

**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: **„ Удосконалення технології ремонту агрегатів тракторів  
МТЗ-80/82 з розробкою стенду для розбирання ”**

Виконав: студент 3 курсу групи Аін-33сп  
Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Підзаристий Роман Дем’янович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о.доц. Рис В.І.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

**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 Андрій ШАРИБУРА

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на дипломний проект студенту  
Підзаристому Роману Дем'яновичу

1. Тема проекту: **„ Удосконалення технології ремонту агрегатів тракторів МТЗ-80/82 з розробкою стенду для розбирання ”**

Керівник проекту: Рис Василь Іванович, к.т.н., в.о. доц.

Затверджена наказом по університету від 30 грудня 2023 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проекту 16 червня 2023 року.

3. Вихідні дані: \_\_\_\_\_

3.1. Звітні матеріали про діяльність ремонтних майстерень підприємств.

Звітні матеріали власників техніки про наявність і використання  
ремонтно-обслуговуючої бази. Кількість тракторів зони обслуговування

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Аналіз конструкції коробки передач

2. Технологія ремонту коробки передач

3. Розробка конструкції стенду для розбирання і збирання КПП

4. Охорона праці

5. Розрахунок економічного ефекту

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 5.1 Карти технологічних процесів відновлення деталі (1арк. форм. А1);  
 5.2 Стенд для розбирання коробок передач (1 аркуш форм. А1);  
 5.3 Стіл (Складальне креслення) (1 аркуш форм. А2), Кронштейн  
 (Складальне креслення) (1 аркуш форм. А2).  
 5.4 Робочі креслення деталей (1 аркуш форм. А1);  
 5.5 Результати розрахунку економічного ефекту від використання стенду для  
 розбирання коробок передач (1 арк. форм. А1).

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 6	Рис В.І. к.т.н., в.о. доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доц. кафедри управління проєктами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 30 грудня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз конструкції коробки передач»</i>	<i>30.12.2022– 15.02.2023</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологія ремонту коробки передач»</i>	<i>16.02.2023– 15.03.2023</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розробка конструкції стенду для розбирання і збирання КПП»</i>	<i>16.03.2023– 30.04.2023</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>01.05.2023– 15.05.2023</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту»</i>	<i>16.05.2023– 01.06.2023</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення проєкту в цілому</i>	<i>02.06.2023– 12.06.2023</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Роман ПІДЗАРИСТИЙ  
 (підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Василь РИС

У Д К 631 : 629

Дипломний проект : 56 с. текст. част., 7 рис., 1 табл., 6 арк. формату А1,  
22 джерела.

Удосконалення технології ремонту агрегатів тракторів МТЗ-80/82 з розробкою стенду для розбирання. Підзаристий Р.Д. – Дипломний проект. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора О.Д. Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2023р.

Проведено аналіз конструкції коробки передач. З аналізу конструкції коробки передач бачимо, що в ній є багато деталей, які працюють під навантаженням і при несвоєчасному ТО дуже частовиходять з ладу. Тому ремонт КПП є актуальним питанням на сьогоднішній день. Запропоновано технологію ремонту коробки передач трактора марки МТЗ та розроблено технологічний процес відновлення вісі проміжної шестерні. Обґрунтовано програму і обсяги робіт з ремонту коробок передач. Проведено підбір і компонування обладнання для проектованої ділянки поточного ремонту тракторів.

Розроблено стенд для розбирання коробок передач.

Розглянуто основні питання охорони праці.

Розраховано річний економічний ефект від використання розробленого стенду, який за вісім років складає 14658 грн.

## З М І С Т

Вступ.....	6
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ.....	8
2. ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ.....	13
2.1. Розробка технологічного процесу відновлення осі проміжної шестерні.....	13
2.1.1 Опис пристрою, аналіз роботи, характеристика основних причин втрати працездатності складальної одиниці.....	13
2.1.2 Розробка карти технологічного процесу дефектування деталі і вибирання контрольних-вимірювальних засобів.....	13
2.1.3 Вибір раціонального способу відновлення деталі.....	15
2.1.4 Розробка маршрутною і операційних карт відновлення деталей..	18
2.1.5 Розрахунок і вибір параметрів режимів нанесення покриттів і на обробку деталі.....	20
2.1.6 Нормування відновлювальних робіт.....	24
3. 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І ЗБИРАННЯ КПП.....	27
3.1. Аналіз існуючої конструкції.....	27
3.2. Аналіз проектованої конструкції.....	28
3.3. Розрахунок конструкції.....	29
3.3.1 Розрахунок на зріз гвинта-шпонки.....	29
3.3.2 Розрахунок фіксатора.....	31
3.3.3 Розрахунок штирів на зріз.....	33
3.3.4. Розрахунок зварного з'єднання.....	35
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	39
4.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	39

4.2	Основні вимоги правил безпеки праці під час ремонту вузлів тракторів і заходи для застереження нещасних випадків.....	39
4.3	Розрахунок виробничого освітлення.....	42
4.4	Пожежна безпека.....	45
4.5	Розробка заходів щодо захисту цивільного населення.....	46
5.	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ.....	47
	Висновки та пропозиції.....	53
	Бібліографічний список.....	54

## ВСТУП

Реорганізація аграрного виробництва видозмінила всі його основні та обслуговуючі галузі. Найбільш відчутні ці зміни в сфері технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Це пояснюється тим, що ремонтну базу, в основі якої лежать будівлі та споруди не можна пропорційно розділити і транспортувати аналогічно до розподілу площ сільськогосподарських угідь. Тому під час утворення нових господарств, внаслідок поділу великих попередніх, виникає найбільше суперечок та складностей при паюванні ремонтного технічного обладнання, приміщень майстерень, пунктів технічного обслуговування та гаражів. Все частіше трапляються випадки, коли, виходячи зі складу спілки, власники паїв хочуть придбати ремонтне технологічне обладнання та верстати для подальшої своєї трудової діяльності. З іншого боку вилучення обладнання з ремонтної бази господарств не дасть можливості утримувати в належному стані наявний машинно-тракторний парк, який, як правило, є застарілий фізично та морально. Одним з шляхів виходу з складної ситуації є створення невеликих ділянок поточного ремонту агрегатів та вузлів автомобілів, тракторів і різноманітних сільськогосподарських машин. На таких ділянках можуть реалізувати свої фахові здібності ті, хто побажав придбати на пай ремонтне та верстатне обладнання.

На сьогодні значна кількість тракторів колишніх колективних господарств перейшла у власність фізичних осіб. Разом з тим, ситуація у сфері технічного сервісу значно погіршилася через припинення функціонування спеціалізованих ремонтних підприємств. Як свідчить практика розвитку ремонтних підприємств, які постійно розвиваються, ремонт є досить прибутковою справою. З об'єктивних причин склалося так, що основна маса тракторів, які

використовуються в Україні – це трактори марок МТЗ, ЮМЗ, Т-150 та Т-150К. Зважаючи на порівняно низькі ціни на дані марки тракторів та деталі до них, вони користуються попитом на ринку України, а тому заводи-виробники не спішать розвивати систему фірмового технічного обслуговування та ремонту. Така ситуація є причиною того, що юридичні та фізичні власники тракторів, не маючи належної власної ремонтної бази не можуть якісно і своєчасно проводити ремонтні та роботи своїми силами. Відсутність діючих ремонтних підприємств не дає змоги власникам автомобілів скористатися послугами технічного сервісу на стороні. Зменшення загальної чисельності тракторів в господарствах аграрного комплексу України, а особливо у західному регіоні, різко змінило відношення власників до тракторів і зробило його більш бережливим і серйозним, так як вихід з ладу лише одного трактора, при відсутності резервних тракторів, може спричинити до значних збитків у господарстві. Тому на сьогодні є актуальним створення невеликих дільниць і постів ремонту тракторів і їх складових частин для потреб сільськогосподарських виробників. Однак одним з важливих питань є питання вибору напрямку виробничої діяльності новостворюваних підрозділів. Специфічні умови експлуатації тракторів аграрного комплексу спричиняють значне зменшення ресурсу певних агрегатів та вузлів до яких відносяться двигуни, а саме водяна помпа. На підставі викладеного нами сформульовано тему даного дипломного проекту: “ Удосконалення технології ремонту агрегатів тракторів МТЗ-80/82 з розробкою стенду для розбирання ”.



## 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Трактор МТЗ-80 є технологічно складною сільськогосподарською машиною, що складається з цілого ряду різних систем та агрегатів. При цьому одним з найважливіших елементів, що забезпечує функціональність машини, є коробка переміни передач. Вона відповідає за роботу трактора в різних режимах, виходячи із складності умов роботи. Ще одним важливим завданням коробки на МТЗ-80 є економія палива при енерговитратних роботах, а також для роботи заднього ходу і бічного валу відбору потужностей. До того ж, різні передачі МТЗ-80 істотно знімають навантаження з двигуна та інших вузлів, продовжуючи загальний термін експлуатації трактора [11,12,16].

У коробки передач МТЗ-80 є 9 ступенів приводу в передню і 2 ступені в задню сторону. Таким чином, КПП МТЗ-80 має можливість перемикаєти 18 швидкостей при напрямку руху вперед і 4 швидкості заднього ходу. У той же час існує можливість поставити ходозменшувач у коробку передач для досягнення меншої швидкості руху, ніж при стандартній коробці.

Будова коробки передач МТЗ-80 не зовсім можна назвати простим. У корпусі коробки на одній осі знаходяться первинний та вторинний вал. Паралельно первинному та вторинному валу разом з валом першої передачі та заднього ходу розміщений проміжний вал. Первинний вал обертається на двох підшипниках, один з яких знаходиться в корпусі коробки передач. Другим підшипником первинний вал кріпиться до вторинного через передню крайню частину останнього [11,12,16].

На шліцах первинного валу розміщені привідні шестерні III, IV та V передачі. Також на шліці первинного валу кріпиться понижувальний редуктор через ведучу шестерню.

Проміжна шестерня регулює зниження передач. Вона входить в зачеплення з веденою шестернею та з ковзною шестернею III передачі.

