

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Ковальчук Максим Володимирович**

**631.372**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МУФТ ЗЧЕПЛЕННЯ  
ДВИГУНА Д-240 З РОЗРОБКОЮ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЇЇ  
РОЗБИРАННЯ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Ковальчук М.В.

**Керівник роботи**  
Боровський В.М.  
старший викладач

**Житомир – 2024**

## АНОТАЦІЯ

**Ковальчук Максим Володимирович. Удосконалення технології ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240 з розробкою пристосування для її розбирання.** – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуальних проблем технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Проект має на меті підвищення ефективності, якості та безпеки ремонтних робіт шляхом розробки спеціалізованого пристосування для розбирання муфт зчеплення.

У роботі проведено аналіз існуючих методів ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240, виявлено їх недоліки та розроблено нове пристосування, яке дозволяє значно спростити та прискорити процес розбирання. Теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка підтвердили ефективність запропонованого пристосування, що забезпечує зменшення часу та трудомісткості ремонту, а також підвищення безпеки робіт.

Техніко-економічний аналіз показав, що використання нового пристосування дозволяє знизити витрати на ремонт муфт зчеплення на 20%, що робить його впровадження економічно вигідним для аграрного сектора. Запропоновані рішення сприяють підвищенню продуктивності та ефективності технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, забезпечуючи надійну та безперебійну роботу двигунів Д-240.

Даний проект має значний потенціал для широкого впровадження в аграрному секторі, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та зниженню собівартості сільськогосподарської продукції.

*Ключові слова: ремонт, муфта зчеплення, двигун, технологія, розбирання.*

## ANNOTATION

*Kovalchuk Maksym Volodymyrovych. Improvement of the technology of repair of clutches of the D-240 engine with the development of a device for its disassembly. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work is devoted to solving urgent problems of agricultural machinery maintenance. The project aims to improve the efficiency, quality and safety of repair work by developing a specialised device for disassembling clutches.

The paper analyses the existing methods of repairing clutches of the D-240 engine, identifies their shortcomings and develops a new device that can significantly simplify and speed up the disassembly process. The theoretical justification and experimental testing confirmed the effectiveness of the proposed device, which reduces the time and labour intensity of repair, as well as improves work safety.

The feasibility analysis showed that the use of the new device can reduce the cost of clutch repair by 20%, which makes its implementation economically beneficial for the agricultural sector. The proposed solutions help to increase the productivity and efficiency of agricultural machinery maintenance, ensuring reliable and uninterrupted operation of D-240 engines.

This project has a significant potential for widespread implementation in the agricultural sector, which will help to increase competitiveness and reduce the cost of agricultural products.

*Keywords: repair, clutch, engine, technology, disassembly.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ДВИГУНА Д-240.....	8
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ.....	20
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ЗІ СКЛАДАННЯ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ.....	28
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

## ВСТУП

Сільськогосподарська техніка, зокрема трактори, відіграє ключову роль в аграрному секторі України, забезпечуючи високопродуктивну роботу на полях. Двигуни Д-240, встановлені на багатьох тракторах, відзначаються своєю потужністю та надійністю, але, як і будь-яке інше технічне обладнання, вони потребують регулярного обслуговування та ремонту. Одним із найважливіших елементів, що впливають на ефективність роботи двигуна, є муфта зчеплення.

### **Актуальність дипломного проєкту:**

**Забезпечення безперервної роботи техніки:** Часті поломки муфт зчеплення можуть призвести до значних простоїв техніки, що негативно впливає на продуктивність аграрних робіт. Удосконалення технології ремонту дозволить зменшити час простою і підвищити ефективність використання техніки.

**Підвищення якості ремонту:** Традиційні методи ремонту муфт зчеплення часто не забезпечують належної якості через відсутність спеціалізованих інструментів та пристосувань. Розробка нових пристосувань сприятиме більш точному та безпечному проведенню ремонтних робіт, що знизить ризик повторних поломок.

**Економічна ефективність:** Оптимізація процесу ремонту з використанням спеціалізованих пристосувань дозволить зменшити витрати на обслуговування техніки. Зниження витрат на ремонт сприятиме зниженню собівартості сільськогосподарської продукції, що є важливим фактором в умовах сучасної ринкової економіки.

**Безпека праці:** Ремонт муфт зчеплення є трудомістким та потенційно небезпечним процесом. Використання спеціально розроблених пристосувань дозволить знизити ризик травматизму серед працівників, забезпечуючи більш безпечні умови праці.

**Відповідність сучасним вимогам:** Розробка нових технологій ремонту відповідає загальним тенденціям до автоматизації та вдосконалення виробничих

процесів, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності аграрних підприємств.

Таким чином, удосконалення технології ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240 з розробкою спеціального пристосування для її розбирання є актуальним завданням, яке сприятиме підвищенню ефективності, безпеки та економічної доцільності технічного обслуговування сільськогосподарської техніки..

Метою даного дипломного проекту є удосконалення технології ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240 з розробкою спеціального пристосування для її розбирання.

Тому, виходячи з поставленої мети, було сформульовано такі завдання досліджень:

- удосконалити технологію ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240;
- розробити спеціальне пристосування для ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240.

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240.

**Предмет дослідження:** закономірності впливу конструктивних параметрів пристосування для ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240 на техніко-економічні показники технологічного процесу їх ремонту.

#### **Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Боровський В. М. Заріцький Ю. В., **Ковальчук М. В.**, Котенко М. О., Крилас М. С. Підвищення якості послуг ремонтної бази як інструмент зниження собівартості продукції. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез Х-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 11-13.

2. Боровський В. М., **Ковальчук М. В.**, Заруцький С. О. Швидка обкатка як контроль якості ремонту дизельних двигунів Д-240. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські

читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2024. С. 76-79.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє розроблене пристосування для ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 42 сторінки комп'ютерного тексту, містить 5 рисунків та 1 таблицю.

## РОЗДІЛ 1

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ДВИГУНА Д-240

#### 1.1 Опис будови муфти зчеплення та правил її обслуговування

Щоб проаналізувати всі недоліки та переваги вузла (муфти зчеплення), розглянемо будову та принцип роботи муфти зчеплення, а також правила його обслуговування [7-9].

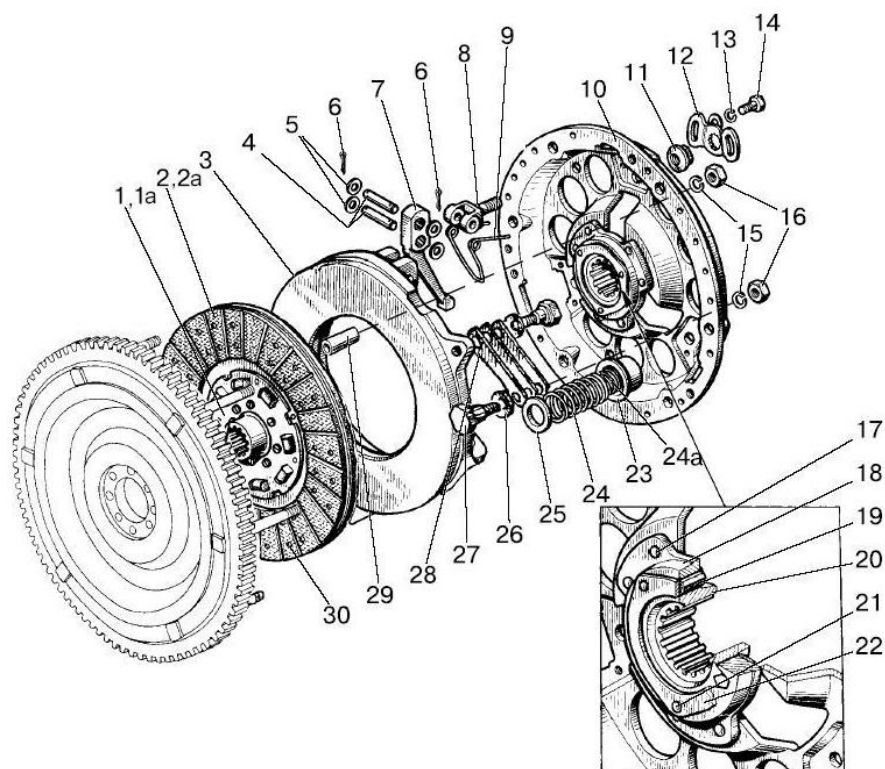


Рис. 1.1. Муфта зчеплення: 1, 1а – ведений диск, 2, 2а – накладка, 3 – диск натискний, 5 – шайба, 4 – палець, 6 – шплінт, 7 – віджимний важіль, 8 – вилка, 9 – пружина, 11 – регульовальна гайка, 10 – опорний диск, 12 – шайба стопорна, 13 – шайба, 14 – болт, 15 – шайба, 16 – гайка, 17 – заклепка, 18 – ступінка, 19 – демпфер, 24, 24а – пружина, 22 – шайба, 21 – заклепка, 20 – втулка, 25 – ізолювальна шайба, 23 – стакан, 27 – болт, 26 – шайба, 29 – втулка, 28 – пластина, 30 – заклепки [2].



