

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 тракторів класу 1.4 з
розробкою обладнання для роз’єднання трактора на агрегати ”**

Виконав: студент 3 курсу групи Аін-34сп
Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Геличак Віталій Васильович

(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
Геличаку Віталію Васильовичу

1. Тема проекту: „Удосконалення технології ремонту тракторів класу 1.4 з розробкою обладнання для роз’єднання трактора на агрегати”

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 муфти зчеплення тракторів класу 14 кН
2. Технологічна частина
3. Розробка обладнання для заміни коробки передач тракторів класу 14 кН
4. Охорона праці
5. Розрахунок економічного ефекту від запровадження стенду для роз’єднання трактора на агрегати

Висновки та пропозиції

Список літературних джерел

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

- 5.1 Технологічна схема розбирання трактора ЮМЗ-6АКЛ для заміни деталей муфти зчеплення (1 арк. форм. А1);
- 5.2 Обладнання для роз'єднання трактора на агрегати (Складальне креслення) (1 арк. форм. А1).
- 5.3 Робочі креслення деталей (2 аркуш форм. А1);
- 5.4 Схема встановлення обладнання (1 аркуш форм. А1);
- 5.5 Результати розрахунку економічного ефекту від використання обладнання для роз'єднання трактора на агрегати (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, 5	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 муфти зчеплення тракторів класу 14 кН»</i>	<i>30.12.2022–15.02.2023</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>16.02.2023–15.03.2023</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розробка обладнання для заміни коробки передач тракторів класу 14 кН»</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 від запровадження стенду для роз'єднання трактора на агрегати»</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 _____ Віталій ГЕЛИЧАК
(підпис)

Керівник проєкту _____ Василь РИС

У Д К 631: 629

Дипломний проект: 47 с. текст. част., 16 рис., 7 табл., 6 арк. формату А1, 22 джерела.

Удосконалення технології ремонту тракторів класу 1.4 з розробкою обладнання для роз'єднання трактора на агрегати. Геличак Віталій Васильович – Дипломний проект. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2023р.

Подана коротка характеристика будови муфти зчеплення тракторів марки МТЗ, проаналізовано основні несправності муфт зчеплення та способи їх усунення. Запропоновано технологію заміни окремих агрегатів тракторів класу 14 кН. Розраховано основні виробничі параметри ділянки ремонту агрегатів тракторів класу 1.4. Розроблено конструкцію стану для роз'єднання трактора на агрегати, яка дозволить зменшити трудомісткість ремонту та час перебування тракторів у ремонті.

Розглянуто питання охорони праці, проведено розрахунок вентиляції виробничих приміщень робочих місць ділянки.

Доцільність застосування розробленого обладнання для роз'єднання тракторів на агрегати підтверджується розрахунковим економічним ефектом, що становитиме понад 2214,17 тис. грн за вісім років використання обладнання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 14 кН.....	6
1.1. Основні несправності муфти зчеплення.....	7
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	10
2.1. Технологія заміни окремих агрегатів тракторів класу 14 кН.....	10
2.2. Розрахунок основних виробничих параметрів міжгосподарської дільниці	19
2.2.1. Визначення чисельності ремонтних втручань	20
2.2.2. Розрахунок трудомісткості ремонтних втручань	23
3. РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІНИ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 14 кН.....	26
3.1. Будова і принцип дії обладнання.....	26
3.2. Розрахунок на міцність основних елементів конструкції.....	28
3.2.1. Перевірочний розрахунок балки на міцність.....	28
3.2.2. Перевірочний розрахунок стремена.....	30
3.2.3. Перевіряючий розрахунок опори коробки передач розриву.....	31
3.2.4. перевіряючий розрахунок гвинта гвинтової тяги.....	32
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	35
4.1. Аналіз стану охорони праці.....	35
4.2. Розробка проекту заходів покращення умов праці і безпеки праці.....	37
4.2.1. Покращення виробничої санітарії.....	37
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗ'ЄДНАННЯ ТРАКТОРА НА АГРЕГАТИ.....	41
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	46
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

ВСТУП

Сьогодні відбуваються суттєві зміни в сільському господарстві нашої держави: всі підрозділи, а також і ремонтне виробництво, реформується, набирають поширення ринкові відносини, змінюються форми власності.

Враховуючи дані умови потрібно змінювати і перебудовувати діяльність ремонтних майстерень, які повинні працювати з максимальною ефективністю, використовувати нові технології і оснащення. Тільки за таких умов ремонтно – обслуговуюча галузь АПК зможе уникнути економічних труднощів і позитивно впливаючи на кінцеві результати рослинництва і тваринництва, повернути на свій бік роботодавців – замовників ремонтних послуг.

Нераціональне використання фондів робочого часу виконавців, технічних засобів і об'єктів ремонту пояснюється низьким рівнем організаційно – технічної взаємодії в системах експлуатації і ремонту МТП, а також тим, що допускаються розбіжності між організаційно – технологічними і технічними рекомендаціями та можливостями конструктивно – технологічного потенціалу для реалізації процесів ремонтного виробництва.

На даний час в тракторах класу 1,4 збільшилася частота відмов муфти зчеплення. Із-за трудомістких процесів розбирально – складальних робіт і відсутності відповідного обладнання в ремонтних майстернях, немає можливості в короткий термін усунути неполадки муфти зчеплення. Для того щоб пришвидшити ремонт трактора необхідно обладнання, яке б дозволяло швидко роз'єднання і з'єднання трактора для демонтажу деталей муфти зчеплення.

На підставі наведеного короткого обґрунтування темою даного дипломного проєкту вибрано “ Удосконалення технології ремонту тракторів класу 1.4 з розробкою обладнання для роз'єднання трактора на агрегати ”.

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 14 кН

У найпоширеніших тракторах класу 14 кН застосовується варіант системи зчеплення поширеного постійно-замкнутого взірця. Цей спосіб себе дуже добре зарекомендував на тракторній техніці. Тим часом важливою деталлю всієї системи є муфта зчеплення.

Призначення муфти зчеплення полягає в передачі крутного моменту до трансмісії від двигуна, відключаючи його від передач та плавного (м'якого) з'єднання. Муфта на тракторах МТЗ-80.1/82.1 з одним диском і суха. В результаті цього механізм зчеплення дає можливість трактору плавно рушати з місця, а коли трактор гальмує, то відбувається плавне роз'єднання колінвала двигуна з трансмісією до повної зупинки [3,12].

До основних деталей конструкції механізму відносяться щільно притиснуті один до одного фрикційні диски, які зібрані у фрикціоні муфти. Вмикання та вимикання передач відбувається завдяки проковзуванню ведучого диска приводу, щодо веденого диска, що з'єднаний шліцьовим з'єднанням з коробкою передач. Під час відпускання педалі, тобто включенні

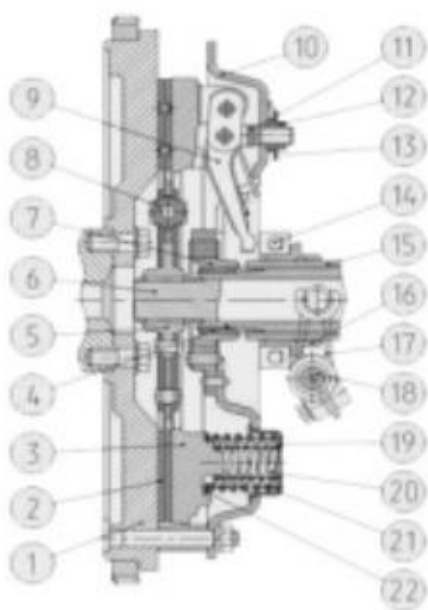


Рисунок 1.1 Будова муфти зчеплення: 1 – маховик; 2 – диск ведений; 3 – диск натискний; 4 – вал приводу ВВП; 5 – маточина; 6 – вал силовий; 7 – втулка плаваюча; 8 – гасник обертових коливань; 9 – важіль відтискний; 10 – диск опорний; 11 – вилка; 12 – гайка; 13 – стопона пластина; 14 – підшипник; 15 – кронштейн відводки; 16 – відводка; 17 – вилка вимкнення; 18 – валик керування; 19 – стакан; 20 – пружина натискна; 21 – пружина натискна; 22 – шайба ізолююча.

зчеплення, ведучий і ведений диск щільно стискаються, а при натисканні педалі, тобто виключенні, спостерігається розведення дисків, через що утворюється вільний простір між ними.

Механізм зчеплення МТЗ-80.1/82.1 є однодисковим, однопотоковим, сухим. Основними комплектуючими є маховик двигуна, натискний і опорний диски. Між дисками зчеплення знаходяться 12 натискних пружин. З одного боку пружини впираються в стакани опорного диска, а з іншого - у вліті пази натискного [3,12,16].

Ведений диск в свою чергу складається з маточини, з'єднувального диска і фрикційних накладок.

Через нежорстке з'єднання веденого диска з маточиною, яке забезпечується вісьмома гумовими демпферами, включення зчеплення МТЗ-80.1/82.1 є м'яким, а динамічні навантаження в трансмісії незначні.

Під час експлуатації муфти зчеплення слід дотримуватися наступних рекомендацій і порад. Змащувати конструкцію потрібно кожні 60 мото-годин роботи, а перевірку вільного ходу педалі потрібно робити кожні 240 годин. Для мащення застосовують літол, який потрібно підбирати за параметрами мастильної таблиці. Згодом вільний хід педалі зменшується через зношування деталей. Його максимальне значення може досягати 30 мм.

Під час роботи трактора не слід тримати ногу на педалі. Через це збільшується швидкість зносу.

Муфту зчеплення приводити в роботу плавно, не можна залишати в проміжному стані [3,12,16].

Муфта зчеплення не повинна бути виключеною протягом довгого часу.

Якщо побачили, що певні комплектуючі муфти зчеплення підлягають заміні, потрібно використовувати під час ремонту якісні.

1.1.Основні несправності муфти зчеплення.

Основний дефект в роботі зчеплення - порушення надійної передачі крутного моменту від двигуна до трансмісії в результаті зносу фрикційних

накладок і поверхонь тертя, ослаблення натискних пружин, а також в результаті зносу і збільшення зазорів в рухомих з'єднаннях або поломки окремих деталей. Передчасний знос і поломка деталей зчеплення викликаються порушенням регулювань при експлуатації і порушенням співвісності валу зчеплення з валом двигуна. Порушення або неправильне регулювання віджимних кулачків (різна висота), а також вільного ходу педалей призводить до підвищеного зносу накладок, зносу, викривлення і наявності тріщини дисків. Порушенням співвісності валу зчеплення з первинним валом коробки передач викликається передчасний знос всіх деталей кришки зчеплення, карданної передачі, підшипників первинного валу коробки передач, а також опор двигуна і коробки передач [5,11,16].

Ознаками можливих несправностей можуть бути туге включення і вимкнення шестерень і зубчастих муфт при перемиканні передач, поява підвищених шумів і стуків, мимовільне вимкнення шестерень, великий вільний хід важеля перемикання і т. д., тоді це свідчить або про неправильне регулювання механізму керування зчепленням, зношування його дисків або про зношування фрикційних накладок та поверхонь у місці з'єднання вилки та цапфи відведення диску. Несправності коробки передач трактора МТЗ-80, МТЗ-82 пов'язані з порушенням правильного зачеплення шестерень, зубчастих муфт та інших дефектів деталей механічних передач: вилок перемикання, фіксаторів, підшипників, валів і т.д.

