення деталей:

1. Аналіз технологічного процесу виготовлення нової деталі.
2. Аналіз умов роботи деталі у поєднанні, видів та процесів її зношування.
3. Аналіз дефектів деталі та вибір можливих технологічних методів відновлення, вибір технологічних баз для обробки.

4. Розробка попереднього маршруту відновлення, розчленування його на технологічні операції.

5. Вибір технологічного обладнання, пристроїв, робочого інструменту, засобів контролю та вимірювань.

6. Обґрунтування загальних та операційних припусків та допусків на обробку.

7. Встановлення режимів та норм часу виконання операцій. 8. Техніко-економічне обґрунтування оптимального варіанта технологічного процесу відновлення деталі.

9. Розробка технологічної документації на відновлення деталі. Багато з цих питань вирішуються так само, як і при проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей.

## РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРІВ ХТЗ

Загальна методика проектування спеціалізованої дільниці для відновлення відновлення корпусних деталей.

Проектування дільниці для відновлення корпусних деталей ведеться в наступній послідовності:

- визначається виробнича програма дільниці;
- визначається річна трудомісткість ремонтних операцій;
- обґрунтовується організаційний режим роботи ділянки;
- розраховуються потрібні кількості працюючих, ремонтно-технологічного обладнання, виробничих площ;
- розробляється загальна компоновка та технологічне планування обладнання дільниці.

Річна програма дільниці визначається за об'ємом ремонтного фонду корпусних деталей, які надходять в ремонт .

Річна трудомісткість ремонтних робіт розраховується згідно з маршрутними та операційними картами.

Потрібна кількість працюючих, обладнання та виробничі площі розраховуються згідно прийнятих нормативів [3].

Загальна компоновка та технологічне планування обладнання дільниці розробляється з урахуванням вимог технологічного процесу та раціональної організації праці [3]. Річна програма дільниці відновлення корпусних деталей обґрунтовується для умов підприємства.

В річну програму спеціалізованої дільниці входить визначення трудомісткості ремонтно-технологічних робіт по кожній операції [14] .Для визначення сумарної трудомісткості ремонтно-технологічних робіт користуються формулою :

$$T_c = \sum T_i , \quad (4.1)$$

де  $T_i$  — трудомісткість виконання певного виду робіт, год ;

Визначаємо трудомісткості виконання основних технологічних операцій

(  $T_i$  ) згідно технологічного маршруту відновлення деталі за формулою :

$$T_i = T_{шт} + T_{пз} , \quad (4.2)$$

де  $T_{шт}$  — штучний час ;  $T_{пз}$  — підготовчо-заклучний час .

Номенклатуру обладнання для нашої дільниці по відновлення корпусних деталей встановлюємо, виходячи із виробничої потреби по технологічним процесам відновлення деталей [13] .Виходячи із виробничої потреби, підбирають і уточнюють перелік основного обладнання спецдільниці по відновленню зношених деталей. Кількість одиниць основного обладнання визначається за формулою [12] :

$$N_{об} = T_i / ( \Phi_i \times K_i ) , \quad (4.4)$$

Де,  $T_i$  — трудомісткість робіт, які виконуються на обладнанні, год ;

$\Phi_i$  — дійсний річний фонд часу, год ;

$K_i$  — коефіцієнт завантаження обладнання (  $K_i = 0.72 \dots 0.82$  ) [12]

При підрахунках виробничої площі спецдільниці відновлення корпусних деталей враховують площу, яку займає вибране технологічне та допоміжне обладнання, пристрої, а також перехідні коефіцієнти. Виробничу площу спецдільниці розраховують за формулою [15] :

$$F_{в} = \Sigma ( F_{об} \times K_{п} ) , 1 \quad (4.5)$$

де  $F_{об}$  — площа, яку займає обладнання,  $m^2$  ;

$K_{п}$  — перехідний коефіцієнт, який визначає робочі зони і проходи по нормам проектування ремпідприємств .

(  $K_{п} = 2.5 \dots 4$  ).

Загальну площу дільниці розподіляють відповідно :

— виробнича — 74 % ;

— допоміжна — 18 % від виробничої ;

— складська — 8 % від виробничої ;

— конторсько-побутова — 5% від виробничої .

Планування спеціалізованої дільниці відновлення корпусних деталей.

Спецдільницю відновлення корпусних деталей розміщуємо в загальному корпусі виробничого або ремонтного підприємства . Габаритні

розміри спецдільниці разом з допоміжними приміщеннями, встановлюють виходячи з умови, що периметр її при даній площі повинен бути найменшим. Для цього користуються коефіцієнтом доцільності, який розраховується за формулою :

$$\eta_d = \sqrt{F_d / (P \times 0.28)}, \quad (5.6)$$

де  $F_d$  — встановлена площа дільниці,  $m^2$  ;

$P$  — периметр будови, м ;

0.28 — коефіцієнт пропорційності, чисельно рівний квадратному кореню з відношення площини круга до його довжини .

Коефіцієнт доцільності має бути  $\eta_d \geq 0.82$  .

