

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

# ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
РЕМОНТУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ З УДОСКОНАЛЕННЯМ  
УНІВЕРСАЛЬНОГО ЗНІМАЧА ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ»

Виконав: студент IV курсу групи Аін-43сп

Спеціальності 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва)

Криська Роман Андрійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: Барабаш Руслан Іванович

(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Шарibuра А.О.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту  
Крисьці Роману Андрійовичу

1. Тема проєкту: «Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту коробок передач тракторів ХТЗ з удосконаленням універсального знімача пресових з'єднань»

Керівник проєкту: Барабаш Руслан Іванович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 10.06.2024 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування тракторів ХТЗ, науково-технічна література з питань ремонту та випробування тракторів ХТЗ, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення пристроїв для демонтажу пресових зєднань.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4.1 Конструктивно – технічна характеристика коробок передач тракторів ХТЗ

4.2 Аналіз технологічного процесу розбирання - складання коробок передач тракторів ХТЗ

4.3 Удосконалення конструкції пристрою для розбирання спряжень з натягом

4.4 Охорона праці та захист навколишнього середовища

4.5 Розрахунок економічного ефекту від запровадження пристрою для розбирання спряжень з натягом

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Характеристика дефектів корпусів коробок передач - 1-ий аркуш.

5.2 Схема технологічного процесу ремонту коробок передач - 2-ий аркуш.

5.3 План ділянки ремонту - 3-ий аркуш.

5.4 Універсальний гідравлічний знімач – 4-ий арк.

5.5 Робочі креслення деталей – 5-ий арк.

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Барабаш Р.І. к.т.н., в.о. доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
4	Городецький І. М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1	<i>Написання розділу: «Конструктивно – технічна характеристика коробок передач тракторів ХТЗ»</i>	<i>27.11.23-30.12.23</i>	
2	<i>Виконання другого розділу: «Аналіз технологічного процесу розбирання - складання коробок передач тракторів ХТЗ»</i>	<i>01.01.24-25.02.24</i>	
3	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалення конструкції пристрою для розбирання спряжень з натягом»</i>	<i>26.02.24-30.03.24</i>	
4	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»</i>	<i>31.03.24-30.04.24</i>	
5	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту від запровадження пристрою для розбирання спряжень з натягом»</i>	<i>01.05.24-25.05.24</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>25.05.23-10.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Роман Криська  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Руслан Барабаш  
(підпис)

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
<b>1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ</b>	<b>8</b>
<i>1.1 Аналіз особливостей конструкції коробок передач тракторів ХТЗ</i>	8
<i>1.2 Технічне обслуговування коробок передач</i>	11
<i>1.3 Характерні дефекти коробок передач і перелік способів їх виявлення</i>	15
<b>2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗБИРАННЯ - СКЛАДАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ</b>	<b>23</b>
<i>2.1 Технологія розбирально - складальних робіт</i>	23
<i>2.2 Нормування операцій розбирання</i>	27
<i>2.3 Аналіз параметрів та показників ефективності технологічного процесу розбирання – складання</i>	28
<i>2.4 Розрахунок параметрів виробничого процесу</i>	30
<i>2.4.1 Розрахунок трудомісткості робіт</i>	30
<i>2.4.2 Розрахунок штатів дільниці</i>	33
<i>2.4.3 Розрахунок ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування</i>	34
<i>2.4.4 Розрахунок кількості основного обладнання</i>	35
<b>3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ СПРЯЖЕНЬ З НАТЯГОМ В КП</b>	<b>37</b>
<i>3.1 Обґрунтування необхідності конструктивної розробки</i>	37

<i>3.2 Характеристика відомих інструментів, пристроїв, обладнання та їх основні недоліки</i>	38
<i>3.3 Опис будови і принципу дії запропонованої конструкції пристрою</i>	41
<i>3.4 Розрахунок параметрів гідроциліндра</i>	43
<b>4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	48
<i>4.1 Вступна частина</i>	48
<i>4.2 Аналіз стану охорони праці в майстерні</i>	48
<i>4.3 Розрахунок освітлення ділянки</i>	51
<i>4.4 Техніка безпеки робочого місця розбирання - складання коробки передач</i>	53
<i>4.5 Пожежна безпека</i>	54
<b>5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ СПРЯЖЕНЬ З НАТЯГОМ В КП</b>	56
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ</b>	61
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	62

УДК 629.114.3

Криська Р.А. Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту коробок передач тракторів ХТЗ з удосконаленням універсального знімача пресових з'єднань : Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 62 с.

Табл. 12; рис. 8; бібліогр. джерел 24.

Конструктивно-технічна характеристика коробок передач тракторів ХТЗ описує основні параметри і властивості трансмісійного обладнання, яке використовується на тракторах виробництва Харківського тракторного заводу (ХТЗ). Основні аспекти, які зазвичай включаються до такої характеристики: тип коробки передач; кількість передач; система перемикання передач та максимальна швидкість трактора на різних передачах тощо.

Технологічний процес розбирання та складання коробок передач тракторів ХТЗ є складним і вимагає точної координації ряду етапів для забезпечення якісної роботи трансмісій. Технологічний процес дозволяє забезпечити надійність і тривалість роботи коробок передач тракторів ХТЗ під час їх експлуатації.

Удосконалення конструкції пристрою для розбирання спряжень з натягом в коробці передач вимагає уважного підходу і врахування кількох ключових аспектів. Ось основні кроки та вимоги до такого пристрою: ефективність і безпека; універсальність; легкість використання; надійність і довговічність.

Запроектовано заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Проведено розрахунок економічного ефекту від запровадження пристрою для розбирання спряжень з натягом в коробці передач.

## ВСТУП

Розвиток агропромислового комплексу України (АПК) тісно пов'язаний з інтенсифікацією виробництва, підвищення віддачі від капіталовкладень у сільське господарство і пов'язаних з ним галузей. Держава багато вкладає в розвиток сільського господарства, але вирішення завдань що стоять перед ним – це лише частинна справа. Сьогоднішнє насичення технікою – значно випереджає темпи поліпшення показників використання, адже за останнє десятиріччя потужність тракторного парку в сільському господарстві України виросла більш як на 30%, а кількість комбайнів – 20% в той час даний виробіток на умовний еталонний трактор майже не змінився, а затрати праці на виробництво 1 тонни зерна зменшились лише на 7%. Збільшуються затрати на ремонт і технічне обслуговування. Особливо це відчувається сьогодні, коли порушились зв'язки, які були встановлені між підприємствами.

Основною задачею в сільському господарстві добитися рішучого повороту в проведенні народного господарства на рельєф інтенсивного розвитку. Ми повинні і зобов'язанні в короткий час виявити і вийти на самі передові наукові – технічні позиції, на вищий світовий рівень продуктивності праці.

Щоб успішно і чим швидше вирішити цю задачу, необхідно і надалі постійно вдосконалювати господарський механізм і всю систему управління.

Це, в першу чергу, стосується сільського господарства. Одним із шляхів реалізації завдань поставлених перед ним є, високопродуктивне використання машино – тракторного парку, що неможливо без підтримання його працездатності.

Простоювання техніки, її незадовільний стан можуть викликати значні втрати в основному виробництві, адже основною системою технічного обслуговування і ремонту є комплекс попереджувальних заходів, для забезпечення надійності машин, при виконанні сезонних сільськогосподарських робіт в оптимальні агротехнічні строки. Такі заходи впливають на результати оцінки технічного стану

елементів машин, впровадження яких дає змогу в 1,3 – 1,5 рази підвищити міжремонтний виробіток, у 2 – 2.5 рази знизити простої через несправність на, 5 – 8% знизити витрати пального, що забезпечує річний економічний ефект. Тому значно зростають вимоги до вдосконалення роботи обслуговуючої і ремонтної служби.

На ремонтних підприємствах агропромислового комплексу, організація і ремонт у виробництві мають складний і багатоплановий характер, відрізняючи його від машинобудівних підприємств. Специфічні особливості розвитку ремонтних підприємств, порядок взаємовідносин з селянськими спілками і аграрними об'єднаннями обумовлює ряд своєрідних форм і методів роботи по покращенню організації ремонтних робіт.

На сучасному етапі головним напрямком в розвитку ремонтної бази є наступні етапи:

- по – перше, впровадження широкої кооперації між ремонтними підприємствами по ремонту машин і агрегатів;
- по – друге, впровадження агрегатного методу ремонту машин за рахунок розвитку сітки обмінних технічних пунктів і розширення номенклатури агрегатів та вузлів у них;
- по – третє, підвищити рівень механізації виробництва ремонту машин за рахунок впровадження механізованого інструменту, створення поточних ліній;
- по – четверте, вдосконалення існуючої і застосуванні нової прогресивної технології ремонту машин, агрегатів, вузлів і відновлення деталей при впровадженні високопродуктивного обладнання і оснащення.



# 1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ

## *1.1 Аналіз особливостей конструкції коробок передач тракторів ХТЗ*

На тракторах ХТЗ залежно від року випуску і комплектації встановлюють три типи коробок передач: з рухомими шестернями, з шестернями постійного зачеплення (з перемиканням під навантаженням), з шестернями постійного зачеплення (синхронізовані).

Коробка передач з рухомими шестернями має 18 передач вперед і чотири назад. Конструкція коробки дозволяє встановлювати ходозменшувач для отримання сповільнених (технологічних) швидкостей.

Коробка передач змонтована в корпусі 31 (рис. 1.1), а одноступінчатий понижуючий редуктор - в корпусі, що сполучає двигун і коробку передач. Корпуси скріплені болтами. В коробці передач розміщені первинний 29, проміжний 21, вторинний 4 вали, вал понижених передач і заднього ходу 46, проміжна шестерня заднього ходу 47 і шестерні редуктора.

Редуктор коробки передач має два ступені: перший ступінь забезпечує отримання першої, третьої четвертої і п'ятою передач переднього ходу і першу передачу заднього ходу; решта передач забезпечується другим ступенем. При переміщенні шестерні 16 назад включається другий ступінь редуктора.

При переміщенні шестерні 41 включення ходозменшувача до упора у ведену шестерню, вона внутрішніми шліцами з'єднується, із зовнішніми шліцами маточини шестерні 42 і обидві шестерні і вал 46 складатимуть жорстку систему. Таке положення шестерень 41 і 42 відповідає роботі трактора без ходозменшувача.

Механізм перемикання передач складається з прямокутних повзунів 34 з привареними вилками 35 пластинчастих замків і кулькових фіксаторів 36. Важіль 1 перемикання передач встановлений на кришці 2, який забезпечений кулісою 37 і чохлом 39, що запобігає попаданню пилу і бруду в робочі порожнини.

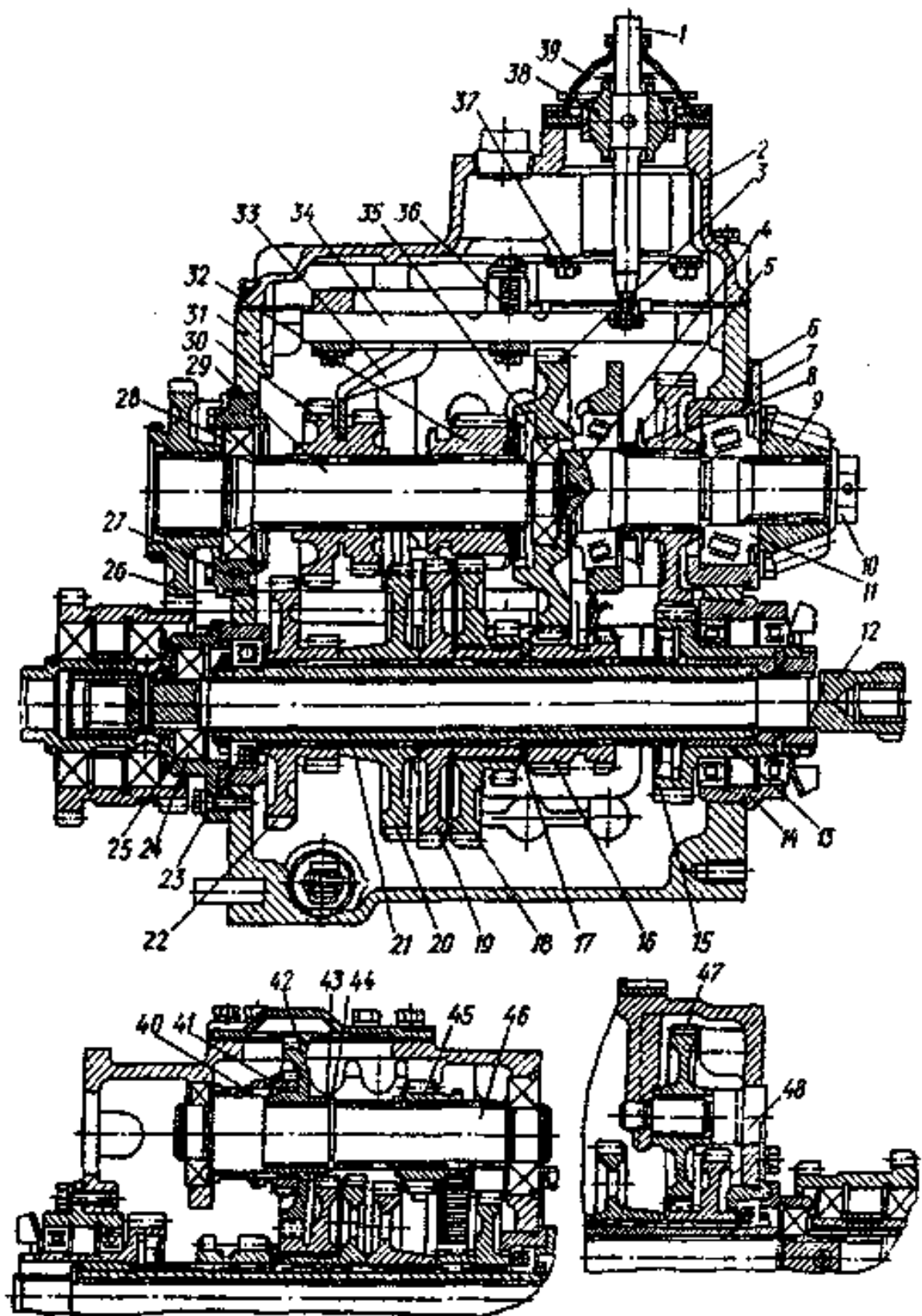


Рисунок 1.1 - Коробка передач тракторів сімейства ХТЗ з рухомими шестернями:

1 - важіль перемикання передач; 2 - кришка; 3 - ведена шестерня першого ступеня редуктора; 4 - вторинний вал; 5 - пластинчаста пружина; 6 - регулювальні прокладки; 7, 14, 25 і 27 - стакани; 8 - ведена шестерня другого ступеня редуктора; 9 - ведуча шестерня головної передачі; 10 - гайка; 11 - конічні роликові підшипники; 12 - вал приводу ВВП; 13 - втулка; 15 - ведуча шестерня другого ступеня редуктора; 16 - ведуча шестерня першого ступеня редуктора; 17 - упорне кільце; 18 - проміжна шестерня; 19 і 20 - ведені шестерні третьої і четвертої передачі; 21 - проміжний вал; 22 - ведена шестерня п'ятої передачі і заднього ходу; 23, 24, 28 і 35 - кулькові підшипники; 26 - шестерня понижуючого редуктора; 29 - первинний вал; 30 - ведучі шестерні четвертої і п'ятої передачі; 31 - корпус; 32 - ведуча шестерня третьої передачі; 33 - вилка; 34 - повзун; 36 - кульковий фіксатор; 37 - куліса; 38 - кульова опора; 39 - чохол; 40 - пружинне кільце; 41 - шестерня включення ходозменшувача; 42 - ведена шестерня першої передачі і заднього ходу; 43 - упорна шайба; 44 - стопорне кільце; 45 - ковзаюча шестерня першої передачі і заднього ходу; 46 - вал понижених передач і заднього ходу; 47 - проміжна шестерня заднього ходу; 48 - вісь.