У тому випадку, коли після регулювання чи усунення несправності зчеплення трактора МТЗ-80/82 не вдається ліквідувати скрегіт шестерень, регулюють механізм керування. Регулювання полягає у правильному натягу його пружини. У відрегульованому механізмі керування гальмом стиснута пружина повинна мати довжину 31-32 мм [18].

Якщо і цим регулюванням не вдається усунути несправність, то знімають підлогу кабіни і кришку верхнього люка корпусу зчеплення та понижуючого редуктора трактора МТЗ-80/82, вимірюють товщину накладок дисків гальма, зазор між цапфами включення.

Ведучий диск гальма замінюють при товщині його накладок менше 1,5 мм, а відведення та вилку включення – якщо зазор між ними перевищує 2,2 мм. Для цього роз'єднують і розкочують раму, від'єднуючи корпус зчеплення від КПП, знімають кришку механізму управління понижувальним редуктором, технологічними болтами випресовують вал зчеплення і замінюють ведучий диск зчеплення. Для цього також знімають підлогу кабіни та кришку механізму включення понижувального редуктора. Від'єднують вилку, вставляють її в паз зубчастої муфти і вимірюють зазор.

Якщо зазор більше 3 мм, то муфту та вилку замінюють. Щоб замінити зубчасту муфту, розкочують раму трактора і від'єднують корпус зчеплення від коробки передач. Великий вільний хід важеля перемикання коробки передач трактора МТЗ-80/82, неповний вихід шестерень із зачеплення, мимовільне вимикання передач свідчать про зношування поверхонь тертя вилок перемикання куліси, пазів ковзаючих кареток вилки, втраті пружності з пружності перемикання, перевіряють, чи є спрацювання на наконечнику важеля перемикання передач, товщину щік вилок, ширину їх зіву, зазор між планками перемикання, керуючись технічними вимогами таблиці допустимих розмірів деталей механізму перемикання передач.

Якщо видно сліди зносу на наконечнику важеля, його замінюють. Вилки замінюють при товщині щік менше 8,2 мм. Зазор між планками перемикання повинен бути в межах 0,3 – 1,6 мм.

Якщо несправності коробки перемикання передач трактора МТЗ-80/82 виникають під час включенні або вимкненні першої передачі та заднього ходу, знімають бічну кришку, а потім вилку перемикання. Якщо виявлені сліди зношування та товщина щік вилки під час вимірювання виявиться менше 8,0 мм, вилку першої передачі та заднього ходу замінюють [12,16].

Поряд з цим перевіряють технічний стан з'єднань вилок перемикання та ковзних кареток. Знімають вилки та по черзі вставляють їх у відповідні пази ковзних кареток, перевіряючи зазор між ними. Якщо він перевищує 1,5

мм, вилку замінюють на нову. Блок-шестерні замінюють за ширини паза більше 10,8 мм.

Поява сторонніх шумів у КПП та надмірне нагрівання окремих ділянок корпусу вказують на руйнування або заклинювання підшипників валів коробки передач.

Щоб виявити і усунути ці дефекти, з коробки трактора МТЗ-80/82 зливають масло, знімають підлогу кабіни і кришку коробки передач і при необхідності бічні кришки або роздавальну коробку. Відповідно, для цього потрібне спеціальне обладнання для роз'єднання трактора на агрегати, яке зменшить трудомісткість ремонту і час перебування тракторів у ремонті.

2. ТЕХНОЛОГІНА ЧАСТИНА

2.1. Технологія заміни окремих агрегатів тракторів класу 14 кН

Під час ремонту тракторів марок МТЗ та ЮМЗ часто виникає потреба демонтувати окремі їх агрегати з метою їх заміни або ремонту. Крім того виникає потреба роз'єднювати трактор з метою створення доступу до окремих його вузлів. До переліку ремонтних втручань, пов'язаних до роз'єднання трактора, можна віднести усунення несправностей муфти зчеплення, маховика, заднього ущільнення колінчастого вала, двигуна, коробки перемини передач.

Основною незручністю під час роз'єднання трактора, яке передбачає від'єднання двигуна і піврами від решти елементів трактора є те, що виникає потреба переміщати від'єднані агрегати і вузли по заданій траєкторії, а отже потрібно мати відповідні технічні засоби. Основні складності виникають під час складання, так як необхідно забезпечити взаємну орієнтацію деталей між собою. Потрібно розташувати двигун і коробку передач так щоб вісь колінчастого вала співпадала з віссю первинного вала коробки передач, так щоб передній кінець первинного вала міг вільно увійти в внутрішнє кільце підшипника встановленого в маховику. Крім того двигун або (і) коробка передач повинні мати можливість обертатися довкола осі колінчастого вала і первинного вала коробки передач так щоб чітко сумістити отвори під штифти і кріпильні різьбові деталі. Аналогічним чином потрібно сумістити штифти і різьбові кріпильні елементи піврами з проміжним з'єднанням тракторів ЮМЗ і корпусом муфти зчеплення тракторів МТЗ [20,21,22].

Конструкція пристрою для виконання операцій роз'єднання і з'єднання трактора запропонована нами в наступному 3 розділі дипломного проекту.

Досвід використання тракторів ЮМЗ-6 свідчить про те, що в них найменший ресурс, порівняно з іншими вузлами і агрегатами даного

трактора, має муфта зчеплення, а саме ведений диск, який часто руйнується внаслідок згинаючих моментів, які передаються йому від первинного вала.

На рис. 2.1 та на аркуші 1 граф. частини показано загальну технологічну схему розбирання трактора ЮМЗ-6. В технологічній документації подано операційні карти розбирально-складальних робіт для технології роз'єднання трактора. Далі подано операційні карти розбирально-складальних робіт, в яких перелічено операції, які необхідно виконати для роз'єднання трактора. На картах ескізів подано схеми розбирання основних з'єднань.

Під час виконання операцій роз'єднання трактора використовується розроблене нами обладнання, будова і принцип дії якого описується далі.

На відміну від тракторів ЮМЗ-6, найбільше незручностей в процесі експлуатації тракторів МТЗ-80/82 створює коробка передач [16]. Практика свідчить, що найчастіше виходять з ладу вторинний вал коробки передач і конічна шестерня головної пари. Основною причиною є недосконалість конструкції, що виражається у порушенні різьбового з'єднання гайки кріплення конічної шестерні головної пари з вторинним валом коробки передач. Тому в даному дипломному проекті нами розглянуто технологію заміни коробки передач трактора МТЗ-80/82.

На рис 2.2 подано схеми розміщення коробки передач на тракторах МТЗ-80/82. Серед показаних на рис 2.2 агрегатів без допоміжних демонтажних робіт можна зняти повітроочисник 12, відцентровий маслоочисник 7, генератор 6, насос і розподільник гідросистеми, пусковий двигун 17 (або стартер), компресор 14, вал відбору потужності 9, роздатну коробку 24, проміжну опору карданного вала 23 (трактор МТЗ-82), ведучий міст 21.

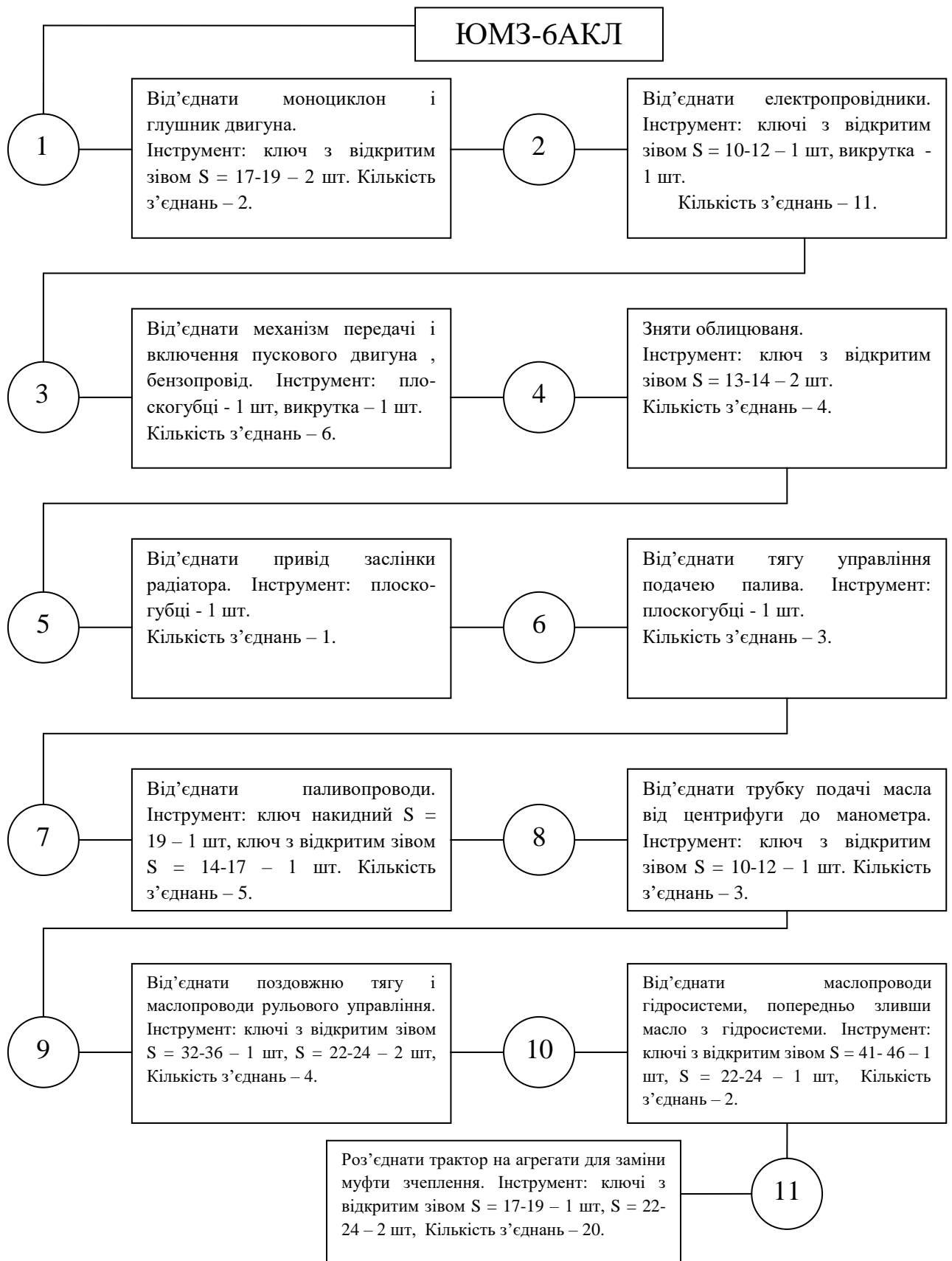
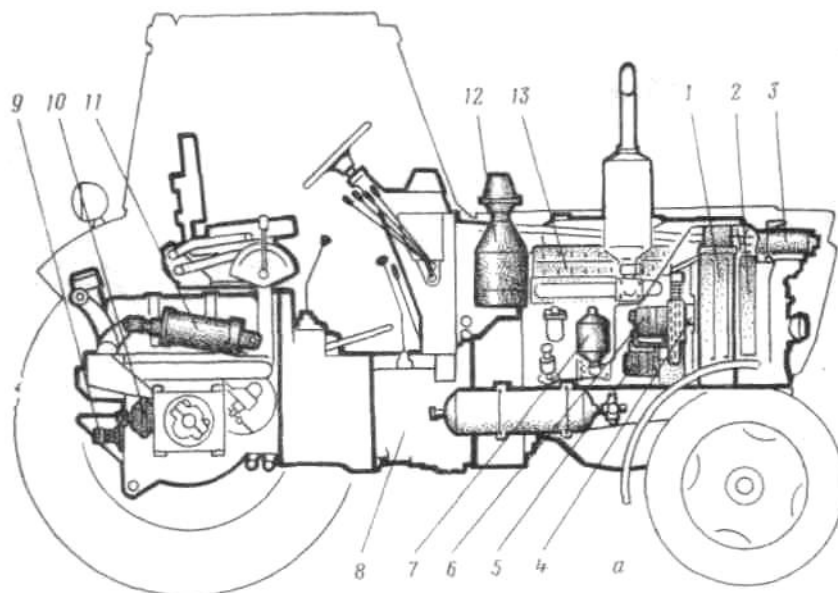
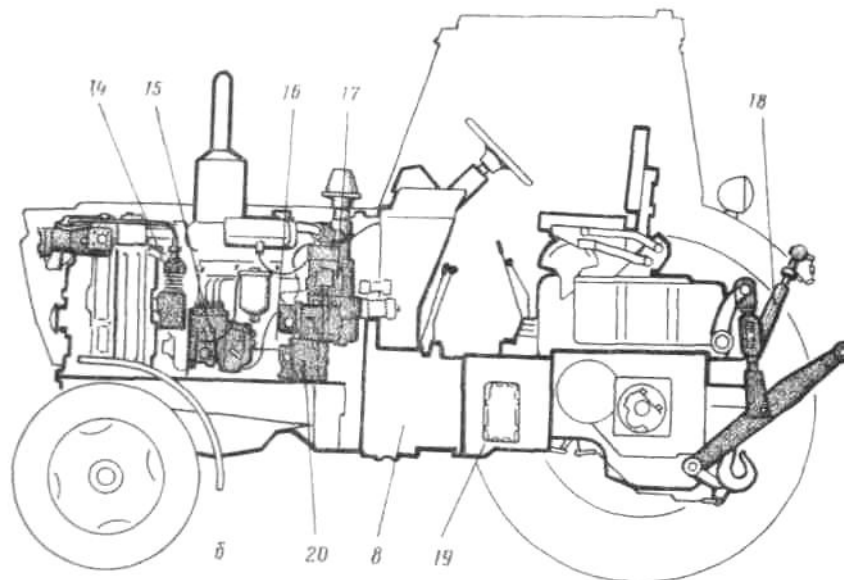