Приймаємо прямоточну схему виробничого процесу

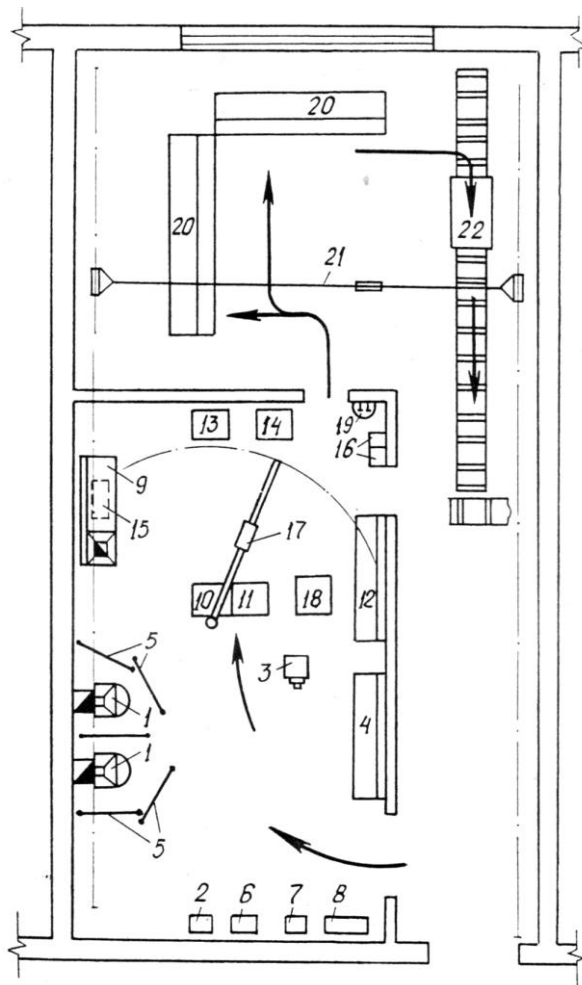


Рис. 4.1. Дільниця відновлення корпусних деталей.

комбінованим способом (площа 152 м<sup>2</sup>): 1 - стіл для електрозварювальних робіт; 2 - трансформатор зварювальний, 3 - кантувач, 4 - стелаж, 5 - щит для

зварювальних робіт; 6 - випрямляч зварювальний; 7 - механізм подаючий; 8 - шафа з балонами для газового зварювання; 9 - стіл робочий з витяжною шафою; 10 - стіл монтажний металев; 11 - верстак слюсарний на одне робоче місце; 12 - стеллаж для деталей і вузл; 13 - шафа вакуум-сушильна 14 - шафа сушильна електрична; 15 - установка для механізованого дозування та приготування епоксидних складів; 16 - шафа для одягу, 17 - кран консольно-поворотний; 18 - візок комплектувальний; 19 - умивальник; 20 - електросушка камерна; 21 - кран-балка; 22 - стенд для гідравлічного випробування

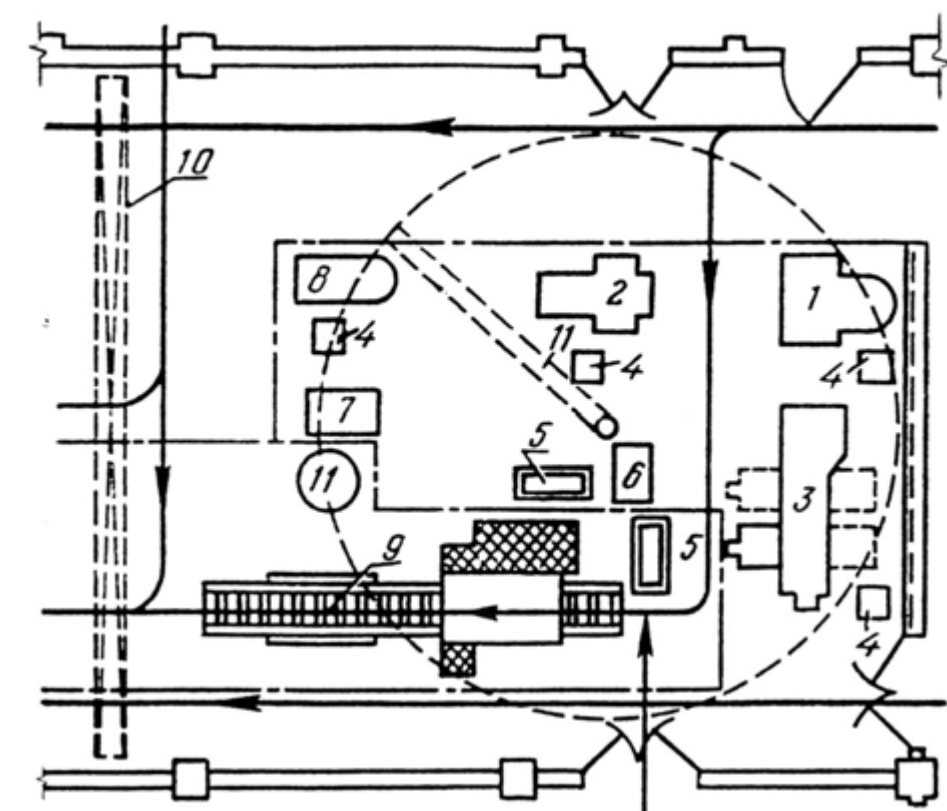


Рис. 4.2. Робоче місце з відновлення корпусних деталей: 1 - вертикально-розточний верстат, 2 - хонінгувальний верстат, 3 - горизонтально-розточний верстат, 4 - тумбочка для інструменту; 5 - підставка для блоків циліндрів; 6 - гідравлічний прес; 7 - пересувний обдирково-шліфувальний верстат з гнучким валом, 8 - радіально-свердильний верстат, 9 - рольганг; 10 - електрифікована кран-балка; 11 - консольно-поворотний кран з електротельфером.

## РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Види, причини та методи вивчення травматизму. Травматизм на ремонтних підприємствах рік у рік безперервно скорочується. Це стало можливим завдяки технічному прогресу, підготовці висококваліфікованих кадрів, покращенню служби техніки безпеки, а також збільшенню ассигнований на заходи з охорони праці.