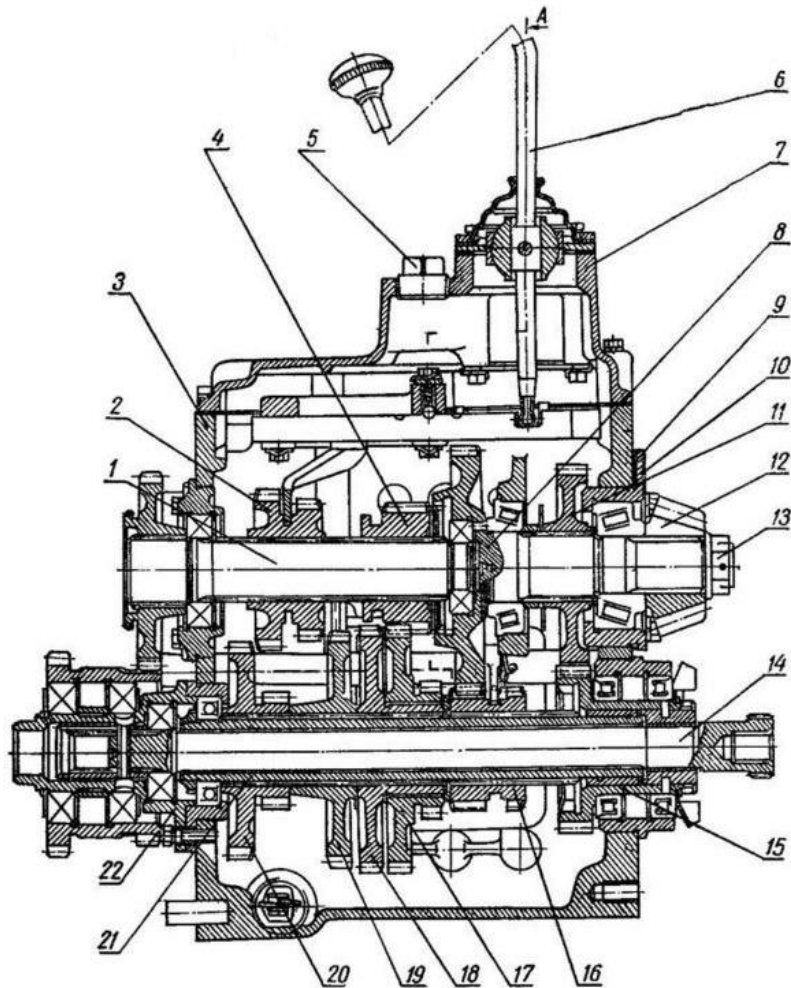


Рисунок 1.1 – Коробка передач МТЗ (повздовжній розріз): 1 – первинний вал; 2 – провідна шестерня четвертої та п'ятої передач; 3 – корпус коробки; 4 – провідна шестерня третьої передачі; 5 – заливний отвір; 6 – важіль перемикавання передач; 7 – кришка коробки; 8 - ведена шестерня першого ступеня редуктора; 9 – вторинний вал; 10 – пластинчаста пружина; 11 – регульовальні прокладки; 12 – стакан; 13 - ведена шестерня другого ступеня редуктора; 14 - провідна шестерня головної передачі; 15 – гайка; 16 – заднє гніздо внутрішнього валу; 17 – внутрішній вал; 18 – втулка; 19, 29 та 31 – стакани; 20 - провідна шестерня другого ступеня редуктора; 21 - провідна шестерня першого ступеня редуктора;

22 - упорне кільце; 23 - проміжна шестерня; 24 - ведена шестерня третьої передачі; 25 - ведена шестерня четвертої передачі; 26 – проміжний вал; 27 - ведена шестерня п'ятої передачі та заднього ходу; 28 – підшипник; 30 - шестерня понижуючого редуктора; 31 – стакан.

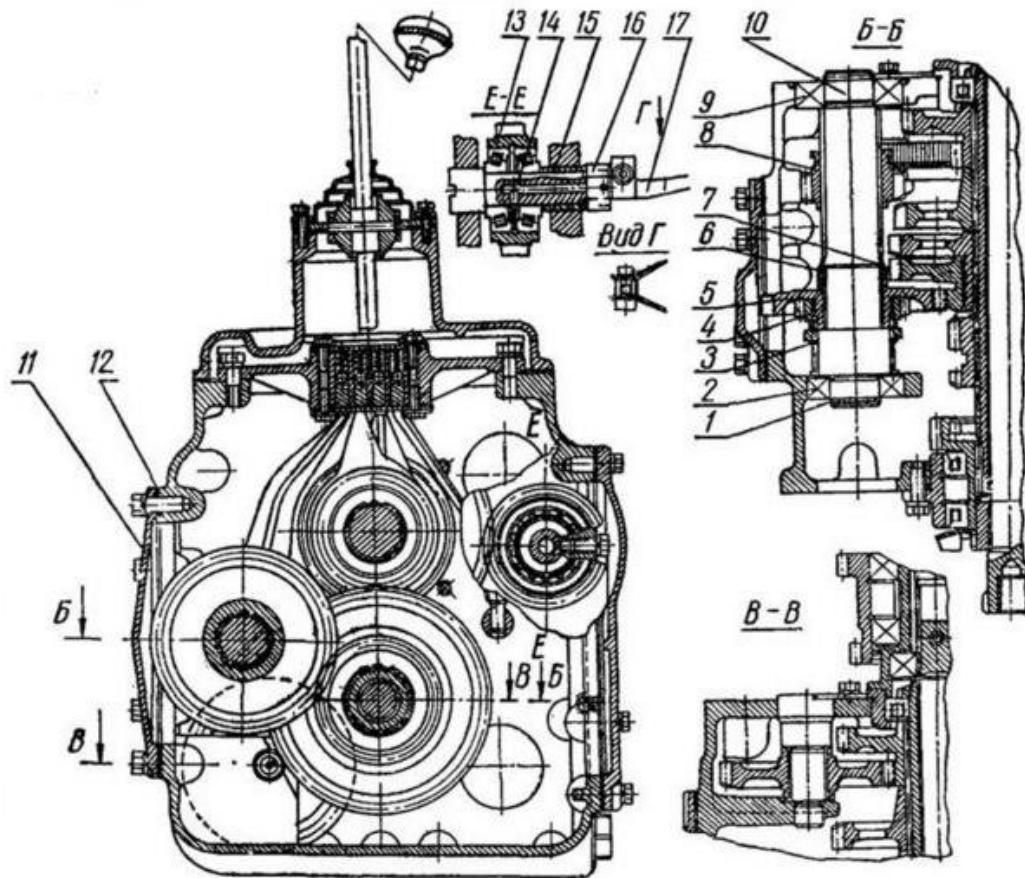


Рисунок 1.2 – Коробка перемини передач МТЗ (поперечний розріз): 1– кільце стопорне; 2–підшипник ШРО-208; 3–кільце пружинне; 4–шестерня ведуча включення ходозменшувача; 5–шестерня ведуча I передачі і заднього ходу; 6–шайба упорна; 7–кільце штопорне; 8–шестерня ковзна I передачі і заднього ходу; 9–підшипник ШРО-50308; 10–вал першої передачі і заднього ходу; 11–ліва кришка бокового лючка; 12–прокладка кришки бокового лючка; 13–шестерня проміжна приводу переднього ведучого моста; 14–вісь проміжної шестерні; 15–втулка; 16–гайка; 17–лоток.

Проміжний вал КПП обертається на втулці та кулькових підшипниках. Втулка у свою чергу кріпиться до головної шестерні II ступеня редуктора (вона встановлена на двох роликівих підшипниках). За шестернею знаходяться кулачки для заднього синхронного валу відбору потужності. Над головною шестернею знаходиться крильчатка. Її функція полягає у змащуванні шестерні головної передачі та диференціала КПП.

За допомогою шліців провідна шестерня головної передачі та ведена шестерня другої ступені редуктора фіксуються за допомогою гайки на вторинному валу коробки передач МТЗ-80.

Під час включенні будь-якого ступеня редуктора задіяно блок шестерень. Залежно, який ступінь редуктора включено, рух трактора здійснюється на певній швидкості. Перший ступінь коробки перемикає I, II, III, IV і V передачі і також регулює швидкість на задньому ході. Другий же ступінь надає можливість здійснювати всі інші передачі.

Стан коробки передач трактора МТЗ-80 варто приділяти належну увагу. Згодом навіть найнадійніші деталі можуть стати непридатними, і настане година, коли їх потрібно буде замінити [11,12,16].

Якщо чути шум і стукіт під час роботи КПП, шестерні самі по собі можуть вимикатися, або зубчасті муфти і шестерні вимикаються досить туго при перемиканні передачі, варто зайнятися ремонтом коробки передач. Найчастіше несправність виникає через дефекти вилок перемикання, фіксатори, підшипники, вали коробки. Є частка ймовірності, що причина у зачепленні шестерень.

Якщо чути скрегіт шестерень під час перемикання передач, то у трактора зносилися диски зчеплення. Також можливо неправильно відрегульоване зчеплення шестерень.

У той же час, якщо після такого огляду, регулювання, заміни деталей скрегіт не пройшов, можливо проблема з механізмом керування гальмами. Потрібно відрегулювати пружину механізму. Її довжина в стислому стані не повинна бути більше 32 мм.

Можуть виникати інші несправності. Наприклад, якщо помітний вільний хід перемикача швидкостей знижувального редуктора, то причина у зносі вилки.

Шум під час роботи коробки передач МТЗ-80 також може спостерігатися через вихід з ладу підшипників. Вони можуть заклинюватися або взагалі бути зруйнованими [11,12,16].

Одним з варіантів стуку під час перемикання передач може бути те, що зносилися деякі зуби шестерні коробки передач МТЗ 80. Необхідно перевірити їх стан і замінити спрацьовані деталі.

## **2. ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ**

### **2.1 Розробка технологічного процесу відновлення осі проміжної шестерні**

#### **2.1.1 Опис пристрою, аналіз роботи, характеристика основних причин втрати працездатності складальної одиниці.**

Коробка передач призначена для передачі крутного моменту і його збільшення. Вісь проміжної шестерні необхідна для передачі крутного моменту з первинного валу на вторинній.

Основними причинами втрати працездатності складальної одиниці є: збільшення радіального зазору в зачепленні, осьового зазору в підшипниках, що приводить до сильної вібрації і швидкого зносу деталей; радіальне биття, знос зубів шестерень по довжині і висоті, знос посадочного місця під підшипники.

Для підтримки даної складальної одиниці в працездатному стан необхідно своєчасно проводити регулювання зазорів, технічне обслуговування і ремонт складальної одиниці.

Під час її розбиранні дотримувати всі вимоги на розбирання даної складальної одиниці.

#### **2.1.2 Розробка карти технологічного процесу дефектування деталі і вибирання контрольно-вимірювальних засобів.**

Для визначення технічного стану деталей (складальних одиниць) їх піддають дефектуванню, тобто встановлюють три категорії деталей: придатні, на утилізацію і на відновлення.

Початкові дані для розробки технологічного процесу дефектування - технічні вимоги на капітальний ремонт, відповідної машини, в яких на кожен

деталь (вузол) приводиться ескіз, перелік всіх дефектів, засоби контролю і рекомендації по ремонту.

Під час проектуванні технологічного процесу складається карта ескізів і карта технологічного процесу дефектування. Необхідне число зображень (видів, розмірів, перетинів, виносних елементів) на ескізі встановлюють з умови забезпечення наочності і ясності розташування контрольованих поверхонь деталі, що дозволить якісно провести технологічний процес дефектування.

Контрольовані поверхні слід обводити суцільною лінією в 2.3 разу товстішою від основної, основні ділянки деталі мають бути тонкими контурними лініями.