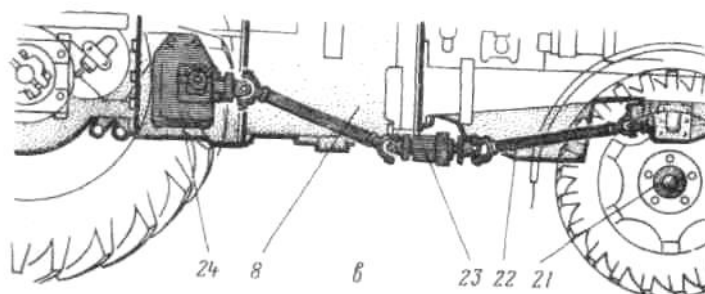
Рисунок 2.1 – Технологічна схема розбирання розбирання трактора ЮМЗ-6АКЛ для заміни деталей муфти зчеплення



а)



б)



в)

Рисунок 2.2 – Схема розміщення агрегатів на тракторах МТЗ-80, МТЗ – 82: а – вигляд зправа; б – вигляд зліва; в – вигляд зправа; 1 – водяний радіатор; 2 –

масляний радіатор; 3 – гідропідсилювач рульового керування; 4 – водяна помпа; 5 - масляний насос; 6 – генератор; 7 – відцентровий маслоочисник; 8 – корпус зчеплення; 9 – вал відбору потужності; 10 – пневмоперехідник; 11 – гідро циліндр; 12 – повітроочисник; 13 – головка циліндрів; 14 – компресор; 15 – паливний фільтр; 16 – дизельний двигун (МТЗ-80Л, МТЗ-82Л)); 17 – пусковий двигун; 18 – навіска; 19 – коробка передач; 20 – редуктор пускового двигуна; 21 – передній міст; 22 – карданний вал; 23 – проміжна опора карданного вала; 24 – роздавальна коробка.

Щоб створити доступ до інших агрегатів потрібно демонтувати наступні деталі як: капот (рис. 2.3 – 2.5), облицювання кабіни, тяги, маслопроводи, електроарматуру.

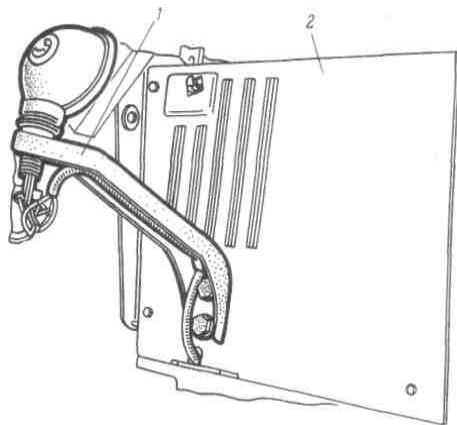


Рис. 2.3 Схема від'єднання кронштейна фар і боковин капота:
1 – кронштейн фари; 2 – боковина капота.

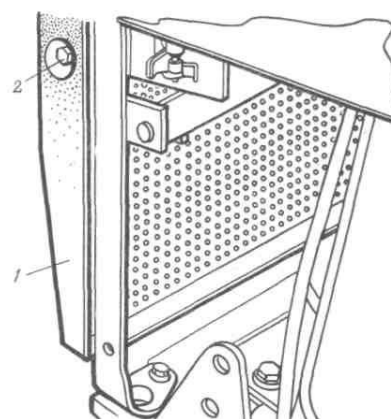


Рис. 2.4 Схема від'єднання передньої решітки капота:
1 – передня решітка капота; 2 – болт

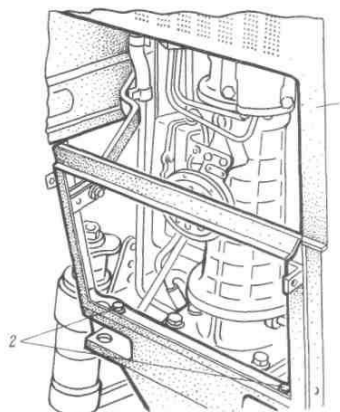


Рисунок 2.5 Схема знімання капота: 1 – капот; 2 – болти

Демонтувавши капот отримуємо доступ до водяного 1 і масляного 2 радіаторів, гідропідсилювача рульового керування 3, водяної помпи 4, двигуна 16, головки циліндрів 13, переднього моста 21 (див. рис. 2.2).

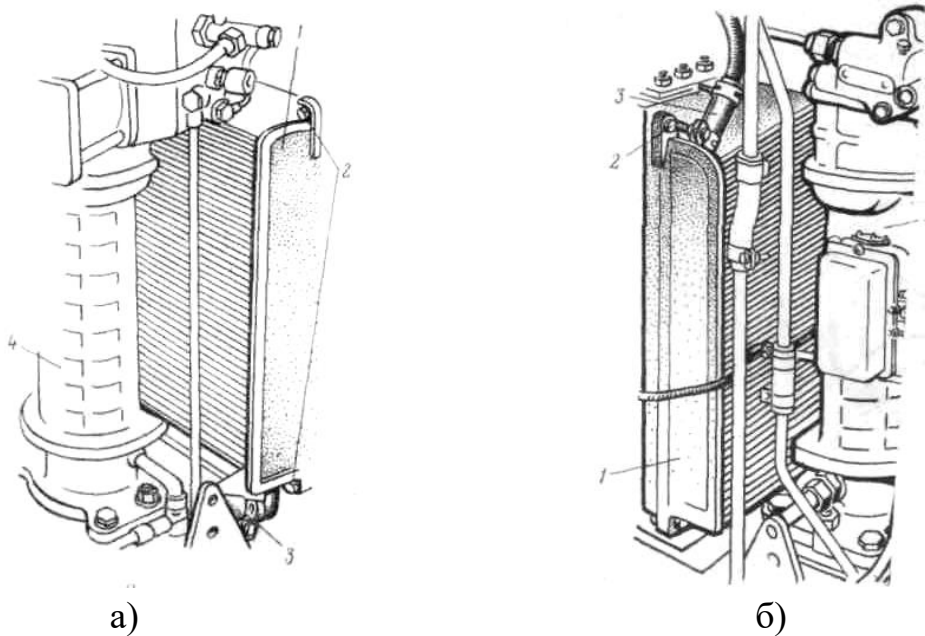


Рисунок 2.6 – Схема від'єднання та знімання масляного радіатора (масляний радіатор знімають в напрямку лівої сторони трактора): а – вигляд зліва; б – вигляд справа; 1 – масляний радіатор; 2 – болти; 3 – трубопроводи; 4 – гідропідсилювач рульового керування.

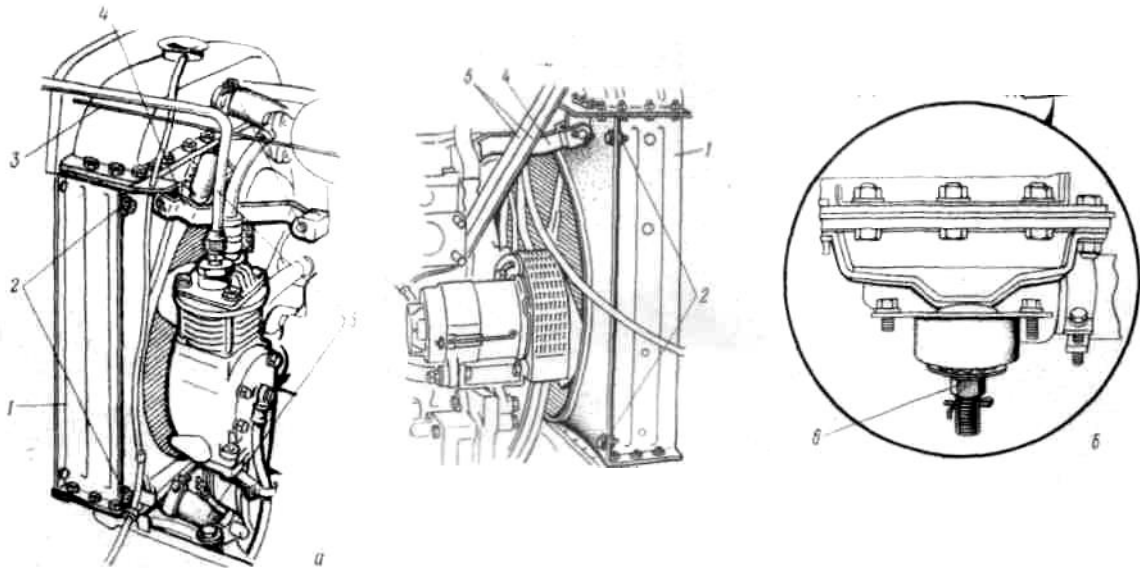


Рисунок 2.7 – Схема від'єднання та знімання водяного радіатора (водяний радіатор знімають в напрямку лівої сторони трактора): а – вигляд зліва; б – вигляд справа; 1 – водяний радіатор; 2 – болти; 3 – линва шторки радіатора; 4 – кронштейн кріплення радіатора; 5 – трубопроводи; 6 – гайка.

