

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: „Вдосконалення операцій і технологічного оснащення ремонту
муфти зчеплення самохідних машин”

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Опанасюк Владислав Петрович _____
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Чухрай В.Є. _____
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Опанасюку Владиславу Петровичу

1. Тема проєкту: „ *Вдосконалення операцій і технологічного оснащення ремонту тмуфти зчеплення самохідних машин* ”

Керівник проєкту: *Чухрай Володимир Євгенович, к.т.н., доц.*

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року № 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 6 червня 2024 року.

3. Вихідні дані: *науково-технічна література з питань будови, технічного обслуговування і ремонту машин; технологічного оснащення для виконання операцій демонтажу та розбирання агрегатів, відновлення деталей*

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Основні дані про муфти зчеплення тракторів класу 1.4

2. Технологія усунення несправності муфти зчеплення трактора класу 1.4

3. Розробка пристрою для відновлення веденого диска муфти зчеплення

4. Охорона праці

5. Розрахунок економічного ефекту від використання пристрою для знімання і встановлення агрегатів вантажних автомобілів

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Несправності зчеплення та способи їх усунення (1 арк. формату А-1)
 2. Основні елементи процесу роз'єднання тракторів класу 1.4 (1 арк. формату А-1)
 3. Обладнання для відведення агрегатів трактора СК (1 арк. формату А-1)
 4. Загальний вигляд пристрою для відновлення веденого диску СК (1 арк. формату А-1)
 5. Узли пристрою та робочі креслення деталей (1 арк. формату А-1)

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Чухрай В.Є к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4				

7. Дата видачі завдання: 27 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: Основні дані про муфти зчеплення тракторів класу 1.4</i>	27.11.2023– 15.02.2024	
2.	<i>Виконання розділу: Технологія усунення несправності муфти зчеплення трактора класу 1.4</i>	16.02.2024– 14.03.2024	
3.	<i>Виконання розділу: Розробка пристрою для відновлення веденого диска муфти зчеплення</i>	15.03.2024– 25.04.2024	
4.	<i>Написання розділу: Охорона праці</i>	26.04.2024– 8.05.2024	
5.	<i>Виконання розділу: Розрахунок економічного ефекту від використання пристрою для відновлення веденого диска муфти зчеплення</i>	9.05.2024– 16.05.2024	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини</i>	17.05.2024– 06.06.2024	

Студент _____ *Владислав Опанасюк*
(підпис)

Керівник проєкту _____ *Володимир Чухрай*

УДК 631.3.

Опанасюк В.П. “Вдосконалення операцій і технологічного оснащення ремонту муфт зчеплення самохідних машин”

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

54 стор. текс. част., 21 рис., 5 табл., 5 арк. ілюстр. матер., 27 бібліогр. джерел.

Подано характеристику муфти зчеплення найбільш поширених тракторів класу 1.4. розглянуто будову і принцип дії муфт зчеплення, їх приводів, переваг та недоліків. Здійснено прогнозування можливих варіантів відмов зчеплення за умови експлуатації з дотриманням технічних вимог, розглянуто їх причин, види прояву та способи усунення відмов. Проілюстровано поетапну зміну трактора під час виконання операцій для створення доступу до деталей муфти зчеплення з використанням обладнання для відведення агрегатів з допомогою кареток оснащених домкратами.

Розроблено конструкцію оснащення для ремонту ведених дисків зчеплення, описано його будову і принцип дії, виконано розрахунок елементів обладнання на міцність

Розглянуто питання охорони праці

Проведено розрахунок економічного ефекту від використання оснащення для ремонту муфти зчеплення. Доцільність виготовлення і запровадження у виробництво оснащення для ремонту ведених дисків зчеплення підтверджується очікуваним сумарним розрахунковим економічним ефектом в сумі понад 476 тис. грн.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ОСНОВНІ ДАНІ ПРО МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 1.4	7
1.1. Характеристика муфти зчеплення найбільш поширених тракторів класу 1.4	7
1.2. Будова і принцип дії муфти зчеплення	8
2. ТЕХНОЛОГІЯ УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРА КЛАСУ 1.4	17
2.1. Прогнозування можливих варіантів відмов за умови експлуатації з дотриманням технічних вимог	17
2.2. Операції для створення доступу до деталей муфти зчеплення	20
2.3. Демонтаж муфти зчеплення з маховика двигуна	28
3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕДЕНОГО ДИСКА МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ	30
3.1. Ескізна розробка пристрою для висвердлювання заклепок з веденого диска	30
3.2. Призначення, будова і принцип дії пристрою	33
3.2.1. Будова і принцип дії колони	34
3.3. Розрахунок деталей на міцність	35
3.3.1. Розрахунок витків різьби на міцність	35
3.3.2. Розрахунок валу ексцентрика	37
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів складання та розбирання машин	40
4.2. Вимоги безпеки до території, приміщень, обладнання і виробничих процесів ремонтних підрозділів	43
4.3. Пожежна безпека	44
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕДЕНОГО ДИСКА МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ	46
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ВСТУП

Ремонт та обслуговування муфти зчеплення тракторів класу 1.4 є однією з найважливіших складових технічного сервісу і експлуатації енергетичних засобів. Муфта зчеплення відіграє основну роль у передачі крутного моменту від двигуна до трансмісії, забезпечуючи безперебійну роботу трактора в різних умовах експлуатації. Від її надійності та правильного функціонування залежить продуктивність трактора, ефективність і вчасність виконання сільськогосподарських робіт та безпека оператора.

Трактори класу 1.4 широко використовуються в сільському господарстві завдяки своїй універсальності та здатності виконувати широкий спектр завдань: від оранки та посіву до збору врожаю і транспортування вантажів. Проте, інтенсивна їх експлуатація призводить до зносу та можливих пошкоджень елементів муфти зчеплення, що може вимагати проведення ремонту із заміною певних деталей.

Основними завданнями під час ремонту муфти зчеплення є відновлення її працездатності, забезпечення надійного з'єднання і роз'єднання двигуна з трансмісією, а також продовження терміну служби трактора. У зв'язку з цим, особлива увага приділяється діагностиці технічного стану, правильному вибору матеріалів та запчастин для ремонту, а також дотриманню вимог до технологічних процесів, що реалізуються під час ремонту.

Метою даної дипломної роботи є вивчення конструктивних особливостей муфти зчеплення тракторів класу 1.4, аналіз типових пошкоджень її деталей та методів їх усунення, розробка рекомендацій щодо проведення ремонтних робіт. Одним з важливих стоїть завдання запропонувати пристрій для висвердлювання заклепок з веденого диска муфти зчеплення, який дозволить уникнути пошкодження його елементів.

1. ОСНОВНІ ДАНІ ПРО МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 1.4

1.1. Характеристика муфти зчеплення найбільш поширених тракторів класу 1.4

Зчеплення призначене для передачі потужності від двигуна до трансмісії, а також короткочасного відокремлення від двигуна трансмісії. Муфта зчеплення також служить для плавного з'єднання двигуна під час рушання трактора з місця, при перемиканні передач і при гальмуванні робочими гальмами. Крім того, зчеплення оберігає деталі двигуна і трансмісії від перевантажень, пошкоджень і поломок деталей при різкому збільшенні частоти обертання колінчастого валу та різкій зміні швидкості руху трактора.

В таблиці 1.1 наведено дані про муфти зчеплення тракторів класу 1.4

Таблиця 1.1 - Основні параметри муфт зчеплення тракторів класу 1.4

Тип зчеплення	Фрикційне, одно або двох дискове, сухе, постійно замкнутого типу
Число натискних пружин	Від шести до дев'яти
Тип з'єднання веденого диска з валом силової передачі	Демпферним механізмом у переважній більшості з чотирма пружинами
Привод керування зчепленням	Старі моделі: - механічний привод жорсткими елементами; - механічний тросовий привод
	Сучасні моделі: Гідравлічний привод; Електрогідравлічний привод
Повний хід педалі вимикання зчеплення	Для механічного приводу від 120 мм до 180 мм
Вільний хід педалі при увімкненому зчепленні	Від 20 мм до – 40 мм

1.2 Будова і принцип дії муфти зчеплення

На рисунку 1.1 показано в розрізі зчеплення, понижуючий редуктор і привод незалежного валу відбору потужності, яке належить тракторам класу 1.4. [3,4]

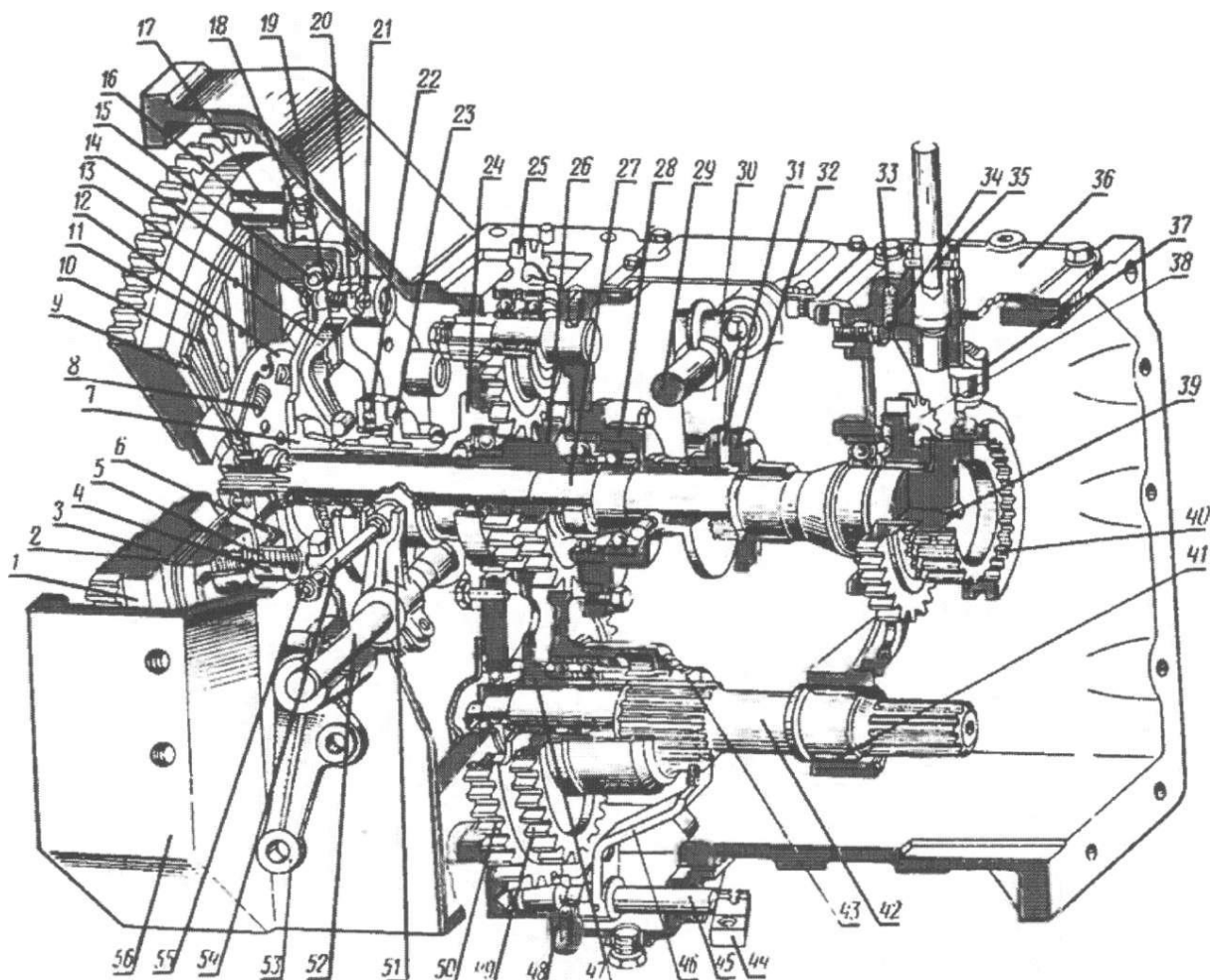


Рисунок 1. 1 Зчеплення, понижуючий редуктор і привод незалежного валу відбору потужності:

Деталі позначені певними позиціями на рисунку мають наступне найменування: 1 – маховик колінчастого валу; 2 - диск ведений, 3 - диск натискний; 4 - стакан пружини, 5 - пружина натискна, 6 - диск опорний; 7 - маточина диска веденого; 8 – демпфер (амортизатор обертових ударів), 9 –

диск підтримуючий; 10 - пружина пластинчаста; 11 - накладка фрикційна веденого диска; 12 - диск обмежувальний. 13 - важіль відтискний; 14 - штифт опорний; 15 – вісь вилки; 16 - палець; 17 – втулка розпірна; 18 - гайка; 19 - пружина; 20 - контргайка; 21 - гвинт регулювальний; 22 – підшипник кульковий відтискний; 23 – зчеплення пересувач; 24 - кронштейн відведення; 25 - шестерня проміжна, 26 - вал приводу ведучий; 27 - вал передачі силової; 28 - кронштейн відведення гальма; 29 - вал вмикання гальма; 30 - вилка; 31 – елемент відведення гальма; 32 - диск ведучий гальма; 33 - фіксатора пружини; 34 - кулька, 35 - важіль перемикання понижуючого редуктора; 36 - кришка люка картера; 37 - важіль вилки; 38 - ведуча шестірня понижуючого редуктора, 39 і 41 - голчасті підшипники, 40 - муфта зубчаста; 42 - вал ведений приводу валу відбору потужності; 43 - сполучна муфта; 44 - поводок; 45 - валик перемикання приводу валу відбору потужності; 46 - вилка; 47 - втулка; 48 - кришка; 49 - ведена шестірня II ступені приводу ВВП; 50 - ведена шестірня 1 ступені приводу валу відбору потужності, 51 - вилки; 52 - важіль зчеплення; 53 - вал, 54 - гнучкий рукав; 55 – маслянка для змащування; 56 - корпус зчеплення.