На ескізі деталі всі дефектні поверхні нумерують у напрямі годинникової стрілки арабськими цифрами, які указують в колі діаметром 6.8 мм і сполучають з розмірними лініями.

На карті технологічного процесу дефектування приводять найменування і позначення виробу, номер, найменування і зміст операції по виявленню кожного дефекту приведенного на карті ескізів: контрольовані параметри (номінально допустимі і змрянні значення), найменування пристосування, вимірюваного інструменту або способу встановлення дефекту, розряд роботи, код тарифної сітки і виду норми.

Карта ескізів і карта технологічного процесу дефектування осі проміжної шестерні коробки передач трактора приведені в графічній частині дипломного проекту.

На карті вказані наступні дані:

- назва відновлюваної деталі - вісь проміжної шестерні;
- матеріал деталі - Сталь 45х;
- твердість деталі - HRC 45..55;
- маса деталі - 0,8 кг;

- вказані всі можливі дефекти:

- 1) пошкодження різьби;
- 2) знос поверхні під підшипники;
- 3) знос поверхні під корпус КПП.

В карті дефектування записуємо дефекти, допустимі розміри, способи контролю і висновку після дефектування:

- визначити пошкодження різьби, стан різьби перевіряється зовнішнім оглядом, вкрученням від руки нового болта;

- визначити поверхню під підшипник, допустимі розміри по кресленню –  $\varnothing 40_{-0,017}$ , визначається мікрометром 25-50 мкм (мікрометр 50-75 мкм);

- визначити поверхню під корпус КПП, допустимі розміри по кресленню –  $52_{-0,01}$ , визначаємо за допомогою мікрометра 50-75 мкм, при розмірі менше допустимого відновлюється.

### **2.1.3 Вибір раціонального способу відновлення деталі.**

Для усунення кожного дефекту (групи або комплекси однакових дефектів) має бути вибраний раціональний спосіб, тобто технічно обгрунтований і економічно доцільний. Раціональний спосіб відновлення деталей визначають користуючись критеріями: технологічним (вживаності), технічним (довговічності), техніко-економічним.

Технологічний критерій характеризують принципову можливість застосування декількох способів відновлення, виходячи з конструктивно-технічних особливостей деталей або певних груп деталей. До конструктивно-технічних особливостей належать геометрична форма і розміри, матеріал, термічна або інший вид поверхневої обробки, твердість, шорсткість поверхні і точність виготовлення деталі, характер навантаження, вид тертя і зносу, розміру зносу. Зварювання, механізовані способи наплавлення, обробка під ремонтні



розміри і постановка додаткових деталей застосовні для відновлення практично всіх груп деталей. Проте цими способами важко усунути пошкодження в деталях з алюмінієвих і цинкових сплавів, де найбільш ефективно використання аргонодугового зварювання. Таким чином, способи усунення дефектів деталей, вибрані по технологічному критерію, насамперед забезпечують відновлення розмірів і форми зношених деталей. Проте властивості поверхні можна відновити не всіма способами.

Технічним критерієм оцінюють кожен спосіб усунення дефектів деталей з погляду відновлення властивостей поверхонь, тобто забезпечення роботоздатностей і зчіплюваності покриття відновлюваної деталі. Для кожного вибраного дається комплексна, кількісна оцінка за значенням коефіцієнта довговічності  $K_d$ , який визначається по формулі:

$$K_d = K_z \cdot K_v \cdot K_c \cdot K_n, \quad (2.1)$$

де  $K_z$  – коефіцієнт зносостійкості;

$K_v$  – коефіцієнт витривалості;

$K_c$  – коефіцієнт зчіплюваності покриття;

$K_n$  – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичну працездатність відновлюваної деталі в умовах експлуатації ( $K_n = 0,8 \dots 0,9$ ).

По фізичному сенсу коефіцієнт довговічності пропорційний терміну служби деталі в експлуатації і отже раціональним по цьому критерію буде спосіб, у якого  $K_d$  максимальний.

Вибравши один з декількох способів усунення дефектів, які забезпечують необхідну твердість, зносостійкість, витривалість і інші показники, остаточне рішення про доцільність ухвалюють по техніко-економічному критерію.

Техніко-економічний критерій зв'язує вартість відновлення деталі з її довговічністю після усунення дефектів. Умова техніко-економічної ефективності способу відновлення деталі запропонована професором В. І. Казарцевим:

$$C_B \leq K_D \cdot C_H \quad \text{або} \quad C_B / K_D \leq C_H, \text{ где} \quad (2.2)$$

$C_B$  – вартість відновлення деталі, грн.;

$C_H$  – вартість нової деталі, грн.

Якщо невідома вартість нової деталі, критерій оцінюють по формулі професора В. А. Шадрієва:

$$K_T = C_B / K_D, \quad (2.3)$$

де  $K_T$  – коефіцієнт техніко-економічної ефективності;

$C_B$  – вартість відновлення  $1\text{ м}^2$  зношеній поверхні деталі, грн./ $\text{м}^2$ .

За ефективний вважається спосіб у якого коефіцієнт техніко-економічної ефективності  $K_T$  мінімальний. Встановивши раціональний спосіб усунення дефектів деталі, приступають до проектування технологічного процесу відновлення деталі.

Для відновлення поверхні осі проміжної шестерні вибираємо два методи - метод вібродугового наплавлення і метод електролітичного покриття (осталювання).

Ці способи підходять по технологічному критерію.

Перевіримо способи відновлення по технічному критерію, тобто підрахувати коефіцієнт довговічності по формулі (2.1) дані для розрахунку

Для вібродугового наплавлення:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{\Pi}; \quad (2.4)$$

$$K_i = 1,00, \quad K_B = 0,62, \quad K_C = 1,00, \quad K_{\Pi} = 0,8;$$

$$K_D = 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,496.$$

Для осталювання:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{\Pi}; \quad (2.5)$$

$$K_i = 0,91, \quad K_B = 0,82, \quad K_C = 0,65, \quad K_{\Pi} = 0,8;$$

$$K_D = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,388$$

Коефіцієнт довговічності для осталювання трохи менше коефіцієнта довговічності при вібродугового наплавлення.

Перевіримо способи відновлення по техніко-економічному критерію. Цей критерій повинен задовольняти залежності (3). Дані для розрахунку беруться з таблиці.

Для вібродугового наплавлення:

$$\begin{aligned}K_T &= C_B / K_D; & (2.6) \\C_B &= 280 \text{ грн./м}^2, K_D = 0,496; \\K_T &= 280 / 0,496 = 566 \text{ грн.}\end{aligned}$$

Для осталювання:

$$\begin{aligned}K_T &= C_B / K_D; & (2.7) \\C_B &= 163 \text{ грн./м}^2, K_D = 0,388; \\K_T &= 163 / 0,388 = 63,25 \text{ грн.}\end{aligned}$$

Коефіцієнт техніко-економічної ефективності осталювання менше коефіцієнта техніко-економічної ефективності вібродугового наплавлення.

Вивід: раціональний спосіб відновлення дефектів деталі - осталювання, оскільки коефіцієнт довговічності не на багато менше ніж під час вібродугового наплавлення, і коефіцієнт техніко-економічної ефективності осталювання менший, ніж у вібродугового наплавлення.

#### **2.1.4 Розробка маршрутною і операційних карт відновлення деталей.**

Маршрутна карта відновлення деталі складається на всі можливі дефекти згідно ЕСКД. Початковими даними для розробки МК є карта ескізів або ремонтне креслення, схема вибраного раціонального способу усунення дефектів, зведення для вибору устаткування і оснащення, розряд роботи і норма часу.

Як ескіз до маршрутної карти відновлення допускається застосовувати ремонтне креслення. При цьому мають бути пронумеровані всі оброблювані поверхні, вказані номери і найменування дефектів. Номер оброблюваної поверхні проставляють в колі діаметром  $\varnothing 6 \dots 8$  мм и складають з розмірною лінією.

Маршрутна карта - технологічний документ, що містить опис технологічного процесу розбирання по всіх операціях різних видів в технологічній послідовності з вказівкою даних про їх устаткуванням, оснащенню матеріалах і трудових нормативах.

У МК вказують найменування, номер по каталогу, матеріал, розмір, масу деталі. У відповідному рядку (службовий символ "А") записують номер цеху, ділянки, робочого місця, операції, кратні п'яти.

Зміст операції записують коротко і чітко і виражають дієсловом в наказовому способі, приводять найменування відновлюваного елемента деталі.

"Назва операції" - приводять технічні вимоги і контрольовані розміри при відновленні окремих елементів деталі.

"Устаткування, пристосування і інструмент " необхідно вказати найменування, інвентарний номер і ГОСТ на відповідне технологічне оснащення по класифікаторові, що діє.

У МК по кожній операції у відповідних рядках указують умови праці, тобто код тарифної сітки, код виду норми, а також встановлюють розрахунком і по довідковій літературі розряд роботи і норми часу  $T_{П.З}$  і  $T_{ШТ}$ .

Розшифровка решти символів приведена [9, 10].

Операційна карта - технологічний документ, що містить опис технологічної операції з вказівкою послідовності переходів, даних про засоби технологічного оснащення, режимах і трудових витратах.

#### 1. Операційні карти обробки різанням.

На карті вказують номер і найменування операції відповідно до маршрутної карти, найменування і код устаткування і пристосування, матеріал, твердість деталі.

У відповідних рядках карти на кожен перехід приводять арабськими цифрами і його номер, зміст з технічними вимогами, вимірювальний і ріжучий інструмент, розрахункові розміри, режими обробки, розрахована підстава, допоміжний, підготовчо-завершальний і штучний час. Норми часу розраховують на всі операції відновлення.

## 2. Операційна карта технологічного контролю.

У карті приводять назву і номер по каталогу контрольованого об'єкту, номер операції відповідно до маршрутної карти, найменування основного устаткування з вказівкою інвентарного номера.

3. КТП дугового наплавлення (зносостійкого покриття) містить наступні дані: вид механізованого наплавлення, назва і номер деталі по каталогу, перелік верстатного і зварювального устаткування, пристосувань і інструменту.

4. КТП електродугового зварювання оформляють під час проектуванні операції електродугового, аргонодугового зварювання і зварювання деталей в середовищі вуглекислого газу.

У карті вказують номер і найменування операції по маршрутній карті, номер позиції і найменування зварюваної деталі (вузла) по конструкторському документу або ескізу, марку і товщину матеріалу деталі, масу і число деталей, розрахований час  $T_{П.з}$  і  $T_{шт}$ .

### **2.1.5 Розрахунок і вибір параметрів режимів нанесення покриттів і на обробку деталі**

Для гальванічного осадження заліза ми приводимо наступні розрахунки.