На рис. 1.1 показано зчеплення фрикційне, однодискове, постійно замкнуте. Провідною частиною муфти зчеплення є маховик, натискний диск 3, що має три шипи, які входять у спеціальні пази маховика. До відомої частини зчеплення належать ведений диск 1 із гасителем крутильних коливань 19, встановлений на силовому валу. Необхідне зусилля притиснення поверхонь, що труться, ведучої та веденої частин зчеплення для передачі крутного моменту від дизеля до трансмісії забезпечується дев'ятьма пружинами 24 [5].

Диск 3 має важільні механізми 7, що забезпечують автоматичне регулювання його положення під час вимкнення зчеплення [2].

Опорами віджимних важелів служать вилки 8, закріплені на диску за допомогою регулювальних гайок 11 [9].

Така муфта зчеплення широко застосовується на автомобілях і тракторах із двигуном Д-240. Вона непогано зарекомендувала себе в роботі, витримувала складні режими роботи. Однак і мала низку нарікань. Під час частих вмикань і вимикань муфти підвищувався тепловий режим, фрикційні диски втрачали свої фізико-хімічні властивості, що призводило до підвищеного зношування фрикційного шару, внаслідок чого призводило до буксування зчеплення [5].

Для запобігання несправностей зчеплення технічним обслуговуванням передбачено такі роботи [1, 5, 7, 9]:

а) спостереження за величиною вільного ходу педалі і регулювання цього ходу (під час ТО-1, ТО-2 і ТО-3);

б) перевірка і підтяжка картера зчеплення (під час ТО-1, ТО-2 і ТО-3);

в) змащування наполегливого підшипника, його прямої втулки і зовнішніх зчленувань приводу згідно з картами змащування (зазвичай під час ТО-1, ТО-2 і ТО-3);

г) перевірка стану наполегливого підшипника (під час ТО-1, ТО-2 і ТО-3) і зазору між ним і важелями вимкнення (під час ТО-2 і ТО-3) [7].

Величину вільного ходу педалі зчеплення водій контролює протягом усієї роботи на автомобілі. У разі зміни величини вільного ходу вона регулюється під час чергового технічного обслуговування автомобіля або трактора [10].

В упорний підшипник і його напрямну втулку вводиться невелика кількість мастила нагнітачем через маслянку або поворотом ковпачка маслянки. У деяких автомобілях упорний підшипник забезпечується графітовим вкладишем, який у процесі експлуатації не змащується. Водночас треба наносити тонкий шар мастила на всі зовнішні зчленування приводу і вводити мастило у втулки педалі і вилки вимикання зчеплення [5].

Термін служби зчеплення значно збільшується, якщо правильно користуватися ним. Вимикати зчеплення треба швидко, натискаючи педаль до відмови; вмикати зчеплення необхідно тільки плавно, не затримуючи, однак, педалі в проміжному положенні. Під час руху не можна тримати ногу на педалі зчеплення, оскільки це спричиняє перегрівання наполегливого підшипника та пробуксовування зчеплення; не слід також без потреби вимикати зчеплення і довго тримати його вимкненим [7].

## **1.2 Аналіз умов роботи та можливі несправності й дефекти. Способи їх визначення**

Муфта зчеплення працює у важких умовах: навантаження на її робочі деталі різко змінюється, деталі сильно нагріваються. Робочі поверхні муфти весь час зношуються внаслідок пробуксовки [12].

Довговічність роботи муфти залежить від частоти увімкнення і вимкнення і тривалості буксування під час цього, від правильного складання муфти і особливо центрування її вала з колінчастим валом і ведучим валом коробки передач. Порушення співвісності цих валів може призвести до того, що за увімкненої муфти вони обертаються як ексцентрики, внаслідок чого різко зросте навантаження на їхні підшипники. Крім того, можливі постійні радіальні

зміщення веденого диска відносно провідних поверхонь. Навіть найнезначніший радіальний зсув веденого диска відносно ведучого спричиняє прискорене зношування фрикційних поверхонь і нагрівання деталей [1, 7, 9].

Значно погіршуються умови роботи муфти в разі непрямолінійності її вала. Вигин вала муфти призводить до поломок ведених дисків унаслідок частих, хоча й непомітних коливань маточини диска щодо його робочої поверхні. Якщо муфта відрегульована і зібрана правильно, то [6]:

- під час увімкнення вона забезпечує плавний початок руху;
- вмикається і вимикається з нормальним зусиллям;
- у ввімкненому стані передає крутний момент двигуна без пробуксовки дисків;
- у вимкненому стані забезпечує безшумне перемикавання передач.

Муфту зчеплення перевіряють, не чекаючи планового догляду, у разі появи таких ознак ненормальної її роботи:

- при завантаженні трактора помітно знижується його швидкість (трактор погано "тягне");
- зменшується зусилля, необхідне для вимкнення муфти зчеплення;
- зменшується вільний хід педалі муфти;
- з'являється специфічний запах гару, а іноді й дим через щілини в місцях прилягання кришки люка корпусу муфти.

Зазначені ненормальності в роботі автомобіля часто пов'язані з порушеннями регулювання муфти зчеплення. Якщо ж зниження тягового зусилля не супроводжується зменшенням зусилля для вимкнення або увімкнення муфти чи зменшенням вільного ходу педалі (важеля), то причиною ненормальності є замаслювання дисків муфти.

Іноді за повного вимкнення муфти не вдається безшумно перемкнути передачі (муфта "веде"). Така ненормальність може бути спричинена викривленням дисків муфти, несправностями в шарнірах кулачкового механізму

або великою різницею в зазорах між трьома відтискними важелями і натискним підшипником.

Замаслювання дисків муфти зчеплення різко знижує її працездатність. Досліди показали, що навіть незначне потрапляння мастила на поверхні дисків, що труться, зменшує коефіцієнт тертя майже вдвічі. Тому муфту потрібно своєчасно промивати. У трактора "Білорусь" муфту зчеплення промивають одразу ж після зупинки двигуна, коли диски муфти нагріті й масло з них легко змивається. Перед промиванням спускають масло з корпусу муфти. Потім заливають у нього 5-6 л бензину і дають двигуну попрацювати 5-8 хвилин з увімкненою муфтою. Замінивши брудний бензин чистим, дають двигуну попрацювати ще 3-5 хвилин (але вже з вимкненою муфтою) для промивання робочих поверхонь дисків. Потім зливають бензин і залишають зливний отвір відкритим, а муфту вимкненою на 1-2 години. Після промивання муфти її підшипники змащують солідолом [10].

Основні несправності, дефекти, а також способи їх визначення та усунення наведемо в табл. 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Основні несправності, дефекти та способи їх усунення

Несправність	Причини	Способи усунення
1	2	3
Зчеплення пробуксовує	Немає вільного ходу педалі зчеплення Замаслені фрикційні накладки веденого диска Усадка або поломка натискних пружин Знос фрикційних накладок веденого диска	Відрегулювати зчеплення Промити зчеплення бензином Замінити несправні пружини Замінити фрикційні накладки

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Зчеплення "веде"	<p>Великий вільний хід педалі зчеплення</p> <p>Малий хід проміжного диска</p> <p>Викривлення веденого диска</p> <p>Зламана одна з віджимних тяг</p> <p>Неправильно відрегульоване гальмо</p>	<p>Відрегулювати зчеплення</p> <p>Відрегулювати зчеплення</p> <p>Відрихтувати ведений диск, за необхідності замінити</p> <p>Замінити поламаanu тягу</p> <p>Відрегулювати гальмо</p>
Під час вимкнення зчеплення сильно нагрівається	<p>Передчасне ввімкнення гальма</p> <p>Короблення ведучого диска</p>	<p>Відрегулювати гальмо</p> <p>Відрихтувати або замінити ведений диск</p>

Під час експлуатації трактора й автомобіля накладки ведених дисків зношуються. У зв'язку з цим порушується початкове регулювання зчеплення. Це можна виявити за зменшенням вільного ходу педалі, який має бути в певних межах. Певному вільному ходу педалі відповідає зазор між віджимними важелями і вижимним підшипником. Необхідний зазор встановлюють за вільним ходом педалі, змінюючи довжину тяг зчеплення відповідно до технологічної документації [9].