Зчеплення знаходиться в сухому відсіку відлитого корпусу 56, який з'єднує двигун з коробкою передач. Ведучі частини зчеплення включають маховик двигуна 1, диск натискний 3 та диск опорний штампований 6. Опорний диск з'єднується з маховиком через пальці 16, дистанційні втулки 17 і гайки 18. На натискному чавунному диску розташовані рівномірно три вуха, що входять у прорізи диска опорного, до яких приєднані важелі віджимні 13. Між опорним та натискним диском знаходяться дев'ять пружин 5. Пружини впираються в стакани 4, закріплені в опорному диску, з одного боку, а з іншого є влиті гнізда диска натискного [17].

Диск ведений 2 складається з маточини 7, з'єданого диска з прикріпленими фрикційними накладками 11 і пристрою демпферного. В сполучному диску є радіальні пази, що зменшують його жорсткість і

покращують прилягання фрикційних накладок до третювх поверхонь маховика і натискного диска. Фрикційні накладки виготовлені з використанням азбесту, мають вентиляційні канавки для покращення відведення тепла і очищення поверхонь тертя від продуктів зносу. Накладку, що контактує з маховиком, прикріплюють безпосередньо до сполучного диска, а накладку, що контактує з натискним диском, спочатку прикріплюють шістьма пластинчастими пружинами 10, а потім з'єднують з диском сталевими заклепками. Це з'єднання забезпечує осьову піддатливість та плавне включення зчеплення. При повному включенні зчеплення пружини пластинчасті приймають плоску форму, а у вільному стані товщина диска веденого буде більшою на 1-1,5 мм.

Ведений диск з'єднаний з маточиною 7 через вісім гумових демпферів 8, встановлених у гнізда-пази веденого диска і пази обмежувальних дисків, прикріплених до маточини. Це забезпечує не жорстке з'єднання з маточиною на шліцах валу 27 силової передачі, що сприяє м'якому включенню зчеплення та зниженню динамічних навантажень у трансмісії.

Зчеплення обладнане гальмом, яке при вимиканні зчеплення уповільнює обертання і зупиняє вал 27 зчеплення та пов'язаний з ним первинний вал коробки передач, що полегшує перемикання передач і збільшує термін служби шестерень. Ведучий диск тормозка 32 з фрикційною накладкою закріплений на валу 27 за допомогою шпонки і стопорного кільця. Маточина шліцьова відведення гальма 31 може рухатися по шліцах нерухомого кронштейна відведення 28. Вал зчеплення гальмується при стисненні дисків тормозка.

Під час натискання на педаль зчеплення вимикається внаслідок натисканням відтискного підшипника 22 на кінцях важелів 13, що з'єднані з диском натискним 3. Гвинти регулювальні, вкручені у відтискні важелі, під дією пружин постійно притискаються до опорних штифтів 14 диска. При натисканні віджимного підшипника 22 важелі повертаються, відводячи

натискний диск від диска веденого і зчеплення вимикається. Повернення натискного диска у вихідне положення відбувається внаслідок дії пружин 5.

Відтискний підшипник відведення 23 має можливість переміщуватися уздовж кронштейна 24 відведення внаслідок повороту вилок 51 разом з валом вимкнення 53, встановленого у бронзових антифрикційних втулках кожуха муфти зчеплення. Отвір під вал 53 з правого боку закритий заглушкою, а з лівого герметизується повстяним кільцем. Вилки відведення та важіль зовнішній 52 кріпляться на валу 53 з використанням шпонок і різних затискачів у вигляді хомути [3,4,17].

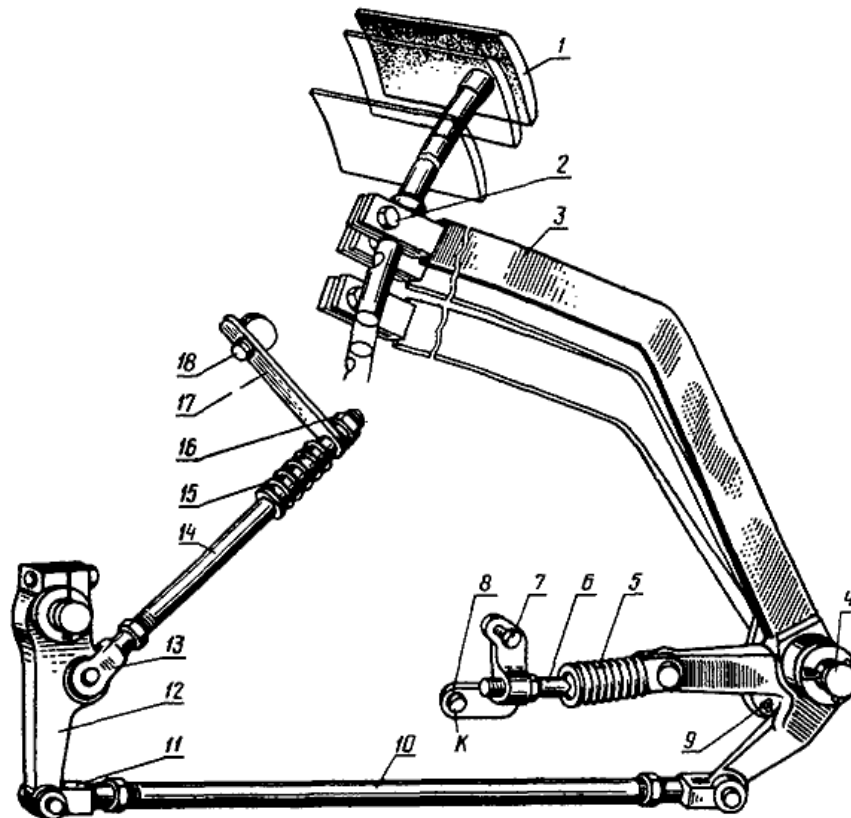


Рисунок 1.2. Елементи приводу управління зчепленням:

1 – педаль керування зчепленням, 2, 7 і 18 – болти кріплення елементів приводу, 3 - важіль педалі, 4 – вісь педалі; 5 і 15 - пружини, 6 – гвинт регульовальний; 8 - кронштейн; 9 - маслянка; 10 і 14 – тяги різьбові; 11 і 13 - вилки; 12 – важіль приводу вилки; 16 - контргайка; 17 - важіль.

Вал увімкнення гальма 29 розташований в отворах корпусу 56 і знаходиться над силовим валом. На валу 29 за допомогою шпонок і клемових затискачів закріплені вилки 30, які переміщують відводку гальма, і зовнішній важіль 17 (рисунок 1.2), пов'язаний тягою телескопічною 14 з важелем 13 (рисунок. 1.1) виключення муфти. Таким чином, управління зчепленням і тормозком об'єднане і здійснюється однією педаллю 1 (рисунок. 1.2). На стержні педалі виконані дві лунки для регулювання положення подушки педалі щодо днища кабіни.

У початковому положенні (коли зчеплення увімкнене) педаль 1 утримується пружиною 5 механічного механізму урівноваження, при цьому зусилля пружини направлене за годинниковою стрілкою відносно осі 4 педалі. Під час натискання на педаль пружина повертається відносно нерухомого упору 6 і стискається, до того часу поки не досягне нейтральної лінії. З моменту коли вісь пружини опиниться нижче осі 4 педалі 1, пружина 5, створює зусилля, спрямоване в напрямку руху педалі і тим самим що полегшує зусилля механізатора під час вимкнення зчеплення.

Від важеля педалі 3 сила дії передається через тягу 10, далі до важеля 12 валу вимкнення зчеплення, а від важеля через телескопічну тягу 14 і важіль 17 гальма до гальма. В наслідок такої дії пружина 15 тяги стискається, що сприяє плавному включенню гальма.

Звичайно, що в кожній маркі тракторів, і навіть в різних моделях однієї марки, кількість деталей муфти зчеплення, їх геометричні параметри та матеріал з якого вони виготовлені можуть відрізнятися. Однак загальна схема є однаковою або дуже подібною.

На рисунку 1.3 показано елементи муфти зчеплення тракторів у вигляді їх взаємного розташування, так як вони подаються в каталогах деталей.

В таблиці 1.2 подано перелік деталей муфти зчеплення показаної на рисунку 1.3. [3,4,12]

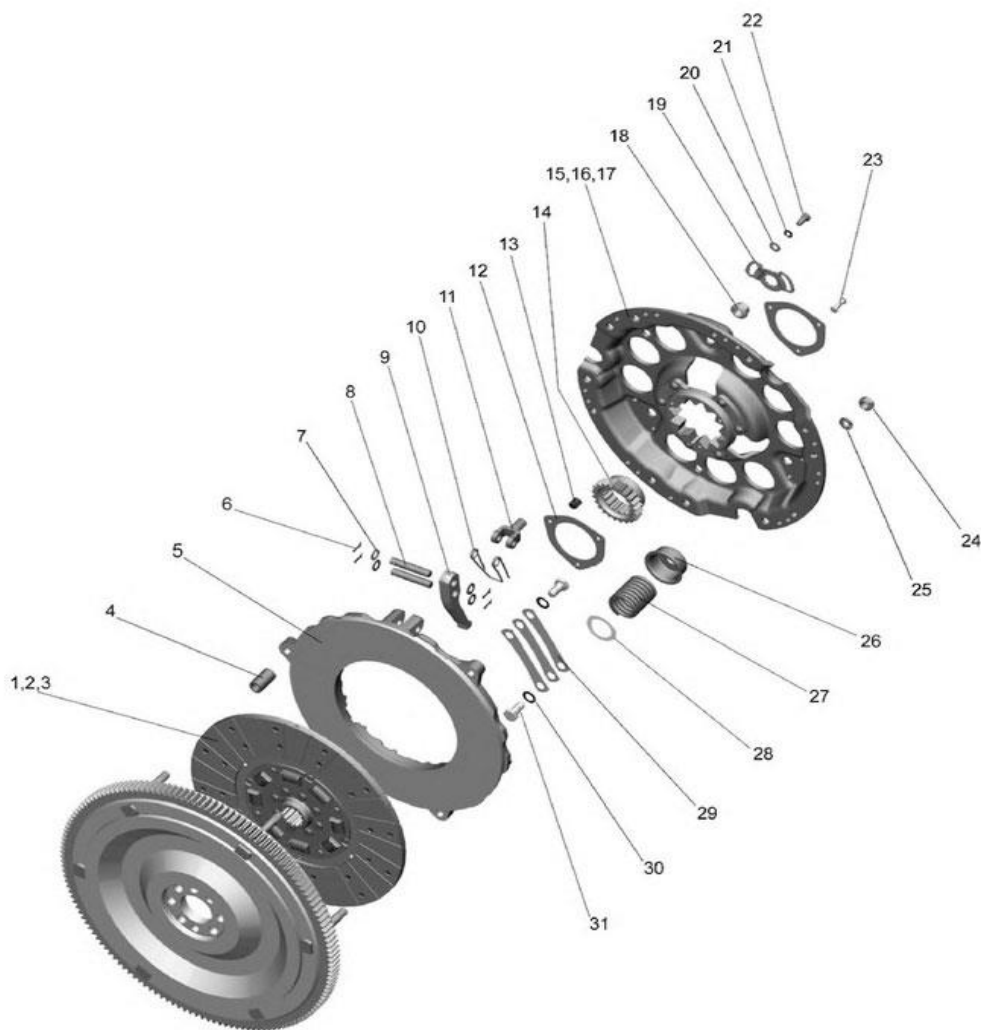


Рисунок 13. Елементи муфти зчеплення у вигляді їх взаємного розташування

Таблиця 1.2 - Перелік деталей муфти зчеплення показаної на рисунку 1.3.

№ поз. на рисунку	Найменування деталі	Кількість деталей
1	2	3
1	Накладка фрикційна	1
2	Накладка фрикційна	1
3	Заклепка	24

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
4	Втулка	6
5	Диск натискний	1
6	Шплінт	12
7	Шайба	12
8	Палець	6
9	Важіль відтискний	3
10	Пружина фіксуєча	3
11	Вилка важеля відтискного	3
12	Шайба-прокладка	2
13	Демпфер	12
14	Втулка демпфера	1
15	Диск опорний	1
16	Маточина диска опорного	1
18	Гайка регулювальна	3
19	Шайба фіксуєча	3
20	Шайба плоска	3
21	Шайба пружна	3
22	Болт	3
23	Заклепка	3
24	Гайка	6
25	Шайба	9
26	Стакан	9
27	Пружина	9
28	Шайба ізолюєча	9
29	Пластина	9
30	Шайба	6

З таблиці 1.2 бачимо, що налічується 30 деталей які є в більшості муфт тракторів даного класу.