Для створення доступу до коробки передач 19, заднього міста, приводу вала відбору потужності, силового циліндра 11 потрібно зняти кабіну. Для демонтажу кабіни в зборі, знімають заднє облицювання радіатора, від'єднують від кабіни тяги. Далі знімають пружини гальмівного крана важелів педалей гальм, від'єднують і знімають педалі управління зчепленням і гальмами, від'єднують трубопроводи опалювальних систем, від'єднують кріплення кабіни (рис. 2.8). Після цього від'єднують провід від акумулятора до стартера (рис. 2.9) та електропроводи від щитка приборів (2.10), знімають ручки з важелів керування коробки передач.

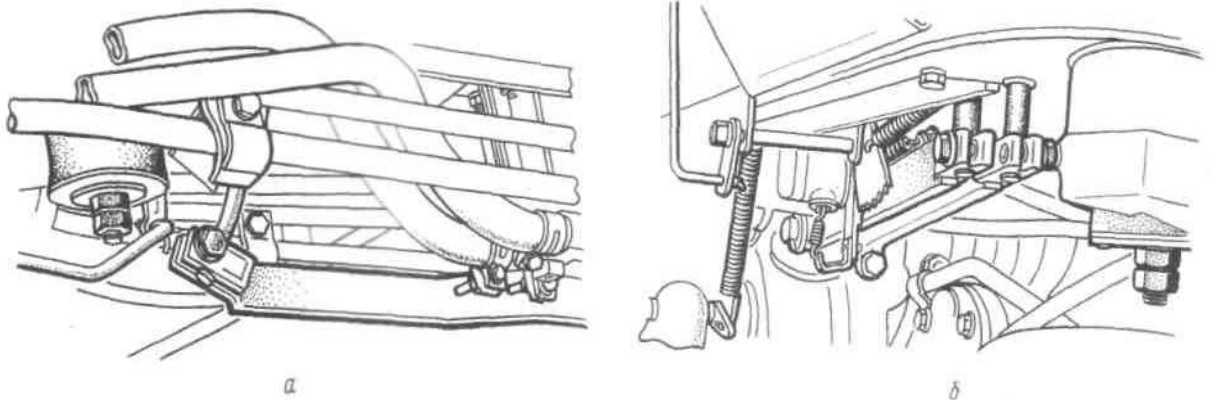


Рисунок 2.8 Схема знімання кабіни: а – вигляд зліва; б – вигляд справа.

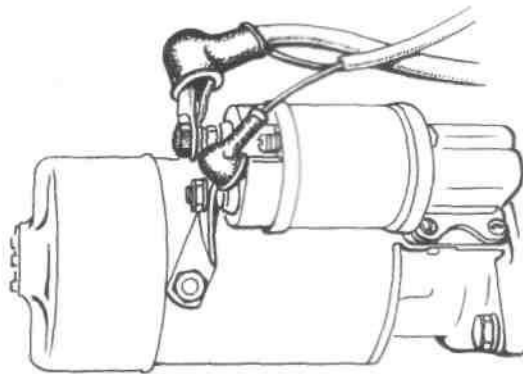


Рисунок 2.9 – Схема від'єднання електропровідників від стартера

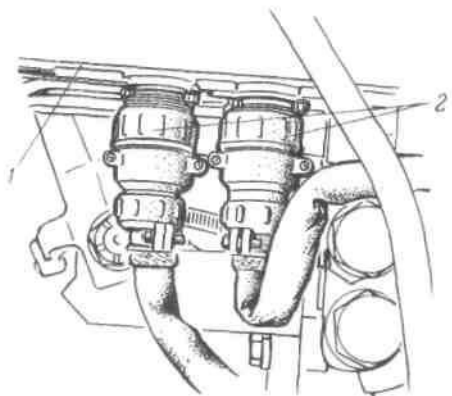


Рисунок 4.10 – Схема від'єднання провідників від щитка приборів

Викрутивши болти знизу кабіни, знімаємо підлогу (рис.2.10)

Виконавши всі вище перелічені операції можна демонтувати кабіну.

Для ремонту зчеплення, коробки передач, заднього моста, а також двигуна остов трактора (рис. 2.11, рис 2.12).

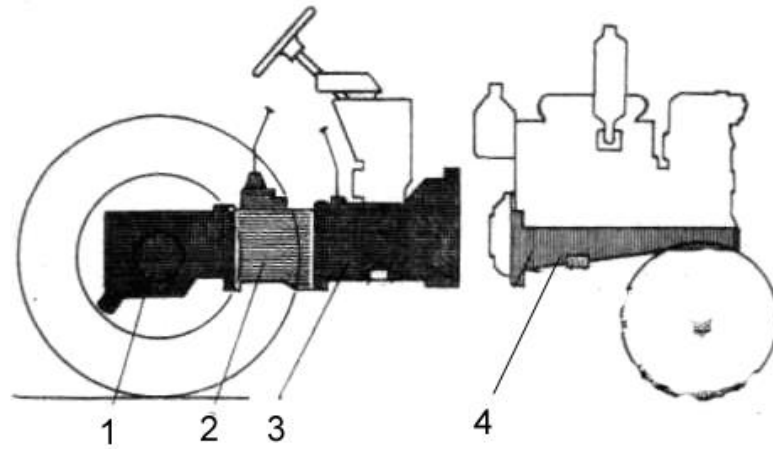


Рисунок 2.11 – Схема від'єднання двигуна від корпусу муфти зчеплення:
1 – задній міст; 2 – коробка передач; 3 – корпус зчеплення; 4 – лонжеронна рама з двигуном

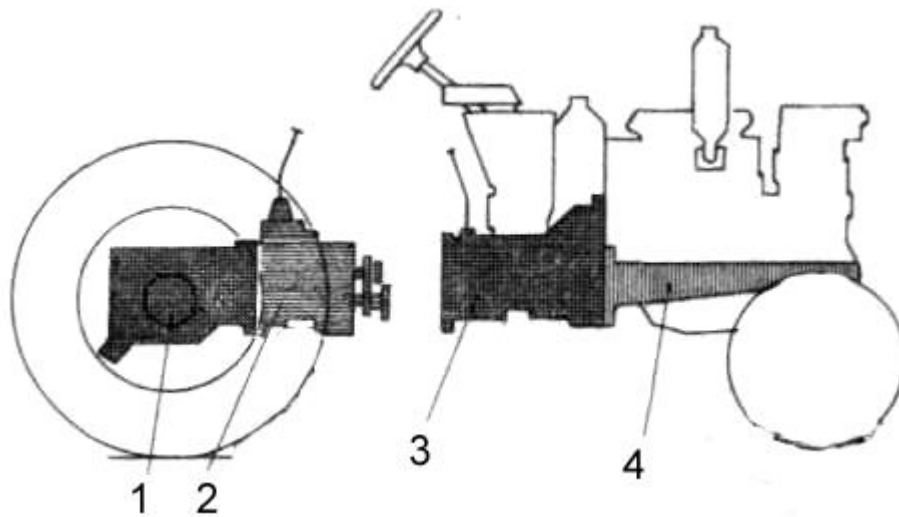


Рисунок 4.12 – Схема від'єднання корпусу муфти зчеплення від коробки:
1 – задній міст; 2 – коробка передач; 3 – корпус зчеплення; 4 – лонжеронна рама з двигуном

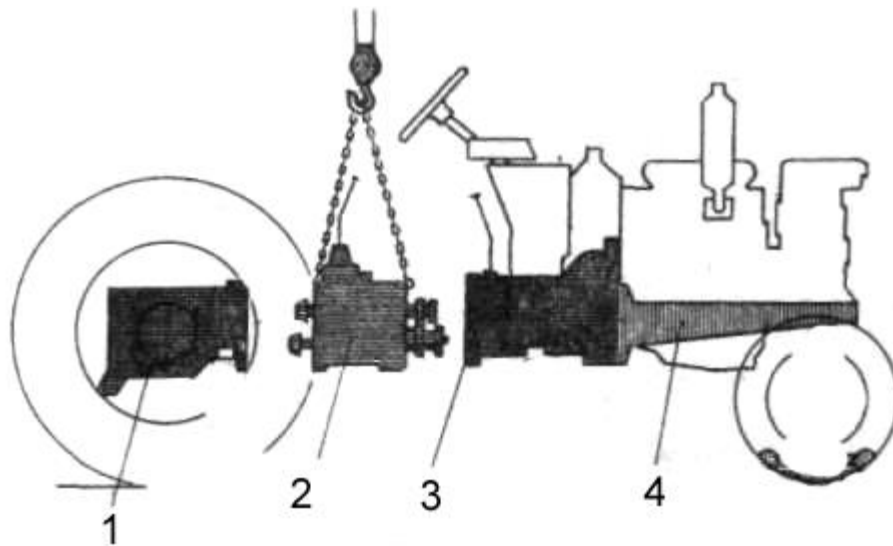


Рисунок 2.13 – Схема від’єднання та знімання коробки передач:
1 – задній міст; 2 – коробка передач; 3 – корпус зчеплення; 4 – лонжеронна рама з двигуном

Для виконання операцій роз’єднання трактора за схемами поданими на рис. 2.11-2.13 використовують розроблений нами пристрій.

2.2. Розрахунок основних виробничих параметрів міжгосподарської ділянки

Основними показниками для розрахунку виробничих параметрів міжгосподарської ділянки є наступні:

- кількість ремонтних випробувань;
- трудомісткість виконання ремонту.

Кількість ремонтних втручань для тракторів ми визначаємо на основі планових показників напрацювання, які виписані з річного план графіка завантаження сільськогосподарської техніки.

Володіючи показником “кількість ремонтних втручань”, тобто кількість поточних і капітальних ремонтів, та показником трудомісткості поточного і капітального ремонту, визначаємо загальну трудомісткість проведення ремонтів.

Отримавши загальну трудомісткість визначаємо фонд часу і кількість робітників, які необхідні для виконання запланованого обсягу робіт за рік.

2.2.1.Визначення чисельності ремонтних втручань

Для визначення чисельності ремонтних втручань використовуємо груповий метод розрахунку. Вихідні дані для визначення кількості ремонтних втручань – середнє планове напрацювання на трактор, нормативне напрацювання на проведення поточного і капітального ремонту наведено в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Планове річне напрацювання на трактор

Марка трактора	Річне планове напрацювання				
	В ум.ет., га	$k_{пер}$	В мото-годинах	$K_{пер}$	В літрах витраченого палива
1	2	3	4	5	6
МТЗ-80	1583	1,15	1820	10,0	18200
МТЗ-82	1668	1,15	1917	10,0	19170
ЮМЗ-6АЛ	1078	1,33	1438	8,0	11504

З таблиці 2.1 бачимо, що найбільше річне напрацювання припадає на трактор МТЗ-82. На цей трактор планове напрацювання становить 1917 мотогодин. Найменше напрацювання 1438 мотогодин у трактора ЮМЗ-6АЛ.