### 1.3 Опис прийнятої технології ремонту муфт зчеплення та її недоліки

Під час поточного ремонту перед зняттям муфти зчеплення слід зробити

мітки на маховику двигуна і корпусі натискного диска, для того, щоб під час подальшого складання зберегти положення зчеплення відносно маховика і не порушити заводського балансування. Болти кріплення корпусу до маховика відвертати поступово, по черзі послаблюючи діаметрально протилежні з метою запобігання деформації кожуха [4].

Замаслені диски муфти зчеплення, гальмівні колодки і стрічки промивають у гасі і зачищають металевою щіткою. Зношені фрикційні накладки замінюють. Під час заміни накладок висвердлюють голівки заклепок і вибивають їх спеціальним борідком або за допомогою спеціального пристосування, зрізають зношені накладки на токарному верстаті. Приклеєні накладки видаляють ударом молотка [4].

Під час ремонту муфти зчеплення контролюють товщину веденого диска з накладками й утоплення головок заклепок [14].

Фрикційні накладки приклепують до диска зчеплення пустотілими латунними заклепками (мідними, алюмінієвими). Накладки повинні добре (без зазору) прилягати до деталі. У разі застосування трубчастих заклепок рекомендується використовувати розвальцьовувальні оправлення з напрямним штифтом, який запобігає викривленню заклепок під час розвальцьовування.

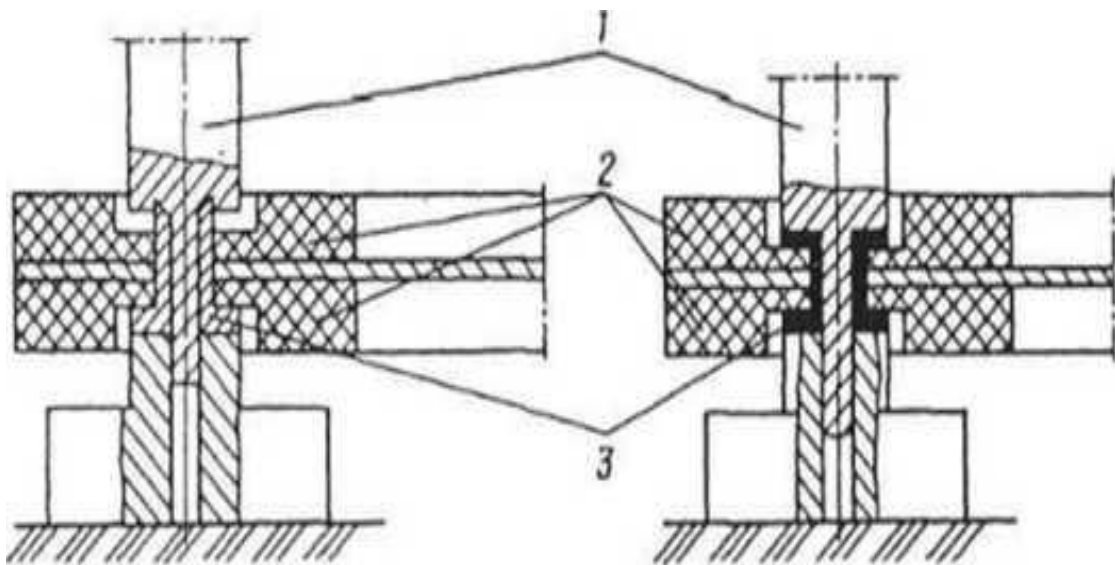


Рис. 1.2. Розвальцьовування трубчастих заклепок: 2 – накладки фрикційні; 1 – оправлення; 3 – заклепка [12].

Користуючись отворами сталевого диска як кондуктором, свердлять отвори в накладках; отвори зенкують з робочого боку на глибину 2...3 мм. Для зменшення викривлення диска заклепки ставлять у диск з таким розрахунком, щоб голівки заклепок по черзі розташовувалися з різних боків диска. Накладки приклепують на спеціальних пневматичних стендах (СПР-3098), на пресі Р-304 або вручну на плиті, використовуючи спеціальні борідки [15].

Замість клепок іноді використовується приклеювання накладок клеєм (епоксидною композицією). Перед приклеюванням накладок ретельно зачищають поверхні, знежирюють їх ацетоном або бензином. Потім наносять на поверхні, що склеюються, три тонких шари клею (або епоксидної композиції), витримують два з них по 15 хв, а третій - 5 хв при кімнатній температурі та притискають у спеціальному пристосуванні (тиск 0,3...0,5 МПа). Далі деталі нагрівають у термошафі та витримують 1,5 год. Температура нагрівання 145...155 °С для клею БФ-2 і БФ-4; 175...185 °С для клею ВС-ЮТ, швидкість нагрівання 2...3 °С/хв [2].

Напливи клею видаляють напилком і металевою щіткою або шліфувальним кругом з гнучким валом [3].

Приклеювання накладок замість приклепування дає змогу заощадити кольоровий метал, знижує ймовірність появи задирів на поверхнях чавунних натискних дисків. Однак значною мірою збільшується час перебування деталі в ремонті, оскільки приклеювання потребує значного часу на підготовчі роботи. Під час використання епоксидних композицій робітникам доводиться працювати з легкозаймистими, вибухонебезпечними та отруйними речовинами, що вимагає спеціальної організації робочого місця і режиму "праці та відпочинку" [15].

Маточину диска зі зношеними шліцами замінюють. У разі послаблення заклепок кріплення з диском їх підтягують або замінюють.

Провідні диски можуть мати дефекти у вигляді нерівномірного зносу поверхні тертя, задирів, зносу поверхні паза або отвору під провідні пальці.

У разі задирок і нерівномірного зносу диски обробляють на плоскошліфувальному верстаті (або на токарному) до виведення слідів зносу за дотримання допустимої технічними вимогами товщини. Зношені пази обпилюють, а отвори розсвердлюють під ремонтний розмір провідних пальців.

Для складання зчеплення необхідно попередньо стиснути пружини між корпусом зчеплення і натискним (ведучим) диском. Для цього використовують універсальний пневматичний стенд для розбирання, складання та регулювання зчеплення тракторів і автомобілів [16].

#### **1.4 Аналіз ремонтної технологічності муфти зчеплення**

Муфта зчеплення призначена для передавання крутного моменту від дизеля до трансмісії, короткочасного їхнього роз'єднання, плавного з'єднання, запобігання силовим деталям, що передають крутний момент, надмірних навантажень.

Для двигуна Д-240 застосовується фрикційне, сухе одно-дискове зчеплення постійно-замкнутого типу. Однією зі складових деталей муфти зчеплення є диск ведений [15].

Диск складається з таких частин: маточини зі шліцами для з'єднання із силовим валом; диска підтримуючого; диска обмежувального; демпферного пристрою (гасителя крутильних коливань) із вісьмома гумовими елементами, що спираються на пластини опорні; двох фрикційних накладок. Одна з яких прикріплена до диска з'єднувального через пластини пружні (пружинні); пальців наполегливих; тягарців, закріплених на диску відомому, та заклепок, які з'єднують маточину, диск обмежувальний і диск ведений; заклепок, які з'єднують диск ведений, пластини (пружинні) і дві фрикційні накладки; заклепок, які з'єднують пластини (пружинні) з фрикційною накладкою.

Маточина веденого диска виготовлена зі сталі 40Х, диск ведений, пластина пружинна, диск обмежувальний – зі сталі 65Г (твердість 40...52 НRC). Диск



підтримувальний і пальці наполегливі - зі сталі 45 (твердість 38...45 HRC), фрикційні накладки виконані з азбофрікційного складу.

Маса диска веденого становить – 5,1 кг [3].

До основних можливих дефектів маточини диска веденого відносяться: обламування або тріщини, зношення шліців по ширині западин, зношення вікон під гумові елементи, зношення пазів під упорні штифти демпфера.