На рисунку 1.4 показано елементи переміщення натискного підшипника муфти зчеплення

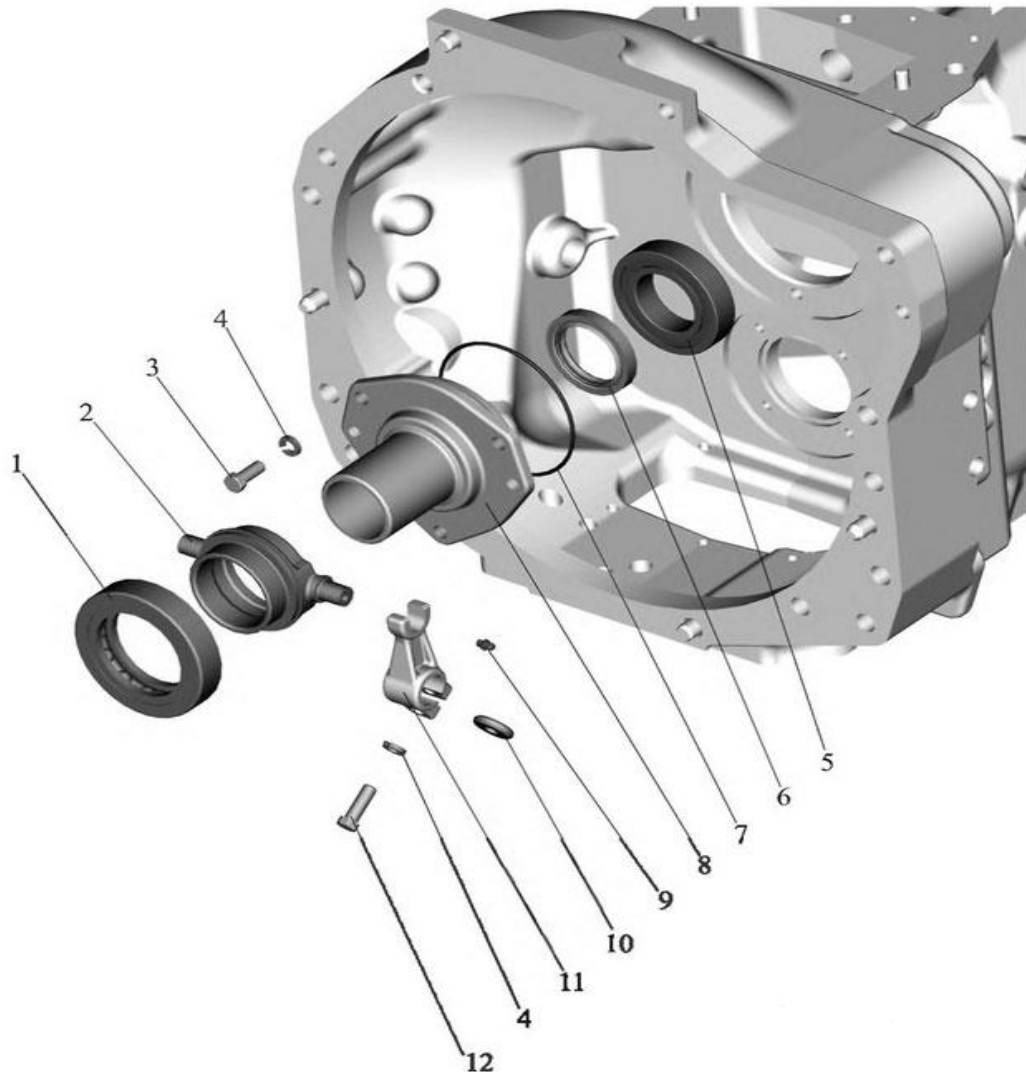


Рисунок 1.4 Елементи переміщення натискного підшипника муфти зчеплення

В таблиці 1.3 подано перелік деталей системи переміщення натискного підшипника муфти зчеплення. Фактично дані елементи є у всіх типах муфт з різними приводами: механічними, пневматичними, гідравлічними, електрогідравлічними та іншими комбінованими.

Таблиці 1.3 Перелік деталей системи переміщення натискного підшипника муфти зчеплення [14]

№ поз. на рисунок	Найменування деталі	Кількість деталей
1	Підшипник натискний	1
2	Відводка	1
3	Болт	3
4	Шайба пружна	5
5	Підшипник передній первинного валу	1
6	Манжета ущільнююча	1
7	Кільце ущільнююче	1
8	Кронштейн відведення	1
9	Маслянка	1
10	Шпонка вилки	2
11	Вилка	2
12	Болт стяжний вилки	1

З таблиці 1.3 бачимо, що системи переміщення натискного підшипника муфти зчеплення, як приклад, налічує 12 деталей які можуть впливати на технічний стан муфти зчеплення і трансмісії в цілому.

2. ТЕХНОЛОГІЯ УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРА КЛАСУ 1.4

2.1. Прогнозування можливих варіантів відмов за умови експлуатації з дотриманням технічних вимог

Можливі несправності зчеплення зв'язані з порушенням регулювання внаслідок спрацювання деталей, що з'єднуються, невиконанням правил експлуатації чи аварійним спрацюванням окремих деталей.

Порушення правил експлуатації ведуть до посиленого зносу і поломок деталей зчеплення, деталей коробки передач, роздавальної коробки, заднього тягового моста та переднього привідного моста трактора (у відповідних моделях).

Технічний стан муфти зчеплення можна визначити за рядом ознак, що характеризують ту чи іншу несправність.

Таблиця.2.1 – Основні можливі несправності зчеплення та способи їх усунення [3,4,12,7]

Причини відмов	Методи визначення	Способи усунення
1	2	3
Зчеплення пробуксовує		
Зменшений чи відсутній вільний хід педалі зчеплення	Перевірити вільний хід педалі зчеплення	Перевірити цілісність і геометрію деталі. Відрегулювати зчеплення
Забруднені мастилом або оливою диски	При працюючому двигуні і загальмованому тракторі перевірити ступінь буксування дисків	Розібрати зчеплення Почистити і знежирити диски

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Спрацьовані фрикційні накладки веденого диска	Те ж, при необхідності розібрати зчеплення	Замінити фрикційні накладки
Зчеплення виключається не повністю «веде»		
Занадто великий вільний хід педалі зчеплення	Перевірити вільний хід педалі зчеплення	Відрегулювати зчеплення
Жолоблення, деформація веденого диска	Перевірити на слух перемикання передач на ходу трактора. За необхідності розібрати зчеплення	Провести дефектування деталей і замінити непридатні
Тріщини у фрикційній накладці веденого диска	Перевірити візуально	Замінити накладки
Заїдання шліців маточини веденого диска на валу зчеплення	Визначити контролюючи переміщення веденого диску по шліцах первинного валу	Зачистити шліци на первинному валу або в маточині диска
Важіль зчеплення не повертається в початкове положення		
Великий вільний хід педалі зчеплення	Перевірити вільний хід важеля	Відрегулювати елементи приводу зчеплення
Заїдання педалі в отворі підлоги кабіни	Перевірити зусилля на важелі	Усунути причини заїдання педалі

Продовження таблиці 2.1

Порушені регулювання серверного механізму	Перевірити правильність регулювання серверного механізму	Відрегулювати відповідні елементи серверного механізм
Ривки при роботі чи виключені зчеплення		
Замаслені диски	При загальмованому тракторі перевірити ступінь пробуксовування дисків	Промити диски
Спрацьовані фрикційні накладки веденого диска	Те ж, при необхідності розібрати зчеплення	Замінити накладки
Поломка чи втрата пружності пружин гасіння коливань «демпферного механізму»	Перевірити візуально стан пружин, а при потребі їх жорсткість	Замінити пружини
Зчеплення нагрівається при виключенні		
Великий вільний хід педалі	Перевірити вільний хід педалі лінійкою	Відрегулювати привод зчеплення
Не працює гальмо	Специфічний запах внаслідок перегрівання накладок	Відрегулювати елементи приводу гальма

Наведена в таблиці 2.1 інформація дає загальні поняття про можливі варіанти настання відмов муфти зчеплення, способи їх виявлення та усунення. Однак в кожному конкретному випадку потрібно користуватися інструкціями

з опису будови конкретного трактора, а при потребі заміни комплектуючих офіційними каталогами запасних частин.

2.2. Операції для створення доступу до деталей муфти зчеплення

Під час поточного ремонту тракторів основні роботи полягають у знятті несправних агрегатів та встановленні нових або відремонтованих. При цьому потрібно дотримуватися таких основних принципів: трактор, агрегат, або складальну одиницю розбирають лише для виявлення та усунення пошкоджень; агрегати і складальні одиниці знімають лише при неможливості усунення несправності і потребі замінити їх іншими. При цьому можуть використовуватися декілька схем технологічного процесу. А саме зняті елементи конструкції трактора можна замінити наявними новими, віддати їх в ремонт спеціалізованим підприємствам, або ремонтувати власними силами. Тенденція розвитку тракторного машинобудування складалася так, що трактори одного класу, особливо старих конструкцій, мали аналогічні схеми розміщення силових агрегатів та елементів трансмісії.

Для більшості тракторів класу 1.4 (14 кН) всі агрегати змонтовані на половині рами яка з'єднана з передньою віссю або мостом, двигуном і корпусом коробки передач. Блок двигуна з коробкою передач, коробки передач з заднім тяговим мостом, або блок всіх трьох агрегатів в більшості випадків називають остовом [12].

За умови виходу з ладу одного з агрегатів трактор потрібно роз'єднувати на окремі частини. Це особливо стосується випадків пов'язаних з ремонтом муфти зчеплення.

Розбирання трактора включає роз'єднання остова та зняття агрегатів з використанням спеціальних пристроїв. Демонтаж та монтаж агрегатів здійснюють за допомогою стяжок, траверс, кран-балки, електричної або ручної талі.

Якщо при зовнішньому огляді виявляють дефекти, що впливають на працездатність трактора, а при знятті агрегатів встановлюють необхідність заміни або ремонту деталей, агрегати піддають необхідному розбиранню, а деталі – дефектуванню. Деталі замінюють або відновлюють у випадку, якщо їх знос порушує працездатність вузла.

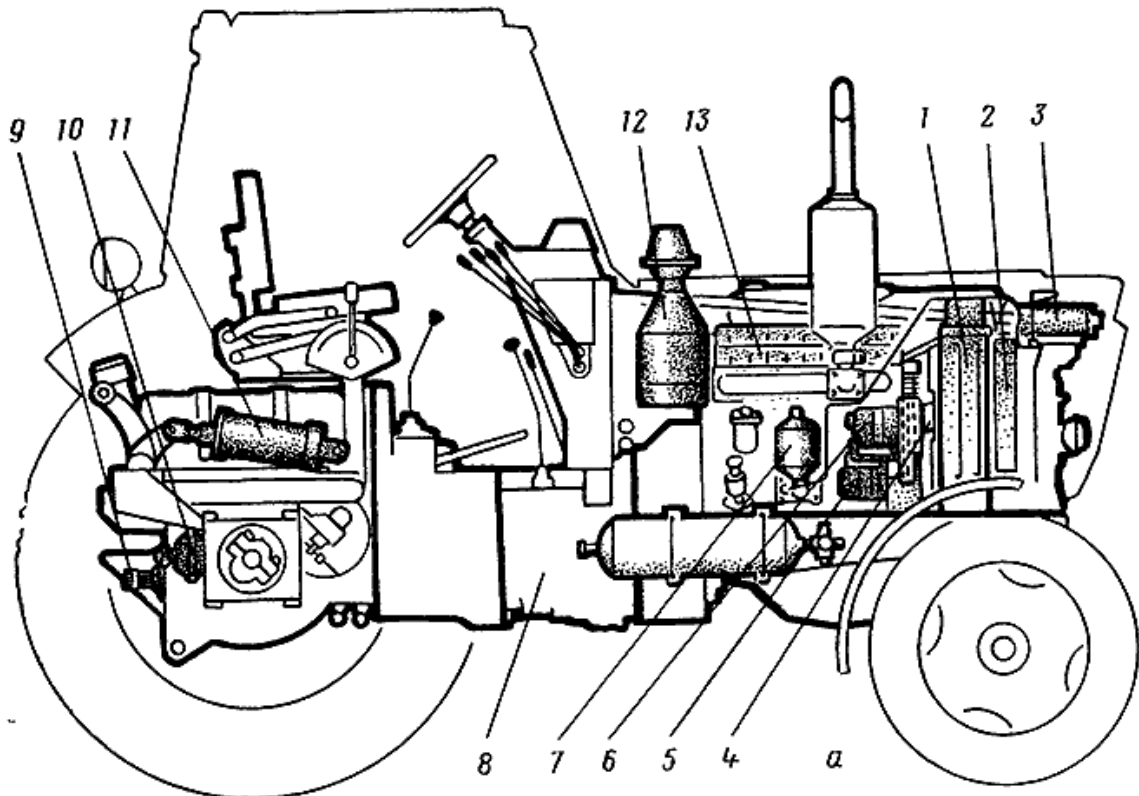


Рисунок 2.1. Схема розміщення (компонування) основних агрегатів на тракторах класу 1.4 з правого боку

Позиції на рисунку 2.1 мають таке найменування: 1 – радіатор системи охолодження, 2 - радіатор масляний, 3 – підсилювач керма гідравлічний, 4 - водяний насос (помпа), 5 - насос оливний; 6 - генератор; 7 - фільтр масляний відцентровий; 8 - корпус зчеплення і редуктора понижуючого; 9 - вал відбору потужності; 10 – перехідник пневматичної системи; 11 - гідроциліндр головний задньої навіски; 12 – фільтр повітряний; 13 - головка циліндрів.

