

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

# ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
РЕМОНТУ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ З УДОСКОНАЛЕННЯМ ЩЕПЛЕННЯ»

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 «Агроінженерія»  
(шифр і назва)

Шевчук Денис Олексійович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Барабаш Руслан Іванович  
(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ 2024

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту  
Шевчуку Денису Олексійовичу

1. Тема проєкту: «Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту трансмісії тракторів з удосконаленням зчеплення»

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

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

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 10.06.2024 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування тракторів, науково-технічна література з питань ремонту та випробування тракторів, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються розрахунку та удосконалення зчеплення.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

- 4.1. Конструктивно – технічне обґрунтування об’єкта проєктування
- 4.2. Проєктування технологічного процесу ТО і ремонту трансмісій
- 4.3. Розрахунок муфти зчеплення
- 4.4. Охорона праці та захист навколишнього середовища
- 4.5. Розрахунок економічної ефективності

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

- 5.1 Класифікація трансмісій тракторів - 1-й аркуш;
- 5.2 Схема муфти зчеплення з пружинним натискним механізмом - 2-й аркуш;
- 5.3 Привід зчеплення - 3-й аркуш;
- 5.4 Дільниця ремонту трансмісій тракторів – 4-й аркуш;
- 5.5 Робочі креслення деталей – 5-й аркуш.

## 6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Конструктивно – технічне обґрунтування об'єкта проєктування»</i>	<i>27.11.23-30.12.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Проектування технологічного процесу ТО і ремонту трансмісій»</i>	<i>01.01.24-25.02.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розрахунок муфти зчеплення»</i>	<i>26.02.24-30.03.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»</i>	<i>31.03.24-30.04.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічної ефективності»</i>	<i>01.05.24-25.05.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>25.05.23-10.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Денис Шевчук  
(підпис)

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

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1 Вимоги та класифікація муфт зчеплення	7
1.2 Призначення та будова зчеплення	10
2. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО І РЕМОНТ ТРАНСМІСІЇ	
2.1 Можливі несправності агрегатів трансмісії та їх причини	15
2.2 Діагностика технічного стану трансмісії	18
2.3 Діагностичні параметри та методи їх визначення	20
2.4 Діагностика та регулювання зчеплення коробки передач та головної передачі	23
2.5 Технічне обслуговування трансмісії	24
2.6 Поточний ремонт трансмісії	27
3. РОЗРАХУНОК МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ	30
3.1 Визначення розмірів фрикційних накладок	30
3.2 Розрахунок параметрів вичимної пружини	35
3.3 Розрахунок маточини веденого диска	40
3.4 Розрахунок вала зчеплення	41
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	44
4.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек	44
4.2 Техніка безпеки під час виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту	45

<i>4.3 Заходи по зменшенню шкідливого впливу машин та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище</i>	46
<b>5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</b>	47
<i>5.1 Розрахунок собівартості ремонту однієї трансмісії</i>	47
<i>5.2 Розрахунок накладних витрат</i>	49
<i>5.3 Економічна ефективність ремонту однієї трансмісії</i>	51
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ</b>	53
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	54

УДК 629.114.3

Шевчук Д.О. Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту трансмісії тракторів з удосконаленням щеплення : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 54 с.

Табл. 5; рис. 14; бібліогр. джерел 24.

Досліджено конструктивні - технічні особливості трансмісій тракторів та муфт зчеплення, а саме: вимоги і класифікація, призначення та будова муфт зчеплення.

Запроектовано технологічний процес ремонт трансмісії, розроблено і вдосконалено методику і процедуру діагностики, обслуговування та відновлення трансмісійних систем. Цей процес включає в себе такі аспекти, як аналіз можливих несправностей, визначення діагностичних параметрів, методи їх вимірювання, налагодження регулювань зчеплення, а також проведення поточного ремонту.

Основні етапи проектування технологічного процесу ремонту трансмісії включають в себе: аналіз можливих несправностей та їх причин; діагностика технічного стану; розробка технологій технічного обслуговування; ремонт трансмісії; оцінка ефективності і безпеки процесу.

Проведено розрахунок муфти зчеплення який включає в себе розрахунки щодо вибору і розміщення компонентів муфти для забезпечення надійності і ефективності роботи трансмісійної системи трактора. Основні аспекти розрахунку включають: механічне навантаження; передача потужності; геометричні розміри; вибір матеріалів; динамічні навантаження тощо.

Запроектовано заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Розраховано собівартість та економічну ефективність ремонту однієї трансмісії.