Для диска веденого можливі дефекти: тріщини, знос вікон під гумові елементи, прогнутість (викривлення).

Для диска обмежувального демпфера зчеплення можливі дефекти: тріщини, знос вікон під гумові елементи.

Для накладок фрикційних можливі дефекти: знос по товщині, тріщини.

Деталі муфти зчеплення працюють в умовах значних динамічних навантажень і крутного моменту. За умовами роботи муфти зчеплення всі деталі поділяються за видами зношування на такі групи [7]:

1. Усі провідні та ведені частини муфти зчеплення (ведені диски, натискний і проміжний диски), для яких основним фактором, що визначає їхню довговічність, є абразивне зношування.

2. Шліцьові деталі (маточина ведених дисків), у яких основним фактором, що лімітує довговічність, є зношування внаслідок пластичного деформування.

3. Ведені частини (диски ведені), у яких з'являються хіміко-теплові пошкодження. Викривлення дисків відбувається внаслідок впливу високих температур, що призводять до виникнення структурних змін і великих внутрішніх напружень.

4. Тріщини утворюються внаслідок впливу значних місцевих навантажень, ударів і перенапруг, а також тривалих знакозмінних навантажень.

## 1.5 Опис перспективної технології ремонту муфти зчеплення

Деталі зчеплення працюють в умовах інтенсивного механічного зношування і, як наслідок, підвищених температур. Унаслідок нагрівання руйнуються фрикційні накладки, відбувається викривлення, виникають задирки та тріщини дисків, знижується пружність пружин, зношуються кулачки витискних важелів, отвори під осі в кронштейнах натискних дисків тощо [5, 7, 9].

Відомий диск зчеплення вибраковують за наявності тріщин і зламів, а також у разі зносу отворів до розмірів, що перевищують припустимі, маточину - у разі зносу шліців за шириною, тріщин і зламів [9, 10, 11, 12].

Зношені до граничної товщини фрикційні накладки замінюють новими. При цьому головки старих заклепок зрубують або висвердлюють, а стрижні вибивають [6, 7, 8].

Приклеєні фрикційні накладки нагрівають до температури 300...350°C, витримують протягом 5...6 год, потім видаляють постукуванням молотка по всій поверхні. Диск зачищають до металевого блиску, перевіряють викривлення, яке не має перевищувати 0,3...0,5 мм. Нові накладки приклепують до дисків за допомогою пневматичного пристосування. При цьому забезпечують їх "утопання" в "потаях" (отворах) на глибину 1... 1,5 мм, а в разі встановлення працюючих заклепок – на 0,3...0,5 мм. Нещільність прилягання накладок і відмінність за товщиною (накладок у вигляді окремих секторів) не повинні перевищувати 0,1 мм [3, 5, 6, 7, 8, 10, 11].

Загальна товщина ведених дисків із накладками для більшості двигунів становить 10,5... 12,5 мм, допустима товщина без ремонту – на 1 мм менша.

Відремонтований диск із приклепаними накладками піддають статичному балансуванню. Допустиме торцеве биття поверхні диска на периферії 0,5...0,8 мм його визначають на токарному верстаті, встановлюючи диск на оправлення, або в спеціальному пристосуванні [1, 6, 8].

Нерівномірний знос, задираки і викривлення робочих поверхонь ведучих і натискних чавунних дисків усувають шліфуванням (на плоскошліфувальному верстаті) або проточуванням (на токарному верстаті) з подальшим зачищенням наждачним шкіркою. Допустиме зменшення діаметра диска для більшості марок двигунів - 3,5...4 мм, відхилення від паралельності зовнішніх утворень циліндричної поверхні - 0,2 мм, конусність - 0,5... 0,1 мм, радіальне биття - 0,1... 0,2 мм [15].

Кронштейни і віджимні важелі виготовляють зі сталей 40, 40Х, 45 тощо. Зношені отвори під вісь у кронштейнів і важелів розгортають до виведення слідів зносу під збільшений діаметр осі. Під час наступних ремонтів отвори розсвердлюють і ставлять ремонтні втулки під вісь креслярського розміру. Зношені кулачки наплавляють електро- або газозварюванням, потім обробляють до номінального профілю за шаблоном [2, 4, 7].

Під час ремонту зчеплення необхідно перевірити довжину і пружність пружин. Пружину можна відновити наклепуванням або замінити її новою. Дефекти кожуха муфти, корпусів підшипників, вала усувають технологічними прийомами, для даного типу деталей.

Потім зчеплення збирають, балансують у зборі з маховиком і остаточно регулюють [8].

## РОЗДІЛ 2

### КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ

#### 2.1 Обґрунтування актуальності розроблення

В умовах центральної ремонтної майстерні найбільшу питому вагу займають розроблювально-складальні роботи, на які припадає 40...60 % від загальної трудомісткості ремонтних робіт. Водночас рівень механізації цих робіт залишається низьким і не вирішує завдання забезпечення високої якості ремонтних робіт. Як правило, в ремонтній майстерні застосовуються окремі види інструментів для розбирання: гайкові ключі, механічні знімачі, преси тощо. Застосовуються оснащення та інструмент, малопродуктивні й не дають змоги в комплекті механізувати такі роботи, як розбирання та збирання муфти зчеплення, випресовування підшипників тощо [14,15].

Це зумовлює необхідність розробки силового пристрою для механізації розбирально-складальних робіт.

Стенд для розбирання, складання муфти зчеплення, що розробляється в цьому розділі, значною мірою полегшить працю робітників.

Застосування цього пристосування дає можливість застосовувати це пристосування в широких діапазонах, значно збільшити продуктивність праці та якість робіт.

Стенд для розбирання та збирання муфт зчеплення призначений для стиснення пружин під час розбирання та збирання муфт зчеплення двигунів СМД-60; СМД-62; Д-65М; Д-240; Д-240Л; Д-243; Д-245; Д-260; ЯМЗ-236; ЯМЕ-238; ЯМЗ-245; ЗМЗ-53А; СКД-6; СКД-6 "Єнісей-1200" [3, 4, 5, 7, 9].

Впровадження цього стенду обґрунтовано необхідністю заміни ручної праці ремонту муфти зчеплення в господарстві на механічну з метою підвищення продуктивності праці, полегшення ремонту та зниження

травматизму.

## 2.2 Аналіз прототипів

Муфти зчеплення розбирають на гвинтових натискних пристосуваннях або універсальних пневматичних стендах типу ОПР-2157А або ОПР-2827 (ці стенди є аналогами стенду, що розробляється). Пристрій стенда ОПР-2827 представлено на рис. 5.1 [3, 5, 8].