Позиції на рисунку 2.2 мають таке найменування: 14 - компресор; 15 - насос паливний; 16 – двигун трактора основний; 17 – двигун пусковий; 18 - навіска задня; 19 - коробка змінювання передач; 20 - редуктор двигуна пускового [3,4].

Позиції на рисунку 2.3 мають таке найменування 21 - міст ведучий передній; 22 - вал карданний; 23 - опора проміжна валу карданного; 24 - коробка роздавальна.

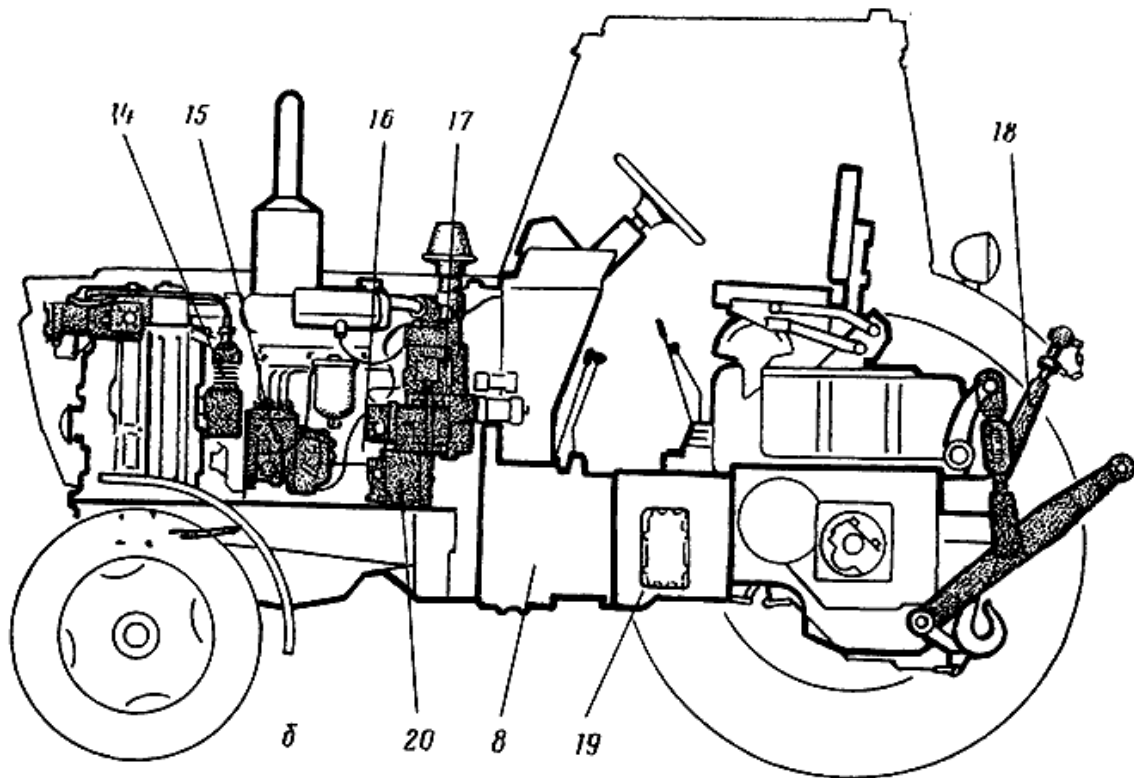


Рисунок 2.2. Схема розміщення (компонування) основних агрегатів на тракторах класу 1.4 з лівого боку

Деякі складові елементи трактора знаходяться на першому рівні доступності і їх можна знімати в першу чергу без виконання додаткових робіт. Це, наприклад, повітряний фільтр 12, відцентровий масляний фільтр 7, генератор 6, насос і розподільник гідросистеми, двигун пусковий 17 (або

стартер), компресор 14, вал відбору потужності 9, коробку 24 роздавальну, опору проміжну карданного валу 23 (якщо є міст ведучий 21) вісь передню.

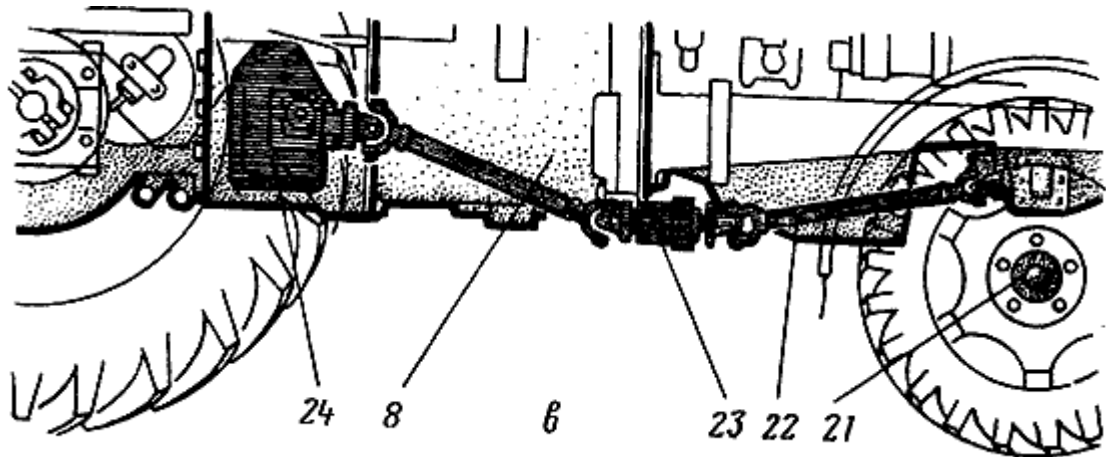


Рисунок 2.3. Схема розміщення агрегатів на тракторах класу 1.4 з повним приводом

Для ремонту зчеплення, коробки передач, заднього моста і а також при заміні двигуна, потрібно роз'єднати остов трактора. Схеми роз'єднання і відведення складових частин трактора показана на рисунку 2.4. Для виконання операцій демонтажу з використовують спеціалізований стенд.

Для ремонту зчеплення і понижуючого редуктора передню частину рами з двигуном від'єднують від корпусу зчеплення. Якщо необхідно замінити окремі деталі понижуючого редуктора і коробки передач, то від'єднують корпус зчеплення від коробки передач. Для цього нерухому підставку стенда встановлюють під коробку передач, а пересувні - під корпус зчеплення і міст передній. Потім вивішують передню частину трактора, від'єднують тяги і трубопроводи гідравлічної системи, роз'єднують і розділяють остов на частини.

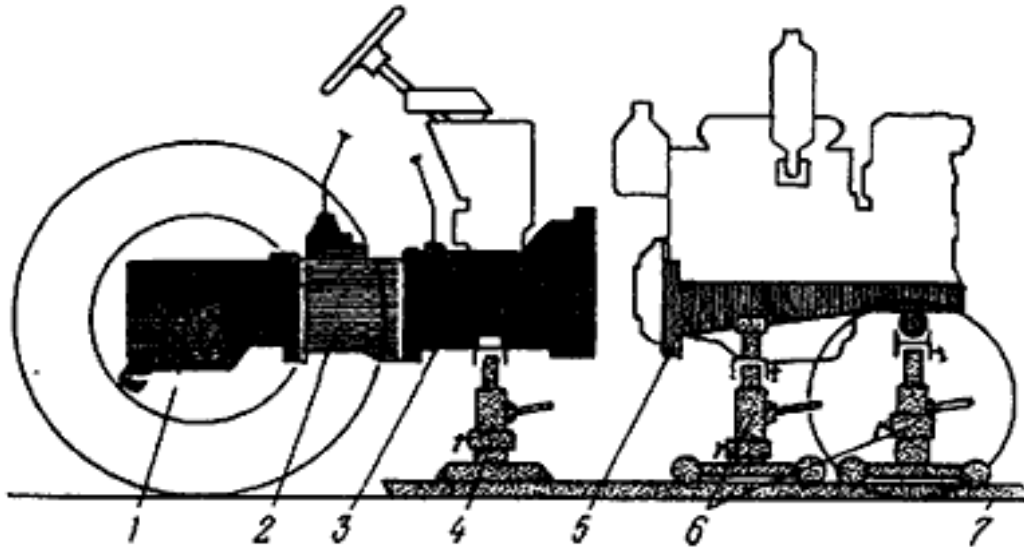


Рисунок 2.4. Схема відділення передньої частини рами з для зняття муфти зчеплення:

1 - міст задній; 2 - коробка передач, 3 - корпус муфти зчеплення; 4 - нерухома підставка стенда, 5 - лонжерони передньої частини рами з двигуном, 6 - пересувні підставки; 7 – направляючі (основа стенда)

Якщо потрібно замінити корпус зчеплення в зборі або зняти його для ремонту, роз'єднують остов трактора по площинах: дизель - корпус зчеплення - коробка передач. Для цього нерухому підставку стенда встановлюють під коробку передач, а рухливі - під корпус зчеплення і під лонжерони передні частини рами (остова). Потім від'єднують електропроводи, рульовий вал, передні частини рами, трубопроводи гідросистеми від корпусу гідроагрегатів, силового регулятора і заднього моста, тяги, електропроводи і трубопроводи від корпусу зчеплення і коробки передач. Знімають корпус гідроагрегатів, від'єднують карданний вал (для тракторів з переднім тяговим мостом) і після цього відкочують остов трактора.

На рисунках 2.5 – 2.10 показано поетапну зміну стану конструкції трактора до моменту коли залишиться операція від'єднати муфту зчеплення від маховика.

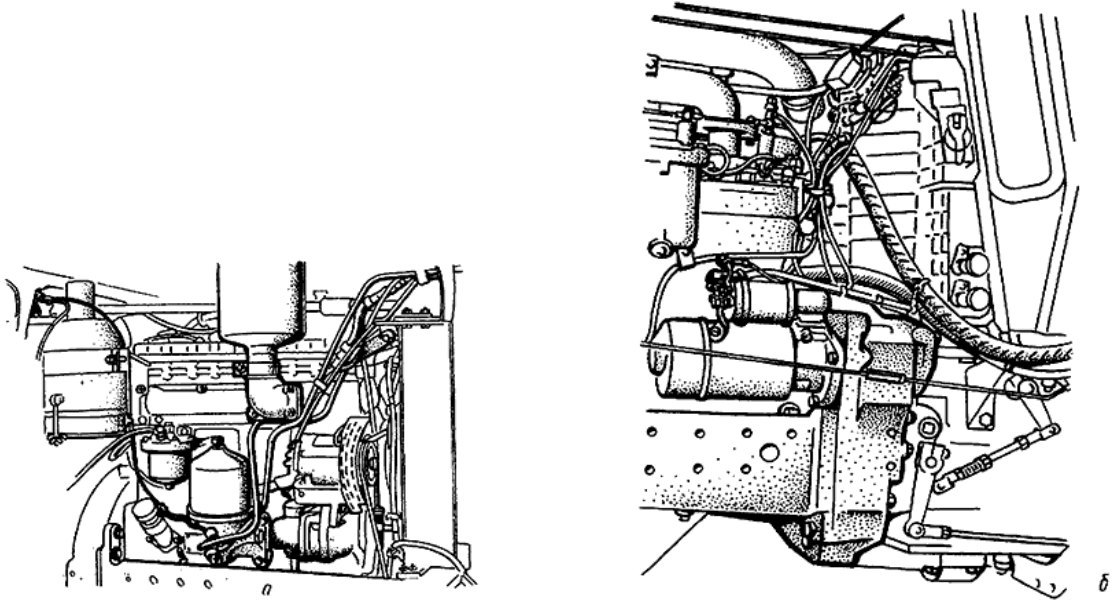


Рисунок 2.5 Від'єднання електропроводів, трубопроводів, тяг та рукавів:

а — вид з правого боку; б — вид з лівого боку.