Визначаємо площу поверхні (площа катода), що покривається, по формулі:

$$F_k = \pi \cdot d_1 \cdot l, \text{ дм}^2 \quad (2.8)$$

де  $d_1$  – діаметр осі;

$l$  – довжина осі.

$$F_k = 3,14 \cdot 0,52 \cdot 0,36 = 0,587 \text{ дм}^2$$

Визначити необхідну силу струму:

$$I = D_k \cdot F_k, \text{ А}, \quad (2.9)$$

де  $D_k$  – катодна щільність струму, (10...15 А/дм<sup>2</sup>),  $D_k = 15$  А/дм<sup>2</sup>;

$$I = 15 \cdot 0,587 = 8,8 \text{ А}.$$

Визначаємо розрахункову тривалість осадження заліза в часі по формулі:

$$t_p = 10 \cdot h \cdot \gamma / D_k \cdot E \cdot \eta, \text{ ч}, \quad (2.10)$$

де  $h$  – товщина шаруючи покриття на сторону, мм;  $h = 0,5$  мм;

$\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup> – площа залізного покриття;

$E = 1,042$  г/А·ч – електрохімічний еквівалент заліза;

$\eta = 0,8 \dots 0,95$  – вихід заліза по струму;

$\eta = 0,92$ ;

$$t_p = 10 \cdot 0,5 \cdot 7,8 / 15 \cdot 1,042 \cdot 0,92 = 2,7 \text{ г}.$$

Для остальювання вибираємо холодний електроліт №3:

Хлористе залізо (г/л)	150...200
Кислотність, рН	0,6...1,2
Температура електроліту	20...50
Щільність струму, А/дм <sup>2</sup>	10...40
Вихід по струму, %	85...92
Напруга, В	6
Твердість, HRS	45...55

Після осталювання вимірюємо діаметр осі і визначаємо фактичну товщину покриття:

$$h_{\phi} = (d_1 - d_2) / 2, \text{ мм} \quad (2.11)$$

де  $d_2$  – діаметр осі до осталювання, мм;

$$h_{\phi} = (52 - 51,5) / 2 = 0,25 \text{ мм}$$

Визначаємо фактичну швидкість осадження заліза по формулі:

$$\delta_{\phi} = h_{\phi} / t_{\phi}, \text{ мм/ГОД} \quad (2.12)$$

де  $t_{\phi}$  – фактична швидкість осталювання, год;

$$\delta_{\phi} = 0,25 / 2,7 = 0,092 \approx 0,1 \text{ мм/год}$$

Визначуваний фактичний вихід заліза по струму по формулі:

$$\varphi_{\phi} = G_{\phi} / G_{\Gamma} \quad (2.13)$$

де  $G_{\phi}$  – фактична кількість обложеного на деталі заліза, г;

$G_{\Gamma}$  – теоретично можлива кількість обложеного заліза за час  $t_{\phi}$ , г;

$$G_{\Gamma} = E \cdot J_{\phi} \cdot t_{\phi} \quad (2.14)$$

де  $J_{\phi}$  – фактична сила струму, А.

$$G_{\Gamma} = 1,042 \cdot 8,8 \cdot 2,7 \approx 25, \text{ гр.},$$

Величину  $G_{\phi}$  можна обчислити за формулою:

$$G_{\phi} = \pi \cdot d_2 \cdot l \cdot h_{\phi} \cdot \gamma, \text{ гр;} \quad (2.15)$$

$$G_{\phi} = 3,14 \cdot 51,5 \cdot 36 \cdot 0,25 \cdot 7,8 = 11,352, \text{ гр;} \quad (2.15)$$

$$\varphi_{\phi} = 11,352 / 25 = 0,454.$$

**Розрахунок режимів розточування.**

Токарно-гвинторізний верстат - 1 К 62

Число оборотів шпинделя  $n = 500 \text{ хв}^{-1}$

Приймаємо: подачу  $S = 0,78 \text{ мм/об.}$

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 60 \cdot 1000 \quad (2.16)$$

де  $V_d$  – дійсна окружна швидкість розточувального блоку, м/сек.

$D$  – діаметр обробленої поверхні, мм,  $D_k = 51,5 \text{ мм.}$

$$V_d = 3,14 \cdot 51,5 \cdot 500/60 \cdot 1000 = 1,35 \text{ м/сек.}$$

Глибина різання визначається по формулі:

$$t = (D-d) / 2 = (52- 51,5) / 2 = 0,25 \text{ мм.} \quad (2.17)$$

Потужність різання визначається по формулі:

$$N_p = P_z \cdot V_{\text{дійсна}} \quad (2.18)$$

де  $P_z = C_{pz} \cdot t \cdot S^y \cdot V^{-0,15}$  при  $C_{pz} = 285$  ;  $y = 0,75$  ;  $x = 1$  ;  $n = -0,15$ .

$$N_p = 285 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 1,35^{-0,15} \cdot 1,57 = 1,47 \text{ кВт}$$

Момент під час розточування визначається по формулі:

$$M_e = 30 \cdot 1000 \cdot N_e / \pi \quad (2.19)$$

$$M_e = 30000 \cdot 1,47 / 3,14 \cdot 500 = 28,1 \text{ Н*м.}$$

Визначимо необхідне зусилля на рукоятці:

$$P_{\text{рук.}} = 28,1 / 0,085 = 327,3 \text{ Н.}$$

Розрахунок режимів шліфування.

Шліфування осі проміжної шестерні.

Частоту обертання шпинделя шліфувального каменя і шпинделя осі проміжної шестерні беруть з технічної характеристики верстата.

$$n_{\text{ш.}} = 5000 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{\text{б.}} = 180 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість різання визначається по формулі:

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000 \quad (2.20)$$

де  $D$  – діаметр шліфувального круга;

$$D = 125 \text{ мм};$$

$$n = 5000 \text{ хв}^{-1},$$

$$V = 3,14 \cdot 125 \cdot 5000 / 1000 = 1962,5 \text{ м/хв.}$$

Основний час на обробку визначається по формулі:

$$T_{\text{ос}} = 2 \cdot L \cdot h \cdot k / n_d \cdot S \cdot t \quad (2.21)$$

де  $L$  – хід салазок бабці шліфувального каменя,



$L = 180$  мм;

$h$  – припуск на обробку ( $h = 0,02$  мм.);

$k$  – поправочний коефіцієнт ( $k = 1,4$ );

$n_d$  – частота обертання деталі ( $n_d = 180$  хв<sup>-1</sup>);

$S$  – подача ( $S = 0.005$  мм/хв<sup>-1</sup>);

$t$  – глибина різання ( $t = 0,012$ )

$B_k$  – ширина шліфувального круга ( $B_k = 32$  мм.).

$$T_0 = 2 \cdot 180 \cdot 0,02 \cdot 1,4 / 180 \cdot 0,005 \cdot 0,012 \cdot 32 = 9 \text{ хв.}$$

### 2.1.6 Нормування відновлювальних робіт

Нормування шліфувальних робіт.

Результат розрахунків норми часу на попереднє і остаточне шліфування близькі один до одного.

Результати розрахунків норми часу на шліфування:

– основний час, $T_0$ , хв	– 9,0
– допоміжний час, $T_d$ , хв	– 0,7
– підготовчо- завершальний час, $T_{п.з}$ , хв	– 9,0
– штучний час, $T_{шт}$ , хв	– 1,11

Нормування гальванічних робіт.

В процесі виробництва гальванічних робіт ряд допоміжних операцій можна виконувати в той період, коли деталь знаходиться у ванні. Це допоміжний час називається таким, що перекривається ( $T'_d$ ). Частина допоміжних робіт не можна виконувати в той період часу, коли деталь знаходиться у ванні. Це допоміжний час - що перекривається ( $T''_в$ ). У нього входять час на завантаження деталі у ванну, вивантаження їх з ванни, промивки. Основний час, час витримки деталі у ванні,  $T_0 = 2,7$  ч.

Норма штучного часу визначається по формулі:

$$T_{\text{шт}} = T_0 / N_{\text{д}} \cdot N_{\text{в}} \cdot K_{\text{р}} \quad (2.22)$$

де  $N_{\text{д}}$  – кількість деталей під час одного завантаження ванни,  $N_{\text{д}} = 1$ ;

$N_{\text{в}}$  – кількість ванн покриття,  $N_{\text{в}} = 1$ ;

$K_{\text{р}}$  – коефіцієнт використання ванн,  $K_{\text{р}} = 0,75$ .

$$T_{\text{шт}} = 2,7 \cdot 60 / 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 216 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання окремих операцій технічного процесу гальванопокриття залежить від складності конфігурації деталей. По складності, деталі підрозділяються на три групи: 1) з плоскою або циліндровою поверхнею; 2) з сферичними або овальними поверхнями, що мають виступи без різких переходів; 3) з сферичними або овальними поверхнями, що мають виступи з різкими переходами.

Допоміжний час на виконання окремих операцій технологічного процесу гальванопокриття.

Допоміжний час, хв:

на знежирення	– 0,27
на миття в гарячій воді	– 0,09
на миття в холодній воді	– 0,09
на травлення (анодна обробка)	– 2
на промивку в холодній воді	– 0,09
на промивку в гарячій воді	– 0,09
на підставку на осталування	– 0,314
на нейтралізацію	– 2
Всього	– 4,934

Висновок:  $T_0 = 2,7$  год. – основний час;

$T_{\text{шт}} = 216$  хв. – штучний час;

$T_{\text{д}} = 4,934$  хв. – допоміжний час.

Нормування часу на розточування.

$$N_v = T_{осн} + T_d + T_{дод} + T_{пз}, \quad (2.23)$$

де  $N_v$  – норма часу, хв.;

$T_{осн}$  – основний (машинний) час на розточування поверхні, хв.;

$T_d$  – допоміжний час, хв.;

$T_{дод}$  – додатковий час, хв.;

$T_{пз}$  - підготовчо-завершальний час,  $T_{пз} = 15$  хв.

$$T_{осн} = L \cdot i / n \cdot S, \quad (2.24)$$

де  $L$  - довжина оброблюваної поверхні деталі, мм.;

$i$  - число проходів, приймаємо  $i = 2$ ;

$n=500$  - число обертів шпинделя;

$S=0,78$  мм/об – подача.

$$T_{осн} = 157 / 500 \cdot 0.78 = 0.40 \text{ хв.}$$

$$T_d = 0.1 \cdot T_{осн}$$

$$T_d = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04 \text{ хв.}$$

$$N_v = 0,4 + 10 + 0,04 + 15 = 25,44 \text{ хв.}$$

### **3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І ЗБИРАННЯ КПП.**

#### **3.1. Аналіз існуючої конструкції**

Сучасне сільське господарство - високо оснащена енергетична галузь. Постачання тракторів, автомобілів, комбайнів, сільськогосподарських машин і устаткування з року в рік збільшуються.

На ряду з кількісними відбуваються і якісні зміни сільськогосподарської техніки: упроваджуються могутніші, енергонасичені трактори, що працюють на підвищених швидкостях; широкозахватні гідрофіковані агрегати, нові комбайни для збирання зернових і технічних культур, електрофіковані і автоматизовані засоби механізації.