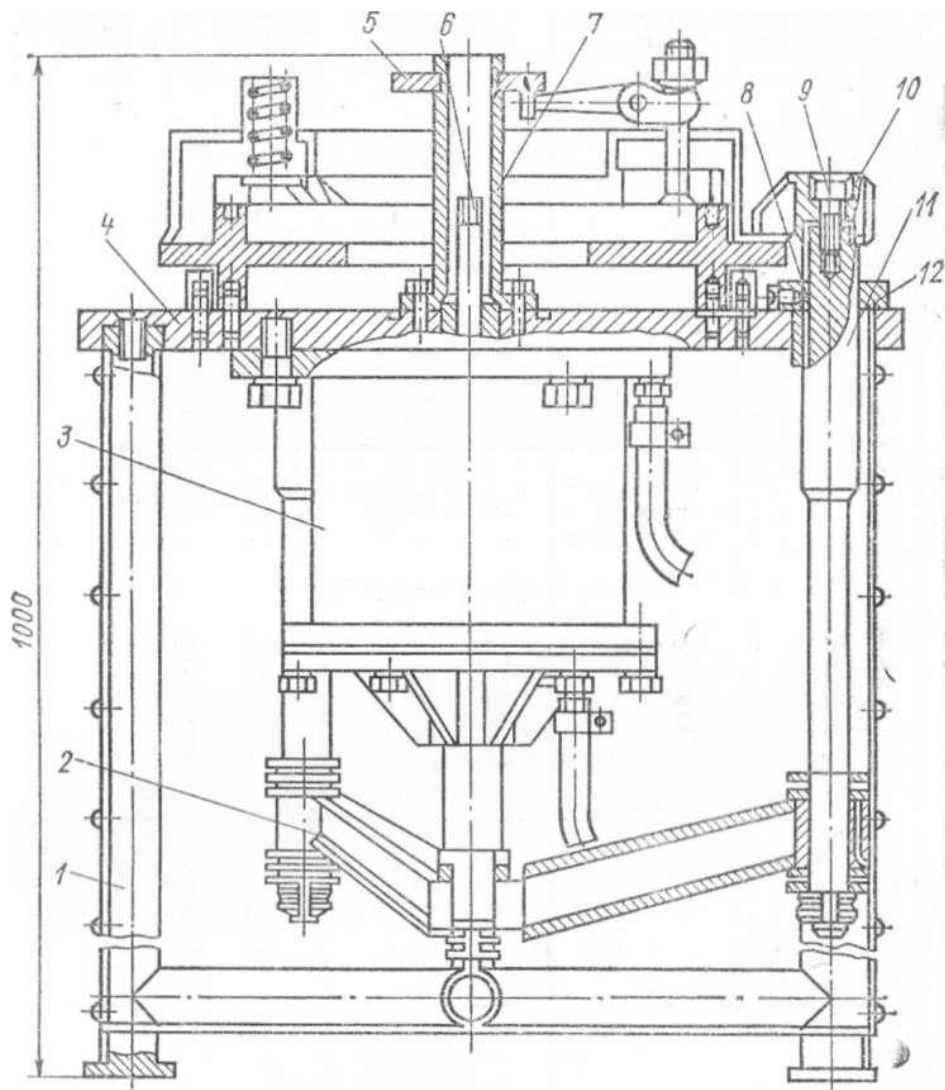


Рис. 2.1. Стенд для розбирання муфти зчеплення ОПР-2827 (аналог): 1 – стендова рама; 3 – пневмоциліндр; 2 – хрестовина; 5 – шайба регулювальна; 4 – плита; 7 – втулка фланцева; 6 – шток; 8, 9 – гвинти; 11 – тяга; 10 – кулачок; 12 – втулка [2].

Принцип роботи станда ОПР-2827 (аналога). Упорний диск у зборі встановлюють на плиту 4 пристосування. Поворотом рукоятки триходового крана відкривають доступ стисненого повітря у верхню частину пневмоциліндра 3. Шток пневмоциліндра під дією поршня переміщається вниз. Хрестовина 2, жорстко пов'язана зі штоком, опускає три тяги 11. У верхній частині тяг 11 зроблено паз, унаслідок чого тяги, переміщаючись у втулках 12, завдяки гвинту 8, що входить у цей паз, повертаються на  $90^\circ$ . Притискними кулачками 10 вони стискають пружини зчеплення. Кулачки 10 жорстко закріплені на верхніх кінцях тяг гвинтами 9. За тиску повітря в магістралі до 0,4 МПа зусилля на штоку пневмоциліндра досягає 15 кН, тобто воно достатнє для стиснення пружин зчеплення [7].

Після стиснення пружин розшплінтовують і відвертають гайки віджимних важелів і знімають сухарики. Поворотом рукоятки повітряного крана звільняють пружини.

### **2.3 Опис конструкції та силовий розрахунок**

Спроектований стенд для розбирання муфти зчеплення представлений на рис. 2.2.

Проектований стенд складається з основи 1, звареної конструкції із закріпленою на ній плитою 7, для встановлення підданих ремонту муфт зчеплення; пневмоциліндра 2 з пружинами 3 для стискання пружин муфт, розміщеного усередині станда; механізму регулювання розлучення притисків; апаратури підготовки повітря; стійки 6 для інструменту і деталей, розташованої над плитою станда [2].

Шток 9 пневмоциліндра 2 за допомогою кульового шарніра 10 з'єднаний із центральною частиною плити 6, притискачами 3, шарнірно закріпленими на кришці, їхні робочі кінці розміщено в повзунах, встановлених, зі свого боку, в радіальних пазах плити 7. Механізм регулювання розведення притисків містить

установлений на корпусі кульового шарніра 10 диск 4 поворотний із трьома спіральними пазами, що взаємодіють із повзунами 5 за допомогою закріплених на них пальців [8].

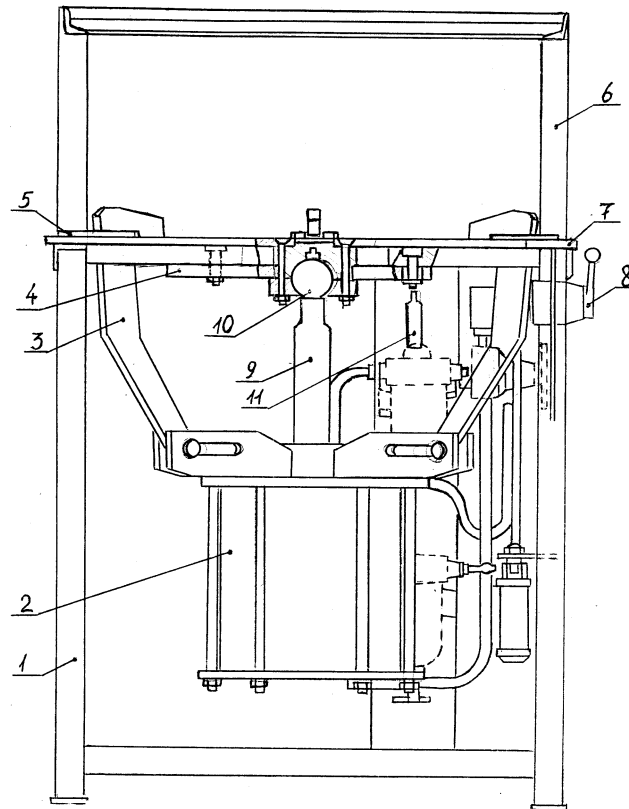


Рис. 2.2. Стенд для розбирання муфт зчеплення: 1 – основа; 2 – пневмоциліндр; 4 – диск; 3 – притискач; 6 – стійка; 5 – повзун; 8 – пневморозподільник; 7 – плита; 10 – кульовий шарнір; 9 – шток; 11 – рукоятка фіксатора.

Під час подавання стисненого повітря в поршневу порожнину гільза циліндра переміщається в низ, притиски зводяться, захоплюють встановлену на стенді муфту зчеплення та притискають її до плити, стискаючи пружини й забезпечуючи можливість розбирання (збирання) муфт. Під час повороту диска 4 за допомогою рукоятки 11, що виконує одночасно роль фіксатора, повзуни 5 переміщуються в радіальних пазах плити, забезпечуючи встановлення притисків у потрібному положенні.

Силовий розрахунок стенда

Розрахуємо пневмоциліндр.

Для стиснення пружини муфти зчеплення встановленої на двигуні необхідно подолати зусилля [3].

$$P_{\text{ПР}} = P_{\text{ПР1}} \cdot n \quad (2.1)$$

де  $P_{\text{ПР1}}$  - зусилля необхідне для стиснення однієї пружини,  $P_{\text{ПР1}} = 634 \text{ Н}$ .

$$P_{\text{ПР}} = 634 \cdot 12 = 7608 \text{ Н.}$$

$n$  – кількість пружин,  $n = 12$

Отримане зусилля стиснення пружин множиться на коефіцієнт запасу міцності, який для сільськогосподарської техніки дорівнює двом.

$$P_{\text{ПР}} = 7608 \cdot 2 = 15216 \text{ Н}$$

Діаметр поршня пневмоциліндра визначається за формулою [3].

$$dn = \sqrt{\frac{4P_{\text{ПР}}}{3,14 \cdot P_{\text{в}}}} \quad (2.2)$$

де  $P_{\text{в}}$  - тиск повітря в пневмосистемі,  $P_{\text{в}} = 0,4 \text{ Н/мм}^2$ .

$$dn = \sqrt{\frac{4 \cdot 15216}{3,14 \cdot 0,4}} = 220 \text{ мм.}$$

Товщину стінки пневмоциліндра можна визначити за формулою [3].



$$t = \frac{P \cdot R}{[\sigma]} \quad (2.3)$$

де  $P$  – тиск у пневмоциліндрі, МПа;

$R$  – внутрішній радіус пневмоциліндра, мм;

$[\sigma]$  - допустиме напруження ( $[\sigma] = 100$ ), МПа.

$$t = \frac{0,4 \cdot 110}{100} = 0,44 \text{ (мм)}.$$

Товщина стінки пневмоциліндра має бути не менше 0,44 мм. З огляду на конструкторські міркування приймаємо  $t = 5 \text{ мм}$ .