Таблиця 2.2 – Періодичність поточного і капітального ремонту тракторів класу 14 кН.

Марка трактора	Нормативне напрацювання на проведення ремонту, мотогодин	
	Поточного	Капітального
1	2	3
МТЗ-80	2000	6000
МТЗ-82	2000	6000
ЮМЗ-6АЛ	2000	6000

З таблиці 2.2 видно, що напрацювання на кожен трактор однакове, і становить: - для капітального ремонту 6000 мотогодин; - для поточного ремонту 2000 мотогодин.

Під час експлуатації машинно-тракторного парку крім планових ремонтних втручань мають місце непланові – відмови, в яких також існує трудомісткість їх усунення.

Характерні несправності і трудомісткість їх усунення наведено у таблиці 2.3. Характерні несправності і ймовірність частота напрацювання на відмову визначено дослідно статистичним методом [21,22].

Таблиця 2.3 – Перелік основних несправностей тракторів класу 14кН для усунення яких необхідно роз'єднувати його елементи.

Причина несправності	Ймовірнісна частота напрацювання на відмову, мотогодин	Розрахункова трудомісткість усунення відмов, люд.год
1	2	3
Вихід з ладу підшипника маховика	3820	8,2
Вихід з ладу вінця маховика	5324	8,3
Вихід з ладу відтискного підшипника	6777	8,1
Вихід з ладу елементів муфти зчеплення	2424	8,5
Вихід з ладу первинного вала коробки передач	5240	14,7
Вихід з ладу підшипників № 203 коробки передач тракторів МТЗ-80, МТЗ-82	6385	15,8
Вихід з ладу важіля-вилки відтискного підшипника	2132	8,0
Вихід з ладу сальників колінвала	3240	18,7

З таблиці 2.3 бачимо, що основні несправності тракторів класу 14 кН, для усунення яких необхідно роз'єднувати його елементи пов'язані з таким елементом трактора як муфта зчеплення.

Орієнтовну кількість капітальних ремонтів розраховуємо для кожної марки трактора. Кількість капітальних ремонтів обчислюємо за формулою (2.1):

$$K_{к.р.} = \frac{B_i \cdot N_i}{Q_i} \quad (2.1)$$

де, B_i – середнє річне планове напрацювання на дану марку трактора, мотогодин;

N_i – кількість тракторів даної марки;

Q_i – нормативне напрацювання на проведення капітального ремонту, мотогодин.

Підставивши значення у (2.1) для трактора МТЗ-80 отримаємо:

$$K_{к.р.} = \frac{1820 \cdot 138}{600} = 41,86$$

Отже в плановому році передбачається проведення 42 капітальних ремонти.

Решту показників $K_{к.р.}$ проводимо аналітично, а результати заносимо в таблицю 2.4.

Кількість поточних ремонтів для тракторів визначимо за формулою (2.2):

$$K_{н.р.} = \frac{B_i \cdot N_i}{Q_i} - K_{к.р.} \quad (2.2)$$

Підставивши значення для трактора МТЗ-80 отримаємо:

$$K_{н.р.} = \frac{1820 \cdot 138}{2000} - 41,86 = 83,72$$

Приймаємо 84 поточних ремонти для тракторів МТЗ-80. Решту результатів розрахунку проводимо аналогічно і записуємо у таблицю 2.4.

Для визначення кількості непланових ремонтів використовують формулу (2.3)

$$K_{н.р.} = \frac{B_i}{Q_i} \quad (2.3)$$

де, B_i - загальне планове напрацювання тракторів даної в зоні обслуговування, мотогодин;

Q_i - середня ймовірнісна частота напрацювання на відмову, мотогодин.

Підставивши значення для трактора МТЗ-80 у формулу (2.3), отримаємо:

$$K_{н.р.} = \frac{251160}{4418} = 56,85$$

Приймаємо 57 непланованих ремонтів для трактора МТЗ-80. Решту розрахунків проводимо аналогічно і записуємо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку ремонтних втручань

Марка трактора	Капітальний ремонт		Поточний ремонт		Неплановий ремонт	
	К-сть	Трудо-місткість, люд.год	К-сть	Трудо-місткість, люд.год	К-сть	Трудо-місткість, люд.год
1	2	3	4	5	6	7
МТЗ-80	41,86/42	311	83,72/84	140	56,85/57	11,3
МТЗ-82	20,76/21	311	41,54/42	140	46,23/46	10,6
ЮМЗ-6АЛ	31,87/32	272	63,75/64	128	28,2/28	11,3

Аналізуючи таблицю 2.4 робимо висновок, що за розрахунками передбачається найбільше капітальних, поточних і непланових ремонтів для трактора МТЗ-80, це пояснюється тим, що кількість тракторів МТЗ-80 у зоні обслуговування є найбільшою.

2.2.2. Розрахунок трудомісткості ремонтних втручань

На підставі даних таблиці 2.4 можна визначити загальну трудомісткість ремонтів тракторів за рік, скориставшись виразом (2.4) [4].

$$T = T_{к.р.} + T_{п.р.} + T_{н.р.} \quad (2.4)$$

де, $T_{к.р.}$ - загальна трудомісткість капітального ремонту, люд.год;

$T_{п.р.}$ - загальна трудомісткість поточного ремонту;

$T_{н.р.}$ - загальна трудомісткість непланового ремонту.

Загальну трудомісткість капітального ремонту визначаємо за формулою (2.5)

$$T_{к.р.} = T_{к.р.1} \cdot N_1 + T_{к.р.2} \cdot N_2 + T_{к.р.3} \cdot N_3 \quad (2.5)$$

де, $T_{к.р.1}$, $T_{к.р.2}$, $T_{к.р.3}$ - трудомісткість капітального ремонту, відповідно тракторів МТЗ-80, МТЗ-82 і ЮМЗ-6АЛ, люд. год [9, 10];

N_1 , N_2 , N_3 - кількість капітальних ремонтів, відповідно тракторів.

Підставивши значення у (2.5) отримаємо:

$$T_{к.р.} = 311 \cdot 42 + 311 \cdot 21 + 272 \cdot 32 = 28297, \text{ люд.год}$$

Решту розрахунків $T_{н.р.}$ і $T_{н.р.}$ проводимо аналогічно, результати розрахунку записуємо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку трудомісткості

Марка трактора	Трудомісткість, люд.год			
	Капітальний ремонт	Поточний ремонт	Непланований ремонт	Разом
1	2	3	4	5
МТЗ-80	13062	11760	644	25166
МТЗ-80	6531	5880	488	12899
ЮМЗ-6АЛ	8704	8192	316	17212
Разом, люд.год	28297	25832	1448	55577

Підставивши значення у (2.4) отримаємо:

$$T = 28297 + 25832 + 1448 = 55777, \text{ люд.год}$$

Згідно проведених в підрозділах 2.2.1 і 2.2.2 розрахунків потрібно буде виконати 42 капітальних ремонтів для тракторів МТЗ-80, для МТЗ-82 – 21 капітальний ремонт і для тракторів ЮМЗ-6АЛ – 32 капітальних ремонтів. Сумарна трудомісткість проведення капітальних ремонтів становить 28297 люд.год. Потреба тракторного парку району в поточних ремонтах

наступна: - для тракторів МТЗ-80.1 необхідно провести 84 поточних ремонти, для МТЗ-82.1 необхідно провести 42 поточних ремонти, а для трактора ЮМЗ-6АЛ – 64 поточних ремонтів.

У підрозділах 2.2.1 і 2.2.2 проведено розрахунок кількості ремонтних втручань і їх трудомісткості. Пропонована дільниця займається ремонтом на вузькому рівні. Трудомісткість ремонту на вузькому рівні становить 24% загального капітального або поточного ремонту.

Для визначення трудомісткості ремонтних робіт, які будуть проводитися у міжгосподарській дільниці використовуємо формулу (2.6):

$$T_{м.д.} = T \cdot 0,24 \quad (2.6)$$

де, $T_{м.д.}$ - трудомісткість виконуваних робіт на міжгосподарській дільниці.

Підставивши значення у формулу (2.6) отримаємо:

$$T_{м.д.} = 55777 \cdot 0,24 = 13386 \text{ люд.год}$$

На міжгосподарській дільниці трудомісткість виконуваних робіт становить 13386 люд.год.

3. РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІНИ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 14 кН

Для зниження вартості ремонту, зменшення ризику травмованості робітників, зменшення часу перебування машини у ремонті необхідно зменшити час і трудомісткість виконання розбирально-складальних операцій, зменшити кількість робітників які залучені до виконання цих операцій.

Господарства не мають спеціального обладнання для виконання розбирально-складальних операцій, отже не мають можливості втконати на належному технічному рівні розбирально-складальних операції.

Тому виникає потреба у створенні обладнання, яке б дозволило при мінімальній трудомісткості робіт і обмеженій кількості робітників провести розчленування трактора, заміну коробки передач і зворотньому складанні агрегату.

Необхідно розробити пристрій, за допомогою якого можливо було: розчленувати трактор, зафіксувати його частини у визначному у просторі положенні, зняти коробку передач, встановити коробку передач у визначеному положенні, коректувати положення коробки передач, відносно розміщення заднього моста, розміщення передньої частини відносно коробки передач, можливість з мінімальними затратами праці встановити і з'єднати складові частини трактора, можливість швидкого монтажу обладнання на тракторі і надійне його фіксування.

3.1. Будова і принцип дії обладнання

Запропоноване обладнання для заміни коробки передач відображене в графічній частині дипломного проекту.

Обладнання складається із двох напрямних 2, які прикріплюються до рукавів заднього моста трактора за допомогою головок 5, передня частина балки опирається на гвинтовий домкрат 1, профіль балки має форму

двотавра, установка балок у вертикальній площині, у горизонтальній площині балки з'єднані жорстко за допомогою розпорки 9.

На напрямні встановлена опора передньої частини 3, яка складається із балки 1, станини 3, яка з'єднана шарнірно із балкою і супорта 4. За допомогою цих елементів конструкції опори є можливість відкоректувати положення кріпильних отворів опори передньої частини трактора. Супори із станиною з'єднані за допомогою направляючих виступів і канавок, в яких трапецеєвидний профіль. На напрямних також встановлена опора коробки передач 4, яка має будову аналогічну опорі передньої частини трактора.

У передній частині напрямних 2, приварені вуха, також вуха приварені до кріпильного опорного елементу опори передньої частини трактора 1. Опора 1 з'єднана з напрямними за допомогою двох гвинтових тяг 6, за допомогою яких здійснюється переміщення опори 3 відносно напрямних 2.

Опора 3 з'єднана з опорою коробки передач 4 за допомогою гвинтових тяг 7, за допомогою яких опора 4 може переміщуватись відносно напрямних 2. Для зменшення зусилля для переміщення опор по балках використані антифрикційні пластини 8, які приклеєні до напрямних 2.

Напрямні 2 одним кінцем кріпляться до нижньої частини рукавів заднього моста трактора за допомогою головки 5 і стремени 2, передня частина направляючих встановлених на домкрат 1, домкратами 1 коректується положення балок у горизонтальній площині встановлюється розпірна тяга 9.

Після коректування встановлюється поперечна опора 3, підводиться до технологічних отворів у корпусі муфти зчеплення і фіксується.