Оскільки техніка стає все більш складною, то, щоб забезпечити її високоефективне використання, необхідна могутня база технічного обслуговування і ремонту.

Розбиральні і складальні роботи в загальній трудомісткості капітального ремонту займають значне місце. Для тракторів трудомісткість цих робіт складає 52.56%. Слід всіляко механізувати ці роботи, особливо на розбиранні і збиранні різьбових і пресових з'єднань, частка яких в загальній трудомісткості розбирання складає для тракторів близько 20%.

Для розбирання вузлів і агрегатів застосовують різноманітну номенклатуру універсальних і спеціальних стендів. До універсальних може бути віднесений стенд для розбирання і збирання тракторних муфт зчеплення ОР-6760.

До спеціальних може бути віднесений стенд ОПР- 626 для розбирання і збирання КПП МТЗ - 1221.

ОПР - 626 можна побачити практично у всіх МТС господарств. Він зручний тим, що коробка жорстко закріплюється за допомогою планок на ньому, що дає можливість легкого розбирання. Його незручність в тому, що в ньому немає поворотного пристрою, що помітно збільшує процес розбирання і збирання КПП, а також його габарити створюють деякі незручності при розбиранні і збиранні для слюсаря - ремонтника.

### 3.2. Аналіз проектованої конструкції

Пропонована конструкція у багато разів збільшує продуктивність роботи за рахунок поворотного пристрою, габаритних розмірів і мобільності. Це у свою чергу зменшує собівартість ремонту, у багато разів збільшується фондомісткість, річна економія на виробництві.

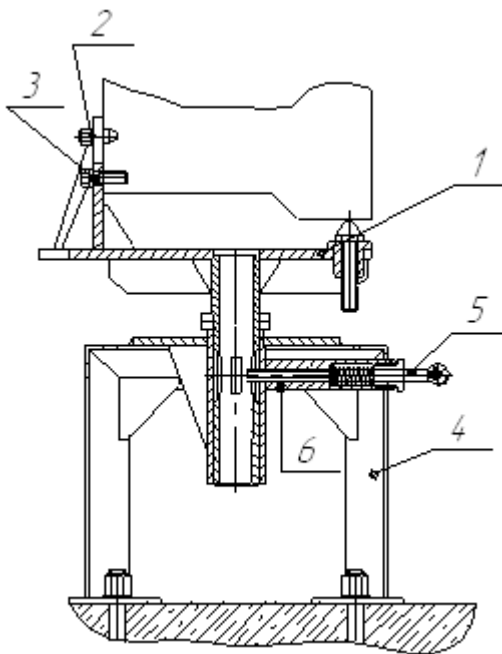


Рисунок 3.1 – Схема конструкції: 1 – кронштейн; 2 – штир; 3 – болт; 4 – стіл; 5 – фіксатор; 6 – гвинт-шпонка.

Принцип роботи конструкції: коробка зміни передач МТЗ – 80.1 жорстко кріпиться на кронштейні 1 двома штирями 2. Кронштейн розгортається навколо столу 4, де слюсар-ремонтник під час повороту в зручне для себе розбирання і складання положення фіксує його фіксатором 5 і затягує гвинтом - шпонкою 6 із зусиллям 500Н.

Завдяки цьому слюсар - ремонтник, не покидаючи зручного місця роботи, безпосередньо повертаючи тільки пристрій, з легкістю може розібрати і зібрати коробку зміни передач з більшою продуктивністю праці.

### 3.3. Розрахунок конструкції

Розрахунок проектованої конструкції проводиться для того, щоб бути упевненим в її міцності, стабільній, безвідмовній роботі.

#### 3.3.1 Розрахунок на зріз гвинта-шпонки

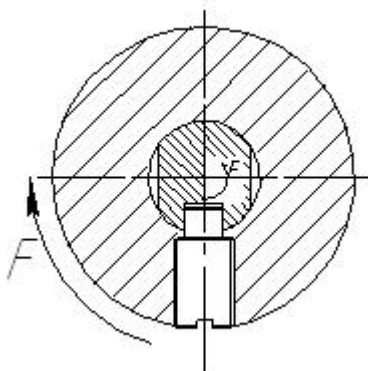


Рисунок 3.2 – Площа поверхні зрізу гвинта - шпонки.

Площа поверхні зрізу гвинта - шпонки визначається по формулі [7,8,15]:

$$A_{cp} = \Pi * r^2 , \quad (3.1)$$

де,  $r$  – радіус шпонки, на який впирається фіксатор, мм

$$A_{cp} = 3,14 * 2,5^2 = 19,63 \text{ мм}^2$$

Для лінійного або для одновісного стану легко отримати значення напруження не тільки теоретичного, але й експериментального, після цього зіставити теоретичні значення з експериментальними легко перевірити достовірність теоретичних формул.

По третій теорії міцності, яка також носить назву теорії дотичного напруження. Згідно цієї теорії за небезпечний стан вважається той стан, коли найбільше дотичне напруження досягає допустимого значення дотичного напруження.

Умова міцності по дотичному напруженню - це є нерівність [7,8,15]:

$\tau \leq [\tau]$ , звідки:

$$\tau = \frac{4 * Q}{\pi * d^2}, \quad (3.2)$$

де, Q – поперечна сила, яка дорівнює силі F = 500Н;

d – діаметр шпонки, мм

$\pi = 3,14\dots$

$$\tau = \frac{4 * 500}{3,14 * 5^2} = 25,5 \text{ Н/мм}^2$$

По енергетичному критерію визначається [21]:

$$[\tau] = 0,6 * [\sigma] * [\tau], \quad (3.3)$$

де  $\sigma$  – дотичне напруження

$$[\tau] = 0,6 * 50 = 30,$$

$$25,5 \leq 30,$$

Отже умова міцності по дотичному напруженню дотримується.

Напруження на гвинт - шпонку визначається по формулі [7]:

$$\sigma_{cp} = \frac{F}{A_{cp}}, \quad (3.4)$$

де F – сила, яка діє на гвинт – шпонку, дорівнює 500Н,

$$\sigma_{cp} = \frac{500}{19,63} = 25,47 \text{ H/мм}^2$$

Умова міцності по нормальному напруженню, згідно цієї теорії за небезпечний стан вважається такий стан, коли одне з головного напруження досягає допустимого значення, тобто згідно 1-ої теорії міцності записується:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &\leq [\sigma]_{cp}, \\ [\sigma]_{cp} &= (1,3 \dots 2) * \sigma_p, \end{aligned} \quad (3.5)$$

де  $\sigma_p = 25 \text{ H/мм}^2$ , звідси,

$$[\sigma]_{cp} = (2 * 25) = 50 \text{ H/мм}^2$$

З цього виходить,  $25 \text{ H/мм}^2 < 50 \text{ H/мм}^2$ , тобто умова міцності дотримується.

### 3.3.2 Розрахунок фіксатора

Представивши фіксатор, як балку на двох опорах можна знайти реакції опор точки А і точки В по формулі [15]:

$$\begin{aligned} \Sigma M_a &= 0 \\ R_b * 110 - F * 225 &= 0, \end{aligned} \quad (3.6)$$

звідси знаходимо силу  $R_b$ :

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{500 * 225}{110} = 1023 \text{ H} \\ \Sigma M_b &= 0, \\ R_a * 110 + F * 115 &= 0, \end{aligned} \quad (3.7)$$

звідси знаходимо силу  $R_a$ :

$$R_a = -523 \text{ H}.$$

Знаходимо сила зрізу Q і згинаючий момент M, потім будуюмо епюри.



Сили зрізу:

$$\begin{cases} Q_1 = -R_a = -523H, \\ Q_2 = F = 500H; \end{cases}$$

Згинаючий момент:

$$\begin{cases} M_1 = -R_a * 110 = 575H * м, \\ F * 115 = 575H * м. \end{cases}$$

Будуємо епюри:

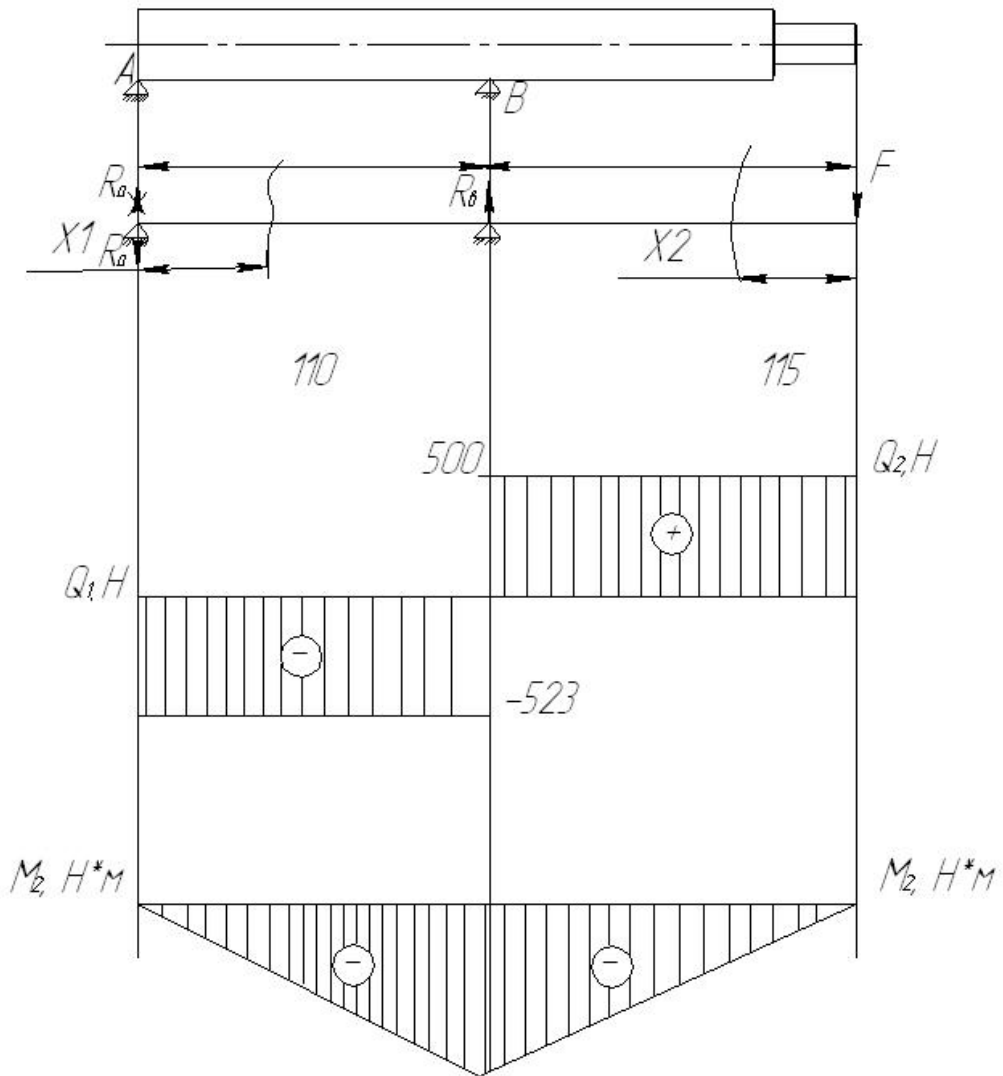


Рисунок 3.3 – Епюр сили зрізу і згинаючого моменту.