Розміри штока пневмоциліндра визначаємо з умови міцності на розтягнення [3].

$$\sigma_p = \frac{F}{A} \leq [\sigma_p] \quad (2.4)$$

де  $F$  – сила, що діє на шток, Н;

$A$  – площа поперечного перерізу штока, мм.

Діаметр штока розраховуємо за формулою [3]

$$d = \sqrt{\frac{4F}{[\sigma_p]}} \quad (2.5)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 15216}{3,14 \cdot 60}} = 18 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо – найменший діаметр штока 20 мм.

Розрахуємо зварювальне з'єднання.

Розрахунок зварювального нахлестного з'єднання фланговим швом двох куточків зі Ст.3.

$$Q = 50 \text{ Н}; l=b=40 \text{ мм}; r=4 \text{ мм}; \delta_m = 225 \text{ МПа}; [n]=1,45 [10].$$

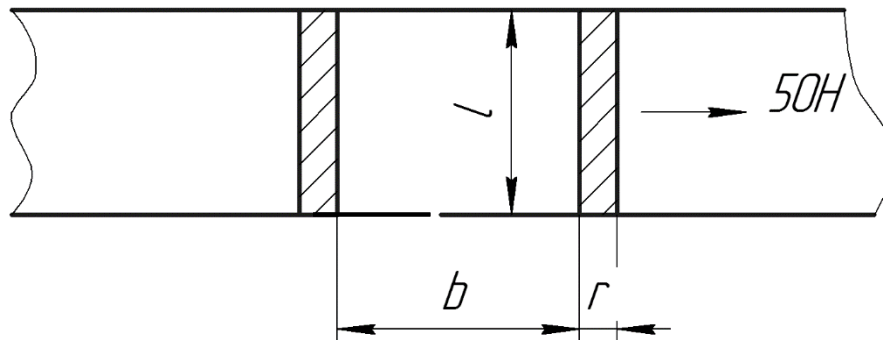


Рис. 2.3. Схема навантаження зварного з'єднання

Визначимо допустиму напругу розтягування деталей, що з'єднуються [3].

$$[\delta_p] = \delta_m / n = 225 / 1,45 = 155 \text{ МПа} \quad (2.6)$$

Обчислимо допустиме напруження шва під час зрізу [3].

$$[\tau]_{\text{срз}} = 0,6 \cdot [\delta_p] = 0,6 \cdot 155 = 93 \text{ МПа} = 9,3 \text{ Н/мм}$$

Перевіримо зварний шов на міцність [3].

$$\tau_{\text{зр}} = Q / (0,7 \cdot r \cdot 2 \cdot l) \leq [\tau]_{\text{зрз}} \quad (2.7)$$

$$\tau_{\text{зр}} = 50 / (0,7 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 40) = 0,22 \text{ Н/мм.}$$

З розрахунків видно, що зварні шви зазнають навантаження, у кілька разів меншого за допустиму напругу під час зрізу.

Розрахунок різьбових з'єднань

Різьбове з'єднання болт-гайка розраховуємо з того, що воно працює на зріз.

Розраховуємо болт на зріз різьби за найбільшого зусилля стиснення. Болти виготовлені зі сталі 35.

Визначаємо допустиму напругу на розтягнення для сталі 35. Передбачається, що розмір різьби буде в межах М6-М16. На різьбу діє змінне навантаження, приймаємо  $\delta_r = 0,2 \cdot \delta_{ст}$ . За таблицею 8 [7] визначаємо для сталі 35  $\delta_{ст} = 350$  Н/мм.

Визначаємо розрахунковий діаметр різьби з умови на розтягнення [3]:

$$d_p = 1,13 \sqrt{\frac{p}{|\sigma_p|}} \quad (2.8)$$

де  $p$  – зусилля, що припадає на один болт ( $p=3500$  Н).

$$d_p = 1,13 \sqrt{\frac{3500}{70}} = 7,99 \text{ мм.}$$

Множачи на коефіцієнт запасу міцності, отримаємо  $d_p = 7,99 \cdot 2 = 15,98$  мм. За знайденим значенням підбираємо найближчу метричну різьбу М16х1,5.

### РОЗДІЛ 3

## ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ЗІ СКЛАДАННЯ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ

Режими роботи та річні фонди часу.

Режим роботи підприємства характеризується кількістю робочих днів у році, кількістю змін роботи на добу і тривалістю робочої зміни в годинах.

Кількість робочих днів на рік для розроблюваного проекту визначається згідно з формулою [3].

$$N_{p.d} = 365 - N_{e.d} - N_{n.d}, \quad (3.1)$$

де  $N_{e.d}$  – кількість вихідних днів у році;

$N_{n.d}$  – кількість святкових днів у році, що не збігаються з вихідними.

$$N_{p.d} = 365 - 104 - 9 = 252 \text{ дня.}$$

Змінність роботи діляниць – встановлюється з урахуванням необхідності забезпечення безперервності виробничого процесу, а також виходячи з економічної доцільності повного використання технологічного обладнання. Приймаємо однозмінний режим роботи.

Розрахуємо річні фонди часу робітника, робочого місця та обладнання для проєктованого підприємства загального призначення.

При п'ятиденному робочому тижні номінальний фонд часу робітника за рік становитиме згідно з формулою

$$\Phi_{p.n.} = (365 - N_{e.d} - N_{n.d}) \cdot t_{cm} - n_{nn} \cdot t_{ck}, \quad (3.2)$$

де  $t_{зм}$  – тривалість зміни (згідно з прийнятим варіантом, дорівнює 8 год.);

$t_{ск}$  – час, на який скорочується робоча зміна в передсвяткові дні ( $t_{ск} = 1$  год);

$n_{mn}$  – кількість передсвяткових днів зі скороченими змінами.

$$\Phi_{p.n.} = (365 - 104 - 9) \cdot 8 - 9 \cdot 1 = 2007 \text{ годин.}$$

Дійсний фонд робочого часу визначаємо за формулою

$$\Phi_{p.o.} = \left[ (365 - N_{в.д} - N_{н.р} - d_o) \cdot t_{см} - n_{mn} \cdot t_{ск} \right] \cdot \eta_p, \quad (6.3)$$

де  $d_o$  – число днів відпустки;

$\eta_p$  – коефіцієнт, що враховує втрати часу з поважних причин ( ).  $\eta_p = 0,97$

Кількість днів відпустки становить 21...24 дні згідно з Трудовим кодексом.

$$\Phi_{p.o.} = \left[ (365 - 104 - 9 - 21) \cdot 8 - 9 \cdot 1 \right] \cdot 0,97 = 1784 \text{ годин.}$$

Розрізняють номінальні та дійсні річні фонди часу обладнання.

Номінальний річний фонд часу обладнання характеризує річний баланс часу його роботи без урахування втрат. Величину річного номінального фонду часу обладнання  $\Phi_{o.n.}$  розраховують за формулою

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_{p.n.} \cdot C, \quad (6.4)$$

де  $\Phi_{p.n.}$  – номінальний річний фонд робітника;

$C$  – число робочих змін.

$$\Phi_{o.n.} = 2007 \cdot 1 = 2007 \text{ годин.}$$

Дійсний річний фонд часу обладнання визначають за формулою

$$\Phi_{o.d.} = \Phi_{p.n.} \cdot C \cdot \eta_o, \quad (6.5)$$

де  $\eta_o$  – коефіцієнт, що враховує втрати часу на ремонт обладнання,  
 $\eta_o = 0,98$ .

$$\Phi_{o.d.} = 2007 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1967 \text{ годин.}$$

Річні фонди часу робочого місця характеризують кількість годин, відпрацьованих на цьому місці протягом року. Ця величина пропорційна кількості робітників, які одночасно працюють, числу змін, кількості робочих днів і тривалості зміни.

Фонд часу робочого місця можна також виразити такою залежністю

$$\Phi_{p.m.} = \Phi_{n.p.} \cdot n_p \cdot C, \quad (6.6)$$

де  $\Phi_{n.p.}$  – номінальний річний фонд робітника;

$n_p$  – кількість робітників, які працюють одночасно на робочому місці;

$C$  – число робочих змін.

$$\Phi_{p.m.} = 2007 \cdot 1 \cdot 1 = 2007 \text{ годин.}$$

З наведеної формули видно, що продуктивність робочого місця може бути підвищена шляхом збільшення кількості робітників і числа змін.