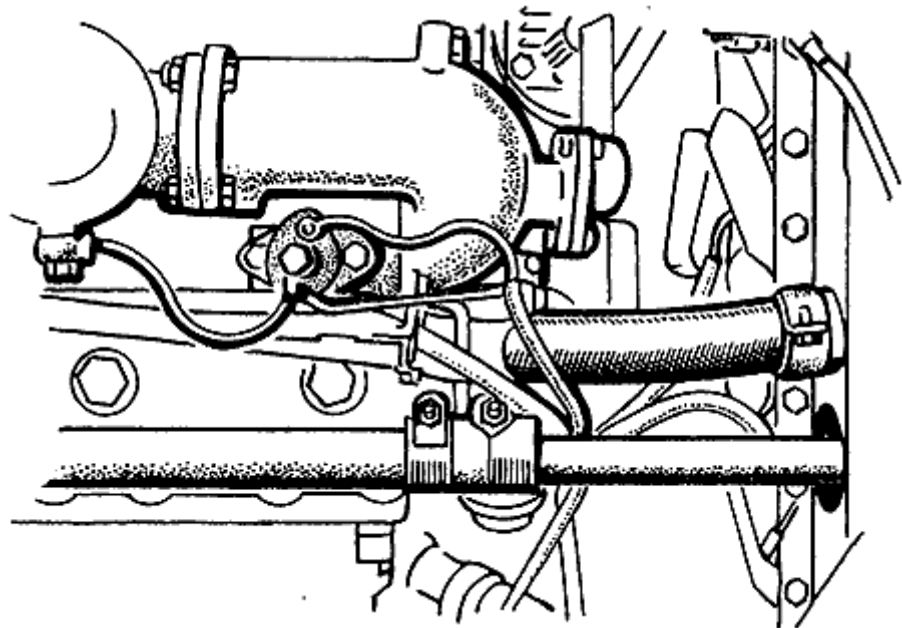


Рисунок 2.6 Від'єднання електропроводів, трубопроводів і рульового валу (вид зверху)

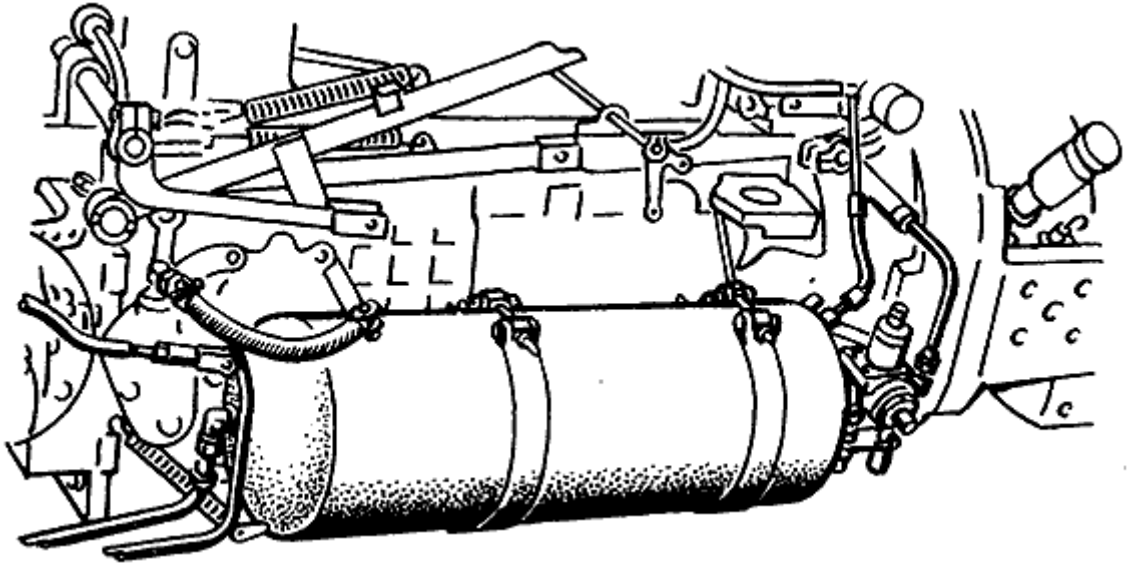


Рисунок 2.7. Від'єднання ресивера пневматичної системи

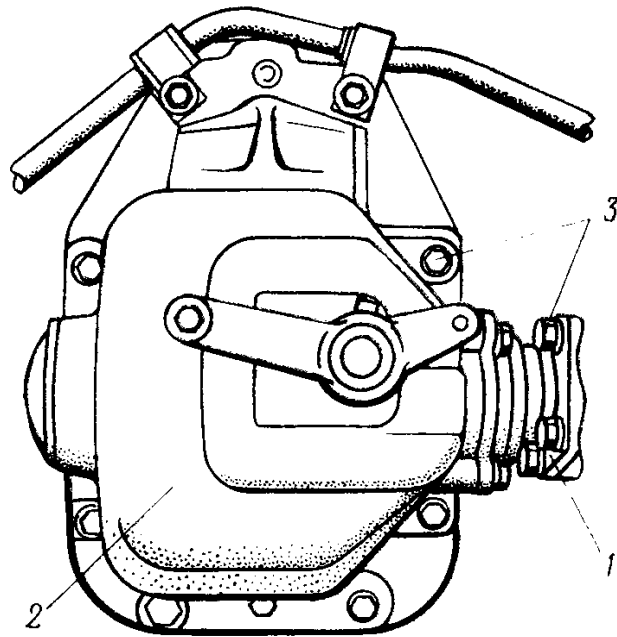


Рисунок 2.8 Від'єднання карданного валу (для тракторів з тяговим мостом переднім):

1 — карданний вал; 2 — роздавальна коробка; 3 - болти

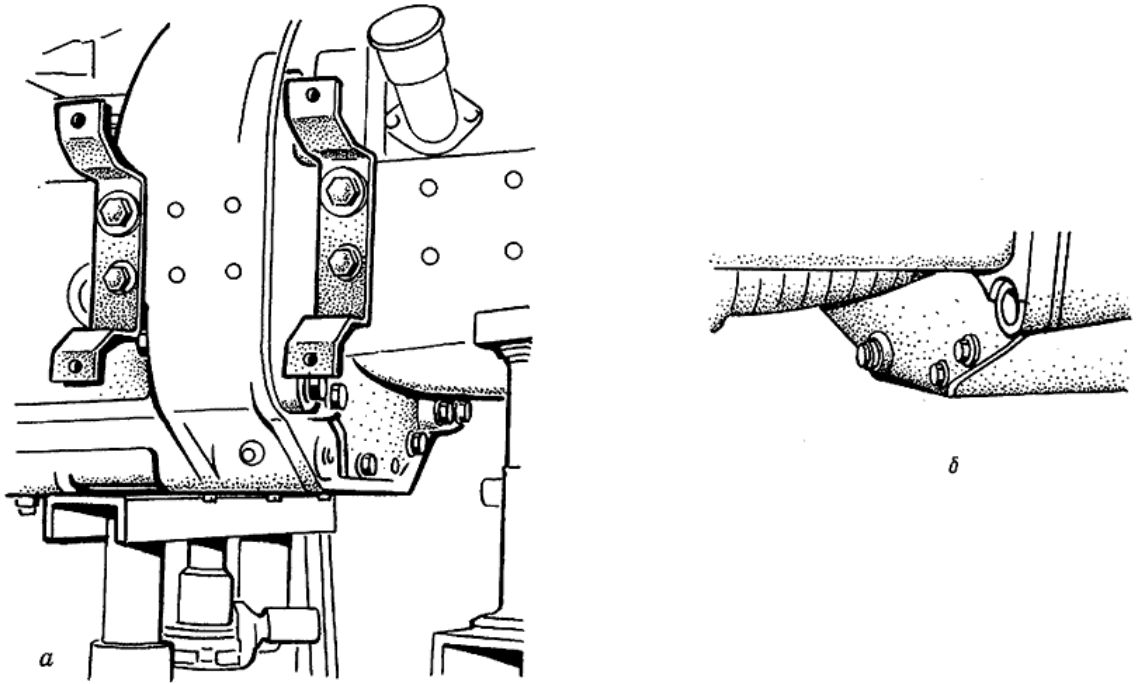


Рисунок 2.9. Від'єднання двигуна:

а - вид з правого боку; б - вид знизу

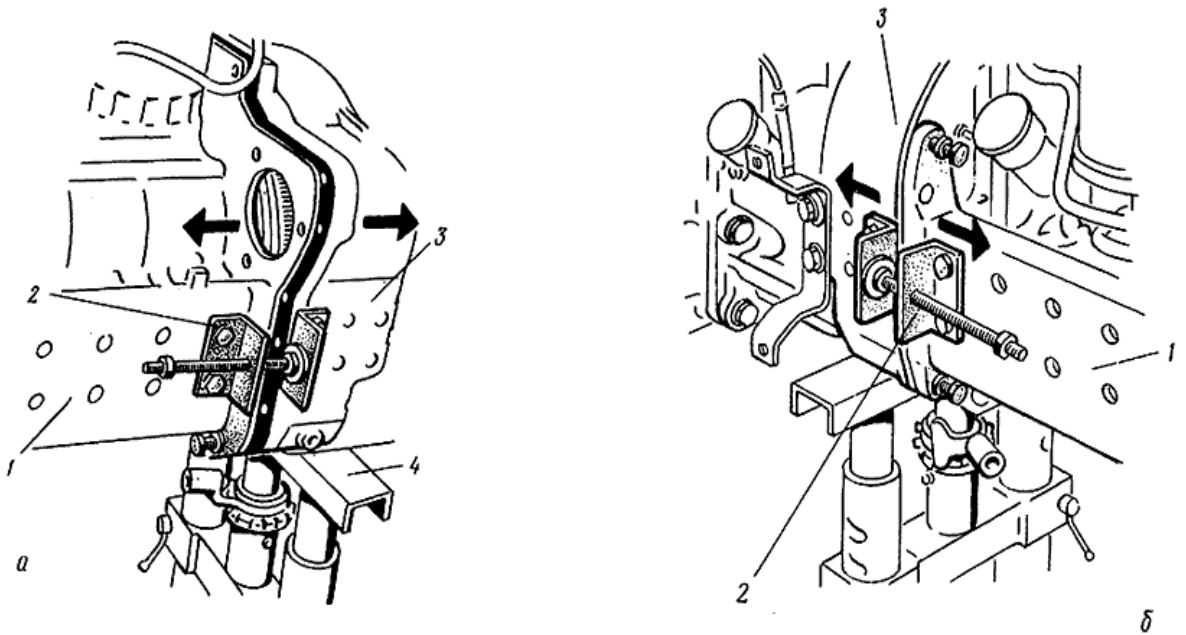


Рисунок 2.10 Відведення передньої частини рами і двигуна:

а - вид з лівого боку; б - вид з правого боку;

1 - передня половини рама; 2 - пристрій для роз'єднання половин рам; 3

- корпус муфти зчеплення; 4 - нерухома опора

2.3 Демонтаж муфти зчеплення з маховика двигуна

На рисунку 2.11 показано схема для від'єднання муфти зчеплення від маховика.

В таблиці 2.3 – наведено перелік операцій для заміни веденого диска муфти зчеплення трактора класу 1.4 [27]

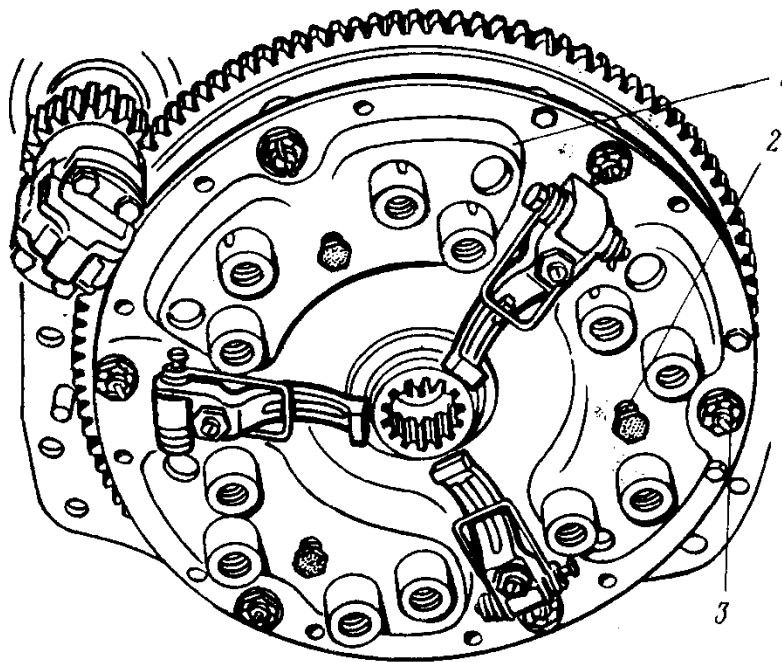


Рисунок 2.11 Схема для від'єднання муфти зчеплення від маховика:
1 — муфта зчеплення; 2 — болт технологічний; 3 — болт кріплення опорного диска

При розбиранні зчеплення одночасно з усуненням виявленого пошкодження проводять технічну експертизу деталей з метою заміни їх новими або відремонтованими.

Перед зніманням зчеплення в маховик закручують спеціальні технологічні болти, забезпечуючи попереднє стискання натискних пружин (рисунок 2.11), і відкручують болти кріплення опорного диска. А після цього відкручують

технологічні болти . і муфту можна відділити вручну від маховика так як її вже нічого не утримує.

Перед розбиранням зчеплення на кожух і натискні диски наносять мітки, намагаючись забезпечити при збиранні правильне взаємне розташування деталей і зберігати початкове балансування зчеплення з маховиком і колінчастим валом.

Таблиця 2.3 - Перелік операцій для заміни веденого диска муфти зчеплення трактора класу 1.4 [3,4,27].