Відкоректувавши опору 3, встановлюється опора 4, після попередньо-виконаних операцій від'єднання: розбирання, проводиться регулювання опори 4, відносно кріпильних отворів коробки передач, прикріпивши опору 5, гвинтовими тягами 7, відводимо коробку передач на необхідну віддаль і знімаємо, вивівши із зачеплення пази станини і виступи супорта.

3.2. Розрахунок на міцність основних елементів конструкції

3.2.1.Перевірочний розрахунок балки на міцність

Вихідні дані:

Сила $P_1=2630H$;

Сила $P_2=975H$;

Довжина $l=2300мм$;

Профіль – двутавр;

Матеріал – Ст 3;

Довжина $l_1=1150 мм$;

Довжина $l_2=l_3=575мм$;

Момент опору $W=39,7 см^3$;

Допустимі напруження згину $[\sigma]_{зг} = 160 МПа$.

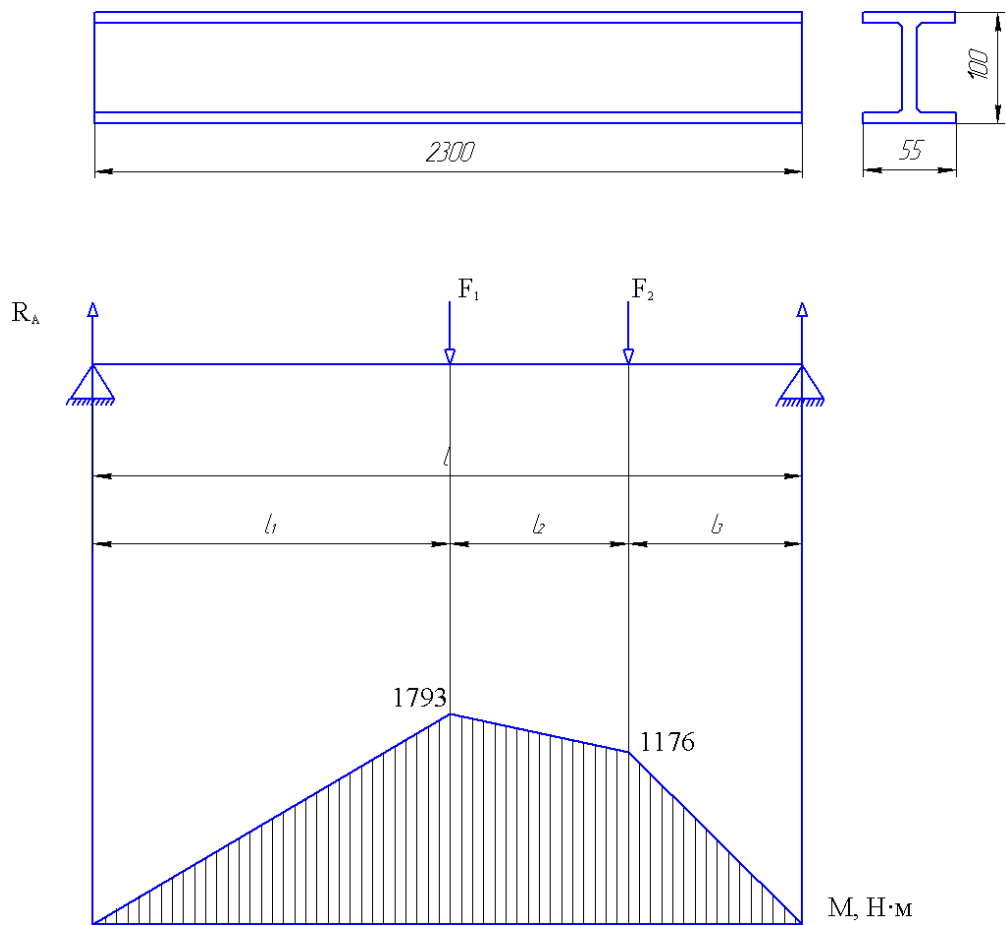


Рисунок 3.1 – Схема розрахунку балки на міцність.

Перевіряємо вибраний конструктивний переріз балки з умови міцності за напруженнями згину [1,7,8,15]:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]_{зг} \quad (3.1)$$

де M_{\max} - максимальний згинальний момент, Н·м;

W – момент опору перерізу, см³.

Визначаємо реакції, які виникають в опорах балки, за допомогою рівнянь моментів відносно точки.

Складаємо рівняння моментів відносно точки A :

$$\sum M_A = 0; -P_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot (l_2 + l_1) + R_B \cdot l = 0 \quad (3.2)$$

З рівняння (3.2) визначаємо R_B :

$$R_B = \frac{P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot (l_1 + l_2)}{l};$$

підставивши значення:

$$R_B = \frac{975 \cdot 0,575 + 2630 \cdot (1,15 + 0,575)}{2,3} = 2046 \text{ Н.}$$

Складаємо рівняння моментів відносно точки B .

$$\sum M_B = 0; P_2 \cdot l_3 + P_1 \cdot (l_2 + l_3) - R_A \cdot l = 0 \quad (3.3)$$

З рівняння (3.3) визначаємо R_A :

$$R_A = \frac{P_2 \cdot l_3 + P_1 \cdot (l_2 + l_3)}{l}.$$

Підставивши значення отримаємо:

$$R_A = \frac{975 \cdot 0,575 + 2630 \cdot (0,575 + 0,575)}{2,3} = 1558 \text{ Н.}$$

Перевіряємо правильність розрахунку склавши рівняння сил [1,7]:

$$R_A - P_1 - P_2 + R_B = 0 \quad (3.4)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$1558 - 2630 - 975 + 2046 = 0$$

З перевірку видно, що реакції визначені правильно.

Визначаємо згинальні моменти, які виникають у балці:

$$M_1 = R_A \cdot l_1; \quad (3.5)$$

$$M_2 = R_B \cdot l_2; \quad (3.6)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$M_1 = 1558 \cdot 1,15 = 1793 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_2 = 2046 \cdot 0,575 = 1176 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Епюра згинальних моментів показана на рис. 3.1.

Визначаємо максимальні напруження згину, які виникають у балці і порівнюємо їх із допустимими із умови міцності:

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{1793}{39,7} = 45,2 \text{ МПа}$$

$$45,2 < [160]$$

Балка відповідає умові міцності за напруженнями згину.

3.2.2. Перевірочний розрахунок стремена

Вихідні дані:

Діаметр стремена $d=16 \text{ мм}$;

Матеріал стремена $Ст 3$;

Допустиме напруження розриву $[\sigma]=160 \text{ Мпа}$;

Внутрішній діаметр різі $d_1=14,38 \text{ мм}$;

Сила, прикладена до стремена $F=R_B=2046 \text{ Н}$.

На стержень стремена діє розтягаюча сила рівна [8,15]:

$$F_1 = \frac{R_B}{4} \quad (3.7)$$

Умова міцності має слідуючий вигляд:

$$\sigma_p \leq [\sigma]_p \quad (3.8)$$

де $[\sigma]_p$ - допустимі напруження розриву, МПа; σ_p - максимальні напруження, які виникають у стержні, МПа.

Напруження, які виникають у стержні визначаємо із формули [1,7]:

$$\sigma_p = \frac{\beta \cdot F_1}{A} \quad (3.9)$$

де β – коефіцієнт, який враховує кручення стержня, $\beta=1,3$; A – площа поперечного перерізу стержня, м^2 .

Площа поперечного перерізу рівна:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.10)$$

де, d_1 – внутрішній діаметр різі стержня, мм .

Визначаємо напруження розриву, які виникають у стержні, підставивши (3.7) і (3.10) у (3.9) отримаємо:

$$\sigma_p = \frac{\beta \cdot R_B}{\pi \cdot d_1^2} \quad (3.11)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$\sigma_p = \frac{1,3 \cdot 2046}{3,14 \cdot (14,38 \cdot 10^{-3})^2} = 4,1 \text{ МПа}$$

Порівняння напруження розриву, що виникають із допустимими отримаємо:

$$4,1 < [160]$$

Стремено відповідає умови міцності за напруженнями розриву.

3.2.3. Перевіряючий розрахунок опори коробки передач розриву.

Вихідні дані для розрахунку:

Матеріал балки – *Ст 3*;

Допустимі напруження згину $[\sigma]_{\text{за}} = 160 \text{ МПа}$;

Ширина балки $a = 260 \text{ мм}$;

Товщина $v = 10 \text{ мм}$;

Довжина $l =$;

Сила, прикладена до краю балки $F_2 = 782 \text{ Н}$.

Схема розрахунку зображена на рисунку 3.2.

Перевіряючий розрахунок проводимо за напруженнями згину виходячи з умови [1,15]:

$$\sigma_{\text{зе}} \leq \frac{M_{\text{max}}}{W} \leq [\sigma]_{\text{зе}} \quad (3.12)$$

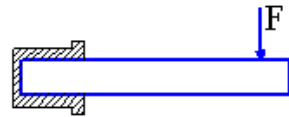
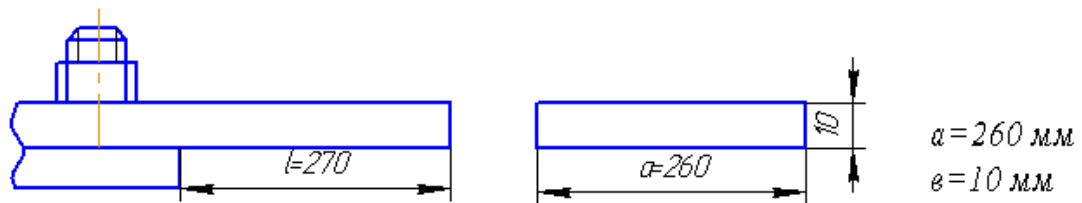


Рисунок 3.2 – Схема розрахунку опори коробки передач

де, M_{\max} - максимальний згинальний моменти, Н·м;

W - момент опору перерізу, см^3 .

Визначаємо згинальний момент, виникає в опорі:

$$M = F_2 \cdot l \quad (3.13)$$

Визначаємо момент опору перерізу:

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6}$$

Підставивши значення у (3.12) і (3.13) отримаємо:

$$M = 782 \cdot 0,27 = 211,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$W = \frac{26 \cdot 1}{6} = 4,33 \text{ см}^3$$

Визначаємо напруження згину, які виникають у балці:

$$\sigma = \frac{211,3}{4,33} = 48,77 \text{ МПа}$$

Умова міцності дотримується:

$$\sigma_{\text{зг}} \leq [\sigma]_{\text{зг}} \quad 48,77 < [160]$$

3.2.4. перевіряючий розрахунок гвинта гвинтової тяги

Вихідні дані для розрахунку:

Довжина стержня $l=0,45 \text{ м}$;

Діаметр стержня $d=20 \text{ мм}$;

Допустимий коефіцієнт запасу стійкості $[S]_y=2$;

Матеріал гвинта – Ст 3;

Модуль пружності $E=2 \cdot 10^5$ МПа;

Коефіцієнт приведення довжини $\mu=1$

Сила, прикладена до стержня $F_3=1659$ Н.

Визначаємо момент інерції для круга:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{4} \quad (3.14)$$

Радіус інерції визначаємо за формулою [7,8,15]:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (3.15)$$

де A – площа поперечного перерізу гвинта.