### 3.3.3 Розрахунок штирів на зріз

$$L = 330\text{мм},$$

$$H = 175\text{мм},$$

$$h = 260\text{мм},$$

$$R = 3500\text{Н},$$

$$\frac{R_{\min}}{R_{\max}} = 0.7$$

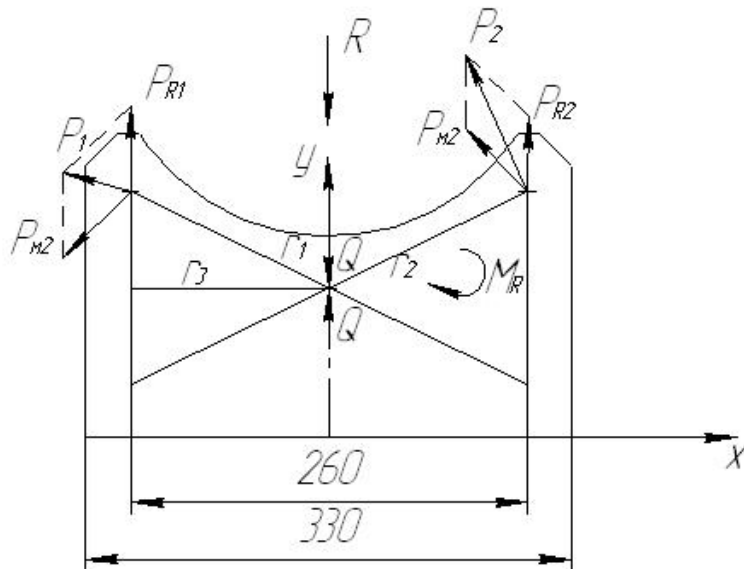


Рисунок 3.4 – Схема сил, що діють на зріз.

Кількість штирів  $z = 2$ ;

Визначуваний центр тяжіння стику, уявимо, що він має форму прямокутника, центр тяжіння буде на перетин діагоналей. (рис 3.4 т.  $O$  – центр).

Сила  $R$  приводиться до центру тяжіння стику [15]:

$$M_R = R (L + h/2), \quad (3.8)$$

де  $R$  – сила рива масі КПП,  $R = 3500\text{Н}$ ;

$L$  – довжина стійки,  $330\text{мм}$ ;

$h$  – відстань між штирями,  $230\text{мм}$ .

$$M_R = 3500 * (330 + 260/2) = 1601000H.$$

Навантаження на штирі визначається від дії сили  $P_R$  по формулі [7,8,15]:

$$P_R = \frac{R}{z},$$

$$P_R = \frac{3500}{2} = 1750H.$$

Навантаження на штирі під дією моменту  $M_R$  визначається по формулі [15]:

$$\begin{cases} \frac{P_{M1}}{r_1} = \frac{P_{M2}}{r_2} \\ P_{M1}r_1 + P_{M2}r_2 = M_R \end{cases} \quad (3.9)$$

де  $r_1$  і  $r_2$  – радіуси від центру тяжіння до центру штиря так як  $r_1 = r_2$ , то  $P_{M1} = P_{M2}$  з цього виходить:

$$P_{M1}r_1 + P_{M2}r_2 = M_R$$

$$2P_{M1}r_1 = M_R$$

$$r_2 = r_1 = \sqrt{\frac{M_R}{2}}, \quad (3.10)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$r_1 = r_2 = \sqrt{\frac{1601000}{2}} = 115mm;$$

Навантаження під дією моменту визначається по формулі [21]:

$$P_{M1} = \frac{M_R}{2r_1} = \frac{1601000}{2*115} = 7115H;$$

$$P_{M1} = P_{M2} = 6960H;$$

З цього виходить, що штирі навантажені однаково.

Сумарне навантаження на штирі визначається по формулі [21]:

$$\bar{P} = \bar{P}_R + \bar{P}_M, \quad (3.11)$$

$$P_1 = \sqrt{P_{R1}^2 + P_{M1}^2 - 2P_{R1} * P_{M2} * \cos 35^\circ},$$

Підставивши значення отримаємо:

$$P_1 = \sqrt{1750^2 + 6960^2 + 2 * 1750 * 6960 * 4,16} = 13285 \text{H};$$

Діаметр стержня визначається по формулі [7]:

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{4 * P_1}{\Pi * [\sigma]_p}}, \quad (3.12)$$

де  $[\sigma]_p = \frac{\sigma_m}{[n]}, \quad (3.13)$

де  $\sigma_m = 3 * 6 = 18 \text{кГ/мм}^2$  - межа текучості,

$[n] = 1,6$  - необхідний коефіцієнт запасу міцності;

$$[\sigma]_p = \frac{180}{1,6} = 112,5 \text{Н/мм}^2,$$

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{4 * 13285}{3,14 * 112,5}} = 13,5 \text{мм},$$

вибирається стержень діаметром  $d_{cm} = 15 \text{мм}$ .

### 3.3.4. Розрахунок зварного з'єднання

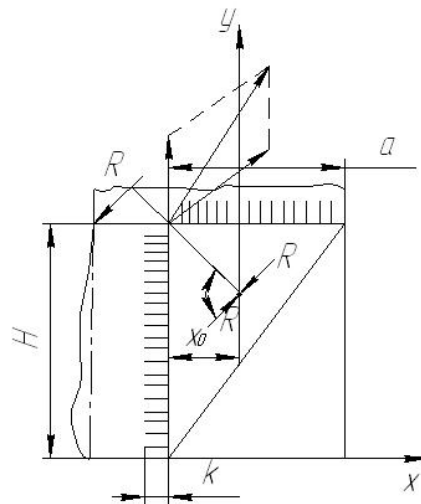


Рисунок 3.6 – Схема дії сил при зварному з'єднанні.

$H = 60\text{мм}$ ,  $a = 40\text{мм}$ ,  $\kappa = 4\text{мм}$ .

Центр тяжіння фігури утворений швами визначається по формулі [15]:

$$X_o = \frac{\sum F_i X_i}{\sum F_i}, \quad (3.14)$$

$$X_o = \frac{2F_1 * \frac{a}{2} - F_2 * \frac{\kappa}{2}}{2F_1 + F_2},$$

де  $F_1 = 0.7 * \kappa * H$ ,

$$F_2 = 0.7 * \kappa * a,$$

підставивши значення знаходимо  $X_o$ :

$$F_1 = 0.7 * 4 * 60 = 168\text{Н},$$

$$F_2 = 0.7 * 4 * 40 = 112\text{Н},$$

$$X_o = \frac{2 * 168 * \frac{60}{2} - 2 * 112 * \frac{40}{2}}{2 * 168 + 112} = 12,5.$$

Напруження шва від дії сили визначається по формулі [21]:

$$\tau_m^{\max} = \frac{M_u * r_{\max}}{J_p}, \quad (3.15)$$

де

$$r_{\max} = \sqrt{\left(\frac{H}{2}\right)^2} + \sqrt{(a - X_o)^2}, \quad (3.16)$$

момент інерції

$$J_p = 0.7 * (J_x + J_y), \quad (3.17)$$

тут коефіцієнт 0,7 враховує приведення  $J_p$  до безсекторної площини зрізу швів.

$$J_x = \left( \frac{a * \kappa^3}{12} + F \frac{(H + \kappa)^2}{2} \right) * 2 + \frac{\kappa * H^3}{12}, \quad (3.18)$$

Підставивши значення у вираз отримаємо:

$$J_x = \left( \frac{40 * 4^3}{12} + 168 \left( \frac{60 + 4}{2} \right)^2 \right) * 2 + \frac{4 + 60^3}{12} = 760554.$$

$$J_x = \left( \frac{a^3 * \kappa}{12} + F_1 \left( \frac{a}{2} - X_o \right) \right) * 2 + \frac{H * \kappa^3}{12} + F_2 \left( X_o + \frac{\kappa}{2} \right)^2, \quad (3.19)$$

$$J_y = \left( \frac{40^3 * 4}{12} + 168 \left( \frac{40}{2} - 12.5 \right)^2 \right) * 2 + \frac{60 * 4^3}{12} + 112 * \left( 12.5 + \frac{4}{2} \right)^2 = 77620.$$

Далі знаходиться  $J_p$  по формулі [15]:

$$J_p = 0.7 * (760554 + 77620) = 838774.$$

Момент визначається по формулі [15]:

$$M_u = R * \sin \alpha * L, \quad (3.20)$$

$$M_u = 3500 * \sin 60^\circ * 55.2 = 168084 \frac{H}{\text{мм.}}$$

$$r_{\max} = \sqrt{\left( \frac{60}{2} \right)^2} + \sqrt{(40 - 15.5)^2} = 600.$$

$$\tau_{\text{м}}^{\max} = \frac{168084 * 24,5}{600658} = 6,8H * \text{мм.}$$

Сумарне напруження шва в найбільш навантаженій ділянці визначається по формулі [15]:

$$\bar{\tau}_{\max} = \bar{\tau} + \bar{\tau}_{\text{м}}, \quad (3.21)$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{\tau_a^2 + (\tau_{\text{м}}^{\max})^2} + \sqrt{\cos \gamma * 2 * \tau_a * 2 * \tau_{\text{м}}^{\max}}, \quad (3.22)$$

$$\text{tg} \beta = \frac{\frac{H}{2}}{a - X_o},$$

Так  $\gamma = 90^\circ - \alpha + \beta$ , тоді

$$\gamma = 90^\circ - 60^\circ + 8,788^\circ = 21,212^\circ.$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{0.09^2 + 6.8^2 + 2 * 0.09 * 2 * 6.8 * 0.93} = 6,15 \text{ H/мм}^2.$$

Допустиме напруження, для зварного шва визначається по формулі [15]:

$$[\tau]'' = \beta * \gamma * [\sigma]_p, \quad (3.23)$$

$$[\tau]'' = \cos 68.788 * 180 = 65.16 \text{ H/мм}^2.$$

Проводиться перевірка умов міцності по нерівності [15]:

$$\tau_{\max} \leq [\tau]'' ,$$

$$6,15 \leq 65,16.$$

Значить умова виконується.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Аналіз стану охорони праці**

За охорону праці у виробничих підрозділах покладено на головних спеціалістів. Рада в свою чергу розробляє план заходів по покращенню умов праці, організовує працю і навчання робітників, контролює санітарно-технічні умови праці і дотримання правил експлуатації засобів виробництва. Головні спеціалісти слідкують за впровадженням у виробництво механізації і автоматизації виробничих процесів, керують розробкою пристосувань, спрямованих на полегшення і поліпшення безпечності умов праці, перевіряють правильність експлуатації технічних засобів, стежать за правильністю виконання всіх вимог з охорони праці, проводять з робітниками вступні інструктажі та інструктажі на робочих місцях з техніки безпеки. Інженер з охорони праці здійснює контроль за дотриманням техніки безпеки на кожній ділянці, проводить навчання і слідкує за видачею спецхарчування, спецодягу.