Травми можуть бути викликані різними факторами - механічними, хімічними, термічними, електричними та ін. Які виробничі чинники сприяють появі травматизму?

На токарних та заточувальних верстатах - відсутність захисних екранів; на заточувальних верстатах – відсутність підручників або їх несправність, робота без захисних окулярів; відсутність огорожень частин машини, що обертаються, деревообробних верстатів, стендів. недостатнє оснащення підйомно-транспортними механізмами, знімачами, інструментами, що полегшують умови праці робітників. Погана організація праці та захаращеність робочих місць та допоміжних виробничих площ також призводять до нещасних випадків.

На безпеку праці негативно впливає незадовільний санітарно-гігієнічний стан виробничих приміщень та окремих робочих місць. Так, висока температура послаблює організм і викликає млявість руху працюючого, а низька температура сковує його руху і викликає застудні захворювання. Різкий шум у цеху послаблює увагу, перешкодує сприйняттю звукових попереджувальних сигналів і команд, шкідливо впливає на організм людини.

Слабка освітленість ускладнює орієнтування працюючого, викликає стомлюваність, погіршує зір і знижує продуктивність праці. Наявність у робочому приміщенні надмірної вологості та великих концентрацій пилу, різних газів згубно впливає на організм людини.

Основною причиною виникнення нещасних випадків є недотримання правил з техніки безпеки та ненавченість робітників. Прикладом порушення

вимог техніки безпеки є: відкоркування барабанів з карбідом кальцію за допомогою культиваторних лап, зубил чи інших металевих предметів; порушення технології підготовки тари з-під пального до зварювання; незакріплення піднятих кузовів автомашин при ремонті та технічному обслуговуванні та інші порушення.

Відсутність або несправність підйомно-транспортних засобів та спеціальних захоплень, необхідних для зняття та постановки агрегатів, транспортування важких агрегатів на непристосованих засобах або перенесення їх вручну є причинами їх падіння та травмування рук та ніг робітників.

Несправність обладнання або інструменту часто призводить до травм голови, обличчя та рук. Відсутність належного інструктажу та технічного нагляду з боку майстра, механіка, начальника ділянки за проведенням безпечних прийомів праці також спричиняє нещасні випадки.

Аналіз травматизму проводять за актами про нещасні випадки та матеріалами їх розслідування. Найбільш поширений аналіз причин виникнення небезпеки та шкідливості. Крім того, ведеться аналіз за місцем події (при цьому виявляються цехи та ділянки з підвищеним травматизмом та захворюваністю); за родом ушкоджень, на підставі яких встановлюються характер та повторюваність травм та захворювань; за професіями постраждалих, при цьому виявляються робітники, які більш зазнають травмування та захворювань; з виконуваних робіт; за віковим складом та статтю постраждалих; за стажем роботи; на час події.

## ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДО ІНСТРУМЕНТУ

Від справності інструменту, що застосовується при ремонті сільськогосподарської техніки, багато в чому залежить безпека робітників. Основні вимоги безпеки до всіх видів інструменту зводяться до того, щоб користування ним було зручно і він не спричинив (прямо чи опосередковано) причину травм. За станом інструменту повинні стежити самі робітники. Монтажний інструмент у процесі використання зношується, порушуються

його форма і розміри, а в деяких випадках з'являються тріщини та злами. З таким інструментом працювати не рекомендується, оскільки значні зусилля, що додаються при розбирально-складальних операціях, можуть призвести до поломки інструменту та травмування робітників. Позиви справних гайкових ключів мають паралельні губки, відстань між якими відповідає стандартному розміру, позначеному на ключі. Ключі з деформованим і розпиляним зівом застосовувати не можна, так як можливий зрив ключа з гайки. Торцеві та накидні ключі повинні бути без зім'ятих граней або тріщин у головках, а розлучні ключі – без хитавиці в з'єднаннях. Зрив ключів з граней гайки або головки болта призводить до забитих місць і поранень рук, а в деяких випадках - і до падіння робітників. На розбирально-складальних операціях все більшого застосування знаходить пневмоінструмент, особливо гайковерти. З'єднання гайковертів з шлангом, що подає повітря, повинні бути надійними і не допускати витoku повітря; наконечник шпинделя гайковерта повинен мати деформованих граней, повинен забезпечувати надійне утримання змінних головок під час обертання. Несправності викруток можуть спричинити зрив їх з головки гвинта та стати причиною серйозних поранень. Лезо викрутки має бути з рівними плоскими бічними гранями, а кінець — трохи затупленим. Розмір леза підбирають по ширині паза та розмірам головки гвинта. Рукоятка повинна міцно з'єднуватися зі стрижнем викрутки і бути гладкою, без ребер та задирок. Не можна використовувати викрутки з кривим стрижнем, так як при обертанні такої викрутки напрямок зусилля руки не збігається з віссю гвинта, що викликає, що викликає зісковзування леза з головки гвинта.

Молотки та кувалди зі слабкою насадкою також становлять небезпеку, оскільки можуть зіскочити з ручки під час роботи. Молотки (кувалди) насаджують на рукоятки «намертво», для чого в них забивають клин з м'якої сталі. Рукоятки молотків виготовляють овальними з твердих і в'язких порід дерева (молодий дуб, в'яз, кизил, горобина) з гладкою поверхнею. З появою тріщин ручки замінюють. Ударна поверхня молотків робиться трохи опуклою для центрування удару; вона повинна бути без тріщин і вибоїн.

На робочій поверхні губок плоскогубців насічка має бути в хорошому стані. Ручки плоскогубців, призначені для електромонтажних робіт, виготовляють із покриттям з діелектричного матеріалу.