Підставивши (3.14) у (3.15) отримаємо:

$$i = \frac{d}{4} \quad (3.16)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$i = 20 \cdot 10^{-3} / 4 = 5 \cdot 10^{-3}$$

Визначаємо гнучкість стержня за формулою:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i} \quad (3.17)$$

Підставивши значення у (5.17) отримаємо:

$$\lambda = \frac{1 \cdot 0.45}{5 \cdot 10^{-3}} = 90$$

де, λ - показник гнучкості стержня.

Для такого значення показника гнучкості не використовується для розрахунку формула Ейлера.

Визначимо критичне напруження за формулою Яшинського:

$$\sigma_{кр} = a - b \cdot \lambda \quad (3.18)$$

де, a і b – коефіцієнти, які залежать від марки матеріалу, при $\lambda=40...100$ для

Ст 3: $a=310$ МПа, $b=1,14$ МПа.

Підставивши значення у (3.18) отримаємо:

$$\sigma_{кр} = 310 - 1,14 \cdot 90 = 207,4 \text{ МПа}$$

Визначаємо критичну силу за формулою:

$$F_{кр} = \sigma_{кр} \cdot A \quad (3.19)$$

Підставивши значення у (3.19) отримаємо

$$F_{кр} = 207,4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} = 65,12 \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу стійкості за формулою:

$$S_y = \frac{F_{кр}}{F} \quad (3.20)$$

Підставивши значення у (5.20) отримаємо:

$$S_y = \frac{65,12}{4,659} = 13,9$$

Коефіцієнт запасу стійкості відповідає умові:

$$[S]_y < S \quad [2] < 13,9$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці

У процесі трудової діяльності людина за допомогою певних знарядь-машин, інструментів, пристроїв діє на предмет праці в умовах існуючого середовища. Залежно від характеру праці на людину можуть впливати різні середовища: механічні, електричні, хімічні, теплові, електромагнітні, радіаційні, біологічні та інші. Організм людини здатен переносити без наслідків такі дії лише, якщо вони не перевищують певних рівнів і тривалості.

Небезпечний виробничий фактор – це такий, дія якого на працюючого у певних умовах призводить до травми або іншого раптового погіршення стану здоров'я людини.

Небезпечні і шкідливі фактори поділяються на групи: фізичні, біологічні і фізіологічні та психологічні.

При розробці засобів для запобігання виробничого травматизму і захворюваності працюючих спеціалістів найбільш цікавлять шкідливі і небезпечні фактори.

Небезпечні виробничі фактори поділяють на:

- явні, якщо їх дія на людину очевидна і для їх запобігання необхідні певні заходи;
- потенційні, які можуть діяти на людину при певних їх діях, виникненні аварій.

Виробнича безпека – стан виробництва, при якому існує можливість дії небезпечного виробничого фактору на людину з погіршенням стану здоров'я людини. Поняття "виробнича безпека" трактується лише відносно порушення стану здоров'я людей. Інші безпеки матимуть інші визначення: пожежна безпека, радіаційна безпека, безпека вибуху, безпека руйнування [6,13,14].

Небезпечна зона – це простір, у якому можлива дія небезпечного шкідливого фактору на працівника.

Від справності інструмента, який ми застосовуємо при ремонті с.г. техніки, багато в чому залежить безпека робітників.

Основні вимоги правил безпеки праці до всіх видів інструментів зводяться до того, щоб користуватися ними було зручно, і користування не стало причиною травм, за станом інструменту повинні слідкувати самі робочі.

Монтажний інструмент в процесі використання спрацюється, порушується їх форма і розміри, а в деяких випадках бувають тріщини і злами. З таким інструментом працювати не рекомендується, так як значні зусилля, які прикладаються при розбирально-складальних операціях можуть призвести до поломки інструментів і травмуванню робочих [6,13,14].

При виконанні розбирально-складальних операцій все більше застосовують пневмоінструменти, особливо гайкокрути. З'єднання гайкокрутів з повітреподаючими шлангами повинні бути надійні і не допускати втрати повітря, наконечники шпинделя не повинні мати деформованих граней, повинен забезпечувати надійне утримання головок, які знімаються під час обертання.

Знімачі, які використовуються на розбиральних роботах, повинні бути без тріщин і не деформовані, без пошкодженої різи. Зрив знімача при його використанні може привести до травмування робітника.

Забороняється працювати на несправних стендах, установках з обертальними деталями деталями, які не обладнані захистом.

При завершенні роботи на робочому місці з машинами, які споживають електроенергію, необхідно відключити їх від електричної сітки. Необхідно також дотримуватись правил електробезпеки.

Абразивний круг працює з великою коловою швидкістю, дуже чутливий до ударів, які можуть призвести до руйнування під дією центробіжної сили. Крім цього, при роботі абразивного круга відділяються

частинки круга і металу, які можуть викликати опіки лиця і травмування очей. При ручній подачі оброблюваного виробу можливе захоплення виробу кругом, між предметним столиком і робочим органом, що призводить до травми рук.

На робочих місцях необхідно дотримуватись правил безпеки праці, що наведені в інструктажі по техніці безпеки.

4.2. Розробка проекту заходів покращення умов праці і безпеки праці

4.2.1. Покращення виробничої санітарії

Характерною особливістю с.г. виробництва є те, що більшість робіт виконуються в умовах де діють атмосферні фактори. Крім цього в робочу зону часто попадають шкідливі речовини. При зростанні рівнів концентрації. Інтенсивності, періоду дії понад гранично допустимі межі, вони шкідливо діють на організм людини, в деяких випадках загрожують їх життю.

Санітарні норми і положення широко застосовують при проектуванні різних технологій, виробничих процесів, систем при організації робочих місць.

Виробнича санітарія – це система організаційних заходів і технічних заходів, що запобігають або зменшують дію шкідливих виробничих факторів.

У створенні сприятливих умов праці ефективним засобом є вентиляція – процес організованої і регульованої заміни повітря в забруднених, різними домішками повітря, приміщеннях залежно від способу переміщення повітря вентиляції буває: природна і механічна (примусова) [6,13,14].

Для покращення виробничої санітарії в приміщенні ремонтної майстерні розробляємо проект вентиляційної системи. При цьому розрахунки проводимо наступним чином:

a) розробляємо схему вентиляційної мережі з поворотами, переходами, розгалуженнями та іншими елементами, розбиваючи їх на окремі ділянки і

підбиваємо розміри повітропроводів. Схема вентиляційної мережі зображена на рисунку 4.1.

б) визначаємо кількість повітря для необхідного обміну і подачу вентилятора.

Вихідні дані для розрахунку

Об'єм повітря у приміщенні $V=1920 \text{ м}^3$;

Показник кратності $k=2 \text{ год}^{-1}$;

Коефіцієнт запасу $k=1,3\dots 2$.

Необхідну кількість повітря для забезпечення необхідного повітреобміну визначаємо за формулою (4.1):

$$L = \kappa_3 \cdot \kappa \cdot V \quad (4.1)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$L = 1.5 \cdot 2 \cdot 1920 = 3840 \text{ м}^3/\text{год}$$

в) визначаємо втрати напору на прямих ділянках.

На прямих ділянках втрати напору визначаємо за формулою (4.2):

$$H_B = \psi_\tau \cdot l_T \cdot \gamma_3 \cdot V_c^2 / 2 \cdot d_T \quad (4.2)$$

де, ψ_τ - коефіцієнт, що характеризує втрати напору в трубопроводах (для металевих труб $\psi_\tau = 0,02$); V_c - середня швидкість повітря на розрахунковому відрізку магістралі (для ділянок, що прилягають до вентилятора, приймається 8...12 м/с, а для віддалених 1...4 м/с); γ_3 - щільність повітря, кг/м³; l_T - довжина ділянки труби, м; d_T - діаметр труби, що прийнятий на певній ділянці, м.

Підставивши значення у (4.2) отримаємо:

$$H_B = 0,02 \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot 10^2 / 2 \cdot 0,32 = 18,75 \text{ Па}$$

Решту результатів розрахунку заносимо у таблицю 6.1.

г) Визначаємо місцеві втрати напору у переходах коліях жалюзях тощо.

Місцеві втрати напору визначимо за формулою (4.3):

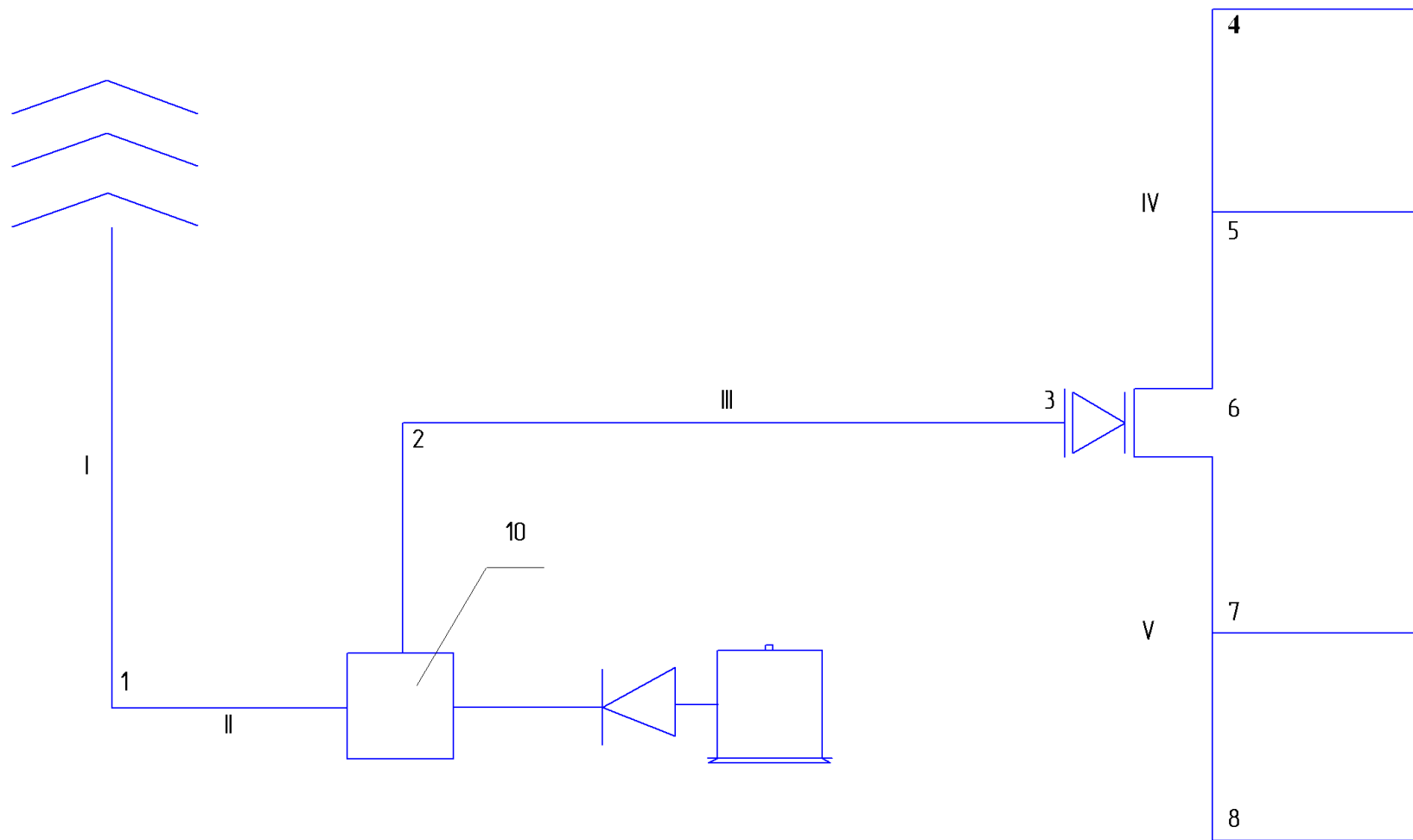


Рисунок 4.1 – Схема вентиляторної перехідної мережі.