## ВСТУП

Створення нової техніки потребує удосконалення бази технічного сервісу с.г. підприємств, які поки що не забезпечують якісного і своєчасного проведення усього комплексу заходів для підприємства роботоздатності техніки. Стан технічного діагностування і ставлення до нього, ще не відповідають сучасним вимогам.

Запровадження в Україні ринкової економіки, нових форм власності викликало докорінні зміни виробничих відносин у сфері агропромислового комплексу. Вони стосуються і служби технічного сервісу до якої відноситься весь комплекс послуг, що надаються виробникам та переробникам сільськогосподарської продукції у придбанні машин та обладнання з боку заводів-виробників, ремонтно-обслуговуючих підприємств і торгово-постачальних організацій. Останніми роками розроблено і освоєно виробництво тракторів малої потужності для фермерських і приватних господарств.

Більшість ремонтно-технічних підприємств сьогодні перебувають на межі банкрутства. Основними негативними факторами, що впливають на розвиток ринку технічного обслуговування сільськогосподарських підприємств регіону є: скорочення обсягів ремонтного обслуговування, що визначає прискорене зношування сільськогосподарської техніки; неплатоспроможність сільськогосподарських підприємств, що призвела до зниження обсягів технічного обслуговування підприємств аграрної сфери; зменшення прибутковості сільськогосподарських і ремонтно-технічних підприємств, що сприяло зниженню рівня заробітної плати в цих галузях і призвело до відпливу кадрів, у першу чергу висококваліфікованих; дроблення великих господарств колективно-пайової форми власності на дрібні, а також організація фермерських господарств, що зумовили збільшення потреби в різній техніці; порушення економічних зв'язків між ремонтно-обслуговуючими підприємствами й суб'єктами аграрної сфери, що викликало зниження працездатності машин, збільшення строків польових робіт і максимізувало вартість послуг, що надаються.

# 1. КУНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОБЄКТА ПРЕКТУВАННЯ

## 1.1 Вимоги та класифікація муфт зчеплення

Зчеплення встановлені на транспорті, за характером передачі крутного моменту поділяються на два типи - електромагнітні та фрикційні. Основна робота фрикційного зчеплення здійснюється за рахунок функціонуванні дотичних сил тертя, які утворюються при контакті ведучих та ведених частин з відносним кутовим зачепленням. Використовуючи крутний момент, що передається від електромагнітного зчеплення який виникає в результаті сил між частинками феронаповнювача. Цей крутний момент прямо пропорційний силі струму, що проходить в обмотці збудження яка використовується для намагнічування феронаповнювача.

Фрикційні зчеплення користуються великим попитом. Іноді на машинах малої потужності доцільніше використовувати електромагнітні зчеплення.

Вбудований підсилювач у приводі забезпечує водію легке керування зчепленням. Зчеплення забезпечує:

- максимальний крутний момент двигуна, при повному включенні зчеплення;
- чітке вимикання, необхідне для повної зупинки двигуна щодо трансмісії;
- плавне включення, необхідне зниження динамічних навантажень у системі трансмісії та повільного руху транспорту з місця;
- зниження моменту інерції ведучої частини зчеплення, що зменшує динамічні навантаження в зубчастих зчепленнях коробки передач, а також зменшення швидкості зношування синхронізаторів при перемиканні коробки передач;
- постійний момент тертя у робочому стані;
- найкраще відведення тепла при буксуванні;



□ придушення високочастотних коливань, що впливають на трансмісію з боку двигуна;

□ підвищену міцність та практичність виготовлення; невеликі розміри (довжина).

Існують різні види конструкцій зчеплення. Їх розрізняють за формою – дискові, конусні та колодкові; за способом впливу тиску – гідравлічні, механічні, пневматичні, електричні; за станом взаємодіючих поверхонь – змащуваними та сухими; за характеристикою роботи – розімкненими та замкнутими. У машинах великої потужності в основному застосовується сухе замкнене зчеплення пружинного типу та гасником переднього диска. Такі зчеплення прості за конструкцією та міцні.

Основні деталі фрикційного зчеплення зображені рисунку 1.1.