Знімачі, що використовуються на розбірних роботах, повинні бути без тріщин і не деформовані, без зірваного або зім'ятого різьблення. Зрив знімача при сильному натягу його робочих частин може призвести до травмування робітників.

На загострених кінцях (хвостовиках) напилків, ножівкових верстатів і шаберів необхідно мати круглі дерев'яні ручки з металевим кільцем бандажним, що оберігає розколювання ручки. Ручку насаджують ударом її об верстак, щоб напилек чи інший інструмент загаявся в ручку силою інерції. Не можна насаджувати ручку, надягаючи її на хвостовик інструменту, Хвостовики інструменту після насаджування не повинні торкатися бандажного кільця. Забороняється працювати інструментом без ручок. Верстати ножівок повинні бути правильної форми, зі справним натяжним пристроєм для ножівки. Різке ослаблення полотна може спричинити його поломку і падіння або забиття робітника внаслідок втрати рівноваги. Для закріплення полотен у натяжному пристрої необхідно застосовувати спеціально виготовлені короткі штирі, але не цвяхи із загнутими кінцями. Довжина зубил, крейцмейселів та виколоток має бути достатньою для безпечного утримання їх під час роботи рукою (не менше 150 мм).

Не можна працювати із зубилом або крейцмейселем, на бойках яких збита поверхня, утворилися тріщини та задирки. При користуванні таким інструментом відскакувальні шматочки металу від розбитої ударної поверхні можуть серйозно поранити людей, що знаходяться поблизу. Ці дефекти можна усунути, виправивши бойки на абразивних колах. Лезо зубила заточують на колах, відповідних твердості оброблюваного металу. Зубила «з сухим» загартуванням леза небезпечні, оскільки шматочки металу, що вифарбовуються з леза, можуть поранити робітника. Ножиці для різання тонколистової сталі необхідно міцно зміцнювати на робочому місці, а їх леза

добре заточувати. Рукоятка ножиць повинна бути без деформацій і механічних пошкоджень. Колодки рубанків (фуганків) роблять із твердих порід дерева з гладкою поверхнею без задирок і відщепів. Ручку добре зміцнюють, оскільки її поломка може спричинити втрату рівноваги та падіння робітника.

Лезо ножа має бути ретельно заточене, без вибоїн і викривлених місць, у цьому випадку не потрібно підвищених зусиль, а опір різання буде рівномірним під час ходу рубанка. Стамески постачають гладкою ручкою, а лезо ретельно заточують. На кінцях ручок доліт, по яких ударяють молотком, роблять окування.

Для полегшення розпилу зуби пилок потрібно розводити, а ручки робити гладкими і зручними. Полотно лучкової пили необхідно добре натягувати, щоб під час роботи не було вигину, що ускладнює протягування пили. Сокиру насаджують на сокирище так само, як молотки і кувалди. Треба стежити, щоб лезо було гострим і при роботі не ковзало по поверхні виробу, що обробляється, а врізалось в деревину. Сокирку виготовляють з твердих порід дерева; поверхня його має бути гладкою, правильної форми.

#### БЕЗПЕКА РОБОТИ НА РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

На несправних стендах (установках) працювати забороняється не можна також використовувати ремонтно-технологічне обладнання, що має частини, що обертаються, з несправними огороженнями. Ремонт та мастило проводять тільки при зупиненому обладнанні.

Відходячи від стану чи верстата, потрібно відключити його від електричної мережі. При роботі на стендах і верстатах необхідно дотримуватись усіх вимог електричної безпеки. Біля стендів і верстатів слід встановлювати дерев'яні ґрати для запобігання ніг робітника від холодної кам'яної підлоги.

Частини одягу (рукави, підлоги, краватка і т. д.) можуть бути захоплені деталями стану, що обертаються або рухаються, або ремонтного вузла і викликати важкі наслідки. Тому перед початком зміни необхідно застебнути одяг на всі гудзики, закріпити частини сукні, що розвіваються, а довге волосся

прибрати під головний убір.

При підготовці стану до роботи потрібно перевірити ріжучий інструмент, міцно закріпити та добре сцентрувати його у захисному пристрої. Конусні та циліндричні хвостовики інструменту повинні бути чистими та гладкими, без вибоїн та помітних слідів нормального зносу. Знімати, встановлювати та змінювати ріжучий інструмент дозволяється лише після повної зупинки шпинделя.

Робота на свердлильному верстаті в рукавичках може призвести до травми. Не можна також охолоджувати свердло, що обертається мокрою ганчіркою або кінцями, так як вони можуть бути захоплені свердлом. Для цього необхідно встановлювати на верстаті систему охолодження. Трубка, що підводить охолодну рідину до ріжучого інструменту, встановлюється таким чином, щоб при маніпуляціях з нею рука верстатника не входила в небезпечну зону ріжучого інструменту.

При свердлильних верстатах потрібно мати спеціальні лопатки і виколотки, виготовлені з матеріалу, що виключає відокремлення частинок при ударі, а також запобігає псуванню напрямної і ріжучої частин інструменту при його зміні.

Оброблювану деталь необхідно міцно закріплювати на столі верстата болтами або прихватками, в машинних лещатах, кондукторах або інших пристосуваннях, що виключають зсув деталі і захоплення її різальним інструментом. Забороняється обробляти деталь, утримуючи її руками, це неминуче веде до травми.

На сучасних ремонтних підприємствах всі підйомно-транспортні роботи здійснюються переважно механізованими засобами.