№ з/п	Зміст операції	Інструмент, пристрої, технологічне оснащення
1	2	3
1	В маховик (залежно від конструкції) закрутити спеціальні технологічні болти (рисунок 2.11), або закріпити спеціальні пластини чи скоби, щоб забезпечити попереднє стискання натискних пружин	Комплект комбінованих гайкових ключів та головок
2	На натискні диски нанести мітки, щоб забезпечити при збиранні правильне взаємне розташування деталей	Керн, крейда, маркер
3	Відкрутити гайки кріплення опорного диска, зняти пайби	Комплект комбінованих гайкових ключів та головок
4.	Викрутити з маховика технологічні болти	Комплект комбінованих гайкових ключів та головок
5.	Зняти натискний диск муфти зчеплення разом з корзиною	Монтажна лопатка, викрутка плоска
6.	Зняти ведений диск муфти зчеплення	вручну

3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕДЕНОГО ДИСКА МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ

Під час ремонту муфти зчеплення, а зокрема веденого диска мають місце певні незручності в процесі його розбирання. Це пов'язано з тим, що потрібно висвердлити 24 заклепки для знімання фрикційних накладок і чотири стяжки для від'єднання маточини, диска основного і диска демпфера. На практиці використовують декілька технологій для розбирання веденого диска. В деяких випадках фрикційні накладки і заклепки, що їх тримають зрубують за допомогою зубила. Використання такої технології є причиною пошкодження основного диска, його деформацією.

Другий варіант технології полягає в тому, що диск закріплюють в слюсарних лещатах і висвердлюють заклепки і стяжки електричним дрилем. В такому випадку має місце пошкодження отворів в основному диску і в диску демпфера, що в подальшому, після заміни фрикційних накладок, є причиною, їх зміщення і відриву.

Висвердлювання заклепок і стяжок на свердлильних верстатах також приводить до пошкодження деталей веденого диска так як його форма не дає змоги стабільного базування.

3.1. Ескізна розробка пристрою для висвердлювання заклепок з веденого диска

Першим кроком і сформулювали завдання і запропонували принципову схему пристрою. Запропонований в ескізному проекті пристрій має наступні складові елементи: 1-корпус пристрою; 2-ділительна головка; 3-шліцевий вал; 4-фіксувальний болт; 5 - штифт; 6- шайба; 7-пружина; 8-фіксатор ділительної головки; 9-пластина кріплення скоби; 10-напрямна скоба фіксатора.

Всі перелічені складові пристрою відображені на рисунках 31- 3.3

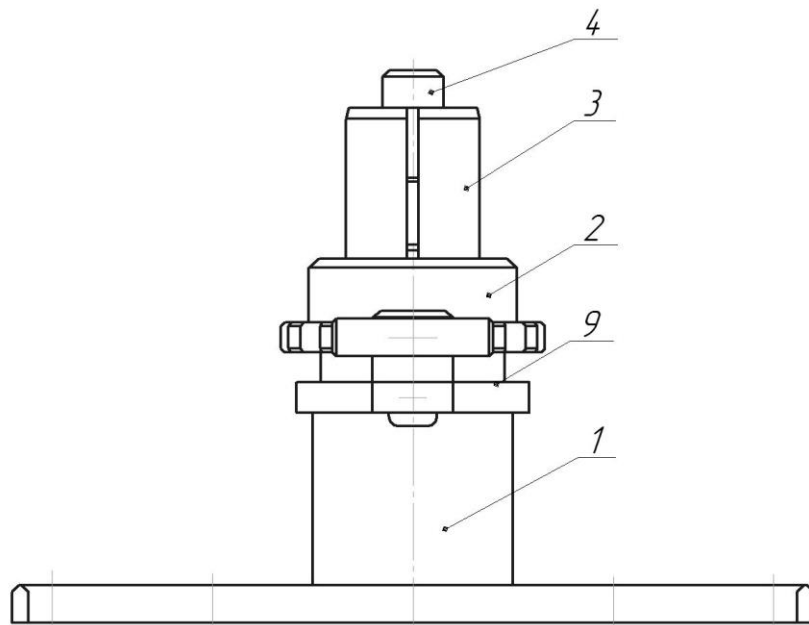


Рисунок 3.1 Пристрій для фіксування веденого диска при висвердлюванні заклепок (вид з боку керування)

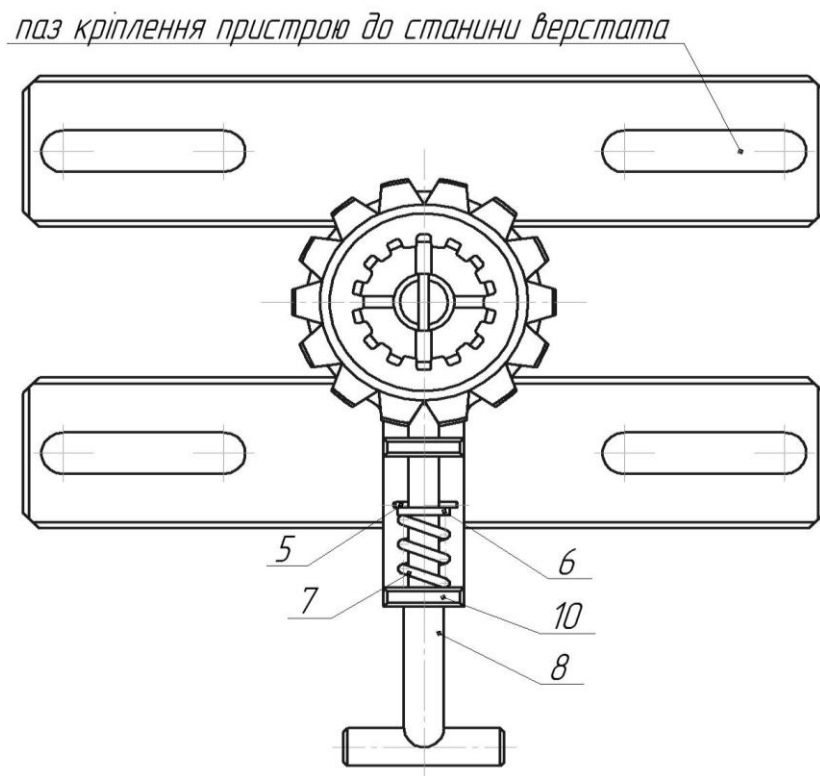


Рисунок 3.2 Пристрій для фіксування веденого диска при висвердлюванні заклепок (вид з боку керування)

Пристрій для фіксування та повертання на заданий кут веденого диска при висвердлюванні заклепок складається із корпусу пристрою 1, який кріпиться до станини свердлильного верстата, в корпус встановлений шліцьовий вал 3 (як заготовку можна використати частину вибракуваного силового валу муфти зчеплення) в верхній частині якого зроблені два прорізи і отвір (зовнішня поверхня валу конічна, а в нижній нарізана різьба). В шліцьовий вал 3 закручується фіксуючий болт 4, який розтискає частини валу виконану у вигляді цанги, що не дає можливості диску переміщуватись. На циліндричній поверхні валу 3 встановлена ділильна головка 2 яка кріпиться за допомогою шпонки.

На втулку корпусу пристрою 1 напесована пластина кріплення скоби 9 до якої прикручена напрямна скоба фіксатора 10. В отворах скоби встановлений фіксатор ділильної головки 8, конусна поверхня якого входить в прорізи на ділильній головці 2 під дією сили стиску пружини 7, що передається через штифт 5 та шайбу 6.

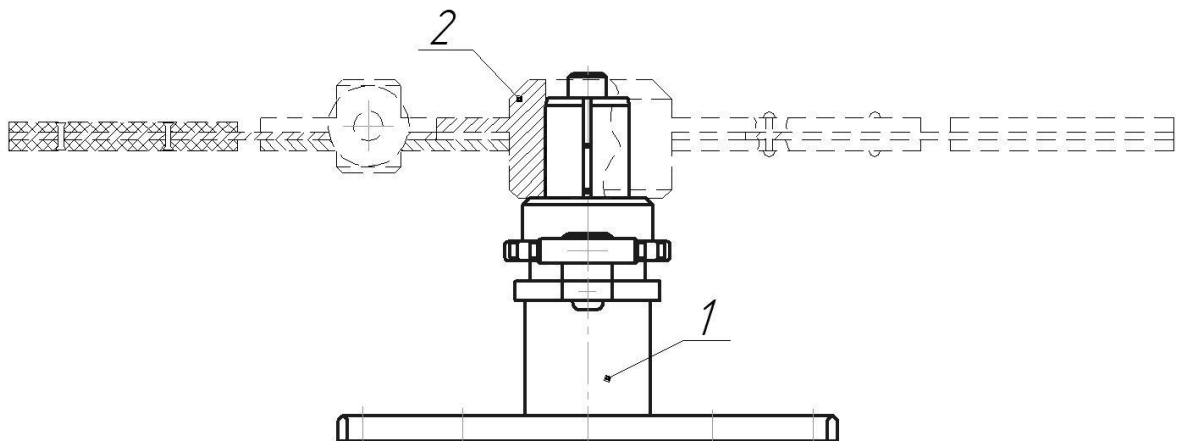


Рисунок 3.3 Схема встановлення веденого диска на пристрій
1-пристрій; 2-ведений диск;

Пристрій можна використовувати в наступному порядку. Ведений диск муфти зчеплення, який ремонтується, встановлений на шліцьовий вал 3, після

чого закручується фіксуєчий болт 4 надійно утримуючи диск від переміщень і відхилень.

Переміщуємо пристрій по станині верстату в крайнє положення паза кріплення. Проводимо висвердлювання заклепки кріплення фрикційних накладок. Переміщуємо фіксатор ділильної головки 8, обертаємо диск разом із шліцьовим валом 3 та ділильною головкою на такий кут який забезпечить співпадіння сектора із конусом фіксатора ділильної головки 8. Відпускаємо фіксатор який під дією пружини 7 переміщується до упору в ділильну втулку і унеможливує її обертання.

По завершенню висвердлювання заклепок, що знаходяться на одному радіусі диска, переміщуємо корпус пристрою по станині верстату в інше крайнє положення пазу кріплення.

3.2 Призначення, будова і принцип дії пристрою

Пристрій призначений для висвердлювання у веденому диску заклепок і стяжок. На даному обладнанні можна здійснювати ремонт ведених дисків багатьох енергетичних мобільних засобів в яких фрикційні накладки кріпляться до основи веденого диска за допомогою заклепок. Це також стосується багатьох марок тракторів класу 1.4 та їх модифікацій. Для більш широкого застосування деякі деталі можна виготовляти з різними геометричними параметрами у відповідності до особливостей конструкції ведених дисків.

Пристрій (аркуш 4 графічної частини) складається з плити 1, на якій за допомогою гвинтів 12 прикріплені дві напрямні 2, між якими з можливістю переміщення встановлено колона 3.

Аналогічним чином, за допомогою чотирьох гвинтів 12 до плити 1 прикріплений корпус 4 в різьбовому отворі якого розміщений гвинт 5, який на вільному кінці має квадрат для закладання важеля з муфтою вільного ходу,

маховика або гвинтового ключа. Другий кінець гвинта 5 за допомогою двох півкілець 6 зафіксований в п'яті 7 прикріпленій до основи колони 3 чотирма болтами 10.

На верхній частині корпусу 4 за допомогою чотирьох болтів 11 прикріпленій свердлильний пристрій 8.

3.2.1 Будова і принцип дії колони

Колона 3 (аркуш 5 графічної частини) складається з основи 1, в різьбовий отвір якої вкручена гайка 2, внутрішній торець якої впирається у ширшу основу розрізаної конусної втулки 3, а у втулці розміщений шліцьовий вал 4.

У верхній частині шліцьового валу 4 встановлена опора 5, зафіксована від переміщення вниз стопорним кільцем.

В нижній частині шліцьового валу, за допомогою двох стопорних кілець зафіксований підшипник, зовнішнє кільце якого зафіксоване в основі 1 в осьовому отворі шліцьового валу 4, розміщена тяга 7, на один різьбовий кінець якої накручений конус 6, а на інший диск 8. У верхній торець диска 8 впирається пружина 9, а в нижній ексцентрик 10, закріпленій за допомогою шпонки на валу 11. Один кінець валу 11 закінчується одноплечим важелем, а на іншому є різьба, на яку накручена гайка.

Колона працює наступним чином. Ведений диск встановлюється на шліцьовий вал 4 (диск під дією ексцентрика знаходиться у крайньому верхньому положенні) до повного контакту з опорою 5. Після цього за допомогою одноплечого важеля вал 11 повертається до виведення ексцентрика 10 з контакту з диском 8. Тоді, під дією пружини 9 диск 8 рухається вниз разом з тягою 7 і конусом 6, внаслідок чого кінці шліців валу розходяться і фіксують маточину веденого диска, який може обертатись разом

з шліцьовим валом 4 довкола його осі. Зусилля для повертання шліцьового валу регулюється гайкою 2, яка стискає конусну розрізану втулку 3.

Для встановлення свердла свердлильного пристрою (аркуш 4 графічної частини) на заданий діаметр диска повертають у потрібному напрямку гвинт 5, внаслідок чого колона 3 наближається, або віддаляється від корпусу 4, отже від осі свердла.

3.3. Розрахунок деталей на міцність

Розраховуємо, яке зусилля може бути передане різьбовим з'єднанням диск 8 – тяга 7.