Коробка передач з перемиканням під навантаженням - з шестернями постійного зачеплення, гідравлічним управлінням фрикціонами (гідропіджимними муфтами - ГПМ), за допомогою яких відбувається перемикання передач без розриву потоку потужності, що істотно покращує динамічні якості трактора.

Застосування коробок передач з ГПМ дозволяє спростити процес перемикання передач, оскільки у момент перемикання не виникає потреби керувати зчепленням і подачею палива. Процес перемикання передач зводиться до вибору оператором необхідної передачі установкою важеля у відповідне положення - напрям потоку робочої рідини в циліндр ГПМ вибраної передачі. Коробка передач забезпечує 24 передачі вперед і 8 - назад, а також: гідровключення і привід переднього ведучого моста; привід синхронного заднього ВВП. При укомплектуванні коробки

гідроходозменшувачем кількість передач I і II діапазонів і задній хід збільшується удвічі.

### *1.2 Технічне обслуговування коробок передач*

Технічне обслуговування коробок передач з рухомими шестернями тракторів сімейства ХТЗ полягає в періодичній перевірці і підтяганні кріплень, перевірці рівня оливи і заміні його.

Рівень оливи в корпусах трансмісії повинен співпадати з нижньою кромкою отвору під контрольну пробку, розташовану на правій стінці коробки передач. Для контролю трактор ставлять на горизонтальний майданчик, дають можливість оливі стекти із стінок, а піні осісти і після цього перевіряють рівень оливи, при необхідності доливають. Заливна пробка розташована на верхній кришці коробки передач. При заміні оливи слід відкрутити зливну пробку коробки передач. Зливати оливу необхідно зразу після зупинки трактора, поки воно гаряче.

В експлуатації слід звертати увагу на шуми і стукоти в трансмісії. Однією з причин підвищеного шуму може бути порушення регулювання підшипників вторинного валу трактора ХТЗ.

Для перевірки осьового зазору в підшипниках вторинного валу потрібно зняти кришку коробки передач, підвести індикатор до торця зубчатого вінця вторинного валу 4 (див. рис. 1.1) і, переміщаючи зубчатий вінець, визначити осьові переміщення валу, які відповідають осьовому зазору в підшипниках. В процесі експлуатації допускається осьовий зазор до 0,3 мм.

Щоб відрегулювати підшипники потрібно роз'єднати коробку передач із заднім мостом, для чого вимагається зняти кабіну, роз'єднати тягу керування зчепленням, маслопроводи і електропроводи.

Осьовий зазор в підшипниках регулюють зміною товщини пакету різних прокладок 6, встановлених між фланцем стакана і стінкою коробки передач. Для регулювання потрібно розшпінтувати і відкрутити на 2-3 обороти гайку 10, потім

відкрити болти кріплення стакана підшипника і за допомогою демонтажних болтів випресувати його настільки, щоб ввести під фланець стакана регулювальні прокладки. Товщина прокладок 6, що вводяться додатково, повинна бути рівна заміряному осьовому зазору в підшипниках.

Після встановлення прокладок 6 закрутити болти кріплення стакана і гайку 10. Якщо підшипники відрегульовані правильно, то момент провертання вторинного валу і встановлених на ньому шестерень, звільнених від зачеплення з спряженими шестернями, повинен бути 7-8 Нм.

Після регулювання підшипників потрібно перевірити положення шестерні 9, воно визначається відстанню  $58 \pm 0,15$  мм від стінки коробки передач до зовнішнього торця шестерні. Якщо ця відстань буде більше 58,2 мм, то потрібно, відкрутивши гайку 10, зняти шестерню, упорну шайбу і прошліфувати її до  $58 \pm 0,15$  мм. Потім поставити упорну шайбу і шестерню, затягнути гайку 10 і надійно її зашплінтувати.

При температурі нижче  $+5^{\circ}\text{C}$  потрібно міняти оливу на зимовий сорт.

Неспрацьовування автоматичного включення викликається засміченням бігових доріжок профільних пазів шестерні 7 продуктами зносу деталей і окислення оливи, зависанням або усадкою пружини 25, заїданням штифтів 24 в отворах шестерень, внаслідок чого зусилля пружини виявляються недостатньо для підтискання штифта і заклинюючого ролика 16.

Причиною несправності може бути також знос роликів, бігових доріжок шестерні 7 і веденої обойми 17. Найбільш зношеними зазвичай бувають ролики. На їх циліндричних поверхнях з'являються грані. Такі ролики бракують і на їх місце встановлюють ремонтні із більшим діаметром. Ролики номінального розміру мають діаметр 15 002, а ремонтні - 15,15 002 мм. Більший діаметр ремонтних роликів компенсує знос заклинюючих поверхонь шестерні 7 і обойми 17.

Роликові конічні підшипники проміжної шестерні 2 регулюють затягуванням гайки так, щоб шестерня не мала відчутного від руки осьового переміщення і вільно

проверталася від невеликого зусилля, при цьому осьовий зазор в підшипниках не повинен перевищувати 0,05 мм. Для доступу до гайки потрібно зняти верхню кришку коробки передач.

Стійка 21, фіксуюча положення тяги керування 23, закріплена на полику, який при деформації амортизаторів може разом з кабіною переміщатися в невеликих межах щодо остову трактора. Це може вплинути на керування роздаточною коробкою. Тому потрібно періодично перевіряти положення тяги щодо стійки 21. Для нормальної роботи роздаточної коробки при заблокованій муфті вільного ходу упор 22 тяги повинен заходити у верхній паз стійки 21. Якщо цього не відбувається, то тягу потрібно подовжити за допомогою різьбової муфти на тязі 20 так, щоб при відключеній муфті упор 22 розташовувався вільно (без натягу) в нижньому пазі стійки 21.

В трансмісію тракторів сімейства ХТЗ на яких встановлені коробки передач з перемиканням під навантаженням і синхронізовані необхідно заливати оливу М-10-Г2 літом і М-8-Г2 зимою. Заливати оливу потрібно через заливну горловину, встановлену на правій стороні корпусу зчеплення до мітки «П» на покажчику рівня.

Заміну оливи потрібно проводити відразу після зупинки трактора, поки вона не остигла, для цього необхідно викрутити зливну пробку в корпусі коробки передач і злити оливу.

При ТО-3 (960-1000 мотогодин) потрібно замінити оливу в коробці передач, промити фільтри, очистити магніти і обкатати трактор 2-3 хв.

Перевірити рівень оливи, тиск в системі. При підвищенні або падінні тиску на всіх або одній з передач потрібно зупинити трактор, відрегулювати тиск в гідросистемі коробки передач встановленням додаткових шайб під пружину переливного клапана 7. Робочий тиск в гідросистемі коробки передач повинен бути 0,9 МПа.

Категорично забороняється працювати при тиску в гідросистемі нижче 0,7 МПа при зменшенні частоти обертання дизеля.

При експлуатації трактора необхідно стежити за розташуванням важеля 5 перемикачів передач щодо кінців прорізу пульта в крайньому передньому і задньому положеннях. Якщо зазор між стрижнем важеля і пультот (в кінці прорізу) менше 10 мм в одному з положень, необхідно провести регулювання, яке виконується таким чином:

- від'єднати вилку троса 3 від важеля 1, розшпінтувати і, зняти палець;
- переведіть важіль 1 в крайнє переднє (по ходу трактора) фіксоване положення;
- розконтрогаїти вилку троса 2 і, нагвинчуючи або відгвинчуючи вилку, встановити важіль 5 в крайньому задньому положенні так, щоб зазор між стрижнем важеля і кінцем прорізу пульта був не менше 10-12 мм, а зсув отвору вилки під палець вперед по ходу трактора щодо отвору важеля 1 (під палець) був не менше 2 мм;
- встановити важіль 3 в крайнє заднє фіксоване положення, а важіль 5 - в крайнє переднє положення із зазором не менше 10-12 мм від переднього кінця прорізу, при цьому отвір під палець у вилці повинен бути зміщено назад по ходу трактора щодо отвору у важелі 1 (під палець) не менше 2 мм;
- законтрогаїти вилку троса і з'єднати її з важелем 1.

Перевірка і регулювання підшипників. При роботі трактора конічні підшипники вузла вторинного валу зношуються, зазор в них поступово збільшується. Регулювання зазору в підшипниках проводити при появі підвищеного шуму в коробці передач. Для перевірки зазору звільнити верхню кришку коробки передач від встановлених на ній вузлів (кабіна, маслопроводи і ін.) і зняти її. Перед розстикуванням коробки передач з корпусом зчеплення відкрутити 2 болти і зняти з корпусу зчеплення важіль 1 перемикачів передач, відкрутити болт кріплення пластини 4 і перевести важіль перемикачів помпи НМШ-25 в нижнє положення. Підвести індикатор до торця вінця шестерні 5 приводу синхронного ВВП і, переміщаючи її в осьовому напрямі, визначити осьовий люфт, що відповідає

осьовому зазору в підшипниках. В процесі експлуатації допускається осьовий зазор в підшипниках вторинного валу до 0,3 мм. При подальшому його збільшенні відновити первинне регулювання, дотримуючись наступного порядку:

1) злити оливу з корпусів складових частин трансмісії. Роз'єднати коробку передач із заднім мостом пам'ятаючи, що три болти кріплення корпусу розташовано всередині коробки і для доступу до них вимагається зняти праву кришку корпусу (1 болт), кришку механізму керування коробкою передач (2 болти зверху);

2) відкрутити гайку 25 і перемістити назовні вторинний вал, зняти внутрішнє кільце переднього конічного підшипника і регулювальну шайбу 26;

3) шліфувати регулювальну шайбу так, щоб забезпечити натяг в конічних підшипниках, відповідний моменту опору провертання вторинного валу з врахуванням шестерень зачеплення, 5-7 Нм;

4) встановити на місце зняті деталі і зібрати трактор;

5) залити оливу в коробку передач;

6) перевірити роботу коробки передач на всіх передачах, при необхідності відрегулювати тиск в гідросистемі коробки передач.

### *1.3 Характерні дефекти коробок передач і перелік способів їх виявлення*

*Коробка передач* може мати такі несправності: наявність підвищеного шуму, нагрівання корпусу, валів і важелів коробки, підтікання оливи, утруднене включення і виключення передачі, зниження крутного моменту в коробках з гідравлічним керуванням фрикційних передач.

Ці несправності виникають внаслідок зносу посадочних отворів під підшипники і їх гнізда; з'явлення тріщин у перемичках між отворами, у бокових і нижніх стінках; пошкодження установочних штифтів і різьби в отворах, що призводить до порушення міжцентрової відстані і паралельності валів, співвісності у паралельності осей отворів і міжосьових відстаней; зносу зубів шестерень як за товщиною, так і за довжиною; порушення зазорів у спряженнях посадки



підшипників у корпусі коробки передач і валів з підшипниками; зносу деталей синхронізаторів, привода і куліси включення передач, гідросистеми і фрикціонів коробки передач.

Корпуси коробок передач можуть мати: обломи і тріщини, знос посадочних місць під підшипники кочення, отворів і торцевих поверхонь бобишок під блок шестерень заднього ходу.

Знос торцевих поверхонь бобишок під блок шестерень заднього ходу усувають фрезеруванням.

Бокові поверхні щік вилок переключення передач, зігнуті понад 0,3 - 0,5 мм, правлять на плиті. Неперпендикулярність поверхонь, спряжених з пазом шестерні, відносно осі отвору не повинна перевищувати 0,1 мм на крайніх точках. Зношені бокові поверхні щік наплавляють.

Зігнуті валики, штоки і важелі правлять у холодному стані.

Биття валиків допускається до 0,1 мм. Зношені поверхні наплавляють. Після запресування підшипників зазор між буртиком гнізда і торцем зовнішнього кільця підшипника має бути не більше 0,1 мм, а між буртиком вала і торцем внутрішнього кільця - 0,05 мм на дузі 90°.

Рухомі шестерні мають вільно переміщуватися по шліцах вала. Зазори у шліцьових з'єднаннях шестерень і валів 0,025 - 0,4 мм. Незбігання торців зубів нових шестерень у включеному положенні не більше 0,5 - 1,0 мм, а шестерень, які були в експлуатації - 2 мм.

Бокові зазори між зубами пари циліндричних шестерень будь-якої передачі повинні становити 0,2 - 0,5 мм.

Фрезерувальний паз нижнього стакана 150.37.122 суміщають із рисою, нанесеною на корпусі коробки.