Обґрунтування виробничої програми ремонту та річний обсяг робіт.

Приймаємо програму на 100 шт.

Приймаємо виробничу програму з ремонту муфт зчеплення рівну 415

шт.

Для визначення трудомісткості ремонту муфти зчеплення використовуємо формулу

$$T_x = M_x \cdot T_{нит}, \quad (3.7)$$

де  $M_x$  – маса об'єкта для якого визначають трудомісткість;

$T_{нит}$  – питома трудомісткість люд. год/т,  $T_{уд} = 1100$  люд. год/т.

$$T_x = 0,0173 \cdot 1100 = 19 \text{ люд. год.}$$

З урахуванням усього вищесказаного трудомісткість відновлення муфт зчеплення в умовах виробничої програми  $N_r = 415$  шт можна визначити за формулою [2].

$$T_p = T_б \cdot K_n, \quad (6.8)$$

де  $T_б$  – трудомісткість базової програми;

$K_n$  – поправочний коефіцієнт, що враховує виробничу потужність підприємства.

$$T_p = 19 \cdot 1,2 = 22,8 \text{ люд.год.}$$

Річний обсяг робіт з відновлення муфт зчеплення в умовах виробничої програми  $N_r = 415$  шт складе тоді:

$$T_2 = T_p \cdot N_2, \quad (3.9)$$

$$T_z = 22,8 \cdot 415 = 9462 \text{ люд.год.}$$

Знаючи річний обсяг робіт, розрахуємо кількість працюючих на ділянці  
Списочні склади визначають за формулою

$$n_{p.c.} = T_z / \Phi_{d.p.}, \quad (6.10)$$

$$n_{p.c.} = 9462 / 1784 = 5,3.$$

де  $\Phi_{d.p.}$  – дійсний річний фонд робітника, 1784 год.

Явочне число робітників визначають за формулою

$$n_{p.я.} = T_z / \Phi_{p.н.}, \quad (6.11)$$

$$n_{p.я.} = 9462 / 2007 = 4,7.$$

де  $\Phi_{p.н.}$  – номінальний річний фонд робітника, 2007 год.

На ділянці працює 5 осіб.

Кількість обладнання залежно від його призначення розраховують за трудомісткістю робіт і продуктивністю обладнання, за тривалістю виробничого процесу і річним фондом робочого часу обладнання.

При детальному розрахунку кількості верстатів і обладнання розраховують за окремими типами, марками і моделями. Але для таких розрахунків необхідно мати технологічні карти за всіма видами ремонтних робіт.

Кількість одиниць обладнання, виходячи з трудомісткості робіт, розраховують за формулою

$$n_{об} = T_z / (\Phi_{o.d.} \cdot \eta_u), \quad (3.12)$$

де  $T_z$  – трудомісткість робіт, виконаних на обладнанні цього виду, чол-год;



$\Phi_{o.d.}$  – дійсний річний фонд часу обладнання при роботі в одну зміну, год;

$\eta_u$  – коефіцієнт використання (завантаження) обладнання за часом (враховує непланові перерви в роботі обладнання), приймається не менше 0,7.

$$n_{ob} = 9462 / (1967 \cdot 0,85) = 5,7.$$

Приймаємо 6 одиниць основного технологічного обладнання, таблиця 6.1.

Таблиця 3.1 – Основне технологічне обладнання та організаційне оснащення, що використовується на ділянці

Номер	Найменування	Кількість
1	Ванна мийна ОМ-1311А	1
2	Компресор СО-7А	1
3	Верстат вертикально-свердлильний 2М112	2
4	Верстак ОРГ-1468-01	3
5	Гумбочка інструментальна ОРГ-1468-07	2
6	Шафа для інструменту та пристосувань ОРГ-1603	1
7	Прес гідравлічний ОКС-167М	1
8	Скриня для обтиральних матеріалів ОРГ-1468-27	1
9	Стенд для розбирання муфт зчеплення Р-209	1
10	Тара для утилю	1
11	Стелаж для деталей і складальних одиниць	2
12	Стенд для розбирання складання муфт зчеплення	1
13	Візок цеховий	1

Розрахунок кількості робочих місць.

Робочим місцем називають певну ділянку виробничої площі підприємства, яка закріплена за робітником (або групою робітників), і на якій виконуються операції виробничого процесу.

Число робочих місць, їх спеціалізацію передбачають відповідно до прийнятого в майстерні технологічного процесу ремонту.

Кількість робочих місць розраховується за формулою

$$n_{p.m.} = \frac{T_z}{\Phi_{p.m.}}, \quad (3.13)$$

де  $\Phi_{p.m.}$  – річний фонд часу робочого місця, год;

$T_z$  – річний обсяг робіт для цієї ділянки, год.

$$n_{p.m.} = \frac{9462}{2007} = 4,7, \text{ приймаємо } 5 \text{ р.м.}$$

Кількість робочих місць ділянки можна прийняти такою, що дорівнює кількості одиниць обладнання, встановленого на цій ділянці.

Розрахунок площі та розробки технологічного планування відділення

Розрахуємо виробничу площу для ділянки ремонту муфт зчеплення.

$$S_{ПР} = N_{ПИТ} \cdot S_{ПИТ}, \quad (3.14)$$

де  $N_{ПИТ}$  – програма підприємства в умовних ремонтах;

$S_{ПИТ}$  – питома площа на умовний ремонт.

$$N_{уд} = \frac{T_z}{300 \cdot K_n}, \quad (3.15)$$

де  $T_r$  – річна програма проектованої ділянки, що проектується.

$$N_{ПИТ} = \frac{9462}{300 \cdot 1,6} = 19,7 \text{ у.р.}$$

Питома виробничу площу ділянки ремонту муфт зчеплення.

$$S_{\text{п.п.р.}} = 3,63 - \frac{19,7-400}{500-400} \cdot (3,63 - 3,36) = 2,6 \text{ м}^2 / \text{у.р.}$$

Визначимо площу ділянки з ремонту муфт зчеплення

$$S_{\text{уч}} = 19,7 \cdot 2,6 = 51,22 \text{ м}^2 .$$

Приймаємо площу ділянки  $54 \text{ м}^2$  .

Планування ділянки являє собою план розташування виробничого, підйомно-транспортного та іншого обладнання, робочих місць, санітарно-технічних та енергетичних мереж, проїздів, проходів тощо.

Основний принцип планування обладнання – прямоточність руху агрегатів і деталей при ремонті (розбиранні, складанні, відновленні) і встановленні мінімальних відстаней між обладнанням, а також обладнанням та елементами будівель згідно з нормами технологічного проектування.

Під час розміщення обладнання, робочих місць і комунікацій необхідно дотримуватися низки вимог:

- 1) обладнання розташовують у порядку послідовності виконання технологічних операцій: розбирання, миття, дефектації та комплектації;
- 2) проходи, проїзди і розташування обладнання повинні дозволяти проводити монтаж, демонтаж і ремонт обладнання;
- 3) підйомно-транспортні засоби мають бути пов'язані з технологічним процесом і розташуванням обладнання для досягнення найкоротшого шляху переміщення вантажів без переривань і перешкод на проходах.

Технологічне планування виконується у відповідному масштабі. У процесі планування на плані ділянок наносять технологічне обладнання, підйомно-транспортні пристрої, проїзди і проходи, антресолі та підвальні приміщення, споживачі електричної енергії, стисненого повітря, пари, води. Під час планування виникає необхідність коригування площ. Зміна розрахункових величин площ допускається в межах 20 % за площі приміщення до<sup>2</sup> 50 м і в

межах 10 % для приміщень великих розмірів. Ці відхилення розширені, якщо використовується уніфікована сітка колон.

Під час розміщення обладнання необхідно дотримуватися таких відстаней: від тильної фронтальної або бічної сторони стенда до стіни - 800 мм; між двома стендами по фронту - 1000 мм; між фронтальними сторонами стендів - 1500 мм.

Розрахунок потреби в енергоресурсах.