3.3.1 Розрахунок витків різьби на міцність

Нерівномірний розподіл навантаження на витки різьби гайки затрудняє їх розрахунок на міцність. Тому на практиці застосовують умовні розрахунки. Умовність розрахунків компенсується порівнянням розрахункових напружень, добутих за умови рівномірного розподілу навантаження на витках, із допустимими напруженнями, що встановлені дослідним шляхом.

Витки різьби розраховують за умовами обмеження напружень зминання на поверхнях їхнього контакту та напружень зрізу витків на гвинті або на гайці [6].

Умова міцності витків різьби за напруженнями зминання

$$\sigma_{3M} = F/A = F/\pi d_2 N_1 z \leq [\sigma]_{3M} \quad (3.1)$$

де $A_{3M} = \pi d_2 N_1 z$ – умовна площа зминання витків;

N_1 – робоча висота витків;

z – кількість витків у гайці висотою h .

Умова міцності витків за напруженнями зрізу:

для гвинта

$$\tau_{зр} = F/A_{зр} = F/\pi d_1 a z \leq [\tau]_{зр} \quad (3.2)$$

для гайки

$$\tau_{зр2} = F/\pi d b z \leq [\tau]_{зр} \quad (3.3)$$

Оскільки $a = b \approx 0,8P$ (для трикутної різьби), $Pz = h$ умови (3.2) і (3.3) записуємо в такому вигляді [5,6]:

для гвинта

$$\tau_{зр1} = F/0,8 \pi d_1 h \leq [\tau]_{зр} \quad (3.4)$$

для гайки

$$\tau_{зр2} = F/0,8 \pi d h \leq [\tau]_{зр} \quad (3.5)$$

Якщо матеріал гвинта та гайки однаковий, то за напруженнями зрізу розраховують тільки витки гвинта, бо $d > d_1$. Допустимі напруження зрізу можна брати $[\tau]_{зр} = (0,2...0,3)\sigma_T$.

Умови міцності витків різьби дозволяють визначити потрібну висоту гайки h . При однакових матеріалах гвинта та гайки h треба вибирати також за умовою рівноміцності витків різьби та стержня гвинта. Так, якщо взяти за граничні напруження границі текучості σ_T при розтягу і τ_T при зрізі, а також врахувати, що

$\tau_T \approx 0,6\sigma_T$, то умова рівноміцності різьби на зріз і стержня гвинта на розтяг матиме вигляд [5,6]:

$$\tau_{зр} = F/0,8\pi d_1 h = \tau_T = 0,6\sigma_T = 0,6(4F/\pi d_1^2) \quad (3.6)$$

Із записаної рівності дістаємо $h \approx 0,52d_1$.

Висоту стандартних гайок, що працюють у парі з гвинтами із одного і того ж матеріалу, беруть $h = 0,8d$.

За аналогічними міркуваннями встановлюють також норми на глибину загвинчування гвинтів та шпильок у деталі з'єднання. Так, глибину загвинчування сталевих гвинтів у сталеві деталі вибирають $h_1 = d$, а в чавунні та силумінові деталі – $h_1 = 1,5d$. Для вказаних значень глибини загвинчування гвинтів міцність різьби переважає міцність стержня гвинта, що запобігає руйнуванню різьби в деталях з'єднання.

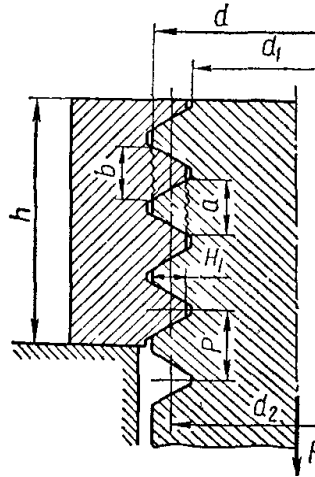


Рисунок 3.4 Схема для розрахунку різьби

Для сталі 45 з якої виготовлені тяга 5 і диск 8 допустимі напруження мають наступні значення [5,6]:

$$[\sigma]_{зм} = 300 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_p = 85 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{зг} = 175 \text{ МПа};$$

$$[\tau]_{зр} = 85 \text{ МПа}$$

Знаходимо величину навантаження F яке може передати різьбова пара тяга-диск користуючись формулою 3.6

$$F = 85 \cdot 10^6 / 0,8 \cdot 3,14 \cdot 7,35 \cdot 10^{-3} = 6263 \text{ Н}$$

Отже різьбова пара тяга-диск може передавати зусилля 6263 Н. на підставі даного значення вибираємо пружину 9 (аркуш 4 граф. частини)

3.3.2 Розрахунок валу ексцентрика

Конструктивно вали і осі можуть бути виконані як такі, що обертаються, і нерухомими. При постійній поперечній силі F на вісь у нерухомій осі напруження будуть постійними, а в осі, що обертається, вони будуть змінюватись за симетричним циклом. Відповідно у першому випадку

розрахунок осі ведуть за умовою статичної міцності, а у другому – за умовою стійкості проти втомного руйнування. Тут ці два розрахунки відрізняються між собою лише вибором допустимих напружень.

На рисунку 3.5 зображена розрахункова схема осі, навантаженої силою F , разом із епюром згинальних моментів по її довжині

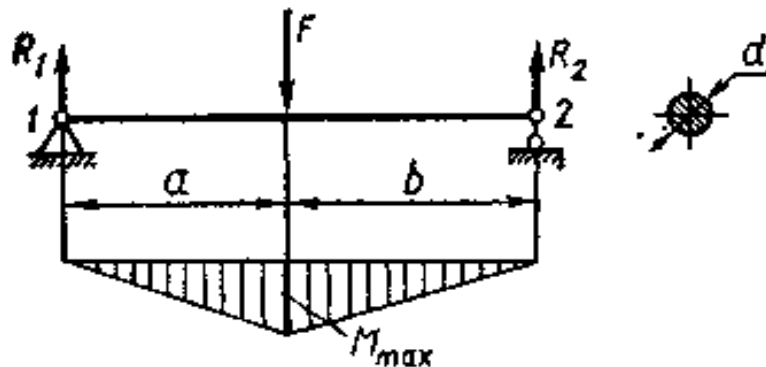


Рис. 3.5 Схема для розрахунку валу ексцентрика

Умова міцності осі при згині [6]:

$$\sigma_{зг} = M_{\max} / W_0 \leq [\sigma]. \quad (3.7)$$

Максимальний згинальний момент M_{\max} у перерізі осі, де прикладена сила F , визначається за співвідношенням

$$M_{\max} = R_1 * a = R_2 * b = F * a * b / (a + b).$$

Тут R_1, R_2 – реакції опор 1, 2 валу,

$$R_1 = F * b / (a + b);$$

$$R_2 = F * a / (a + b).$$

Враховуючи, що осьовий момент опору круглого перерізу осі $W_0 = \pi * d^3 / 32$, запишемо умову міцності осі у такому вигляді:

$$\sigma_{зг} = 32 * F * a * b / [\pi * d^3 * (a + b)] \leq [\sigma]. \quad (3.8)$$

Допустиме напруження за умовою статичної міцності:

$$[\sigma] = \sigma_T / [s], \quad (3.9)$$

а за умовою забезпечення стійкості проти втомного руйнування (осі, що обертаються)

$$[\sigma] = \sigma_{-1} K_d / ([s] * K_\sigma). \quad (3.10)$$

У записаних виразах: σ_T – границя текучості матеріалу осі;

$[s] = 1,5 \dots 2,5$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності;

σ_{-1} – границя витривалості;

K_d – коефіцієнт впливу абсолютних розмірів перерізу осі;

K_σ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень.

Вираз (3.8) можна використати для перевірних розрахунків осей із відомими розмірами, навантажених за схемою на рисунку 3.5. Проектний розрахунок такої осі можна виконати за формулою, що дістали із (3.8) розв'язуванням щодо d [5]:

$$d \geq \sqrt[3]{32 \cdot Fab / [\pi \cdot (a + b) \cdot [\sigma]]} \quad (3.11)$$

Розміри a і b , а також допустиме напруження за умовою стійкості проти втомного руйнування попередньо можуть бути визначені з певним наближенням.

$$d \geq \sqrt[3]{32 \cdot 6263 * 0,004 * 0,004 / [3,14 \cdot (0,004 + 0,004) \cdot 175]}$$

$$d \geq 7,41 \text{ мм}$$

Виходячи з особливостей конструкції приймаємо діаметр валу 30мм, отже деталь буде працювати зі значним запасом міцності.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів складання та розбирання машин

Технологічний процес заміни вузлів і агрегатів включає наступні операції [7,14]:

- миття і очищення деталей агрегатів і вузлів та кріпильних деталей;
- виконання допоміжних операцій для створення доступу до вузлів, що потребують заміни;
- готування і встановлення технологічного обладнання;
- виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів;
- контроль технічного стану агрегатів, вузлів та деталей;
- транспортування знятих вузлів деталей для їх заміни.

У процесі виконання вище перелічених операцій можуть виникати такі травмонебезпечні ситуації:

- під час миття, очищення деталей та зливання технологічних робочих матеріалів:
 - розбризкування мийного розчину або технологічних матеріалів і попадання їх на обличчя, руки та інші відкриті ділянки тіла;
 - загоряння мийного розчину на основі горючих матеріалів або технологічних рідин;
 - забруднення робочого місця;
- під час виконання допоміжних операцій для створення доступу до агрегатів і вузлів, що потребують заміни:
 - наявність на деталях відколи, зазубрин і стружки;
 - падіння деталей і складальних одиниць;

- зіскакування ключів з граней гайок;
- підготовка і встановлення технологічного обладнання;
- намотування одягу на обертові деталі обладнання (силовий гвинт);
- затискання одягу або частин тіла елементами обладнання, падіння, перекидання обладнання;
- наїзд мобільним обладнанням на перешкоди, виконавців робіт або на інших присутніх осіб [26];
- виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів:
- наявність на деталях відколів, зазубрин і стружки;
- зіскакування ключів з граней гайок;
- падіння деталей і складальних одиниць;
- під час виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів:
- зіскакування ключів з граней гайок;
- наявність на деталях гострих кромки і відшарування металу;
- падіння деталей зі стола;
- під час контроль технічного стану агрегатів, вузлів та деталей:
- випадання з рук мірного інструменту та пристроїв для дефектування;
- неправильне використання інструментів та пристроїв;
- під час транспортування знятих вузлів деталей для їх заміни:
- падіння деталей і складальних одиниць з обладнання;
- перекидання обладнання разом з транспортованими вузлами;
- наїзд мобільним обладнанням на виконавців робіт або на інших присутніх осіб;
- наїзд мобільним обладнанням на інше обладнання, автомобілі або їх складові частини;

Небезпечні умови операції (НУ):

- використання шкідливих для здоров'я мийних розчинів (НУ1):
- використання легкозаймистих речовин (НУ2):

- несправні інструменти (НУ3):
- несправне обладнання (НУ4):
- порушення вимог безпеки праці (НУ5):

Небезпечні дії (НД):

- розбризкування мийного розчину, витікання технологічних рідин (НД1) [7,26]:
 - користування інструментом, що спричинює іскроутворення, значний нагрів або відкритого полум'я, паління цигарок (НД2):
 - та використання відкритого полум'я (НД3):
 - потрапляння горючих матеріалів на нагріті деталі:
 - використання несправного обладнання (НД5):

Небезпечна ситуація (НС):

- потрапляння агресивних речовин на шкіру та в очі (НС1):
- займання горючих речовин (НС2):
- зіскакування інструментів з деталей (НС3):
- падіння деталей, інструментів обладнання або непередбачена траєкторія їх руху (НС4):
 - необачні або невмілі дії виконавця (НС5)

На підставі співставлення небезпечних умов операцій (НУ), небезпечних дій (НД), та небезпечних ситуацій (НС) складаємо модель процесу.

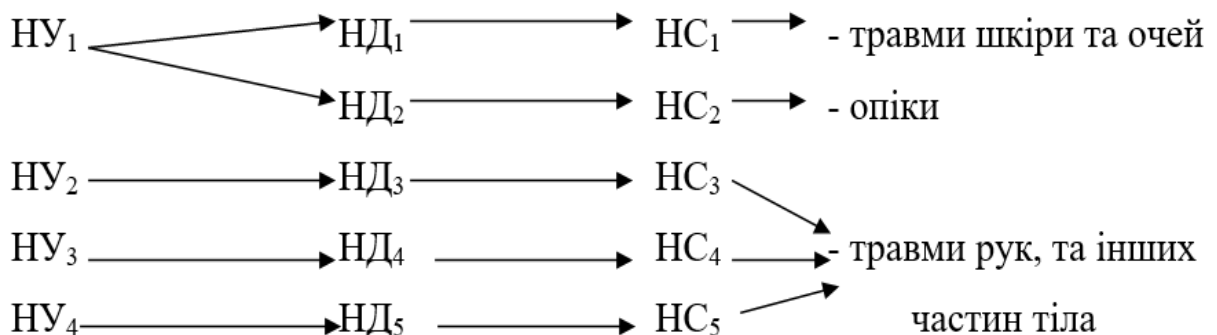


Рисунок 4.1 – Модель процесу ремонту плугів та іншої ґрунтообробної техніки

4.2. Вимоги безпеки до території, приміщень, обладнання і виробничих процесів ремонтних підрозділів

Територія ремонтних майстерень, виробничих, санітарно-побутових та інших приміщень повинна відповідати технологічному процесу ремонтного виробництва та вимогам санітарних норм проектування. Поверхня має бути вирівняна й спланована так, щоб забезпечити відведення стічних вод до водостоків від будівель, майданчиків, проїздів та пішохідних доріжок. Ширина дороги для руху техніки і пішохідних доріжок до майстерні, санітарно-побутових, допоміжних і інших приміщень при однобічному русі повинна бути на 1,8 м, а при двобічному - на 2,7 м більша за ширину сільськогосподарської машини. Ширина пішохідних доріжок має бути не менша 1,5 м [7,26].