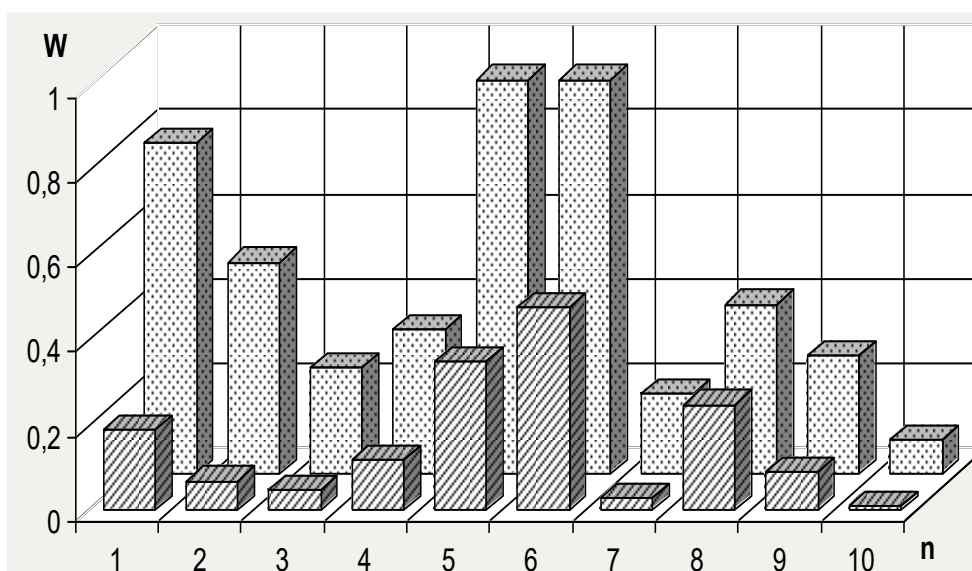
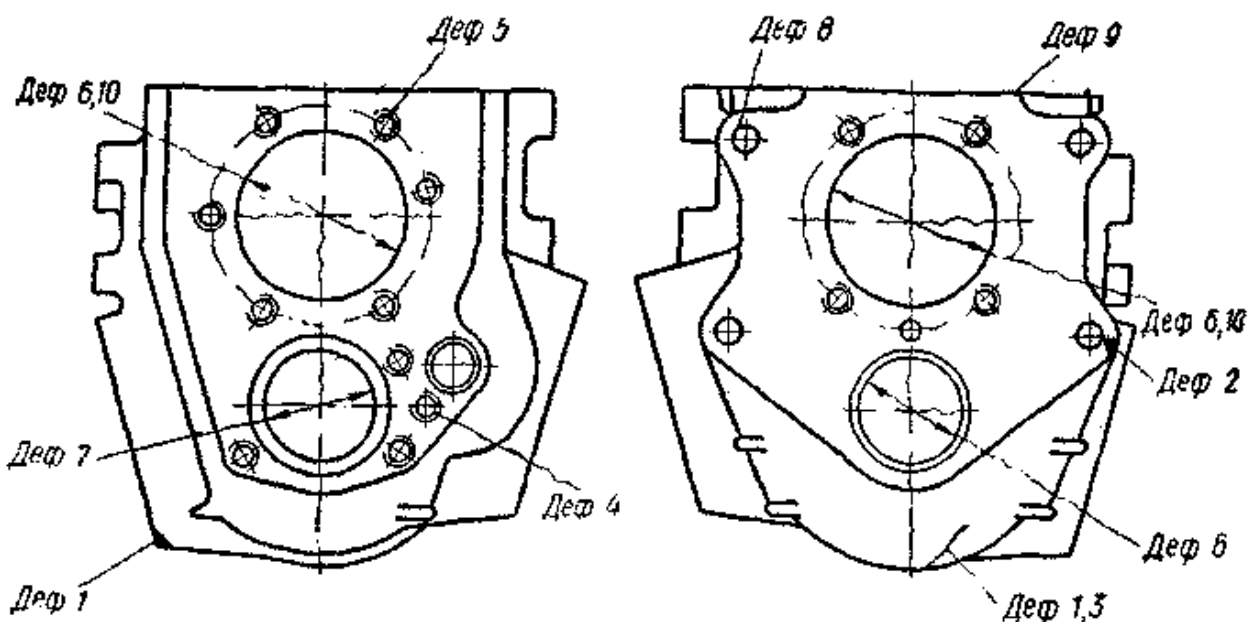


Рисунок 1.2 - Характеристика дефектів деталей підкласу корпус:

$n$  - назва дефектів;  $W$  - середня повторюваність дефекту; 1, 2 - тріщини, які відповідно не виходять і виходять на оброблювану поверхню; 3 - пробійни на необроблюваній поверхні; 4 - злом болтів або шпильок; 5 - пошкодження різьбових отворів; 6 - зношування посадочних отворів у внутрішніх стінках; 7, 8 - зношування отворів малого діаметра; 9 - неплосцинність, непаралельність, неперпендикулярність плоских поверхонь; 10 - перекося, непаралельність осей отворів.

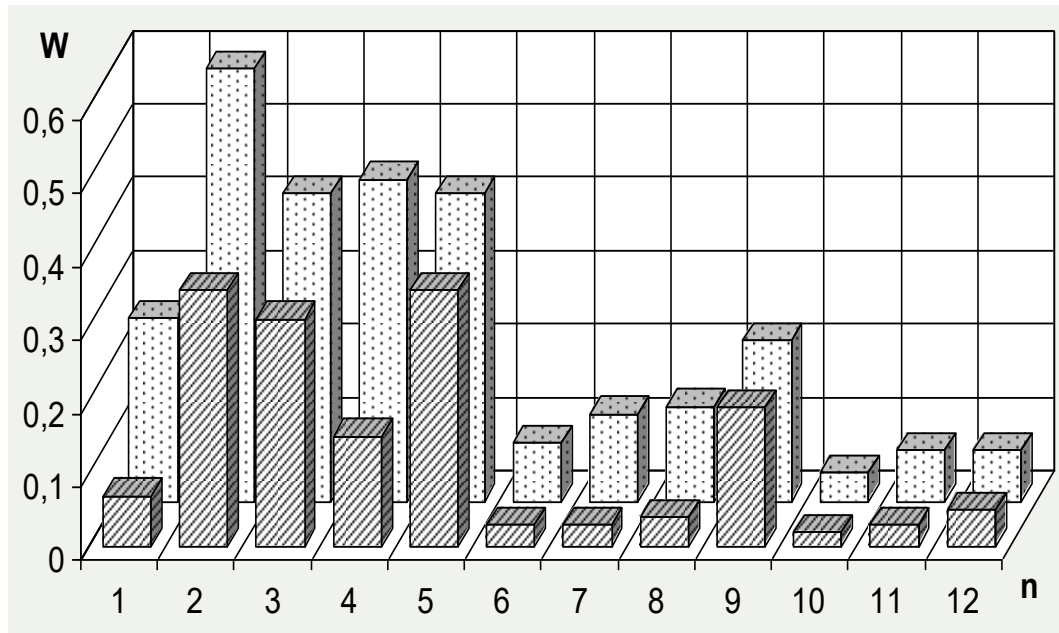


Рисунок 1.3 - Характеристика дефектів деталей підкласу вали:

$n$  - назва дефектів;  $W$  - середня повторюваність дефектів: 1 - згин деталі; 2 - зношування поверхні під підшипники кочення; 3 - зношування поверхні під підшипники ковзання; 4 - зношування, пошкодження зовнішньої різьби; 5 - зношування шпонкових пазів; 6 - зношування, пошкодження різьбових отворів; 7 - зношування осьових отворів; 8 - зношування допоміжних отворів; 9 - зношування поверхонь нерухомих спряжень; 10 - биття фланців; 11 - тріщини у зварних швах; 12 - зношування лисок.

Залежно від мети дослідження, необхідної точності визначення, обмежень часу та коштів використовують різні методи визначення зносу (табл. 1.1).

Інтегральні методи виявляють наявність зносу взагалі. Сумарний знос виявляють за зміною маси або об'єму деталі, зміною зазору в спряженні. Однак ці методи передбачають розбирання машин. Інша група інтегральних методів виявляє знос за наявністю продуктів зношування деталей в оливі, а тому не потребує розбирання. Однак їх застосування вимагає складної та дорогої апаратури та висококваліфікованих робітників. Застосування інтегральних методів унеможливорює точне визначення місця зносу, його нерівномірності тощо.

Таблиця 1.1

## Класифікація методів визначення зносу

Методи вимірювання		Різновиди методу
Інтегральні	Сумарного зносу	Зміна маси Зміна об'єму Зміна зазору в sprzęженні
	Кількості продуктів зносу в мастилi	Хімічний аналіз Спектральний аналіз Аналіз вмісту радіоактивних ізотопів
Диференціальні	Органолептичні	Візуально На дотик На слух
	Мікрометрування	Вимірювання розмірів Профілографування
	Штучних баз	Метод відбитку Метод лунок Метод зліпків
	Поверхневої активації	Активація ділянки поверхні Застосування активованих вставок
Вимірювання вихідних параметрів sprzęження		Вимірювання витрат паливо-мастильних матеріалів
		Вимірювання тиску паливо-мастильних матеріалів
		Вимірювання температури

З точки зору контролю технічного стану більш інформативними є диференціальні методи визначення зносу: органолептичні; мікрометрування; штучних баз; поверхневої активації.

Органолептичний метод полягає у визначенні зносу за допомогою органів чуттів людини (візуально, на дотик, на слух). Візуально можна виявити обломи, розколини, кольори мінливості, раковини, схоплювання поверхонь, кавітаційний знос, пітінг тощо. На дотик можна виявити задири, пруги, а на слух – розколини, послаблення посадок деталей тощо.

Метод поверхневої активації полягає у визначенні зносу за зменшенням радіоактивності деталі, на окремій ділянці якої попередньо створено радіоактивний

об'єм глибиною 0,05 – 0,4 мм внаслідок опромінення цієї ділянки дейтронами, протонами або  $\alpha$ -частинками. Цей метод ґрунтується на застосуванні тарувальних графіків і уможливлює виявлення навіть незначного зносу та автоматизацію контролю за процесом зношування деталей. Для контролю зносу деталей значних габаритів використовують спеціальні вставки, що попередньо пройшли поверхневу активацію. Однак цей метод вимагає застосування складного обладнання.

Метод штучних баз полягає у визначенні під час зношування зміни розмірів штучно нанесених заглиблень на поверхню. Заглиблення виконують натисканням конусного або пірамідального індентора, вирізуванням лунок (рис. 1.4, 1.5). Дно заглиблення є штучною постійною базою. Різниця віддалей від досліджуваної поверхні до дна лунки, визначених до і після випробування, є абсолютною величиною лінійного зносу. В зв'язку з тим, що між радіусом  $r$ , довжиною  $l$  і глибиною  $h$  лунки існує функціональна залежність, то вимірявши довжину лунки, можна легко визначити її глибину. Цей метод набув широкого застосування завдяки простоті і високій точності проведення вимірів.

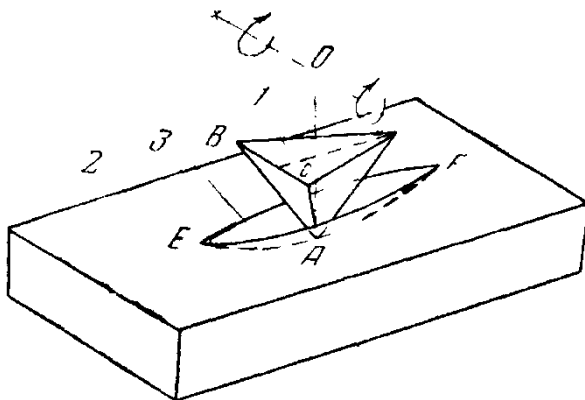


Рисунок 1.4 - Схема встановлення різцетримача для вирізання лунок.

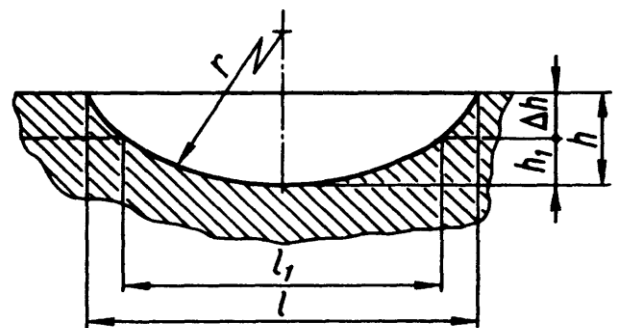


Рисунок 1.5 - Схема вирізаної лунки.

Метод мікрометричних вимірювань базується на визначенні лінійного зносу періодичним вимірювання розмірів деталей (або зразків) вимірними інструментами

(штангенциркулями, мікрометрами, нутромірами тощо). Цей метод дозволяє визначити динаміку і характер зношування деталей, однак може бути використаний для вимірювання зносу лише в межах виступів мікронерівностей.

Метод штучних баз порівняно з методом мікрометрування має такі переваги:

- усунена складність проведення вимірів досліджуваної поверхні в одному й тому ж місці до і після випробування;

- зникають похибки, обумовлені можливою різною температурою інструменту при двох різних вимірах, а також непостійністю контакту вимірювального наконечника приладу з поверхнею деталі;

- є можливість визначити не тільки абсолютну величину зносу, але й розподіл зносу по довжині поверхні деталі.

*Ваговий метод* базується на визначенні сумарного зносу поверхонь за зміною маси. Вимірювання полягає у визначенні різниці мас деталі до і після зношування. Недоліком методу є неможливість визначити знос на різних поверхнях тертя та необхідність розбирати з'єднання.

Метод штучних баз може бути використаний і в цих випадках, коли застосовувати ваговий метод не рекомендується. Наприклад, коли зміна розмірів деталі відбулася не тільки внаслідок відокремлення матеріалу з поверхні тіла, але й з причини пластичної деформації, або при визначенні зносу деталей з пористих матеріалів, просочених маслом, де неможливо визначити масу масла в порах при зважуванні до і після випробування.

Процес зношування деталей в часі має певні закономірності (рис. 1.6). Розрізняють три характерних періоди зношування.

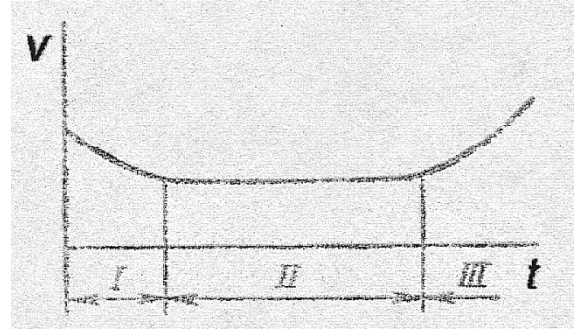
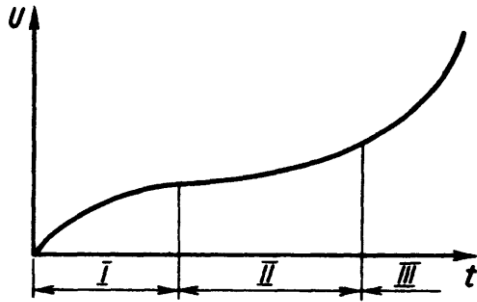


Рисунок 1.6 - Закономірності зносу від тривалості (обсягу робіт):

I - припрацювання; II - нормальна робота; III - аварійний знос.

Під час першого періоду здійснюється припрацювання контактуючих поверхонь деталей. Цей період характеризується нестабільністю параметрів тертя, початковою високою швидкістю зношування, що обумовлено значними пластичними деформаціями та руйнуванням мікронерівностей поверхневих шарів деталей, перебудовою технологічного мікрорельєфу поверхонь на експлуатаційний та зміною фізико – механічних властивостей (зміцнення поверхонь внаслідок наклепування).

Під час періоду нормальної роботи швидкість зношування практично не змінюється і є мінімальною, а знос повільно зростає.

У кінці цього періоду внаслідок повільного зростання зносу збільшуються зазори в спряженнях, що призводить до порушення умов мащення, виникнення ударних навантажень, а тому й до зростання швидкості зношування та абсолютної величини зносу під час третього періоду аварійного зношування.