Особливо широке застосування знайшли мостові електричні однобалочні крани вантажопідйомністю до 3 т, крани однобалочні ручні, крани консольно-поворотні, електричні талі, конвеєри різних систем, рольганги, електро- та автонавантажувачі, спеціалізовані візки з підйомними платформами та ін. До управління вантажно-транспортними механізмами, а також кранами,

керованими з кабіни, допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання і мають документ на право управління ними.

Крани, конвеєри та інші підйомно-транспортні пристрої, встановлені на потокових технологічних лініях ремонту, а також на окремих робочих місцях, керуються самими робітниками. Тому вони, крім інструктажу з техніки безпеки за основною професією, повинні періодично проходити навчання та інструктаж за правилами роботи з підйомно-транспортними механізмами та пристроями, а також зачалування та транспортування вантажів.

Основною умовою безпечної роботи з підйомно-транспортними механізмами є їхня технічна справність. У зв'язку з цим необхідно суворо дотримуватись термінів перевірки технічного стану кранів. Вантажопідйомні машини, що знаходяться в роботі, піддаються періодичному технічному огляду не рідше ніж через 12 місяців; рідко використовувані крани через кожні 3 роки.

Вантажозахоплювальні пристрої та тару також піддають періодичному огляду: траверси - через кожні 6 місяців; кліщі та інші захоплення - через місяць; стропи - кожні 10 днів. Траверси та захоплення перевіряють фахівці, відповідальні за експлуатацію цього підйомного механізму.

Результати оглядів заносять у спеціальний журнал обліку; крім того, на кожному вантажопідйомному механізмі ставлять дату його огляду, вантажопідйомність крана та прізвище відповідального за експлуатацію підйомного механізму.

Недотримання зазначених вище вимог служить нерідко джерелом травматизму та аварій.

Перед тим як застосувати кран або інший підйомний механізм слід підібрати необхідний захватний пристрій (траверс, кліщі, стропи, струбцину тощо) і перевірити зовнішнім оглядом його технічний стан. При виявленні будь-якого дефекту в захватних пристосування їх замінюють справними.

У практиці нерідко замість стандартних чалкових пристроїв використовують неперевірені канати, ланцюги і навіть вибраковані гумові

ремені, що є грубим порушенням заходів безпеки. Кожен працюючий повинен знати, що вантажі можна піднімати лише стандартними та перевіреними захоплюючими пристроями. Не менш небезпечним є неправильне зачалування вантажів.

На підприємстві розробляють способи обв'язування деталей і вузлів машини, що піднімаються кранами під час їх монтажу, демонтажу та ремонту, із зазначенням застосовуваних при цьому пристроїв. Підйом вантажу без розробленої схеми стропування проводять у присутності та під керівництвом особи, відповідальної за небезпечне виконання робіт. До того, як зачалити вантаж, переконуються, що вага вантажу не перевищує граничну вантажопідйомність крана. При накладанні ланцюга або каната на вантаж, що піднімається, слідкують, щоб вони не перекручувалися і на них не утворювалися ВУЗЛИ-ланцюги і канати укладають рівномірно. Щоб ланцюги і канати не перетиралися на гострих ребрах вантажу, в місця перегину каната підкладають спеціальні прокладки.

Неприпустиме підтягування вантажу при похилому положенні вантажних канатів, оскільки це викликає розгойдування вантажу під час його підйому та перекидання крана. Похилого натягу канатів та строп не буде, якщо гак вантажного каната встановлений по лінії вертикальної осі, що проходить через центр ваги вантажу. Центр тяжкості визначається «на око», а потім коригується при першому пробному підйомі вантажу.

Метал різного профілю піднімають спеціальними сучічками кліщами, струбцинами і т. п. Цим попереджають можливе зміщення та випадання вантажу при стропуванні його звичайними чалочними стропами. Велику небезпеку становить самоуравновешивание вантажу, що піднімається, а також підтримка руками зісковзують з підвішеного вантажу канатів, ланцюгів та інших пристосувань. У цих випадках необхідно негайно опустити вантаж і знову зачалити його.

Забороняється використовувати стропа та ланцюги, зрощені болтами, а також з'єднувати стропа після зачалування вантажу за допомогою шпильок,

болтів, ломиків тощо. та людям, які перебувають на інших робочих місцях.

Щоб уникнути електротравми, перш ніж взятися за коробку кнопочового управління вантажопідйомним механізмом, необхідно витерти руки і коробку від залишків мастильних матеріалів і переконатися, що корпус коробки не має тріщин або інших ушкоджень. При виявленні механічних дефектів або дефектів кнопок Увімкнення користуватися цим підйомним механізмом не дозволяється.

Якщо кнопочове керування справне, натисканням на відповідні кнопки перевіряють роботу крана у всіх напрямках.

Потім кран підводять до вантажу, що піднімається, перевіряють правильність стропування вантажу і тільки після цього приєднують вантаж до гака підйомного механізму. Для перевірки гальмівного пристрою піднімають вантаж спочатку на невелику висоту. Якщо вантаж мимоволі опускається, користуватися цим підйомним механізмом не можна.

Вантаж слід піднімати без ривків, оскільки інакше можливий розрив строп та падіння вантажу. При переміщенні вантажу на шляху пересування робітника не повинно бути жодних предметів, а на підлозі залишків мастильних матеріалів. Необхідно також стежити, щоб не зачепити вантажем поруч працюючих.

Якщо перебування людей на шляху переміщення вантажу викликане технологічним процесом, цих робітників треба попередити, щоб вони вийшли із зони пересування вантажу. Перебувати під вантажем, що переміщається, забороняється. Вантаж слід переміщати на висоті на 0,5 м вище предметів, що зустрічаються на шляху. Забороняється раптово змінювати напрям руху підйомного механізму.