Майданчики для зберігання автомобілів, тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки повинні бути рівними, з твердим покриттям (асфальт, бетон та ін.).

Виробничі процеси, які супроводжуються забрудненням робочої зони шкідливими речовинами (отруйні гази, пари, пил і т.д.), треба проводити в окремих приміщеннях, обладнаних вентиляцією.

Підлога в приміщеннях повинна бути щільною, з твердим покриттям, зручним для очищення і ремонту. В приміщеннях, де користуються водою, підлогу влаштовують з похилом для стоку. На оглядових ямах та естакадах треба встановлювати напрямні для коліс автомобілів, тракторів і комбайнів, а також обладнувати з двох боків сходи для спуску в яму. На естакадах по всій довжині мають бути поручні висотою не менш як 1м.

Усі зовнішні входи та виходи, в'їзди у виробничі приміщення обладнують тамбурами для запобігання протягам і тепловим завісам.

Дахи та карнизи будівель у зимовий час треба регулярно очищати від снігу та льоду.

Проходи між стелажми, полицями, шафами у складських приміщеннях повинні бути шириною не менше 1 м.

4.3. Пожежна безпека

Для розробки протипожежних заходів потрібно провести аналіз можливих джерел загоряння на ділянці. Однією з причин пожежі може бути несправність електричних мереж. Щоб уникнути цього, потрібно привести у відповідність до потужності споживачів електричної енергії діаметру дроту електромереж. Живлення всіх споживачів повинно проводитися через систему захисту, яка включає плавкі запобіжники, автомати з біметалевими пластинами та магнітні пускачі. Всі мережі повинні бути проведені в захисних трубопроводах, а з'єднувальні коробки мають бути герметично закритими. В місцях підведення до споживачів провідники мають бути захищені в армовані рукави [7,26].

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях виробничих підприємств горючі та легкозаймисті речовини можуть з'явитися через підтікання мастил та палива.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкоджень ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегріві проводів струму і т. д.

У виробничих приміщеннях ремонтних підприємств необхідно дотримуватися:

- забезпечення справності електропроводки;
- захисту щитками розподільчих і пускових запобіжних пристроїв;
- встановлення іскро-захисних

щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників; - збору в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів та інших горючих матеріалів; - зберігання пожеже- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів в спеціально обладнаних шафах в герметично закритій тарі; - використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я; - вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям та на горні.

На ділянці має бути вся інформація про шляхи виходу під час пожежі, наявність засобів пожежогасіння. Робочі місця мають бути оснащені відповідними інструкціями.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕДЕНОГО ДИСКА МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ

Розрахунковий економічний ефект визначаємо за формулою [1]:

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

де B_p – вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.; Z_p – вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням обладнання для відновлення веденого диска муфти зчеплення, грн.

Вартісна оцінка результатів за рік використання визначається за формулою [1]:

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

де C_t – економія коштів на відновленні диска муфти зчеплення; A_t – кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році, $A_t = 1$; Π_t – річна продуктивність одного обладнання, шт.

Економію коштів на відновленні диска муфти зчеплення визначаємо з виразу [1]:

$$C_t = e_1 + e_2, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де e_1 – економія коштів на оплаті праці, грн.; e_2 – економія коштів за рахунок скорочення тривалості простою трактора в ремонті, грн.

Економію коштів за рахунок зменшення оплати праці визначаємо за формулою [1,2]:

$$e_1 = c_{np} \times (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де c_{np} – середня годинна тарифна ставка робітника зайнятого на відновленні диска муфти зчеплення, $c_p = 55$ грн. год.; t_1 - середня тривалість заміни агрегатів в даний час, $t_1 = 0,62$ год.; t_2 – середня тривалість відновлення диска муфти зчеплення з використанням розробленого обладнання, $t_2 = 0,48$ год.

Економію коштів за рахунок скорочення тривалості простою трактора визначаємо за формулою [2]:

$$e_2 = e_n \times (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де e_n – мінімальні втрати від години простою трактора, $e_n = 500$ грн./год. [2]

Підставивши відповідні значення у формулу (5.4) і (5.5) отримаємо:

$$e_1 = 55 \times (0,62 - 0,48) = 7,7 \text{ грн.}$$

$$e_2 = 500 \times (0,62 - 0,48) = 70 \text{ грн}$$

Тоді середня економія коштів на відновлення веденого диска муфти зчеплення в 2025 році становитиме

$$Ц_t = 7,7 + 70 = 77,7 \text{ грн.}$$

Загальну кількість запланованих замін агрегатів визначаємо з виразу [1]:

$$П_t = (\Phi_{00} / t_o) \times k_1 \times k_2, \text{ шт.} \quad (5.6)$$

де Φ_{00} – дійсний фонд робочого часу обладнання в одну зміну, $\Phi_{00} = 1640$ год.; t_o - операційний час відновлення диску за умови використання розробленого пристрою, $t_o = 0,48$ год; k_1 – приймаємо коефіцієнт використання обладнання з по факту надходження замовлень, $k_1 = 0,5$; k_2 – коефіцієнт використання обладнання з організаційних причин, $k_2 = 0,6$ [1,2]

$$П_t = (2096 / 0,48) \times 0,5 \times 0,6 = 1310 \text{ шт.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (5.2) визначаємо вартісну оцінку результатів

$$B_{t2025} = 77,7 \times 1 \times 1310 = 101787 \text{ грн.}$$

Вартісну оцінку витрат включає: вартість виготовлення конструкторської документації, вартість виготовлення технологічної документації, вартість основних матеріалів та комплектуючих, вартість виготовлення деталей, вартість складання, випробування та налагодження обладнання, вартість проведення організаційно-підготовчих робіт для

запровадження обладнання у виробництво. Приймаємо для розрахунків вартість витрат по першому року рівною 8200 грн, $Z_{2025} = 8200$ грн

Приймаємо термін служби обладнання даного типу, $T = 6$ років

Значення коефіцієнта приведення до розрахункового року α_t подано в таблиці 5.1

Вартість витрат для наступних років становитиме [1]:

$$Z_t = Z_{2026} \times \alpha_t \times 0,15, \text{ грн}$$

$$Z_{2026} = 8200 \times 0,9091 \times 0,05 = 745,46 \text{ грн}$$

Підставивши отримані значення у формулу (5.1) визначаємо річний економічний ефект за результатами першого 2025 року використання пристрою для відновлення веденого диска муфти зчеплення

$$E_{p2025} = 92534,6 - 745,46 = 91\,789,1 \text{ грн}$$

Результати розрахунків для решти років заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 - Показники економічної ефективності від використання оснащення для ремонту ведених дисків зчеплення

Показники	Роки використання пристрою						Разом
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
P_t - річна програма, шт.	1310	1310	1310	1310	1310	1310	7860
C_t -економія коштів, грн.	77,7	70,63	64,21	58,37	53,06	48,24	
α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	
B_t -вартісна оцінка результатів, грн.	101787	92534,6	84116,8	76472,6	69520,5	63199,5	487631
Z_t - вартісна оцінка витрат, грн.	8200	745,46	677,68	616,06	560,06	509,18	11308,4
E_t -економічний ефект, грн.	93587	91789,1	83439,1	75856,5	68960,5	62690,4	476323

З таблиці 5.1 бачимо, що сумарний економічний ефект становитиме понад 476 тис грн.

Строк окупності даного обладнання визначаємо з виразу [2]:

$$t_{ок} = (\sum Z_i / \sum E_i) \times 6, \text{ років} \quad (5.7)$$

$$t_{ок} = 11308,4 / 476323 \times 6 = 0,142 \text{ року}$$

Отже, строк окупності обладнання буде меншим двох місяців.

ВИСНОВКИ

1. Ремонт муфти зчеплення заслуговує уваги зі сторони власників техніки та підприємств технічного сервісу так як даний вузол в значній мірі впливає на ефективність і безпеку використання тракторів та інших самохідних машин.
2. Аналіз будови муфт різних тракторів показав на подібність конструкції і можливість використовувати аналогічного оснащення для діагностики технічного стану та ремонту елементів муфти веденого диска.
3. В свою чергу потрібно більше уваги приділити розробці технологічного оснащення для ремонту і відновлення деталей зчеплення зокрема
4. В майбутньому потрібно було б розглянути можливість кріплення фрикційних накладок з використанням полімерних матеріалів при відновлення ведених дисків старих моделей
5. Доцільність виготовлення і запровадження у виробництво запропонованого технологічного обладнання підтверджується очікуваним економічним ефектом в сумі 476 тисяч грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П., Польотов В.А., Рижов В.Г. Економіка ремонтного підприємства; За ред. В.К. Аветісяна – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 389 с
2. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. 2-е вид., доп. і перероблене. / В.Г. Андрійчук. К.: КНЕУ, 2002. 624с.
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі: Підр. для вищ. агр. закл. освіти II-IV рівнів акредитації за напрямом "Агрономія" / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. – К.: Урожай, 2002. – 324с.
4. Будова автомобіля і трактора. Частина 3. (Трансмісія, механізми керування, ходова частина). Посібник до лабораторних робіт: для студентів технологічного факультету / Укл. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Бивалькевич Л.М. – Чернігів: ЧНПУ, 2015. – 108 с.
5. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
6. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О. І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.
7. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Л.: Афіша. – 2005. – 320 с
8. Кисликов В. Ф., Луцик В. В. К44 Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. — 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. — 400 с.

9. Коваленко В. М. К56 Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с.
10. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р. М. Деталі машин. Підручник. Луцьк: ЛДТУ, 2001.- 564 с.
11. Лебедев А. Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.1 «Автотракторні двигуни» ,К; Вища школа 2000р.; с.7-9.
12. Лебедев А. Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.3 «Автотракторні двигуни» ,К; Вища школа 2000р.; с.9-13.
13. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с
14. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2/ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., та інші/ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. - Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018 - 491с.
15. Ремонт машин. Моделювання процесів розбирання і складання об'єктів ремонту. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічних курсових та дипломних робіт для студентів факультету механіки та енергетики спеціальностей 7.091902, 8.091902 "Механізація сільського господарства" / Чухрай В.Є. - Львівський нац. аграр. ун-т, 2008.-31 с
16. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І та ін.]. за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. -665с.
17. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій./ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник - Харків: ХНТУСГ, 2017. - 361 с.

18. Тіщенко Л. М. Т 11 На допомогу фермерам. Практичні поради сервісу двигунів сільгосптехніки. / Л. М. Тіщенко, А. Т. Лебедєв, О. І. Сідашенко, С. О. Харченко, А. М. Антипенко, М. Г. Макаренко, О. М. Макаренко, Ю. М. Кулаков, П. С. Сиромятников, С. П. Сорокін, І. О. Шевченко, М. Л. Шуляк. За ред. Л. М. Тищенко - Харків.: «Міськдрук», 2014, - 224 с.

19. Чухрай В. Є. Обґрунтування технологічних параметрів обладнання для операцій розбирання-складання машин в умовах ремонтної бази їх власників. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 83. Наукове видання. Глеваха, 2000 – с. 234-238.

20. Чухрай В.Є. Визначення кількості можливих варіантів послідовностей виконання операцій розбирання об'єкта ремонту/Інженерія аграрного виробництва у вимірах бережливості. Колективна монографія / За ред. О.Д.Семковича, О.В.Сидорчука, І.М. Флиса, С.Й.Ковалишина. Львів: Львів. держагроуніверситет.2006. - С. 267-290

21. Чухрай В.Є. Киричинська І.Б. Розрахунок кількості варіантів послідовності виконання операцій розбирання об'єктів ремонту / Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. / Львів: Львівський держ. аграр. ун-т. 2006.- №10. –С 189-196.

22. Чухрай В.Є. Моделювання процесів розбирання і складання об'єктів ремонту Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. Львів: Львівський держ. аграр. ун-т. 2005.- №9. - С.326-343

23. Чухрай В.Є. Оптимізація процесів розбирання і складання об'єктів ремонту. Вісник аграрної науки. – 2006 Спеціальний випуск, серпень . – С. 114-121

24. Чухрай В.Є. Рис В.І /Розбирання і складання спряжень з натягом // Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи/ Львів. держ. аграр. університет, 2004.-14с.

25. Шкельов Л. Т. та ін. Опір матеріалів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л. Т. Шкельов, А. М. Станкевич, Д. В. Пошивач.– ЗАТ «Віпол», 2011.– 456 с.
26. Ярошевская В.М., Чабан В.Й. Охорона праці в галузі. Навч. Посібник. – К.: ВД «Професіонал». – 2004. – 288 с
27. <http://imesg.gov.ua>. Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» [Електронний ресурс
28. <http://naas.gov.ua/> Національна академія аграрних наук України [Електронний ресурс]