## 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ

### *2.1 Технологія розбирально – складальних робіт*

Необхідність розбирання коробки передач для уточнення діагнозу і заміни окремих складових частин вказують: підтікання оливи через ущільнення, мимовільне виключення передач, шуми і стуки. Важіль і вилки перемикавання передач можна замінювати, не знімаючи КП з трактора. Заміну складових частин, розташованих в корпусі, проводять, як правило, на знятій з трактора коробці. Оскільки діагностичними безрозбірними методами часто не вдається встановити місце і характер відмови, а можна лише знайти ознаку несправності, то в таких випадках рекомендується уточнювати діагноз перевіркою стану деталей, доступних для контролю після зняття кришки коробки передач.

Ширину шліців первинного валу коробки передач під маточинами рухомих шестерень вимірюють при виставленій висоті, штангензубоміром 3 мм (допустиме значення 5,4 мм).

Пристосуванням КІ-4850 вимірюють: осьовий зазор в підшипниках вторинного валу коробки передач (допустимий зазор 0,3 мм); осьове переміщення вінця веденої шестерні головної передачі (допустимий зазор в підшипниках корпусу диференціала 0,3 мм); бічний зазор в головній передачі (граничний зазор 2,5 мм, номінальний - 0,2...0,4 мм, допустимий при ТО - 3 - 2 мм).

На основі вимірювань і з урахуванням критеріїв граничного стану роблять висновок про необхідні ремонтно-обслуговуючі дії в коробці передач.

Далі розбирання виконують в об'ємі, необхідному для заміни несправної складової частини, і продовжують послідовний контроль складових частин, які стають доступними.

Зазори, що допускаються, в деталях коробки передач становлять: шестерень з вилками перемикавання - 0,9 мм; ковзаючих шестерень з валами по зовнішньому



діаметру шліців - 0,20 мм; кілець роликопідшипників з валом або отвором - 0,06 мм; деталей 30 і 32 (рис. 2.1) - 0,40 мм; деталей 30 і 35 - 0,10 мм; осей в корпусах - 0,18 мм.

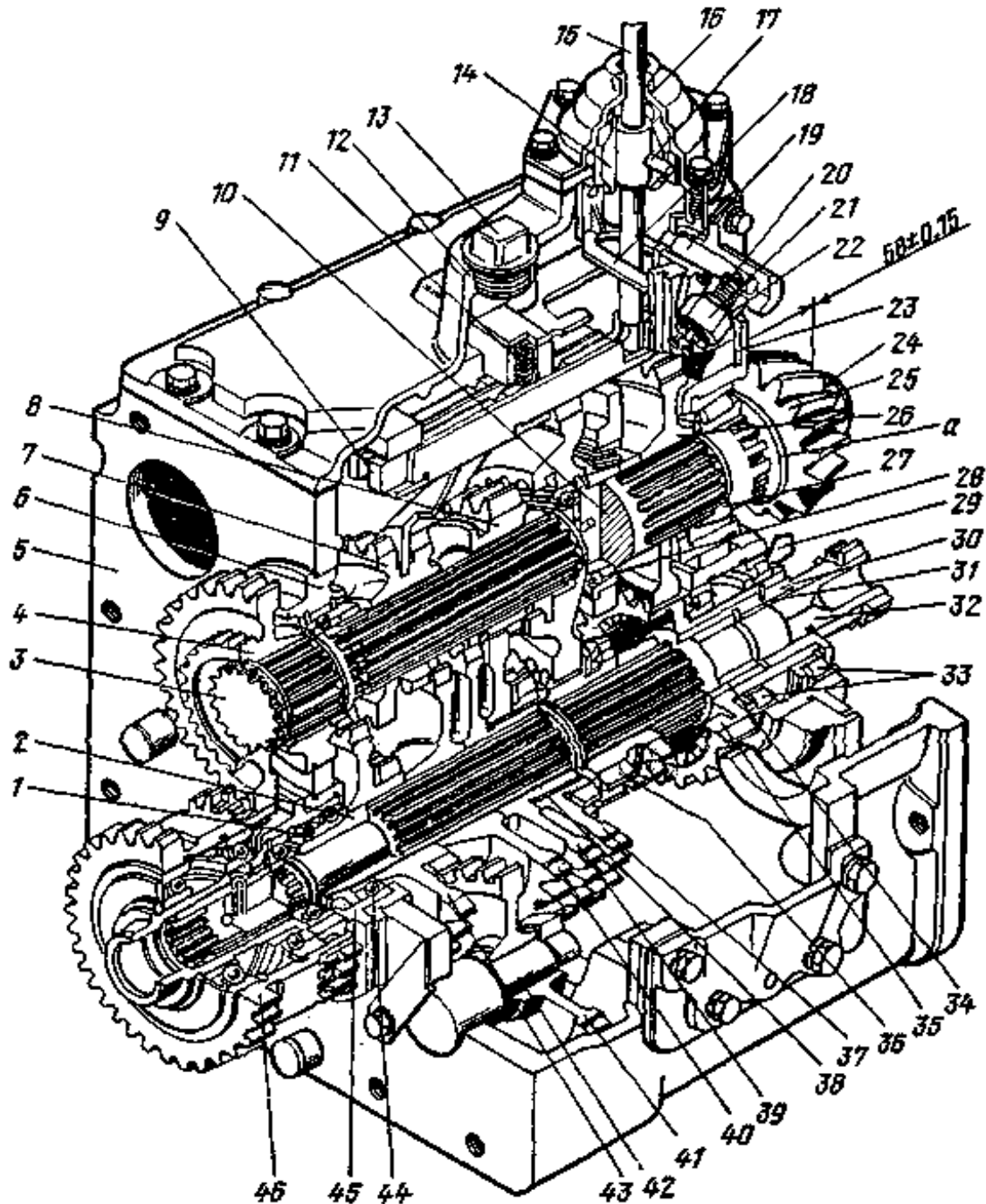


Рисунок 2.1 - Типова коробка передач трактора ХТЗ:

1 - гайка проміжного валу; 2 - проміжний вал; 3 - первинний вал; 4 - ведена шестерня понижуючого редуктора; 5 - корпус коробки передач; 6 - стакан

первинного валу; 7 - ковзаюча шестерня IV і V передач; 8 - ковзаюча шестерня III передачі; 9 - полоз вилки; 10 - вторинний вал; 11 - шарик; 12 - кришка коробки передач; 13 - пробка заливної горловини; 14 - шарова опора; 15 - важіль перемикачів передач; 16 - гумовий чохол; 17 - штифт; 18 - рамка; 19 - вал рамки; 20 - кулька вимикача; 21 - вимикач; 22 і 23 - регулювальні прокладки; 24 - гайка кріплення ведучої шестерні; 25 - ведуча шестерня головної передачі; 26 - ведена шестерня другого ступеня редуктора; 27 і 28 - конічні роликотітшипники; 29 - крильчатка; 30 - гніздо внутрішнього валу; 31 і 34 - бронзові втулки; 32 - внутрішній вал; 33 і 38 - роликові підшипники; 35 - ведена шестерня другого ступеня редуктора; 36 - ведуча шестерня першого ступеня редуктора; 37 - проміжна шестерня; 39 - ведена шестерня III передачі; 40 - ведена шестерня IV передачі; 41 - проміжна шестерня заднього ходу; 42 - вісь проміжної шестерні; 43 - ведена шестерня V передачі і заднього ходу; 44 - підшипник; 45 - переднє гніздо внутрішнього валу; 46 - проміжна шестерня понижуючого редуктора.

Порядок демонтажу первинного валу 3: знімають ведену шестерню 4 понижуючого редуктора з валу, відокремлюють і випресовують первинний вал в зборі за допомогою вкручених в стакан 6 двох болтів-знімачів.

Порядок демонтажу внутрішнього валу 32: знімають стопорні кільця, шайби, проміжну шестерню 46 понижуючого редуктора з гнізда валу, випресовують пружинний штифт за допомогою наставки, внутрішній вал 32 у бік вторинного валу за допомогою мідної наставки ударами молотка.

Порядок зняття проміжного валу 2: відокремлюють і випресовують стакан підшипників 33 ведучої шестерні 35 другого ступеня редуктора в зборі. Знімають переднє гніздо 45 підшипників внутрішнього валу в зборі. Стопорять і випресовують проміжний вал, знімають з нього деталі.

Порядок зняття вторинного валу 10: відкручують гайку 24 і знімають ведучу шестерню 35, відокремлюють і випресовують стакани підшипників в зборі, знімають регулювальні прокладки 23, виймають вторинний вал в зборі.

Зняті складальні одиниці розбирають при необхідності заміни окремих деталей.

При складанні коробки передач необхідно дотримуватися наступних правил.

Перед встановленням стакана підшипника 21 вторинного валу встановлюють весь набір регулювальних прокладок 23, зняті при розбиранні, болти стакана затягують з моментом 55...60 Н·м.

При встановленні в корпус вторинного валу одночасно надягають на його шліци ведену шестерню 26 другого ступеня редуктора проточеним торцем у бік задньої стінки коробки передач.

Відстань від торця ведучої шестерні 25 до корпусу коробки передач повинна складати  $58 + 0,15$  мм (регулюють постановкою під шестерню шайби необхідної товщини).

Конічні роликпідшипники 27 і 28 вторинного вала регулюють прокладками 23 з натягом, при якому момент опору провертання вала в підшипниках (без зачеплення з шестернями інших валів) складає 70...80 Н·м.

Гайку 24 кріплення ведучої шестерні затягують з моментом 200...220 Нм. Співпадання прорізу гайки з отвором під шплінт відкручуванням гайки не допускається.

Шестерні на проміжному валу 2 повинні щільно прилягати по спряжених торцях. Прокладку кришки бічного люка перед встановленням змащують з двох сторін лаком «Герметик».

Після завершення всіх операцій слід перевірити легкість обертання валів, пересування ковзаючих шестерень по шліцах. Не допускається заїдання вилок в канавках шестерень.

Після складання коробки передач обкатують без навантаження та під навантаженням і випробують на спеціальних стендах.

Коробку передач обкатують протягом 2 - 3 хв. на всіх передачах переднього і заднього ходів. Під час випробування її навантажують певним крутним моментом.

Перевіряють справність фіксувальних і блокувальних пристроїв, легкість переключення передач, роботу клапанів і оливної помпи, відсутність підтікань оливи, стуків, шуму шестерень і перегрівання деталей. Не допускається нагрівання деталей до температури 65 °С взимку і 85 °С влітку.

## 2.2 Нормування операцій розбирання - складання

Весь робочий час поділять на нормований, пов'язаний з виконанням продуктивної роботи, і ненормований – всі непродуктивні втрати часу, що пов'язані з організаційно-технологічною неузгодженістю або ж незадовільною дисципліною.

Нормований час поділяють на:

- основний ( $T_o$ ) – це час, протягом якого зазначають зміни форми, розміри, фізикомеханічні властивості поверхонь або зовнішній вигляд об'єкта ремонту;
- допоміжний ( $T_{дон}$ ) – це час допоміжних дій, які забезпечують виконання основної роботи. Так для розбирання-складання – це час на встановлення – зняття деталей.

Оперативний ( $T_{он}$ ) – це безпосередній час на виконання операцій:

$$T_{он} = T_o + T_{дон}. \quad (2.1)$$

Додатковий ( $T_{дод}$ ) – це час на організаційно-технічне обслуговування робочого місця (технічне обслуговування обладнання, підтримання на робочому місці належного порядку тощо), відпочинок та особисті потреби робітника. Ця складова норми часу завжди розраховується як певний відсоток  $K$  від оперативного часу:

$$T_{дод} = T_{он} \times K / 100. \quad (2.2)$$

Штучний ( $T_{ум}$ ) – це час, який необхідний для виконання робіт: від'єднання, зняття, приєднання, закручення:

$$T_{ум} = T_o + T_{дон} + T_{дод} = T_{он} + T_{дод}. \quad (2.3)$$

Підготовчо-завершальний ( $T_{nz}$ ) – це час на отримання наряду або завдання на роботу, ознайомлення з технологічною документацією, час на отримання та здавання інструменту та пристроїв.

Технічно – обґрунтованою нормою часу ( $T_n$ ) є час, необхідний на виконання певної роботи в визначених організаційно-технічних умовах з додержанням раціонального використання засобів праці й з врахуванням досвіду кваліфікованих робітників.

$$T_n = T_o + T_{don} + T_{dod} + T_{nz}/\Pi. \quad (2.4)$$

Згідно нормативних рекомендацій оперативний час становить 100 с.

$$T_{dod} = 0,1 \times 100 = 10 \text{ с},$$

$$T_{nz} = 0,1 \times 100 = 10 \text{ с}.$$

Тепер знаходимо норму часу за формулою:

$$T_n = 100 + 10 + 10/1 = 120 \text{ с}.$$

Аналогічно розраховуємо норми часу на всі технологічні операції розбирання - складання коробки передач.

### *2.3 Аналіз параметрів та показників ефективності технологічного процесу*

Скоротити тривалість процесу розбирання агрегату за незмінного технологічного базису (технологічного обладнання та технології) можна лише залученням більшої кількості виконавців. Але в цьому разі ускладнюється визначення тривалості процесу і показників ефективності використання фонду робочого часу виконавців. Традиційно вся сукупність робіт, яку слід виконати під час розбирання агрегату, розглядалася як єдина неподільна технологічна операція з відомою трудомісткістю і здебільшого стосувалась одного виконавця. Під час залучення допоміжних виконавців з метою скорочення тривалості ремонту загальна нормативна трудомісткість ділилась між ними навпіл. Такий розподіл не враховує неминучі простой виконавців, які виникають внаслідок часових і просторових обмежень на виконання операцій.

До параметрів технологічного процесу розбирання належить тривалість розбирання  $T_d$  агрегатів (вузлів). Показниками ефективності є коефіцієнти  $\eta_{ui}$  використання фонду робочого часу кожного окремого виконавця, що бере участь у процесі розбирання, і  $\bar{\eta}_u$  – середнє значення коефіцієнта використання фонду робочого часу виконавців.

Значення тривалості розбирання агрегату зумовлюється чисельністю виконавців  $u$ , рівнем їх кваліфікації  $h$ , а також технічним рівнем  $L$  обладнання, що використовується у процесі.

До показників ефективності процесу належать:

1) тривалість технологічного процесу – це інтервал часу від початку і до закінчення всіх технологічних дій:

$$T_p = f(\Theta, u, h, L); \quad (2.5)$$

де  $f$  – фронт ремонту;

$\Theta$  – кількісна характеристика технічного стану трактора, що надійшов в ремонт (визначається кількістю агрегатів (вузлів), яких потрібно замінити);

$u$  – чисельність робітників;

$h$  – рівень кваліфікації робітників;

$L$  – технічний рівень обладнання, що використовується у процесі.

2) коефіцієнт використання фонду робочого часу робітників:

$$\eta_u = \sum_{\lambda_i=1}^{\Lambda_i} u \lambda_i / (T_p + T_c); \quad (2.6)$$

де  $u \lambda_i$  – трудомісткість виконання  $\lambda_i$ -ї елементарної технологічної операції розбирання агрегату, люд-год.;

$\lambda_i$  – кількість елементарних технологічних операцій, що виконується  $i$ -м робітником.