Опускати вантаж (вузол трактора або іншої машини при її збиранні) необхідно плавно на підготовлене місце. Встановлювати вантаж у місцях, при цьому не призначених, не дозволяється.

Укладання та розбирання вантажу потрібно проводити рівномірно, без порушення встановлених для складування вантажу габаритів та захарачення

проходів. Укласти вантаж (зняті з трактора двигуни тощо) на платформи автомобілів таким чином, щоб не порушити його рівновагу та забезпечити зручне та безпечне стропування при розвантаженні. Для цього застосовують прокладки, багатооборотні стропа і т. п.

Перебувати на платформі кузова та в кабіні автомобіля при опусканні та підйомі вантажу не дозволяється. Нерідко при встановленні на стенди або машини окремих вузлів зайняті двоє робітників. У цьому випадку робітник, який керує краном, повинен стежити за сигналами, що подаються, і виконувати їх.

Після остаточної установки вантажу коробку управління краном не можна випускати з рук при косому напрямку струмопідвідного дроту, оскільки розгойдуючись, він може завдати травми робочим, що знаходяться поблизу.

Звільняти вантаж від строп, ланцюгів, струбцин, сутичок дозволяється тільки після надійної установки вантажу на місце. Зняті захватні пристрої необхідно укласти на спеціально відведене місце.

Не можна залишати захватні пристрої, зачалені на вантажі та приєднані до гака підйомного пристрою. Забороняється також залишати вантаж на вазі.

Довгомірні вантажі (труби, деталі рам тракторів тощо) можна переносити тільки вдвох, використовуючи спеціальні захоплення.

Переносити одночасно кілька деталей на перекладах забороняється.

Гранична норма перенесення тяжкості на одну людину по рівній і горизонтальній поверхні для підлітків жіночої статі до 18 років не повинна перевищувати 10 кг, для підлітків чоловічої статі до 18 років - 16 кг, для жінок старше 18 років - 20 кг, чоловіків старше 18 років - 50 кг.

Якщо маса вантажу перевищує 50 кг, піднімати та переміщати його можна лише за допомогою підйомно-транспортних засобів. По горизонтальному шляху вантажі на ношах можна переносити на відстань не більше 50 м. Перекидати і опускати ноші слід за командою робітника, що йде ззаду. Переносити вантажі на ношах сходами забороняється. Велика кількість вантажу на ремонтних підприємствах перевозять автомобільними та

електричними навантажувачами, електроконвеєрами. Найбільшу небезпеку з них становлять навантажувачі та електрокари.

До самостійного управління електричними навантажувачами та електрокарами допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право керування ними. Управління автонавантажувачами довіряється лише особам, які мають права водія автомашини, незалежно від того, чи автонавантажувач працює на території майстерень або за її межами.

Рух електрокарного транспорту заборонено у місцях, де через несправність підлог або захаращення проїздів створюється загроза безпеці руху. При керуванні електрокаром потрібно дотримання правил руху. Необхідно керуватися встановленими на території підприємства попереджувальними знаками, що регламентують рух. Швидкість руху електрокара в цехах, на поворотах, при виїзді з-за кутів будівель та вузьких місць не повинна перевищувати 3 км/год; де це потрібно, подається попереджувальний звуковий сигнал.

Необхідно враховувати, що підлоги в ремонтних майстернях нерідко бувають слизькими, а проїзди недостатньо широкими, тому перевищення зазначеної швидкості може призвести до перекидання або наїзду на людей та обладнання. Недбалість при керуванні машинами неприпустима. Не можна також відкривати ворота, натискаючи на них платформою електрокара або за допомогою вилкового захоплення авто- або електронавантажувача, а також вантажем, що перевозиться.

Для кращого огляду шляху електрокар повинен рухатися платформою вперед. Вантаж, що укладається на платформу, не повинен погіршувати оглядовість, торкатися поверхні шляху руху, виступати за бічні краї платформи.

Не слід залишати ключ в електричному замку електрокара навантажувача, так як ним можуть скористатися особи, які не мають права на керування транспортним засобом.

При піднятті та перевезенні вантажів необхідно дотримуватись правил, що

забезпечують нормальну стійкість навантажувача. Слід уникати роботи на спущених шинах, оскільки це призводить до втрати поздовжньої та поперечної стійкості. Не можна піднімати вантаж ривком і нахилити раму з вантажем уперед. Забороняється піднімати і перевозити вантаж, центр ваги якого розташований на більшій, ніж це рекомендовано заводською інструкцією, відстані від передніх стінок вил, а також вантаж, що перевищує за вагою номінальну вантажопідйомність навантажувача.

Не можна також піднімати вантаж одночасно з рухом навантажувача, різко гальмувати у звичайних умовах експлуатації, залишати навантажувач з піднятим вантажем. При перевезенні вантажів вила навантажувача потрібно розташовувати на висоті 200-300 мм від підлоги, а рама підйомника повинна бути нахилена «на себе» вцент.

При використанні навантажувачів з безблочною стрілою як рухомий кран міри безпеки ті ж, що і при роботі на автокранах.

Якщо на електронавантажувачі встановлена стріла, для забезпечення його надійної стійкості необхідно враховувати виліт стріли та вагу вантажу, що підвішується.