I,II,III,IV,V – ділянки мережі; 1,2,4,5,6,7,8 – згини повітропроводів; 3 – перехід; 10 – вентилятор

$$H_M = 0,5 \cdot \psi_m \cdot V_c^2 \cdot Y_3 \quad (4.3)$$

де ψ_i - коефіцієнт місцевих втрат напору, $\psi_i = 1,1$.

Підставивши значення в (4.3) отримаємо:

$$H_M = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,2 = 66 \text{ Па}$$

Решту результатів розрахунку заносимо в таблицю 4.1.

д) Визначаємо сумарні втрати напору на ділянці і у цілому на лінії.

сумарні втрати напору на ділянці визначаємо за формулою (4.4):

$$H_n = H_B = \sum H_o \quad (4.5)$$

де, H_B - напір вентилятора, Па.

Підставивши значення у (4.5) отримаємо:

$$H_n = 84,75 + 77,25 + 63 + 127,8 + 127,8 = 480,6 \text{ Па}$$

е) За величиною максимальних втрат, користуючись номограмою (рис 36 [6,13,14]) вибираємо: номер вентилятора $N_b = 4 \frac{1}{2}$, коефіцієнт корисної дії

$\eta_e = 0,58$, безрозмірна величина $A = 3500$.

є) Обчислюємо частоту обертання ротора вентилятора.

Частоту обертання ротора вентилятора визначаємо за формулою (4.6):

$$n_B = \frac{A}{N} \quad (4.6)$$

Підставивши значення у (4.6) отримаємо:

$$n_B = \frac{3500}{4,5} = 777,8 \text{ об/хв.}$$

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку вентиляційної мережі

	Номер ділянки вентиляційної мережі				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
H_B	18,75	11,25	30	48	48
H_M	66	66	33	79,8	79,8
H_D	84,75	77,25	63	127,8	127,8

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗ'ЄДНАННЯ ТРАКТОРА НА АГРЕГАТИ

Розрахунковий економічний ефект від запровадження розробленого обладнання визначаємо за формулою [17]:

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

де B_p - вартість оцінки результатів, які отримані за розрахунковий період;

Z_p - вартісна оцінка витрат що пов'язані з використанням обладнання.

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

$$B_t = \alpha_t C_t A_t P_t, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де α_t - коефіцієнт зведення показників до розрахункового року (значення коефіцієнта α_t подані в таблиці 5.1);

C_t - економія коштів під час використання розробленого обладнання для роз'єднання трактора, грн.;

A_t - кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році, шт.;

P_t - загальна кількість ремонтів з використанням розробленого обладнання в t -тому році м, шт.

Кількість ремонтних втручань для 2023 року P_{2023} з використанням розробленого обладнання визначаємо з виразу [17]:

$$P_{2023} = W_{кр} \cdot \eta_{кр} + W_{нр} \cdot \eta_{нр} + W_{нр} \cdot \eta_{нр}, \quad (5.3)$$

де $W_{кр}$, $W_{нр}$, $W_{нр}$ – відповідно очікувана програма капітальних ремонтів, поточних ремонтів та не планованих ремонтів, шт.;

$\eta_{нр}$, $\eta_{ув}$ – відповідно частка капітальних, поточних та непланових ремонтів, при яких виконується роз'єднання трактора, $\eta_{кр} = 1$, $\eta_{нр} = 1$; $\eta_{нр} = 0,6$.

Для решти років P_t визначаємо з виразу:

$$P_t = P_{t-1} b, \text{ шт.}$$

де b – коефіцієнт збільшення обсягів виробництва, $b = 1,03$.

Підставивши результати розрахунків у формулу (5.3) отримаємо:

$$P_t = 95 \times 1 + 190 \times 0,5 + 131 \times 0,2 = 214 \text{ шт.}$$

Економію коштів на виконанні однієї операції роз'єднання і з'єднання трактора для 2023 року визначаємо за формулою [17]:

$$C_{2023} = (C_1 + C_2) \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де C_1 - економія коштів за рахунок зменшення оплати праці на операції роз'єднання і з'єднання трактора, грн.;

C_2 - економія коштів за рахунок скорочення тривалості простою трактора під час ремонту, грн.

Економію коштів за рахунок зменшення оплати праці визначаємо за формулою [17]:

$$C_1 = C_p (t_1 - t_2) \text{ грн.}, \quad (5.5)$$

де C_p - середня година тарифна ставки робітників, $C_p = 150$ грн. год.;

t_1 - середня тривалість роз'єднування і з'єднування трактора без застосування розробленого обладнання, $t_1 = 7$ год.;

t_2 - середня тривалість роз'єднування і з'єднування трактора із застосуванням розробленого обладнання, $t_2 = 4,8$ год.

Економію коштів за рахунок скорочення тривалості простою тракторів визначаємо за формулою [17]:

$$C_2 = Z_n \times (t_1 - t_2), \text{ грн.}, \quad (5.6)$$

де Z_n - середні приведені втрати від години простою трактора, $Z_n = 22$ грн/год. [9, 10].

Підставивши відповідні значення у формулу (5.5), (5.6) отримаємо:

$$C_1 = 150 \times (7 - 4,8) = 330 \text{ грн.}$$

$$C_2 = 22 \times (7 - 4,8) = 484 \text{ грн.}$$

Тоді середня економія під час роз'єднування і з'єднування трактора за рахунок використання розробленого обладнання становитиме:

$$C_{2023} = 330 + 484 = 814 \text{ грн.}$$

Для решти років економію коштів на одиниці продукції визначаємо з виразу:

$$C_t = C_{t+1} f, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де f – коефіцієнт, що враховує співвідношення зміни цін і купівельної спроможності грошей, $f = 1,15$.

Підставивши отримані значення у формулу (5.2) визначаємо вартісну оцінку результатів для 2023 року:

$$B_{2023} = 1 \times 1430 \times 1 \times 214 = 306,020 \text{ тис.грн.}$$

Вартісну оцінку витрат на виготовлення і запровадження обладнання у виробництво визначаємо з виразу [17]:

$$Z_6 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де C_1 - вартість виготовлення конструкторської та технологічної документації, $C_1 = 4300$ грн.;

C_2 - вартість матеріалів, $C_2 = 5500$ грн.;

C_3 - вартість комплектуючих, $C_3 = 1300$ грн.;

C_4 - вартість виготовлення деталей, $C_4 = 1400$ грн.;

C_5 - вартість складально-монтажних і налагоджувально-випробовуваних робіт, $C_5 = 800$ грн.;

C_6 - витрати на організацію та підготовку виробництва за новою технологією, $C_6 = 600$ грн.

Значення показників $C_1 \dots C_6$ прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів ремонтної майстерні та працівників кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ЛНУП.

$$Z_6 = 4300 + 5500 + 1300 + 1400 + 800 + 600 = 13,900 \text{ тис.грн.}$$

Значення вартісної оцінки витрат для наступних років використання визначаємо з виразу [17]:

$$Z_t = \alpha_t Z_6 K_{екс} r, \text{ грн.}, \quad (5.9)$$

де $K_{екс}$ - коефіцієнт, що враховує частку початкових витрат на утримання обладнання у справному роботоздатному стані, $K_{екс} = 0,25$;

r – коефіцієнт зміни співвідношення цінових показників, $r = 1,15$.

$$Z_{2024} = 0,9091 \times 13900 \times 0,25 \times 1,15 = 7,266 \text{ тис. грн.}$$

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

Скориставшись даними табл. 5.1 і підставивши отримані значення у формулу (5.1) визначаємо розрахунковий економічний ефект.

$$E_p = 53381 - 3286 = 50095 \text{ грн.}$$

Строк окупності даного обладнання визначаємо з виразу [17]:

$$T_{ок} = P Z_p / E_p, \text{ років,} \quad (5.10)$$

де P – запланований термін використання обладнання.

$$T_{ок} = 8 \times 52,811 / 2214,17 = 0,19 \text{ року}$$

Отже строк окупності обладнання становить 2,4 місяців.

Таблиця 5.1 - Результати розрахунку економічного ефекту від запровадження стенду для роз'єднання трактора на агрегати

Показники	Роки використання обладнання								Разом
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Π_t - річна програма надання ремонтних послуг , шт.	214	220	227	233	241	248	255	263	1901
\mathcal{C}_t -економія коштів на одному ремонтному втручанні, тис.грн.	1,43	1,49	1,56	1,63	1,70	1,79	1,86	1,94	
α_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, тис.грн.	306,02	298,00	292,64	285,34	279,82	275,63	267,74	261,79	2266,98
Z_t -вартісна оцінка затрат, тис. грн.	13,900	7,266	6,605	6,005	5,459	4,962	4,512	4,102	52,811
E_t -економічний ефект, тис. грн.	292,12	290,73	286,03	279,33	274,36	270,67	263,23	257,69	2214,17

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Вивчення стану питання технічного обслуговування і ремонту тракторів в умовах господарств показало, що в господарствах відсутня належна матеріально-технічна база для своєчасного і якісного ремонту агрегатів тракторів класу 14кН.

2. Відсутність сучасної дієвої системи організації ремонту тракторів з мінімізацією операцій відповідно до їх технічного стану, вимагає розробки спеціальних ресурсощадних технологій і створення спеціалізованих ремонтно-обслуговуючих дільниць.

3. Для ремонту тракторів класу 14кН достатньо створити робоче місце, на якому буде працювати сім робітників, причому подібність конструкцій тракторів дозволяє на перспективу охопити всі марки тракторів і розширити штати робочого місця.

4. Запропоновану в проекті конструкцію обладнання для роз'єднання тракторів можна виготовити в ремонтних майстернях господарств і доцільно застосовувати в сільськогосподарських підприємствах.

5. Доцільність застосування розробленого обладнання для роз'єднання тракторів на агрегати підтверджується розрахунковим економічним ефектом, що становитиме понад 2214,17 тис. грн за вісім років використання обладнання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Москва: Машиностроение, 2006. 559с.
2. Ященко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Ященко 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: 4.04.2023).
12. Запчастини для трактора ЮМЗ 6 https://d-detal.com.ua/ru/zapchasti-yumz/?tracking=60190cb311b4b&gclid=CjwKCAjw4ZWkBhA4EiwAVJXwqc-MyкyNXbCW3H5Hc1o4Fr_rBdzaJU_nWzBf4ge6BYOnoaz1hNOFgBoCGC IQAvD_VwE (дата звернення: 7.04.2023).
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. Муфта зчеплення трактора МТЗ-80, самостійне регулювання і ремонт. <http://agro-service.com.ua/news/mufta-stsepleniya-traktora-mtz-80-samostoyatel'naya-regulirovka-i-remont> (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.