3) середнє значення коефіцієнта використання обладнання:

$$\bar{\eta}_u = \sum_i \sum_{\lambda_i}^{\Lambda_i} y \lambda_i / u(T_p + T_c). \quad (2.7)$$

4) коефіцієнт використання фонду робочого часу обладнання:

$$\eta_u = \frac{\sum t_2}{K_u \cdot t}; \quad (2.8)$$

де  $K_u$  – кількість обладнання даного типу;

$\sum t_2$  – час використання даного типу обладнання.

## 2.4 Розрахунок параметрів виробничого процесу

### 2.4.1 Розрахунок трудомісткості робіт

Основним показником при проектуванні ремонтних підприємств є кількість робочого часу для виробництва ремонту машин, агрегатів, вузлів. За одиницю вимірювання робочого часу прийнята одна година одного робітника. Сума всіх витрат живої праці на ремонт одного об'єкту на даному підприємстві називається трудомісткістю ремонту даного об'єкту або одиничною трудомісткістю ремонту.

Сума всіх витрат живої праці на ремонт об'єкту по номенклатурі річної програми називається *трудомісткістю програми*.

Трудові витрати, пов'язані з витраченими на ремонт матеріалами, напівфабрикатами, запасними частинами, і трудові витрати, що йдуть на послуги, які надають інші підприємства у вигляді виконаних робіт по кооперації, в трудомісткість об'єкту ремонту по даному підприємству не включаються.

Повна трудомісткість програми складається з наступних частин:

1. *Технологічна трудомісткість* - це витрати праці виробничих робітників, які здійснюють технологічну дію на предмет праці.

2. *Трудомісткість обслуговування виробництва* - витрати праці допоміжних робітників, зайнятих на обслуговуванні виробництва.

Розрахункова трудомісткість розбирання - складання коробок передач тракторів ХТЗ - 80 за типовими нормами часу дорівнює 6,12 люд. год. [5]

Загальна кількість тракторів ХТЗ, згідно даних Державної служби технагляду становить 318 одиниць. Загальна кількість коробок передач повинна бути скоректована з величиною програми, що відповідає найближчому типовому проекту з урахуванням максимального завантаження технологічного устаткування.

Приймаємо річну програму 400 одиниць. [5]

Тоді, загальна трудомісткість ремонту коробок передач для нашої ділянки з річною програмою 400 ремонтів в рік буде становити:

$$\dot{O}_C = \dot{O}_I \times n \quad (2.9)$$

де:  $T_M$  – час ремонту одного об'єкта,  $T_M=6,12$  люд. год.; [5]

$n$  – кількість однойменних об'єктів або виробів,  $n=400$  од.

$$\dot{O}_C = 6,12 \times 400 = 2448 \text{ люд. год.}$$

Режим роботи характеризується кількістю робочих днів в році, числом змін роботи, тривалістю робочого дня і робочого тижня, тобто часом роботи виробничого персоналу і устаткування.

Тривалість робочої зміни і число робочих годин в тиждень визначаються трудовим законодавством і становить 41 год. в тиждень. При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями тривалість зміни складає 8,2 год. Якщо тривалість зміни встановлена 8 год., то кожна восьма субота є робочим днем. При шестиденному робочому тижні зміна триває 7 год., а в передвихідні і передсвяткові дні - 6 год.

Робота ремонтних підприємств характеризується переривчастим процесом виробництва і технологічний процес на них може бути приурочений до одно-, двух- і тризмінної роботи. Проте механічне відділення і випробувальна станція завантажуються, як правило, не менше ніж у дві зміни для забезпечення безперервності технологічного процесу і економічної доцільності повного використання устаткування.



Для прийнятого режиму роботи ремонтного підприємства визначають річні або місячні фонди часу підприємства в цілому, цеху, ділянки, відділення, робочого місця, а також устаткування і робітника.

При цьому слід розрізняти календарний, номінальний (режимний) і дійсний фонд часу.

Календарна річний фонд часу ( $\Phi_K$ ) рівний виробничому числу календарних днів в році на число годин в добі:

$$\Phi_K = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.} \quad (2.10)$$

Номінальний річний фонд часу ( $\Phi_H$ ) робітників, устаткування, цеху, ділянки, відділення при п'ятиденному робочому тижні і однозмінній роботі розраховується за наступною формулою [5]

$$\Phi_H = (K_P T_{ЗМ} - K_N T_{СК}) n, \text{ год.}, \quad (2.11)$$

де  $\Phi_H$  – номінальний річний фонд часу роботи робітників та обладнання, год.

$K_P$  – кількість робочих днів в році, днів;  $K_P = 265$  днів; [5]

$K_N$  – кількість передвихідних та передсвяткових днів в році ( $K_N = 58$  днів);

$T_{ЗМ}$  – тривалість робочої зміни, год.;  $T_{ЗМ} = 8$  год.;

$T_{СК}$  – час, на який скорочується зміна в передсвяткові і передвихідні дні, год.;  $T_{СК} = 1$  год.; [5]

$n$  – кількість змін (для робітників  $n = 1$ ).

$$\Phi_H = (265 \times 8 - 58 \times 1) \times 1 = 2062 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу робітників менший за номінальний річний фонд на час втрат, що пов'язані з відпустками.

Дійсний фонд часу робітників визначаємо за формулою [5].

$$\Phi_D = (\Phi_H - K_B \cdot T_{ЗМ}) \cdot \eta_P, \text{ год.}, \quad (2.12)$$

де  $\Phi_D$  – дійсний фонд часу роботи робітників, год.;

$K_B$  – кількість робочих днів відпустки, днів;  $K_B = 24$  днів;

$T_{ЗМ}$  – тривалість робочої зміни, год.;

$\eta_p$  - коефіцієнт втрат робочого часу;  $\eta_p = 0,97$ . [5]

$$\Phi_D = (2062 - 24 \times 8) \times 0,97 = 1813,9 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначаємо за формулою:

$$\Phi_{D.O} = \Phi_H \cdot \eta_o, \text{ год.}, \quad (2.13)$$

де  $\Phi_{D.O}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_o$  - коефіцієнт використання технологічного обладнання;  $\eta_o = 0,98$ . [5]

$$\Phi_{D.O} = 2062 \times 0,98 = 2020,8 \text{ год.}$$

Річний фонд часу робочого місяця [5].

$$\Phi_{P.M} = \Phi_H P_P C; \text{ год.} \quad (2.14)$$

де  $C$  – кількість змін роботи;

$P_P$  – кількість робітників, що одночасно працюють на даному робочому місці,  $P_P = 1 \dots 2$ . [5]

$$\Phi_{P.M} = 2062 \cdot 1 \cdot 1 = 2062 \text{ год.}$$

Річний фонд часу обладнання розділяють на календарні, або так звані номінальні, і дійсні. Величина річного номінального фонду часу устаткування:

$$\Phi_Y = \Phi_H C, \text{ год.} \quad (2.15)$$

$$\Phi_Y = 2062 \cdot 1 = 2062 \text{ год.}$$

#### 2.4.2 Розрахунок штатів дільниці

Штат ремонтного підприємства складається з виробничих і допоміжних робітників, інженерно – технічних робітників, молодшого обслуговуючого персоналу, службовців.

Спискова кількість основних робітників визначають за трудомісткістю робіт програми за формулою [5]

$$P_{СП} = \frac{T_3}{\Phi_D}; \text{ чол.} \quad (2.16)$$

$$D_{Ni} = \frac{2448}{1813,9} = 1,3 \text{ чол.}$$

Приймаємо:  $D_{\bar{N}i} = 2$  чол.

Дійсний склад основних робітників визначають за формулою [5]

$$D_{\bar{A}\bar{N}} = \frac{\dot{O}_c}{\hat{O}_i}; \text{ чол.} \quad (2.17)$$

$$D_{\bar{A}\bar{N}} = \frac{2448}{2062} = 1,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо:  $D_{\bar{A}\bar{N}} = 2$  чол.

Розрахунок кількості робочих що будуть працювати на мийному обладнанні проводять за трудомісткістю робіт і визначають за формулою

$$n_{D,i} = \frac{\dot{O}_c}{\hat{O}_{D,i}}, \quad (2.18)$$

$$n_{D,i} = \frac{2448}{2062} = 1,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо:  $n_{D,i} = 2$  чол.

Число допоміжних робітників визначають за формулою [5]

$$D_{\bar{A}i} = D_{\bar{N}i} \times \frac{15}{100}; \text{ чол.} \quad (2.19)$$

$$D_{\bar{A}i} = 2 \times \frac{15}{100} = 0,3 \text{ чол.}$$

Приймаємо:  $D_{\bar{A}i} = 1$  чол.

#### 2.4.3 Розрахунок ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування

*Такт ремонту* – це час, через який на підприємство повинен надійти або вийти з ремонту черговий виріб. Такт не є однаковим для робочих місць, виробничих ділянок і цехів. В зв'язку з цим розрізняють загальний такт на робочих місцях, ділянках який розраховуються тільки для спеціалізованих підприємств.

Загальний такт ремонту розраховуємо за формулою:

$$\tau = \Phi_H / N, \quad (2.20)$$

де  $N$  - програма ремонту,  $N=400$  шт.

$$\tau=2062/400=5,2.$$

#### 2.4.4 Розрахунок кількості основного обладнання

Розрахунок і підбір мийного обладнання проводять за трудомісткістю робіт, кількість мийних машин визначають за формулою [5]

$$n_{i.ia} = \frac{Q \cdot t}{\hat{O}_{\dot{A}.j} \cdot q \cdot \eta_i}, \text{ шт.} \quad (2.21)$$

де:  $Q$  - загальна маса деталей коробки передач, що підлягають мийці в установці, маса повно комплектної коробки передач трактора ХТЗ - 80 становить 260 кг.[1];

$t$  - час перебування деталей в мийчій машині, переважно 0,5 год.;

$q$  - маса деталей, що одночасно миються в машині, рівна 300...400 кг.;

$\eta_i$  - коефіцієнт використання мийної установки, рівний 0,5...0,6.

$$n_{i.ia} = \frac{260000 \cdot 0,5}{2020,8 \cdot 400 \cdot 0,5} = 0,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо:  $n_{i.ia}=1$  шт.

Кількість основного обладнання для розбирання – складання коробок передач визначається розрахунковим шляхом. Необхідна їх кількість визначається за формулою [5]

$$n_{ia} = \frac{N_{\dot{A}} \cdot (t_1 + t_2) \cdot \alpha}{\hat{O}_{\dot{O}} \cdot \eta}, \text{ шт.} \quad (2.22)$$

де:  $N_{\dot{A}}$  - кількість коробок передач, що розбираються в рік;

$t_1$  - час розбирання – складання однієї коробки передач, год.;

$t_2$  - час встановлення і зняття коробки передач з стенда, год.:  $t_2=0,1...0,2$

год.; [5]

$\alpha$  - коефіцієнт повторюваності,  $\alpha=1,05...1,10$ ; [5]

$\hat{O}_O$  - дійсний річний фонд часу устаткування, год.;

$\eta=0,85\dots 0,9$  – коефіцієнт використання обладнання за часом. [5]

$$n_{ob} = \frac{400 \cdot (0,52 + 0,15) \cdot 1,05}{2062 \cdot 0,85} = 0,2 ; \text{ шт.}$$

Приймаємо:  $n_{i\dot{a}}=1$  шт.

Кількість одиниць основного технологічного обладнання визначається за формулою

$$n_{i\bar{N}} = \frac{N \cdot t_i}{\hat{O}_{\dot{A}.i}}, \quad (2.23)$$

де:  $N$  - кількість капітально – ремонтваних коробок передач рік;

$t_i$  - норма часу на певну механічну операцію по ремонту коробки передач або трудомісткість [5].

В дільниці відновлюють базові деталі коробок передач слюсарною і механічною обробкою, виконують складання і випробування вузлів, загальне складання КП, припрацювання і випробування. Підбір технологічного обладнання проводимо згідно вибраної технології ремонту коробок передач тракторів ХТЗ.

### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ СПРЯЖЕНЬ З НАТЯГОМ В КП

#### *3.1 Обґрунтування необхідності конструктивної розробки*

Розробка нового ремонтно-технологічного обладнання (РТО) є об'єктивною потребою, оскільки:

- а) невпинно розробляються і впроваджуються нові технології ремонту машин та відновлення деталей;
- б) в ремонт надходять нові марки машин та модернізовані їх вузли і агрегати;
- в) універсальне технологічне обладнання, що використовується в машинобудуванні, як правило, не відповідає вимогам ремонтно-відновних процесів.

Переважно, розробка нового ремонтно-технологічного обладнання зумовлена потребами, які умовно можна розділити на три групи:

- 1 - механізація ручної праці, автоматизація технологічних процесів, поліпшення умов праці, захист довкілля;
- 2 - розширення технологічних можливостей наявного обладнання, підвищення його продуктивності, зниження витрат ресурсів;
- 3 - впровадження нових технологій.

Здебільшого, хоча визначальною є одна якась група, в процесі проектування вирішуються елементи всіх трьох груп.

Конструювання ремонтно-технологічного обладнання, як будь-якого іншого, вимагає клопіткої цілеспрямованої праці, досконалих знань технології ремонту та відновлення, навиків у розробці конструкторської документації.

В результаті тертя і спрацювання підшипника і посадочного отвору під підшипник в конкретних умовах експлуатації змінюються геометричні параметри, шорсткість робочих поверхонь. Під зміною геометричних параметрів розуміють зміну його розмірів, форм і взаємного розташування поверхонь. До порушення

форм посадочного отвору відносять овальність, конусність а до відхилення взаємного розташування – непаралельність площин і осей обертання поверхонь.

Виходячи із цього для відновлення робоздатності коробок передач та заміни непридатних деталей необхідне спеціальне технологічне обладнання для зняття підшипників, блоків шестерень, синхронізаторів КП.

### 3.2 Характеристика відомих інструментів, пристроїв, обладнання та їх основні недоліки

Для розбирання спряжень з натягом в коробці передач тракторів ХТЗ застосовуються різноманітні знімачі та пристосування. Принцип використання яких відображено на рисунках поданих нижче.