Разом з тим іноді має місце виробничий травматизм. Основними причинами травматизму є недостатня кількість відповідних інструментів і пристосувань для ремонту і технічного обслуговування машинно-тракторного парку, незадовільний технічний стан машин, а також відсутність належних сум фінансування.

### **4.2 Основні вимоги правил безпеки праці під час ремонту вузлів тракторів і заходи для застереження нещасних випадків**

Зняті під час розбирання вузли і деталі потрібно укласти на спеціально встановлені стелажі, столи, підставки розташовані так, щоб залишилось місце для безпечної роботи і проходу. Верстаки, монтажні столи, підставки та інше обладнання повинно бути стійким від перекидання від ваги об'єкту ремонту та



від прикладеної робітником сили, а їх робочі поверхні з дерева, повинні бути покритими металевим листом. Якщо верстаки встановлені поблизу проходів або звернені до інших робочих місць чи один до одного, то між ними потрібно встановити захисну стінку висотою не менше 600 мм над поверхнею столу (наприклад з густої металевої сітки).

Однією з найбільш непривабливих складових частин процесу ремонту машин є їх очищення та миття. Мийні роботи, як правило, виконують із застосуванням мийних розчинів, що містять луги а також вогненебезпечні та гарячі розчини, які інтенсивно випаровуються. Робітники під час виконання таких робіт повинні користуватися спецодягом, окулярами, рукавицями, а при потребі респіраторами. Відкриті ділянки шкіри попередньо потрібно обробляти захисними пастами і кремами. Необхідно проводити інтенсивне вентилявання приміщень мийного відділення та робочих місць де такі роботи виконуються. Особливу увагу потрібно приділяти зберіганню на робочих місцях використовуваного для витирання деталей ганчір'я та знятих консервуючих матеріалів. Такі матеріали повинні зберігатися у металевій тарі, яка встановлюється в зоні недоступній для сонячного проміння, джерел тепла та іскроутворення.

В даний час основну частку трудомісткості ремонту складають розбирально-складальні операції які в більшості випадків виконуються вручну і значно рідше з використанням механізованих інструментів. Отже головне завдання техніки безпеки полягає у контролі за правильністю організації робочих місць, технічним станом інструментів та засобів механізації процесів розбирання і складання. Під час розбирання та складання пресових з'єднань використовувати лише інструменти відповідного типорозміру, спеціальні знімачі та інші пристрої, справні молотки, молоти, зубила, вибивачі, кернери, напрямні, надставки і інші інструменти, постійно слідкуючи за цілісністю їх

ручок, відсутністю у молотків, зубил, кернерів, надставок тріщин на ударних і робочих поверхнях. Під час виконання слюсарних робіт потрібно пам'ятати, що хвостовики напилків, шаберів, ручки ножівок і інших аналогічних інструментів повинні бути надійно заправлені в дерев'яну ручку з металевим кільцем. Слюсарно – механічні роботи з використанням відрізних та шліфувальних кругів, встановлених на шпинделях з пневматичним та електричним приводом, потрібно виконувати в спецодезії, рукавицях і респіраторі.

Основні правила техніки безпеки для верстатників наступні: під час роботи на токарних верстатах заборонено використовувати спрацьовані або несправні центри, притримувати рукою відрізувану деталь, обробляти довгі деталі без люнета, працювати без захисних огорожень, залишати ключ в затискному патроні, зачищати деталі під час обертання шпинделя шліфувальним папером вручну без спеціальних тримачів, прибирати стружку з верстата під час його роботи, або руками без рукавиць, здувати її струменем стисненого повітрям.

Під час роботи на свердлувальних верстатах забороняється притримувати деталі руками, закріплювати деталь під час роботи верстата, зупиняти шпиндель руками. На шліфувальних і точильних верстатах не допускати ударів по кругу, використання круга з тріщинами та надломами, стояння навпроти круга під час роботи верстата, працювати на верстатах не оснащених гідравлічними вловлювачами пилу, підручниками для утримування деталей, прозорими захисними щитками. Після заміни круга потрібно надійно закріпити кожухи, перевірити роботу верстата на холостому ходу протягом трьох хвилин та при потребі провести балансування круга.

Під час проведення електрозварювальних робіт потрібно слідкувати за надійним заземленням обладнання. Електрокабелі не можуть мати пошкоджень ізоляції. Зварювання проводити не ближче як 5 метрів від горючих матеріалів,

предметів. Особливу небезпеку становлять роботи з тарою з під паливо-мастильних матеріалів які необхідно промити розчином каустичної соди або продути гарячою водяною парою, чи витримати у відпрацьованих газах двигунів не менше трьох годин, а зварювати тільки при відкритих горловинах. Біля поста електрозварювальника повинні бути протипожежні засоби, захисні щити від випромінюючої дії дуги.

На робочих місцях повинні бути аптечки укомплектовані засобами першої допомоги, які постійно поповнюються витраченими медичними препаратами і засобами, а також проводиться заміна препаратів, що втратили термін придатності.

На ділянці потрібно постійно поновлювати наочну інформацію з питань охорони праці, утримувати в належному стані документацію проведення інструктажів, вести постійну роботу з усіма працівниками, запроваджувати в дію вимоги нових нормативних документів з охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки та виробничої санітарії.

### **4.3 Розрахунок виробничого освітлення**

Розрахунок виробничого освітлення проводять в два етапи. Спочатку розраховують природне освітлення а потім штучне.

Вихідною величиною для розрахунку є значення коефіцієнта природного освітлення залежно від розряду зорової роботи, що визначається у СНіП.

Визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення за формулою [6,13,14]:

$$e_n = e * m * c, \quad (4.1)$$

де  $e$  – коефіцієнт природного освітлення залежно від розряду зорової роботи,  $e = 1,6$ ;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату,  $m = 2,0$ ,

$c$  – коефіцієнт сонячного клімату,  $c = 0,7$ ,

$$e_n = 1,6 * 2,0 * 0,7 = 2,24$$

Площу освітлювальних щілин  $S_e$  для забезпечення нормованого значення КПО визначаємо за формулою [6,13,14]:

$$S_e = \frac{e_n * \eta_d * S_n * K_{e.б.}}{100 * \tau_0 * r_1}, \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де  $e_n$  – нормативне значення КПО,  $e_n = 2,24$ ;

$\eta_v$  – світлова характеристика вікон,  $\eta_v = 20$ ;

$S_n$  – площа підлоги,  $S_n = 108 \text{ м}^2$ ;

$K_{e.б.}$  – коефіцієнт, який враховує затінення вікон будинками, що стоять навпроти,  $K_{e.б.} = 1,4$

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світло проникнення світлових щілин,  $\tau_0 = 0,3$ ,

$\tau_1$  – коефіцієнт, що враховує відбивання світла від внутрішніх стін приміщення,  $\tau_1 = 2,8$

$$S_v = 2,24 * 20 * 108 * 1,4 / 100 * 0,3 * 2,8 = 60,48 \text{ м}^2$$

За обчисленою світло пропускною площею  $S_v$  визначаємо чи відповідають розміри вікон і їх кількість в приміщенні.

Розрахунок проводимо у повній послідовності, залежно від розряду зорової роботи, джерела світло системи освітлення, контрасту об'єкта, розпізнання, з фоном і характеристики фону встановлюємо норму освітленості і вибираємо тип світильника і висоту його підвішування, після чого визначаємо відстань між освітлювачами та їх кількість. При цьому враховуємо, що рівномірність освітлення залежить від висоти підвішування світильників і схеми їх розташування.

Отже, відношення відстані між освітлювачами до висоти їх підвішування  $L_c/H_p = 1,4 - 1,8$ , при шаховому  $L_c/H_p = 1,8 - 2,5$ . [6,13,14]

Обчислюємо індекс (показник) приміщення за формулою [6,13,14]:

$$i = \frac{S}{H_p * (L + B)}, \quad (4.3)$$

де  $S$  – площа приміщення,  $S = 108 \text{ м}^2$ ,

$H_p$  – розрахункова висота підвішування світильника,  $H_p = 4,1 \text{ м}$ ,

$L$  та  $B$  – довжина і ширина основного приміщення,  $L = 12 \text{ м}$ ,  $B = 9 \text{ м}$

$$i = 12 * 9 / 4,1 (12+9) = 1,25$$

Розраховуємо світловий потік, який повинні створити в основному приміщенні всі лампи за формулою [6,13,14]:

$$\Phi_n = \frac{E * K * S * z}{\eta}, \text{ лк}, \quad (4.4)$$

де  $E$  – мінімальна нормована освітленість,  $E = 200 \text{ лк}$ ,

$K$  – коефіцієнт запасу світлового потоку,  $K = 1,2 - 1,7$

$S$  – площа приміщення,  $S = 108 \text{ м}^2$ ,

$z$  - поправочний коефіцієнт, який враховує нерівномірність освітлення,  $z = 0,9 - 1,4$ ,

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку,  $\eta = 0,85$

$$\Phi_n = 200 * 1,3 * 108 * 0,8 / 0,85 = 26428 \text{ лк}$$

Відстань між освітлювачами визначаємо за формулою:

$$L_c = Y * H_p \quad (4.5)$$

де  $Y$  - коефіцієнт взаємного розташування світильників залежно від висоти підвісу,  $Y = 1,4 - 2,5$  (для шахового розташування) і  $Y = 1,4 - 1,8$  для лінійного розташування

$$L_c = 1,7 * 4,1 = 6,97 \text{ м}$$

Кількість світильників для основного приміщення визначаємо з виразу

$$N_c = (L/L_c + 1) * (B/L_c + 1), \text{ шт.} \quad (4.6)$$

$$N_c = (12/6,97 + 1) * (9/6,97 + 1) = 6 \text{ шт.}$$

Світловий потік одного освітлювача визначаємо з виразу

$$\Phi_n = \Phi_n / N_c, \text{ лк} \quad (4.7)$$

$$\Phi_n = 26428 / 6 = 4405 \text{ лк}$$

За таблицями світлотехнічних характеристик електричних ламп добирають відповідну за світловим потоком лампу, враховуючи, що світловий потік дібраної лампи може відрізнятись від розрахункового на 10-20 %.