При вильоті вантажного гака на 525 мм допускається підвішування вантажу масою трохи більше 650 кг, при вильоті на 860 мм — 450 кг, при вильоті на 1195 мм — 350 кг. Збільшувати навантаження на вантажний гак вище вказаного забороняється, оскільки це може призвести до перекидання навантажувача. Електронавантажувачам, електрокарам доводиться працювати в атмосфері, насиченій вибухонебезпечними парами (відділення розбирання двигунів, випробування їх, ремонту паливної апаратури та ін), тому тут неприпустимі умови іскроутворення, тобто не можна залишати на батареях інструмент або металеві деталі, допускати ослаблення контактів у батареї тощо. При короткому замиканні необхідно негайно вимкнути акумуляторну батарею. Електронавантажувач із знятим щитом панелі електродвигуна та зі знятою кришкою акумуляторної батареї до роботи не допускається.

Наявність несправностей в електрокарах, навантажувачах (особливо в

гальмах чи рульовому управлінні) може призвести до аварії, тому водій відповідає за роботу на несправних машинах.

Водій не має права усувати несправності в електрокарах і електронавантажувачах (виняток становлять заміна запобіжника, що перегорів, і підтяжка болтових з'єднань). Усі дефекти усуваються тільки фахівцем з ремонту електронавантажувачів в електрокар. Навантажувачі (електричні, автомобільні) повинні не менше одного разу на рік випробовуватися підйомом вантажу, що перевищує номінальну вантажопідйомність на 20-25%.

У практиці ремонтних підприємств кранове обладнання найчастіше використовується на невідповідних їх призначенню роботах, а саме: малярних, обслуговуванні світильників з галереї крана тощо.

Таке використання крана може бути допущено за умови безпечного виконання цих робіт, вжиття заходів щодо запобігання падіння людей з крана, ураження їх електрострумом, виходу на кранові шляхи, а також встановлення порядку переміщення крана. Проведення таких операцій під час роботи крана з переміщення вантажу не дозволяється. Присутність відповідальної особи від адміністрації під час подібних робіт є обов'язковою.

Трагічно закінчуються випадки ремонту кранів при невиконанні елементарних норм техніки безпеки. Правилами встановлено, що допуск до роботи на підкранових балках у цехах з діючими кранами здійснюється після огороження відповідної ділянки шляхом встановлення лінійок для кінцевих вимикачів, упорів та сигналів, а також інструктажу робітників та кранівників та видачі наряду допуску, погодженого з керівником з експлуатації кранів. При цьому тролії мають бути відключені або закриті.

Робота на підкранових балках провадиться під керівництвом спеціально виділеного адміністрацією працівника.

Для безпечного пересування підкрановими балками (за відсутності огорож) слід натягувати трос для прикріплення до нього запобіжних поясів.

## РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

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

### 6.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди.

Вартість основних фондів ЦРМ :

$$C_o = C_b + C_{ob} + C_i, \text{ де}$$

$C_b$  - вартість будівлі майстерні;

$C_{ob}$  - вартість обладнання, грн;

$C_i$  - вартість інструменту, грн.

(штучна вартість якого перевищує 100 грн)

Вартість виробничої будівлі:

$$C_b = C_b' \cdot S, \text{ де}$$

$C_b'$  - середня вартість будівельно-монтажних робіт, грн/м<sup>2</sup>. Для ремонтних підприємств:  $C_b' = 12000$  грн/м<sup>2</sup>.

$S$  - виробнича площа

$$C_b = 12000 \cdot 100 = 1200000 \text{ грн.}$$

Вартість устатованого обладнання становить 40% від вартості будівлі.

$$C_{ob} = 0,4 \cdot 1200000 = 480000 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, пристосувань, інструменту становить 40 % від вартості обладнання

$$C_i = 0,5 \cdot 480000 = 240000 \text{ грн;}$$

Вартість основних фондів дорівнює:

$$C_o = 1200000 + 480000 + 240000 = 1920000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів дільниці ремонту корпусних деталей та рам до реконструкції становить 1080000 грн.

Додаткові капіталовкладення :

$$K = C_o - C_o' = 1920000 - 1080000 = 840000 \text{ грн.}$$

## Розрахунок фонду оплати праці

Показники	Значення
Затрати праці на ремонт одного комплекту корпусних деталей, люд.-год.	120
Річна програма відновлення комплектів корпусних деталей, шт	80
Годинні ставки, грн/год	90,00
Річні затрати праці, люд.-год	9600
Основна оплата, грн	864000
Додаткова оплата, грн	345600
Всього, грн	1209600

## 6.2. 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 ремонту корпусних деталей тракторів на оплату праці приходиться 45% від вартості прямих затрат, знаходимо скільки становить 1%. Тоді по нормативах визначаємо, що затрати на запчастини складають 15 %, а матеріали 30 %, інші витрати – 10%. Результати заносимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2.

Розрахунки прямих затрат, грн.

Витрати	відновлення корпусних деталей	
	%	грн
Оплата праці	45	1209600
Запасні частини	15	403200
Ремонтні матеріали	30	806400
Інші затрати	10	268800
Всього	100	2688000

### 6.3. 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 6.3.

Відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Назва	Балансова вартість, грн.	Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівля	1200000	3,0	36000	3,0	36000
Обладнання	480000	8,0	38400	4,0	19200
Разом	1134000	--	74400	--	55200
Всього		129600			

#### 6.4. Розрахунок собівартості ремонту.

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

Розрахунок фонду заробітної плати.

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

Затрати на оплату праці при виконанні ремонту корпусних деталей :

$$Зпр = Ппр \cdot Оус.р = 9600 * 90,00 = 864000 \text{ грн. ;}$$

Допоміжна оплата складає 40%, від основної.

Усі дані розрахунків заносимо в таблицю 6.1.

Визначаємо фонд оплати праці ІТР та допоміжного персоналу.