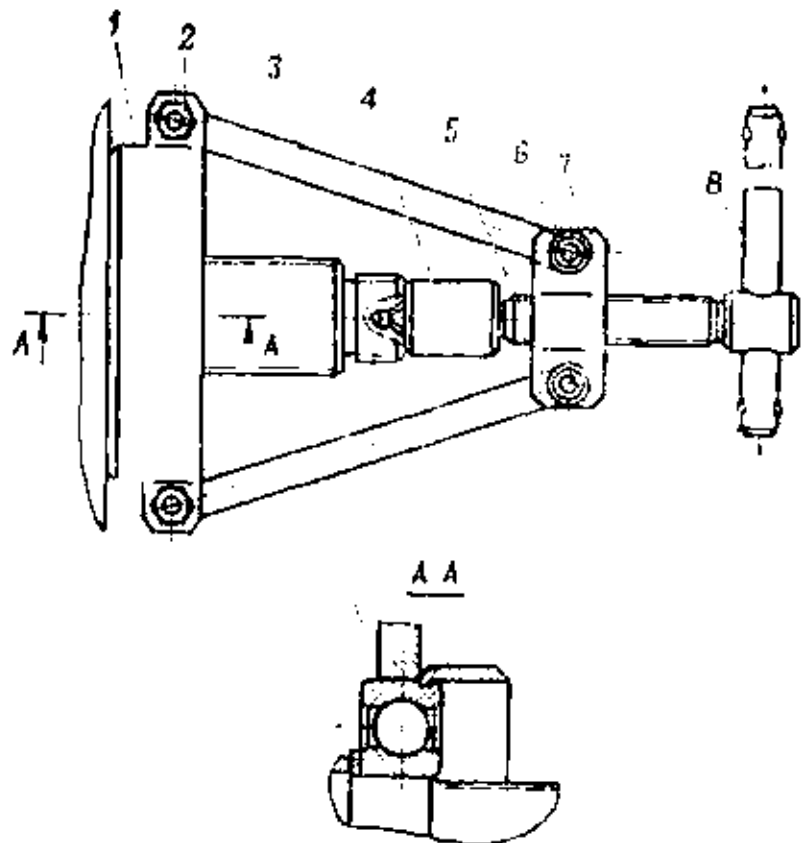


Рисунок 3.1 - Знімач для зняття заднього підшипника вторинного вала: 1 - захват І-801.30.100; 2 - гайка; 3 - тяга; 4 - наконечник; 5 - гвинт; 6 - вісь; 7 - траверса; 8 – рукоятка

Універсальний гвинтовий знімач з лапчастими захватами, показаний на рисунку 3.2, призначений для зняття шківів, фланців і шестерень діаметром від 80 до 180 мм

Щоб зняти цим знімачем деталь, спочатку потрібно всі захвати зсунути в крайнє положення, а потім, утримуючи силовий гвинт в центрі торця валу, підвести захвати до деталі, що знімається, і зафіксувати їх. Після цього, обертаючи силовий гвинт, спресувати деталь з валу.

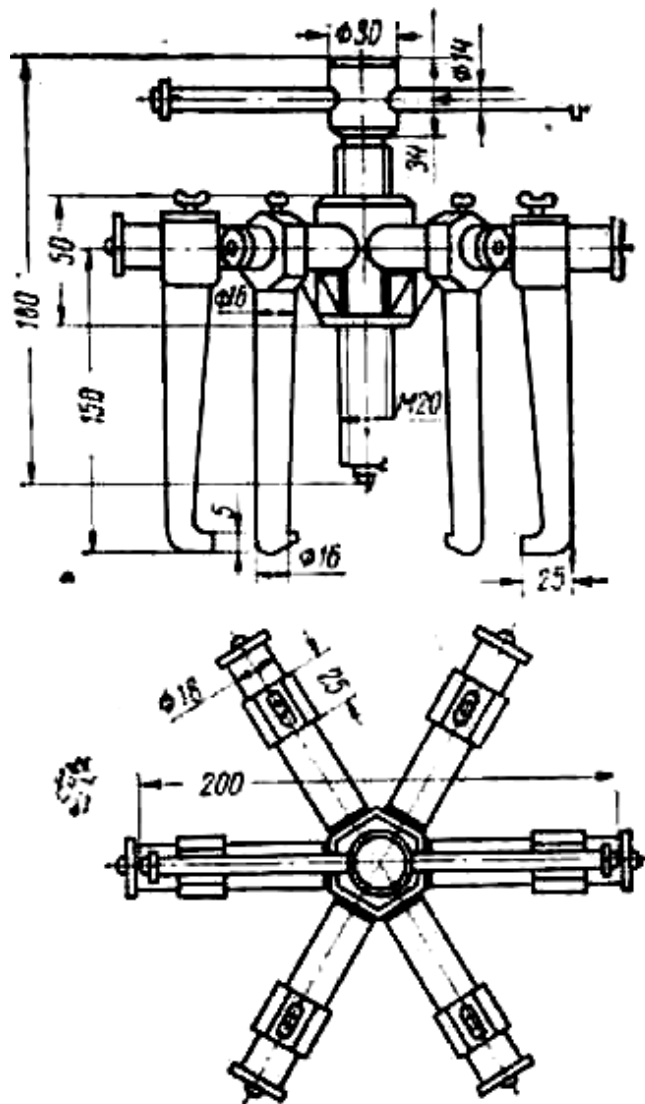


Рисунок 3.2 - Універсальний знімач с лапчастими захватами.



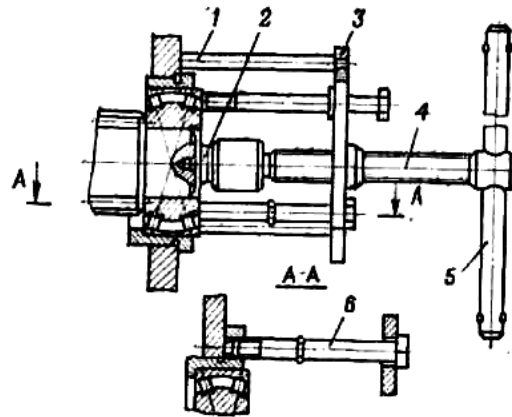


Рисунок 3.3 - Пристосування для зняття заднього підшипника проміжного вала I-801.31.000: 1 - упор, 2 - наконечник; 3 - плита; 4 - гвинт, 5 - рукоятка; 6 - болт

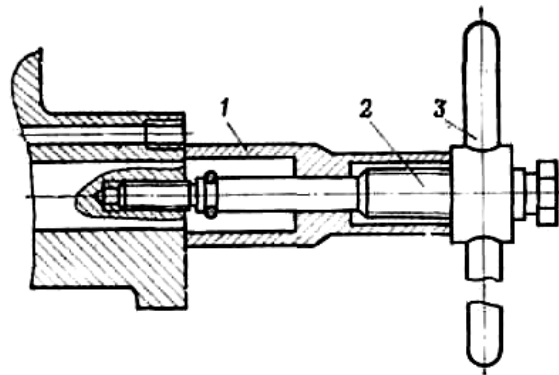


Рисунок 3.4 - Знімач осі блока шестерень заднього ходу I-801.32.000:

1 - корпус; 2 - гвинт; 3 - рукоятка

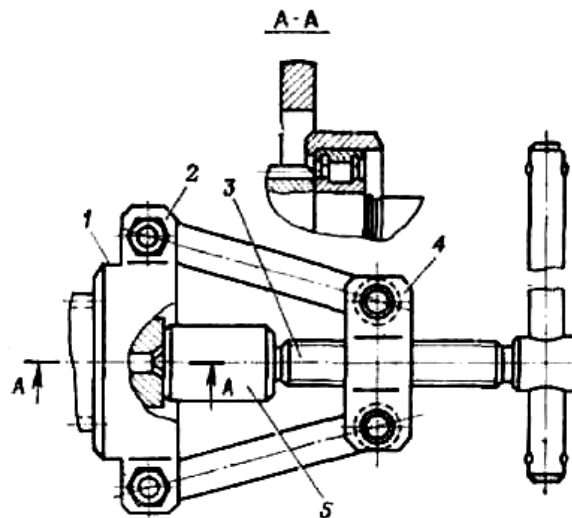


Рисунок 3.5 - Знімач переднього підшипника ведучого вала: 1 - захват I-801.30.200; 2 - гайка; 3 - гвинт; 4 - траверса; 5 - наконечник

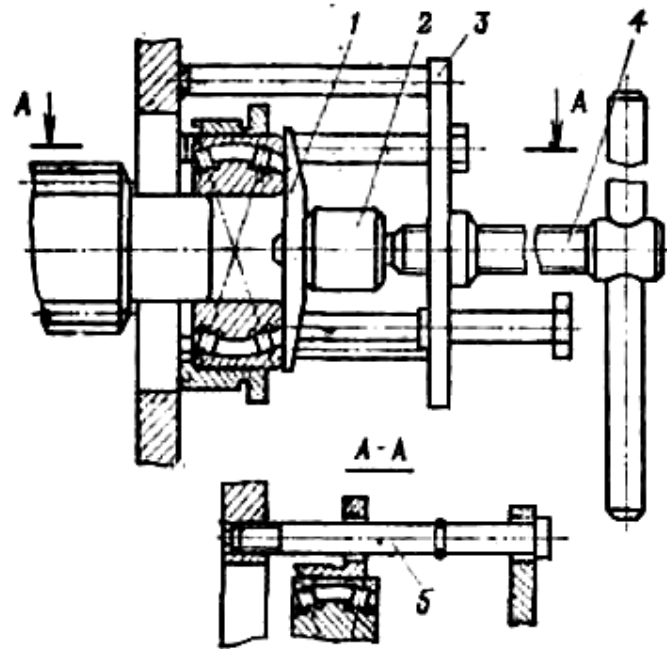


Рисунок 3.6 - Пристосування для встановлення заднього підшипника проміжного вала І-801.31.000:

1 - шайба; 2 - наконечник; 3 - плита; 4 - гвинт; 5 – болт

На виготовлення такої кількості знімачів необхідно затрати велику кількість матеріальних та людських ресурсів. Тому нами було запроєктовано конструкції двох знімачів, перший універсальний механічний, другий універсальний гідравлічний знімач. Запроєктовані нами знімачі дають можливість замінити всі вище описані знімачі необхідні для технологічного процесу розбирання коробки передач тракторів ХТЗ. Опис будови і принципу його дії даних знімачів відображено в пункті 3.3

### *3.3 Опис будови і принципу дії запроєктованої конструкції пристрою*

Універсальний гідравлічний знімач з вбудованим насосом застосовується в тих випадках, коли потрібне велике зусилля випресування.

Знімач складається з двох легко роз'єднувальних частин: корпуси 8 (рис. 3.7) і траверси 2.

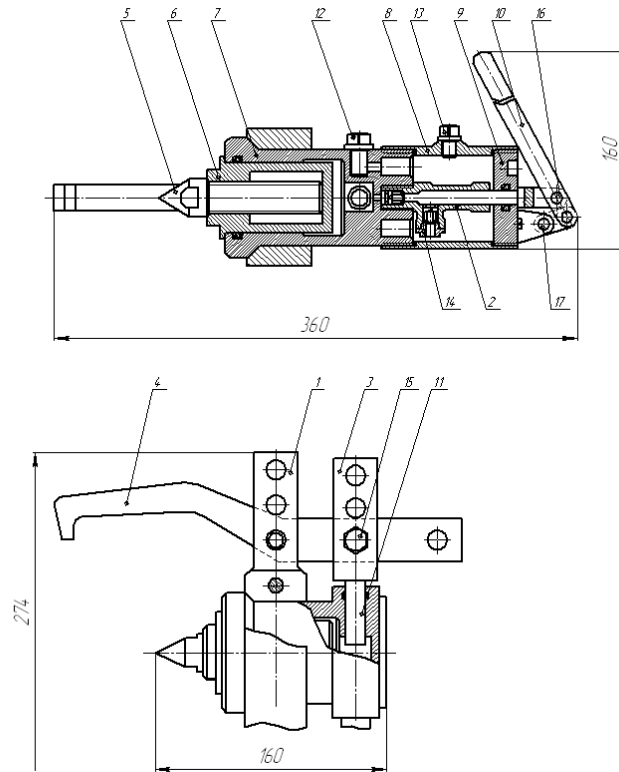


Рисунок 3.7 - Універсальний гідравлічний знімач з вбудованим насосом: 1 - захват; 2 - траверса; 3 - болт; 4 - скоба; 5 - поршень; 6 - поршень; 7 - гвинт; 8 - корпус; 9 - насос; 10 - масляний резервуар; 11 - рукоятка; 12 - пробка; 13 - гвинт.

Усередині корпусу розташовані головний циліндр з поршнем 6, в торець якого вкручують гвинт 7, і два бічні циліндри з поршнями 5. На корпусі закріплений масляний резервуар 10 з плунжерним насосом 9, що приводиться в дію рукояткою 11.

Траверса 2 знімна, до неї кріпляться лапчасті захвати 1, що шарнірно сполучені з нею болтами 3.

Для того, щоб зняти деталь, знімач потрібно встановити в положення, при якому кінець гвинта 7 розміститься в центрових отворах валу спресованої деталі, а захвати надійно зачеплять її.

Після цього слід накачувати масло рукояткою 11 в циліндри. Під тиском масла головний поршень 6 і обидва бічних 5 придуть в рух, при цьому головний

зніматиме деталь, а бічні через скобу 4 утримувати захоплювачі, не дозволяючи їм зіскочити з деталі.

Для повернення поршня в початкове положення після завершення спресування потрібно відкрутити гвинт 13, натиснути на гвинт 7 і розвести захвати в різні боки.

В знімач потрібно наливати турбінне масло через отвір, що закривається пробкою 12.

### 3.4 Розрахунок параметрів гідроциліндра

Проектування універсального гідравлічного знімача для розбирання пресових з'єднань коробок передач тракторів ХТЗ, а саме підшипників, блоків шестерень та синхронізаторів.

Зусилля, що розвиває гідродвигун, в загальному випадку визначається як:

$$F = p_{\ddot{o}} \times S_{\ddot{o}} \times \eta_{\ddot{o}}, \quad (3.1)$$

де  $p_{\ddot{o}}$  - тиск на вході в гідроциліндр, МПа;

$S_{\ddot{o}}$  - площа поперечного перерізу робочої камери гідроциліндра, м<sup>2</sup>;

$\eta_{\ddot{o}}$  - коефіцієнт корисної дії, ( $\eta_{\ddot{o}} = 0,85-0,95$ ).

Максимальне зусилля для випресування деталей коробок передач тракторів ХТЗ становить  $F = 150$  кПа.

Звідси:

$$S_{\ddot{o}} = \frac{F}{p_{\ddot{o}} \times \eta_{\ddot{o}}} = \frac{150 \times 10^{-3}}{14 \times 0,95} = 0,011 \text{ м}^2.$$

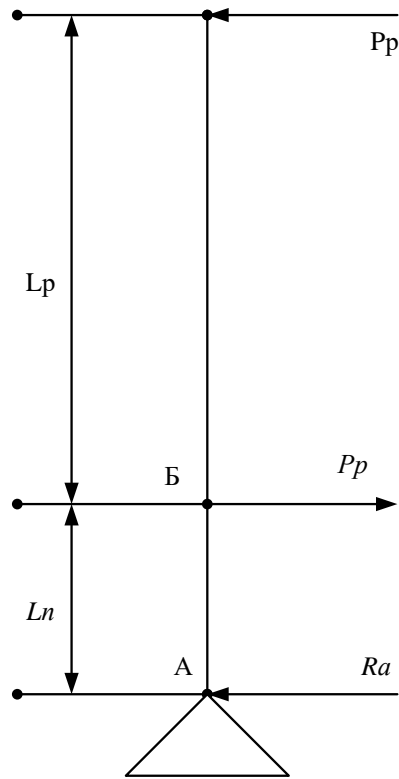
Для поршневих гідроциліндрів площа поперечного перерізу робочої камери обумовлюється напрямком подачі рідини.