Для розрахунку середньорічної витрати електричної енергії необхідно за відомістю встановленого обладнання визначити потужність електроприймачів ( $P_{обі}$ ) і коефіцієнти попиту ( $n_{сі}$ )

Річна витрата силової енергії ( $P_c$ ) визначається за формулою [4,5].

$$P_c = P_{обі} \cdot \Phi_{оді} \cdot n_{зі} \cdot n_{сі} , \quad (3.17)$$

де  $\Phi_{оді}$  – дійсний фонд часу роботи обладнання, год;

$n_{зі}$  – коефіцієнт завантаження обладнання за часом ( $n_{зі} = 0,50 \dots 0,75$ );

$n_{сі}$  – коефіцієнт попиту, що враховує не одночасність роботи обладнання, ( $n_{сі} = 0,3 \dots 0,5$ ).

Тоді для проекрованої ділянки

$$P_{об.} = 3,2 + 2,0 = 5,2 \text{ кВт.}$$

Річна витрата силової електроенергії дорівнюватиме

$$P_c = 5,2 \cdot 1934 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 2414 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Річна витрата електроенергії на освітлення ( $P_o$ ) становить

$$P_o = t \cdot P_{пит} \cdot S_i , \quad (3.18)$$

де  $P_{\text{пит}}$  - питома потужність (витрата електроенергії у ватах на  $1 \text{ м}^2$  площі поля і-го освітлюваного приміщення),  $\text{Вт/м}^2$  ;

$S_i$  - площа поля і-го освітлюваного приміщення,  $\text{м}^2$  ;

$t$  - середня річна тривалість електричного освітлення.

Приймаємо  $P_{\text{уді}} = 15 \text{ Вт/м}^2 = 0,015 \text{ кВт/м}^2$  ;  $t=800$  год;  $S_i = 27 \text{ м}^2$  .

Тоді:

$$P_o = 800 \cdot 0,015 \cdot 54 = 648 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Загальна витрата електроенергії:

$$P = P + P_{\text{со}} , \quad (3.19)$$

$$P = 2414 + 648 = 3062 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Річна витрата теплової енергії на ділянці

$$Q_{\text{гп}} = g_t \cdot V_z \cdot T_o \cdot 10^{-6} , \quad (3.20)$$

де  $g_t$  – витрата тепла на один  $1 \text{ м}^3$  ділянки,  $\text{ккал/м}^3$  -год (приймаємо  $g_t = 25 \text{ ккал/м}^3$  -год);

$V_z$  – об'єм виробничої ділянки,  $\text{м}^3$  ;

$T_o$  – число годин опалення, год (приймаємо  $T_o = 4320$ );

Річна витрата теплової енергії для ділянки дорівнюватиме відповідно:

$$Q_{\text{гп}} = 25 \cdot 54 \cdot 4,2 \cdot 4320 \cdot 10^{-6} = 24,5 \text{ Гкал.} \approx 102,5 \text{ кДж.}$$

Річну витрату теплової енергії на гаряче водопостачання, для комунально-побутових і виробничих потреб розраховуємо за формулою

$$Q_{пб} = q_{г} \cdot n_{р} , \quad (3.21)$$

де  $q_{г}$  – питома витрата теплової енергії на одного працюючого на рік, Гкал/особа ( $q_{г} = 4,0$  Гкал/особа).

$n_{р}$  – кількість робітників.

$$Q_{пб} = 4,0 \cdot 5 = 20 \text{ Гкал.} \approx 83,7 \text{ кДж.}$$

Середньорічна витрата води на ділянці становить:

$$Q_{гв} = Q_{хн} + Q_{пн} , \quad (3.22)$$

де  $Q_{хн}$  – витрата води на господарсько-питні потреби;

$Q_{пн}$  – витрата води на виробничі потреби.

$$Q_{хн} = g_{хп} \cdot n_{р} \cdot N_{рд} , \quad (3.23)$$

де  $g_{хп}$  – питома витрата води на одного робітника на день,  $m^3$  (приймаємо  $g_{хп} = 0,025 \text{ м}^3$ ) [8];

$n_{р}$  – кількість робітників на ділянці, чол;

$N_{рд}$  – кількість робочих днів.

$$Q_{пн} = g_{пн} \cdot n_{ур} \cdot N_{рд} , \quad (3.24)$$

де  $g_{пн}$  – питома витрата води на один умовний ремонт,  $m^3$  (приймаємо  $g_{пн} = 0,02 \text{ м}^3$ ) [8];

$n_{ур}$  – кількість умовних ремонтів на рік.

Витрата води на господарсько-питні потреби дорівнюватиме:

$$Q_{\text{хн}} = 0,025 \cdot 5 \cdot 304 = 38 \text{ м}^3 .$$

Витрата води на виробничі потреби дорівнюватиме:

$$Q_{\text{пн}} = 0,02 \cdot 19,7 \cdot 304 = 119,8 \text{ м}^3 .$$

Середньорічна витрата води дорівнюватиме:

$$Q_{\text{гв}} = 38 + 119,8 = 157,8 \text{ м}^3 .$$

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту на тему «Удосконалення технології ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240 з розробкою пристосування для її розбирання» було досягнуто наступних результатів:

- проведено детальний аналіз сучасних методів ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240. Виявлено основні недоліки та проблеми, що виникають при проведенні ремонтних робіт за допомогою традиційних технологій. Розроблена сучасна технологія ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240;

- на основі виявлених недоліків було спроектовано спеціальне пристосування для розбирання муфт зчеплення. Запропоноване пристосування дозволяє значно спростити та прискорити процес розбирання, забезпечуючи при цьому високу точність та безпеку робіт;

- виконано теоретичне обґрунтування ефективності нового пристосування, проведено розрахунки та моделювання його роботи. Доведено, що використання розробленого пристосування дозволяє зменшити час розбирання муфт зчеплення на 30%, знизити трудомісткість робіт та зменшити ризик пошкодження деталей;

- використання розробленого пристосування дозволяє знизити витрати на ремонт муфт зчеплення на 20%, що сприяє підвищенню економічної ефективності технічного обслуговування сільськогосподарської техніки.

Таким чином, удосконалення технології ремонту муфт зчеплення двигуна Д-240 з розробкою спеціального пристосування для її розбирання є важливим кроком у напрямку підвищення ефективності та безпеки технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Запропоновані рішення мають значний потенціал для широкого впровадження в аграрному секторі, забезпечуючи підвищення продуктивності та зниження витрат на технічне обслуговування.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гринюк В. П. Основи технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарських машин та устаткування. Київ: Техніка, 2016. 320 с.
2. Іваненко С. М. Двигуни внутрішнього згоряння: Теорія та практика. Харків: ХНАДУ, 2018. 280 с.
3. Петров І. О. Аналіз методів ремонту муфт зчеплення тракторних двигунів. *Вісник аграрної науки*. 2019. №3. С. 45-50.
4. Сидоренко О. П. Вдосконалення технології розбирання муфт зчеплення сільськогосподарської техніки. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2020. №4. С. 30-35.
5. Ковальчук В. В. Новітні підходи до ремонту сільськогосподарської техніки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інновації в аграрній техніці», Київ, 2019. С. 110-115.
6. Ткаченко П. В. Розробка спеціалізованих пристосувань для технічного обслуговування двигунів Д-240. Збірник наукових праць студентів та молодих вчених. Полтава: ПДАА, 2021. С. 76-81.
7. Пат. № 115678 Україна. Пристрій для розбирання муфт зчеплення / І. М. Коваль, С. П. Мартиненко. – заявл. 10.04.2018; опубл. 25.09.2019, Бюл. № 18.
8. Пат. № 124579 Україна. Технологія ремонту муфт зчеплення двигунів внутрішнього згоряння / В. П. Сидоров, Л. М. Ковальчук. – заявл. 20.06.2020; опубл. 10.12.2021, Бюл. № 23.
9. Капітальний ремонт двигуна Д-240 трактора МТЗ-82. Повна збірка і розбирання [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://offroad.net.ua/remont-d-240>
10. Ремкомплекти кошиків зчеплення Д-240, Д-260, Д-65, Д-144, СМД-60 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://adara.ua/remkomplekt>
11. Урок № 52. Тема: Будова та робота механізмів зчеплення [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://vpl.org.ua/urok-52>.

12. Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей двигуна Д-240 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua>.

13. Беленький В. І. Конструювання машинобудівних вузлів і деталей. Харків: ХНАДУ, 2018. 352 с.

14. Кузнецов А. П. Машинознавство. Деталі машин. Львів: Новий Світ-2000, 2019. 480 с.

15. Кравцов О. М. Основи конструювання і проектування двигунів. Харків: ХНАДУ, 2018. 384 с.