## Фонд оплати праці , грн.

Посада	Кількість чоловік	Місячний оклад, грн.	Основна оплата, грн.	Додаткова оплата, грн.	Всього, грн.
Завідуючий майстернею	1	12000	144000	57600	201600
Техробітник	1	7000	84000	16800	100600
Всього:	2	-	228000	74400	302200

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

$$З_{ів} = 0,05 \cdot C_0 = 0,08 \cdot 1920000 = 153600 \text{ грн}$$

Загальновиробничі витрати :

$$C = 2688000 + 129600 + 302200 + 153600 = 3273400 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту одного комплекту корпусних деталей:

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

де :

$P_r$  - програма ремонтів комплектів корпусних деталей

$$C_p = \frac{3273400}{80} = 40918 \text{ грн./компл.};$$

### 6.5. Техніко - економічні показники

Вартість ремонту відновленого одного комплекту корпусних деталей для споживачів складає 45620 грн.

Ефективність використання праці у ЦРМ встановлюється розрахунком

продуктивності праці, яка визначається за формулою :

$$Пп = \frac{Пр}{Рс};$$

де :

Рс - середньорічна кількість працюючих, чол.

$$Пп = \frac{80}{4} = 20 \text{ компл./люд.}$$

Фондовіддача буде рівна:

$$\Phi = \frac{Пр \cdot 1000}{Со} = \frac{80 \cdot 1000}{1920000} = 0,041 \text{ компл./тис.грн.}$$

де :

Со - вартість основних фондів, тис.грн.

Вартість валової продукції становить

$$Ввп = Цв\text{ідн} * N,$$

де, N – програма ремонту корпусних деталей, шт.

Отже,

$$Ввп = 45620 * 80 = 3649600 \text{ грн.}$$

Прибуток становить :

$$П = (Цв\text{ідн} - Св) * N = (45620 - 40918) * 80 = 376160 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва становить :

$$Р = ((Цв\text{ідн} - Св) / Св) * 100;$$

$$Р = ((45620 - 40918) / 40918) * 100 = 11,5 \%$$

Термін окупності капіталовкладень в дільницю ремонту корпусних деталей визначимо за формулою :

$$Ток = К / П ;$$

де К – капіталовкладення, грн.

$$Ток = 840000 / 376160 = 2,2 \text{ року}$$

Економічні показники зводимо до таблиці 6.5., а також покажемо на листі у графічній частині проекту.

Таблиця 6.5.

## Економічні показники

ПОКАЗНИКИ	Значення
Річна виробнича програма ремонту комплектів корпусних деталей тракторів ХТЗ , шт	80
Додаткові капіталовкладення, грн	840000
Випуск продукції на 100 м <sup>2</sup> виробничої площі, шт	0,44
Фондовіддача, компл./тис. грн	0,041
Продуктивність праці, компл./чол	20
Собівартість ремонту одного комплекту корпусних деталей трактора ХТЗ, грн	40918
Відпускна вартість ремонту одного комплекту корпусних деталей , грн	45620
Прибуток., грн	376160
Рентабельність, %	11,5
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	2,2

## ВИСНОВКИ

На основі даних комплексного аналізу технології ремонту корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та вирішено цілий ряд задач відновлення.

В магістерській роботі були конкретизовані і вирішені наступні задачі:

1. Дано аналіз існуючих технологій ремонту корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ;
2. Проаналізовано види пошкоджень корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ, що виникають в процесі експлуатації ;
3. Виявлено основні пошкодження корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та встановлено їх параметри.
4. Проведено статистичний аналіз характеристик імовірної появи виявлених пошкоджень корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ. Знос поверхонь отворів коробки передач під шарикопідшипники 408, 50408 - 0,070 мм.
5. Визначено послідовність технологічного процесу відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ. Розроблено технологічний процес відновлення корпусу коробки передач та головної передачі.
6. Проаналізовано стан сучасних технологій відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ та встановлено можливість їх реалізації в ремонтній майстерні.
7. Зроблено аналіз виробничих небезпек та розроблено заходи по забезпечення безпечних умов роботи на ділянці з відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ.
8. Розраховано техніко-економічні показники технології відновлення корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ. Додаткові капіталовкладення 432000 грн. Собівартість ремонту одного комплекту корпусних деталей гусеничних тракторів ХТЗ 840 тисяч грн. Строк окупності додаткових капіталовкладень 2,2 років.

## 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. Ружило, С.С. Карабиньош, В.А. Сиволапов, А.А.Засунько / К., Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 8 с.
4. Войналович О. В., Марчишина Є. 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 І.І. 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. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Канарчук, С.К.Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
10. Прогресивні технології ремонту тракторів Т-150 і Т-150К Л.В.Анілович, Г.І. Дульський, І.Т. Золочевський та ін. - К.: Урожай, 1990. -216с.

11. Ремонт дизельних двигунів. Довідник /Л.С. Єрмолов, О.А. Науменко, О.І. Сідашенко, І.Г. Шержуков; За ред. Л.С. Єрмолова. - К.: Урожай, 1991. - 248с.

12. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління. - К.: Знання-Прес, 2004. - 478с.

13. Цілуйко А.С. Використання, технічне обслуговування і ремонт тракторів Т-150 і Т-150К/А.С. Цілуйко, О.С. Мудрук, В.С. Малахов. – К : Урожай, 1997. – 276с.

14. Якість деталей машин: навч. посібник [для студ. вищ. навч. зал. ] / І.Г. Гончаренко, Г.О. Іванов, В.М. Кісь та ін. – Харків: ФОП Родак Л.П, 2008. - 171 с. (За редакцією Л.М. Тищенко).

15.