Тиск на вході в гідроциліндр визначається площею плунжера ручної гідро помпи. Приймаємо діаметр плунжера  $d_n = 12$  мм. Щоб одержати вказаний тиск  $P_u = 14$  МПа необхідно штовхати плунжер із певним зусилля  $P_u$ , яке дорівнює:

$$P_n = S_n \times P_u \quad (3.2)$$

$$P_n = \frac{\pi \times d_{\delta}^2}{4} \times \mathcal{D}_{\delta}, \quad (3.3)$$

$$P_n = \frac{3,14 \times 0,144}{4} \times 14 = 1600 \text{ Н.}$$



Щоб визначити довжину ручки  $l_p$  необхідно знайти силу  $R_a$

$$\begin{aligned} \sum P_{x_i} &= 0, \\ P_i - \mathcal{D}_{\delta} - R_a &= 0, \\ R_a &= P_i - \mathcal{D}_{\delta}. \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$R_a = 1600 - 150 = 1450 \text{ Н.}$$

$$\begin{aligned} \sum \dot{I}_s(A) &= 0, \\ R_a \times L_i - P_p L_p &= 0, \\ L_p &= \frac{R_a \times L_i}{\mathcal{D}_i}. \end{aligned} \quad (3.5)$$

де  $L_i$  - плече плунжера (конструктивно прийнято рівним 15 мм.)

$$L_p = 1450 \cdot 15 / 150 = 145 \text{ мм.}$$

де  $P_p$  - зусилля руки (прийнято 150 Н)

Конструювання знімача для підшипників коробки передач тракторів ХТЗ.

Розрахунок на міцність та силовий.

Початкові дані, згідно керівництва по експлуатації трактора:

- внутрішній діаметр підшипника  $d_n = 25$  мм;
- діаметр упорного буртика внутрішнього кільця підшипника

$$d_6 = d + 3 \cdot r = 25 + 6 = 31 \text{ мм}$$

- діаметр зовнішнього кільця підшипника  $D_n = 62$  мм;
- зовнішній діаметр внутрішнього кільця  $d_2 = 37$  мм;
- ширина підшипника  $b_n = 17$  мм;
- діаметр валу в місці посадки підшипника  $d =$  мм

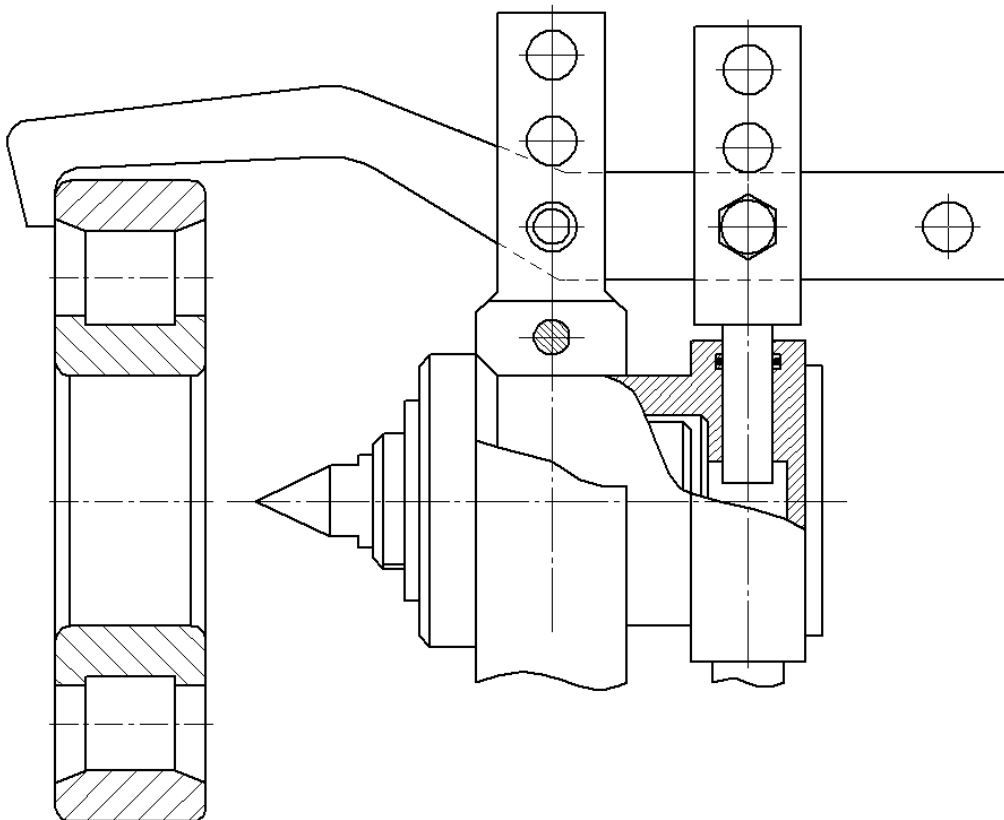


Рисунок 3.8 - Схема демонтажу підшипника.

Оскільки крутний момент на валу невідомий, всі розрахунки вестимемо за максимально важких умов експлуатації. Сила запресування підшипника (рівна або більше зусилля на знімання), Н:

$$F_i = \pi \cdot d \cdot b_i \cdot p_{\max} \cdot f_n \quad (3.6)$$

де  $f_n$  – коефіцієнт зчеплення при пресуванні для матеріалів пари сталь-сталь  
 $f_n = 0,20$ ;

$p_{\max}$  – максимальний тиск, що допускається міцністю захоплюючої деталі, МПа:

$$p_{\max} = 0,5 \cdot \sigma_{\delta} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{d_2} \right)^2 \right], \quad (3.7)$$

де  $\sigma_{\delta}$  - межа текучості матеріалу охоплюваної деталі (для підшипникової термообробної сталі що рекомендується для розрахунків  $\sigma_{\delta} = 800$  ÷  $\ddot{\text{à}}$ ).

$$p_{\max} = 0,5 \cdot 800 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{25}{37} \right)^2 \right] = 217 \text{ МПа.}$$

$$F_{\Pi} = 3,14 \cdot 25 \cdot 17 \cdot 217 \cdot 0,20 = 57917 \text{ Н.}$$

Діаметр різьби з умови міцності по допустимих напруженнях (для кріпильної деталі із сталі 45), мм:

$$d_{\text{різь}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi \cdot [\sigma_T]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 57917}{3,14 \cdot 640}} = 10,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр різьби із запасом,  $d = 16$  мм.

Висоту гайки приймаємо із запасом  $H \approx 0,8d = 16$  мм.

Довжину гвинта підбираємо при компоновці знімача за умови вільного виходу підшипника з валу.

Площа поперечного перетину важеля із сталі 45 з термообробкою при твердості  $HB 192 \dots 240$  і механічними властивостями  $\sigma_{\delta} = 480$  ÷  $\ddot{\text{à}}$ , при кількості важелів – 3 штуки, мм<sup>2</sup>:

$$b \times h = \frac{F_{\Pi}}{3 \cdot \sigma_T} = \frac{57917}{3 \cdot 480} = 40 \text{ мм}^2$$

Приймаємо для важеля матеріал – лист завтовшки  $b=5$  мм, тоді  $h = 40/5 = 8$  мм.

Діаметр одного з трьох пальців з умови контактних напружень, що допускаються, мм:

$$D = \frac{\sigma_H^2}{0,418^2 \cdot F_T \cdot E \cdot 3 \cdot L}, \quad (3.8)$$

де  $\sigma_H$  - наближене значення межі контактної витривалості для пальця із сталі 45 з термообробкою  $HRC_{\Sigma} 40 \dots 56$ ,

$$\text{де } \sigma_H = 17 \cdot HRC_{\Sigma} + 200 = 17 \cdot 40 + 200 = 760 \text{ МПа}$$

$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$  - модуль пружності для сталі;

$L$  - довжина лінії контакту рівна подвоєній сумі товщини скоби (беремо з компоновки знімача) і товщині листа ( $L = 3 + 3 + 5 = 11 \text{ мм}$ ).

$$D = \frac{760^2}{0,418^2 \cdot 57917 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 11} = 8 \text{ мм}.$$

При компонуванні знімача беремо до уваги всі умови для правильної експлуатації виробу.



## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### *4.1 Вступна частина*

В умовах широкого впровадження нових технічних засобів механізації і автоматизації виробничих процесів, індустріальних технологій виробництва сільськогосподарської продукції особливого значення набуває проблема охорони праці в усіх галузях народного господарства.

Проблема поліпшення умов праці безпосередньо пов'язана з санітарно – побутовими і медичними обслуговуваннями працівників, організацією відпочинку і харчування. Все це сприяє відновленню сил, зниженню напруженості і збереження працездатності.

Збитків, яких сьогодні завдає виробничий травматизм і захворюваність на виробництві можна позбавитись шляхом розробки спеціальних заходів, додержання вимог трудового законодавства, а також впровадження у виробництво найновіших досягнень науки і трудового досвіду з охорони праці.

Необхідною умовою запобігання виробничого травматизму на виробництві повинна стати розробка спеціальних заходів на основі глибокого аналізу стану охорони праці, що характеризується наявністю на робочих місцях небезпечних факторів і умов при яких вони можуть діяти на людей, а також можливими небезпечними діями самих працівників в конкретних умовах виробництва. Це дозволить об'єктивно оцінити можливі негативні наслідки, вжити невідкладних заходів щодо запобігання їм.

### *4.2 Аналіз стану охорони праці в майстерні*

Правильна організація роботи по безпеці життєдіяльності має першочергове значення для підвищення продуктивності праці, усуненню причин нещасних випадків, попередженню травматизму і професійних захворювань.

Відповідальність за стан охорони праці на підприємстві покладені на директора і головного інженера. Директор підприємства і головний інженер забезпечують дотримання законів, норм, правил і інструкції по охороні праці. Вони здійснюють своєчасне забезпечення робочих місць необхідними індивідуальними захисними засобами (спецодягом, спецвзуттям, захисними пристосуваннями). Крім того, вони організують навчання по техніці безпеки і виробничій санітарії, а також розробляють і затверджують разом із профспілковим комітетом інструкції по техніці безпеки і доводять їх до кожного робітника.

При великому об'ємі робіт по охороні праці і великій кількості працюючих в штаті підприємства передбачається посада заступника головного інженера по охороні праці, інженера по техніці безпеки. Він організовує роботу по створенню безпечних і здорових умов праці працюючих, приймає участь в розробці і здійснює контроль за проведенням міроприємств і дотримання діючого законодавства, а також бере участь в розробці і впровадженню у виробництво рекомендацій по науковій організації праці безпеки життєдіяльності, перевіряють технічний стан обладнання з метою встановлення відповідності його вимогам техніці безпеки.

Інженер по охороні праці контролює своєчасність випробувань, перевірок і правильну експлуатацію обладнання, проводить вступний інструктаж, організовує інструктаж на робочому місці а також періодичні інструктажі, складає заявки на спецодяг, взуття і запобіжне обладнання, бере участь в розслідуванні нещасних випадків на виробництві.

На виробничих дільницях, майстернях забезпечення безпечних і небезпечних шкідливих умов праці покладено на начальників або завідуючих дільницями і на бригадирів. Вони відповідають за підготовку своїх дільниць до роботи в питаннях безпеки життєдіяльності, за правильне утримання і експлуатацію обладнання та механізмів, ведуть постійний технічний нагляд за безпечним ходом виконання робіт на своїх дільницях, проводить інструктаж по техніці безпеки на робочому місці (первинні), повторний і оперативний (позаплановий), забезпечують робітників

справним інструментом, обладнанням, пристроями, індивідуальними засобами захисту, інструкціями і правилами безпечного ведення робіт.

Вирішальну роль в попередженні професійної захворюваності і травматизму мають попереджувальні заходи. В результаті порушення встановлених норм, правил і інструкцій (техніки безпеки, виробничої санітарії і протипожежних заходів). Неврахування фізіологічних можливостей людей, а також несправностей в обладнанні, машинах і механізмах, на робочих місцях можуть виникнути небезпечні зони і шкідливі умови, які негативно впливають на здоров'я працюючих. Небезпека травматизму може бути викликана забрудненням повітря, недосконалістю обладнання, несправностями загороджувальної, запобіжної, пускової, сигналізаційної і гальмівної техніки, поганого освітлення, а також пожежею або вибухом.

На організм людини можуть впливати наступні шкідливі виробничі умови, навколишнє середовище, пристрої та механізми, ремонтні матеріали, відсутність або недоцільність побутових приміщень, неправильно організоване санітарне обслуговування робітників.

До основних причин нещасних випадків на виробництві належать: відсутність справжнього інструменту, невиконання правил техніки безпеки, відсутність спецодягу, відсутність або несправність загорож, несправність підйомних і транспортних засобів.

Механізація трудових процесів ліквідує важку фізичну працю і тим самим зменшує число травм.

Умови праці визначаються технологією виробництва, його організацією і трудовим процесом з однієї сторони і санітарно – гігієнічного стану з другої.

На підприємстві, питанням охорони праці повинні приділяти належну увагу. Досить чітко організовувати виробництво, забезпечувати високий рівень механізації технологічних процесів, впроваджувати нові форми організації праці. У відділках майстерні в яких технологічні процеси супроводжуються шумами,

відділяти один від одного щільними, вогнестійкими перегородками і дверима. Вузли і агрегати ремонтують за знеособленою схемою, що виключає безладне розміщення їх в майстерні, яке часто призводить до травматизму. В майстерні повинно бути добре обладнано санітарно – побутові приміщення: гардероб, умивальник, душова, санвузол.

Протипожежний захист ремонтної майстерні повинен забезпечуватися і контролюватися завідувачим майстерні, який несе за це персональну відповідальність.

Підприємство повинно бути обладнане всіма необхідними первинними засобами пожежогасіння. Всі ці засоби розміщені на спеціальних стаціонарних постах, які знаходяться в найбільш пожежонебезпечних місцях ремонтної майстерні.

В майстерні на видних місцях вивішуються інструкції по дотриманню правил пожежної безпеки, плани евакуації на випадок пожежі і порядок виклику пожежної служби.

Всі верстати і стенди повинні мати заземлення. Для запобігання виникнення пожеж від розрядів, статичних, або атмосферних встановлюють блискавозахист.

#### *4.3 Розрахунок освітлення дільниці*

Організація правильного освітлення робочих місць і виробничих приміщень природнім і штучним освітленням, сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню травматизму, підвищенню якості продукції.

Природне і штучне освітлення виробничих і побутових приміщень повинне відповідати вимогам.