#### 4.4 Пожежна безпека

В запропонованій ділянці ремонту вузлів і агрегатів тракторів пропонуємо встановити пожежний щит, укомплектований необхідним інвентарем і скриню для піску. У майстерні повинні бути крани на водяній мережі із пожежними рукавами і брандспойтами, а недалеко від майстерні повинен бути пожежний резервуар з безперешкодним під'їздом, при будь яких погодних умовах.

Біля ділянці повинно бути оснащення для подачі сигналу у випадку виникнення пожежі. Також ділянка повинна бути обладнана відповідною сигналізацією і телефоном, щоб можна було своєчасно викликати пожежну охорону. Трактори, які знаходяться в майстерні повинні мати справні пристрої для їх буксирування.

Для своєчасного запобігання та ліквідації пожежі в ділянці передбачені комплекс заходів, організаційно-технічного і протипожежного напрямку, зокрема: а) заняття з працівники майстерні з питань уникнення пожежонебезпечних ситуацій; б) дотримання вимог пожежної безпеки; в)

набуття навиків у діях, відповідно табелю бойового розрахунку на випадок пожежі; г) систематичне поновлення і поповнення засобів пожежогасіння

#### **4.5. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення**

Захист цивільного населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань, яке покладається на службу з охорони праці та цивільної оборони.

Захист населення базується на дотриманні систем заходів, що забезпечують виконання організаційних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, сюди включають: а) - розробку наглядно-методичних та інформативних заходів;

б) - планування та проведення навчально-практичних занять з питань надзвичайних ситуацій; в) - ознайомлення всіх працюючих і учнів з функціональними обов'язками системи дій при надзвичайних ситуаціях; г) - ознайомлення всіх працюючих з системою оповіщення при надзвичайних ситуаціях на підприємстві.

На випадки надзвичайних ситуацій розробляється план дій включаючи використання засобів індивідуального захисту, схеми і маршрути евакуації з приміщень дільниці та маршрути подальшого переміщення і транспортування в безпечні зони. Інженером з техніки безпеки систематично проводиться навчання і практичні заняття з вирішенням ситуаційних задач з різними варіантами стихійного лиха та дії різноманітних катастроф техногенного характеру. Розглядаються також варіанти хімічної та радіаційної дії.

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

Загальновідомі інструменти і обладнання для розбирання агрегатів не завжди можна ефективно використати під час ремонту тракторів. Розроблений в даному дипломному стенд дасть змогу скоротити тривалість виконання операцій розбирання, зменшити загальний час перебування тракторів у ремонті.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження нового стенду визначаємо за формулою [17]:

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

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

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

При розрахунку береться до уваги строк служби устаткування  $t$ , а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою [17]:

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

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 [17]:

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

де,  $C_t$  - економія коштів на ремонті і обслуговуванні одного трактора;

$A_t$  - кількість одиниць використовуваного стенду в даному році;



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

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою:

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

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 5.1.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою:

Економію коштів на операціях розбирання визначаємо за формулою:

$$\Pi = (C_n + C_p) * (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (5.5)$$

$C_n$  - втрати від години простою трактора,  $C_n = 200$  грн;

$C_p$  - середня годинна тарифна ставка робітників,  $C_p = 150$  грн/год.;

$t_1$  - середня трудомісткість розбирання коробки передач на одному тракторі за існуючою технологією,  $t_1 = 2,14$  люд.год.;

$t_2$  - трудомісткість розбирання коробки передач з використанням розробленого стенду  $t_2 = 1,32$  люд.год.;

$$\Pi = (200 + 150) * (2,14 - 1,32) = 287 \text{ грн.}$$

Кількість операцій по роках буде рівною кількості ремонту КПП для яких можна використати даний стенд [17]:

$$\Pi_t = W * j, \text{ шт.} \quad (5.6)$$

де  $W$  - річна розрахункова програма поточного ремонту та усунення відмов із коробки передач,  $W = 21$  шт.;

$j$  – коефіцієнт щорічного збільшення програми ремонту за рахунок збільшення парку тракторів та розширення зони обслуговування,  $j = 1$  для першого року використання і  $j = 1,05$  для кожного наступного року стосовно попереднього;

$$P_{2023} = 21 * 1 = 21 \text{ шт.};$$

$$P_{2024} = P_{2012} * 1,05, \text{ шт.}$$

$$P_{2024} = 21 * 1,05 = 22 \text{ шт.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Економію коштів на ремонті коробки передач одного трактора для наступних років визначаємо за формулою [17]:

$$C_t = \alpha_t * C_{2023}; \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$C_{2024} = 0,9091 * 287 = 261 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю 5.1.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{e=1}^{e=e} Z_t * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

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

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу :

$$Z_{2023} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де  $C_1$  - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації,  $C_1 = 3800$  грн;

$C_2$  - вартість матеріалів на 1 комплекти,  $C_2 = 900$  грн;

$C_3$  - вартість комплектуючих,  $C_3 = 450$  грн;

$C_4$  - вартість виготовлення деталей,  $C_4 = 1500$  грн;

$C_5$ - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт,  $C_5 = 600$  грн;

$C_6$  - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією,  $C_6 = 500$  грн.

Значення показників  $C_1...C_6$  прийняті на підставі експериментних оцінок спеціалістів ремонтної майстерні та працівниками кафедри технічного сервісу і надійності машин ,що займається виготовленням нестандартного обладнання.

$$C_{2023} = 3800 + 900 + 450 + 580 + 1500 + 600 + 500 = 8330 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

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

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

$$C_e = \eta * C_n, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

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

$$C_e = 0,1 * 8330 = 833 \text{ грн.}$$

$$Z_{2024} = 833 * 0,9091 = 757 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Скориставшись формулою (5.3) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$B_{2023} = 287 * 1 * 21 = 6027 \text{ грн.};$$

$$B_{2024} = 261 * 1 * 22 = 5742 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

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

$$E = 27042 - 12384 = 14658 \text{ грн}$$

Строк окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою:

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

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

$$T_{\text{ок.}} = \frac{12384}{14658} * 8 = 6,7 \text{ року}$$

Отже, строк окупності стенду на 1 робоче місце ремонтної майстерні буде рівний 6 років і вісім місяців.

Таблиця 5.1 - Показники економічної ефективності від використання стенду для розбирання КПП

Показники	Роки використання стенду								РАЗОМ
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
$P_t$ - річна програма розбирання, шт.	21	22	23	24	26	27	28	30	201
$C_t$ -економія коштів, грн.	287	261	216	161	111	69	39	20	
$\alpha_t$ - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	
$B_t$ -вартісна оцінка результатів, грн..	6027	5742	4968	3864	2886	1863	1092	600	27042
$Z_t$ -вартісна оцінка витрат, грн.	8330	757	688	626	569	517	470	427	12384
$E_t$ -економічний ефект, грн..	-2303	4985	4280	3238	2317	1346	622	173	14658

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

- 1) На підставі аналізу матеріально-технічної бази інженерного комплексу господарств можна зробити висновок, що на даний час є сприятливі умови для нормального функціонування дільниці поточного ремонту тракторів марки МТЗ.
- 2) Керівництву доцільно провести опитування (шляхом анкетування) власників тракторів МТЗ, в прилягаючій місцевості з метою вивчення попиту на ремонтні послуги, які зможе надавати дільниця поточного ремонту тракторів з різним технічним станом.
- 3) Для раціонального функціонування дільниці поточного ремонту тракторів марки МТЗ, потрібно розробити комплекти технологічної документації на поточний ремонт тракторів з різним технічним станом.
- 4) Виробнича річна програма дільниці складатиме 21 об'єкт тракторів марки МТЗ-80/82 при загальній трудомісткості 606,6 люд. год. з середнім тактом поступлення об'єктів 68 год.48хв.
- 5) Про доцільність запровадження розробки дипломного проекту свідчать розрахункові прогнози фінансових показників з яких видно, що строк окупності стенду буде становити шість років і 8 місяців.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. - М.: Машиностроение, 2006. 559с.
2. Яценко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Яценко М.М. Київ: НТУ. 2004. 172 с.
3. Белоконь Я. Е., Окоча А. Я., Шкаровський Г.В. Тракторы “Беларусь” семейств МТЗ и ЮМЗ. Устройство, работа, техническое обслуживание. – Чернигов: Ранок, 2003. – 259 с.
4. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ: Каравелла, 2009. 368 с.
5. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О.І. Сідашенко, та інші/ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.
6. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: науч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.
7. Деталі машин. Конспект лекцій : навч. посіб. / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 152 с.
8. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. В. Янків. Львів : Новий Світ-2000, 2013. 264с.
9. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 4 За ред. Вітвицького В. В. Київ: “Поліграфкнига”, 2001. 739с.
10. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 6 За ред. Вітвицького В. В. Київ, “Поліграфкнига”, 2007р.286с.

11. БЕЛАРУС 80.1/80.3/80У/82У 82.1/82.0/82.3/82Р/82П. Каталог деталей і складальних одиниць. <https://agroman.in.ua/images/Files/30/katalog-zapasnykh-chastejj-traktora-mtz-80.pdf> (дата звернення: 8.04.2023).
12. Запчастини для трактора ЮМЗ 6 [https://d-detal.com.ua/ru/zapchasti-yumz/?tracking=60190cb311b4b&gclid=CjwKCAjw4ZWkBhA4EiwAVJXwqc-MykyNXbCW3H5Hc1o4Fr\\_rBdzaJU\\_nWzBf4ge6BYOnoaz1hNOFGBoCGCIQAvD\\_BwE](https://d-detal.com.ua/ru/zapchasti-yumz/?tracking=60190cb311b4b&gclid=CjwKCAjw4ZWkBhA4EiwAVJXwqc-MykyNXbCW3H5Hc1o4Fr_rBdzaJU_nWzBf4ge6BYOnoaz1hNOFGBoCGCIQAvD_BwE) (дата звернення: 13.04.2023).
13. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.
14. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.
15. Писаренко Г.С. та інші. Опір матеріалів: Підручник. Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред Г.С. Писаренка. 2-ге вид., допов. І переробл. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
16. Ремонт переднього моста МТЗ 80, його пристрій і схема. <https://gardenunion.com.ua/remont-perednoho-mosta-mtz-80-ioho-prystrii-i-skhema-58/> (дата звернення: 10.04.2023).
17. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 208 "Агроінженерія". Львів. ЛНУП. 2023. 70 с.
18. М.В. Молодик. Наукові основи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві. Кіровоград: КОД,2009. 180 с.
19. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Динаміка зміни кількості і трудомісткості ремонтних втручань залежно від терміну експлуатації тракторів // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №5.- Львів, 2001.- С. 231-243



20. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Дослідження малоресурсних спряжень тракторів // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №2. –Львів, 1998.- С .139-143
21. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Критерії виконання ремонтних втручань // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №1. – Львів, 1997.- С.138-142/
22. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Новочасні підстави машиноремонтних втручань у господарствах // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження №4.- Львів, 2000.- С. 208- 216.