Проводимо розрахунок освітлення для дільниці ремонту коробок передач. Перевірку природного освітлення проводимо наступним чином:

- для правильного нормування освітленості необхідно детально вивчити особливості зорової роботи в даному приміщенні;

- освітленість виміряємо таксиметром в різних точках приміщення, по поперечному перерізі посередині приміщення, площина якого перпендикулярна площині засклення віконних прорізів.

Необхідну сумарну площу вікон  $\sum F_{\hat{A}} \sqrt{2} \text{ м}^2$  обчислюємо за формулою:

$$\sum F_{\hat{A}} \frac{F_l l_{\min} \eta_o K}{100 \tau_o n_1}, \quad (4.1)$$

де  $F_{\Pi}$  – площа підлоги,  $\text{м}^2$ ;

$l_{\min}$  – мінімальний коефіцієнт природної освітленості,  $l_{\min} = 1,5$ ;

$\eta_o$  – світова характеристика вікон,  $\eta_o = 8,5$ ;

$K$  – коефіцієнт, що враховує затінення вікон сусідніми будівлями,  $K = 1,3$ ;

$\tau_o$  – загальний коефіцієнт світло пропускання віконної пройма з врахуванням затінення,  $\tau_o = 0,4$ ;

$n_1$  – коефіцієнт, що враховує відбите світло від внутрішніх поверхонь приміщення,  $n_1 = 2$ .

$$\sum F_{\hat{A}} \frac{450 \cdot 1,5 \cdot 8,5 \cdot 1,3}{100 \cdot 0,4 \cdot 2} = 93,2 \text{ м}^2.$$

Для забезпечення природнього освітлення приміщення необхідно щоб площа вікон становила  $\sum F_{\hat{A}} = 52,2 \text{ м}^2$ .

Проводимо розрахунок штучного освітлення.

Знаходимо необхідну кількість ламп для освітлення приміщення:

$$n = \frac{E_{\min} k S z}{\eta \Phi}, \quad (4.2)$$

де  $\Phi$  – світловий потік, що освітлює поверхню;

$E_{\min}$  - мінімальна освітленість,  $E_{\min} = 300 \text{ Пк}$ ;

$z$  - коефіцієнт мінімальної освітленості,  $z = 1$ ;

$S$  - площа приміщення, що освітлюється,  $S = 450 \text{ м}^2$ ;

$k$  - коефіцієнт запасу, що комплексує зниження освітлюваності в процесі експлуатації установки в зв'язку із старінням ламп і забрудненням світильників,  $k = 1,6$ ;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку,  $\eta = 7,8\%$ .

$$n = \frac{300 \cdot 1,6 \cdot 450 \cdot 1}{7,8 \cdot 1000} = 27,7.$$

Для штучного освітлення нашого приміщення необхідно 28 люмінесцентних ламп ЛД -  $2 \times 40$ .

#### *4.4 Техніка безпеки робочого місця розбирання - складання коробки передач*

Постійний персонал ремонтної майстерні, що працює на ремонтній ділянці повинен пройти підготовку на курсах охорони праці та охорони навколишнього середовища, а також спеціальний інструктаж з техніки безпеки стосовно до характеру виконання робіт та обладнання.

Для розточування посадочних отворів в корпусі коробки передач використовуємо спеціальний пристрій. До роботи на пристрої допускаються особи не молодші 18 років. Перед початком роботи необхідно одягти спецодяг та захисні окуляри на очі.

Обов'язковою умовою безпеки виконання робіт є утримання в чистоті та порядку робочого місця і вільних проходів між обладнанням.

Перед початком роботи робітник повинен звільнити робоче місце від зайвих предметів, повторним включенням стенду переконатись у роботу здатності механізмів на холостому ході, перевірити затяжку кріпильних деталей, наявність щитків і захисного заземлення.

Забороняється залишати працююче обладнання без нагляду.

При виникненні в процесі роботи сумнівів що до безпечності виконання даної операції необхідно ознайомитися з відповідними інструкціями або звернутися за поясненнями до спеціаліста.

Робітникам забороняється знімати захисні загородження, та кожух електроустановки. Пристрій слід періодично очищати від пилу і бруду спеціальним пристосуванням.

Забороняється працювати на пристрої без рукавиць, так як робота пов'язана з гострими елементами.

Забороняється торкатись руками обертових деталей при їх роботі, при виході з ладу пневмосистеми потрібно негайно виключити пристрій і викликати майстра наладчика.

#### *4.5 Пожежна безпека*

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України „Про пожежну безпеку”, та інші закони України, Постанови Верховної Ради України, укази та розпорядження Президента України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції. Забезпечуючи пожежну безпеку слід також керуватись Правилами пожежної безпеки в Україні, стандартами, будівельними нормами, Правилами улаштування електроустановок, нормами технологічного проектування та іншими нормативними актами, виходячи із сфери їх дій, які регламентують вимоги пожежної безпеки.

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

Пожежна небезпека – можливість виникнення та (або) розвитку пожежі в будь-якій речовині, процесі, стані. Слід зазначити, що пожеж безпечних не буває.

Для успішного проведення протипожежної профілактики в господарствах важливо знати основні причини пожеж. На основі статистичних даних можна зробити висновок, що основними причинами пожеж на виробництві є:

- необережне поводження з вогнем;

- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів та порушення правил їх експлуатації;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Дуже часто пожежі на виробництві спричинені необережним поведінням з вогнем. Під цим, як правило, розуміють паління в недозволених місцях та виконання так званих вогневих робіт. Вогневими роботами вважають виробничі операції, пов'язані із використанням відкритого вогню, іскроутворення та нагрівом деталей, устаткування, конструкцій до температур, що здатні викликати займання горючих речовин і матеріалів, парів легкозаймистих рідин.

Місця для проведення вогневих робіт можуть бути постійними і тимчасовими. Постійні місця визначаються наказом керівника підприємства, а тимчасові – письмовим дозволом керівника підрозділу.

На розвиток пожежі у будівлях і спорудах значно впливає здатність окремих будівельних елементів чинити опір впливу теплоти, тобто їх вогнестійкість.

Вогнестійкість – здатність будівельних елементів та конструкцій зберігати свою несучу здатність, а також чинити опір нагріванню до критичної температури, утворенню наскрізних тріщин та поширенню вогню. Вогнестійкість конструкцій та елементів будівель характеризується межею вогнестійкості.

При проектуванні у будівництві промислових підприємств передбачаються заходи, які запобігають поширенню вогню шляхом:

- поділу будівлі протипожежними перекриттями на пожежні відсіки;
- поділу будівлі протипожежними перегородками на секції;
- влаштування протипожежних перешкод для обмеження поширення вогню по конструкціях, по горючих матеріалах (гребені, бортики, козирки, пояси);
- влаштування протипожежних дверей і воріт;
- влаштування протипожежних розривів між будівлями.



## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИБОРУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ СПРЯЖЕНЬ З НАТЯГОМ

Економічну ефективність від впровадження у виробництво пристрою для розбирання спряжень з натягом в корпусі коробок передач можна розрахувати за витратами на його проектування і виготовлення, енергетичними витратами під час експлуатації, за тарифною ставкою слюсаря – складальника і збільшенням продуктивності виконання операцій. В основу розрахунку покладено методичку визначення економічної ефективності витрат на дослідження і розробки.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження нового пристрою визначаємо за формулою:

$$E_p = B_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де  $B_p$  – вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

$Z_p$  – вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн.;

При розрахунку береться до уваги строк служби пристосування  $t$ , а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою:

$$B = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} B_t \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

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

$t_n$  – початковий рік розрахункового періоду;

$t_k$  – кінцевий рік розрахункового періоду;

$\alpha_t$  – коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в  $t$ -тому році визначається за формулою

$$B_t = C_t \cdot A_t \cdot P_t, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де  $C_t$  – економія коштів на ремонті і обслуговуванні однієї коробки передач;

$A_t$  – кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

$\Pi_t$  - загальна кількість ремонтів і обслуговувань з використанням розробленого обладнання.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_0 - t}; \quad (5.4)$$

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

$t_p$  - розрахунковий рік;

$t$  - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків заносимо в таблицю.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту від впровадження нового пристрою для розбирання спряжень з натягом визначаємо за наступною методикою:

Економію коштів на операціях розбирання пресових з'єднань визначаємо за формулою:

$$\mathcal{C} = (C_n + C_p) \cdot (t_1 - t_2) + e_n, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де  $C_n$  - втрати від години простою трактора;

$C_p$  - середня годинна тарифна ставка робітників,  $C_p = 2,7$  грн/год.;

$t_1$  - середня трудомісткість розбирання пресових з'єднань під час ремонту однієї коробки передач за існуючою технологією,  $t_1 = 2$  люд.-год.;

$t_2$  - трудомісткість розбирання пресових з'єднань під час ремонту однієї коробки передач з використанням розробленого пристрою  $t_2 = 1$  люд.-год.;

$$\mathcal{C} = (7,8 + 2,7) \cdot (2 - 1) = 10,5 \text{ грн.}$$

Кількість операцій розбирання пресових з'єднань визначаємо за наступною формулою :

$$\Pi_t = (W_{TO} \cdot j_1 + W_{IP} \cdot j_2 + W_{УВ.} \cdot j_3) \cdot \mu, \text{ шт.} \quad (5.6)$$

де  $W_{TO}$  - програма технічного обслуговування,  $W_{TO} = 429$ ;

$W_{IP}$  - програма поточного ремонту,  $W_{IP} = 400$ ;

$W_{yB}$  - програма усунення відмов,  $W_{yB} = 498$ ;

$j_1, j_2, j_3$  - коефіцієнт наявності пошкоджених пресових з'єднань при різних видах робіт, які відповідно дорівнюють:  $j_1 = 0,3$ ;  $j_2 = 0,6$ ;  $j_3 = 0,45$ ;

$\mu_t$  - коефіцієнт річного збільшення програми,  $\mu_t = 1,05$ ;

$$P_{2016} = (429 \cdot 0,3 + 400 \cdot 0,6 + 498 \cdot 0,45) \cdot 1 = 592,8 \text{ шт.};$$

$$P_{2017} = (429 \cdot 0,3 + 400 \cdot 0,6 + 498 \cdot 0,45) \cdot 1,05 = 622,4 \text{ шт.};$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Економію коштів на розбиранні - складанні однієї коробки передач для наступних років визначаємо за формулою:

$$Ц_t = \alpha_t \times Ц; \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$Ц_{2017} = 0,9091 \times 10,5 = 9,55 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$З_p = \sum_{t=1}^{e=e} Z_t \cdot \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

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

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу:

$$З_{2016} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де  $C_1$  - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації,  $C_1 = 120$  грн.;

$C_2$  - вартість матеріалів на 2 комплектів,  $C_2 = 540$  грн.;

$C_3$  - вартість комплектуючих,  $C_3 = 45$  грн.;

$C_4$  - вартість виготовлення деталей,  $C_4 = 650$  грн.;

$C_5$  - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт,  $C_5 = 110$  грн.;

$C_6$  - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією,  $C_6 = 85$  грн.

Значення показників  $C_1...C_6$  прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів ремонтної майстерні, що займається виготовленням нестандартного обладнання.

$$Z_{2016} = 120 + 540 + 45 + 650 + 110 + 85 = 1550 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

$$Z_t = C_e \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де  $C_e$  - розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання пристрою в роботоздатному стані, грн.

$$C_e = \eta \times Z_{tp}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

де:  $\eta$  - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності,  $\eta = 0,1$ ;

$$C_e = 0,1 \times 1550 = 155 \text{ грн.}$$

$$Z_{2017} = 155 \times 0,9091 = 140,9 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Скориставшись формулою (6.3) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$B_{2016} = 10,5 \times 592,8 = 6224,4 \text{ грн.};$$

$$B_{2017} = 9,55 \times 622,4 = 5943,9 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Підставивши результати розрахунків у формулу (6.1) отримаємо значення економічного ефекту

$$E = 9450 - 98,9 = 9351 \text{ грн.}$$

Строк окупності запропонованого пристрою визначаємо за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{\sum Z_t}{\sum C_t} \cdot t_{вик.}, \text{ років} \quad (5.12)$$

де,  $t_{вик.}$  - термін використання обладнання приймаємо  $t_{вик.} = 8$  років.

$$T_{ок.} = \frac{401}{6129} \times 8 = 0,5 \text{ року.}$$

Отже, строк окупності пристрою буде становити 6 місяців.

Таблиця 5.1

Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для розбирання пресових з'єднань

Показники	Роки								Разом
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
$P_t$ – річна програма виконуваних операцій, шт.	592,8	622,4	653,5	686,2	720,5	756,5	794,4	834,1	5660
$C_t$ – економія коштів на одній операції, грн.	10,5	9,55	8,68	7,89	7,17	6,52	5,93	5,39	-
$\alpha_t$ – коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	-
$B_t$ – вартісна оцінка результатів, тис. грн.	6,22	5,94	5,67	5,42	5,17	4,93	4,71	4,5	42,6
$Z_t$ – вартісна оцінка затрат, грн.	155	140,9	116,4	87,5	59,8	37,1	20,9	10,8	628,4
$E_t$ – економічний ефект, тис. грн.	6,06	5,8	5,55	5,33	5,11	4,89	4,69	4,49	41,92

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1) Було проаналізовано конструктивно – технічні характеристики коробок передач тракторів ХТЗ, а саме будова і функціональне призначення її складових частин, можливі несправності і методи їх усунення, діагностовані параметри та якісні характеристики технічного стану, що дає можливість оцінки вибору технологічного процесу розбирання - складання коробок передач.

2) Розроблений аналіз технологічного процесу розбирання - складання коробок передач дає можливість визначення потрібної фахової підготовки робітників, вибору технологічного обладнання для проведення робіт, планування та розрахунку параметрів виробничої ділянки.

3) Основну увагу керівництву майбутнього підприємства потрібно звернути на оснащення робочих місць технологічною документацією на ремонт складних вузлів та обладнанням для складання та випробування КП.

4) Зважаючи на наявну матеріально-технічну базу, в ділянці доцільно організувати ремонт коробок передач не тільки тракторів ХТЗ але і інших моделей.

5) Запроектвані пристрої для розбирання спряжень з натягом в коробках передач варто запровадити у виробництво, так як його характеристики цілком відповідають нормам нормативно – технологічної документації на ремонт КП.

6) Запроектвані заходи, що до охорони праці і навколишнього середовища дозволять забезпечити відповідно умови безпечної праці і запобігання негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

7) Техніко – економічна оцінка ефективності запроєктованого пристрою для дасть можливість оцінити сукупність затрат на його виробництво. Строк окупності становить 6 місяців.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

11. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.
12. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.
13. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.
14. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ Лібра, 1998.
15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.
16. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 150с.
17. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.
18. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.
19. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Формальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.
20. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.
21. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.



22. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник / Лудченко О. А. Київ. Знання-Прес, 2003. 511 с.

23. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).

24. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.