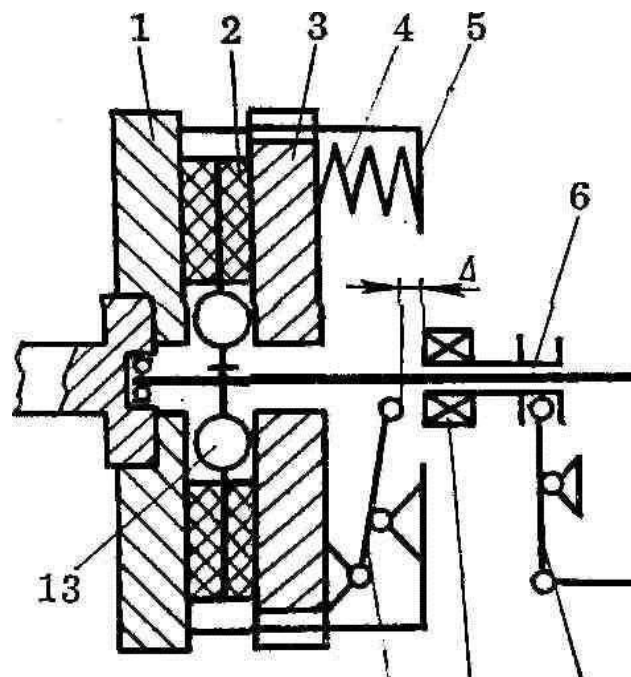


Рисунок 1.1 – Типова схема зчеплення

1 – привідна частина – маховик; 3 – вижимний диск; 5 – кожух зчеплення; 4 – натискні пружини, ведений диск 2 з гасником крутих коливань 13; механізм вимкнення - віджимні важелі 12, вижимний підшипник 11 з муфтою вимикання 7 та пружиною 8, 9 – тяга, 10 – вилка.

Сухі фрикційні зчеплення поділяються:

1. За способом дії на декілька типів – автоматичні та неавтоматичні. Найчастіше застосовують неавтоматичні зчеплення. Автоматичні зчеплення в основному можна зустріти на тракторах малої потужності закордонного виробництва і іноді на вітчизняних. Автоматичне зчеплення може бути (відцентрове) за функціонуванням його систем управління, що допомагає забезпечувати роботу неавтоматичного зчеплення (електромагнітного або фрикційного) за певним алгоритмом без участі водія.

2. За кількістю ведучих дисків – однодискові або дводискові. Однодискові зчеплення в основному використовуються у машинах малої або середньої потужності. Дводискові зчеплення, навпаки у машинах великої потужності.

3. По встановленню натискних пружин – центральні та периферійні. Центральні – це конічні, тарілчасті чи циліндричні. Периферійні – це низка циліндричних пружин. Центральні більше встановлюють у зчепленнях трактора малої потужності, інші види застосовують у машинах великої потужності.

4. За типом приводу – зчеплення з механічним та гідравлічним приводом з і без підсилювача. У свою чергу підсилювачі бувають гідравлічними, вакуумними, механічними або пневматичними.

Вимоги, що пред'являються до зчеплень – це надійність, чітке функціонування, технологічність конструкції та простота, легкість в обслуговуванні, невелика маса. Відповідно для якісного виконання даних вимог необхідна певна кількість ведених дисків у самому зчепленні.

Найбільш просту конструкцію та найменшу вагу має однодискове зчеплення, на їх обслуговування витрачається менше часу та коштів.

На довговічність коробки впливає вибір зчеплення. Однодискове зчеплення в порівнянні з дводисковим мають менший момент інерції. Часте вимкнення зчеплення впливає на термін експлуатації синхронізатора коробки передач, однодискове зчеплення використовується без установки додаткових пристроїв.

Деталі в однодискових зчепленнях охолоджуються краще, ніж у дводискових. Необхідне тепло в дводискових зчепленнях не відводиться як слід від середнього ведучого диска, виникає жорсткий тепловий режим накладок і це призводить до інтенсивного зношування.

На основі викладених переваг однодискові зчеплення набули широкого застосування.

### *1.2 Призначення та будова зчеплення*

Розмірність, конструкція та технічні характеристики зчеплення залежить від типу натискних пружин. В зчепленнях віддають перевагу конічним, циліндричним та тарілчастим пружинам.

Встановлення циліндричних пружин відбувається по периферії, це дозволяє рівномірно стискатися поверхні яка взаємодіє завдяки симетричному положенню пружин щодо один одного і віджимних важелів. Кількість натискних пружин впливає на їхнє розташування – по одному або двом колам.

Конструкція дозволяє встановити одну центральну циліндричну пружину замість периферійних пружин. Це впливає на розмір діаметра зчеплення, який зменшується. Натомість осьові габарити збільшуються. Якщо використовувати складну у виготовленні конічну пружину яка встановлюється по центру, то це дає можливість зменшити вісь зчеплення. Завдяки такій конструкції можна регулювати зусилля натискання пружини.

Широке застосування отримали тарілчасті пружини завдяки своїм перевагам. Її форма нагадує усічений конус який складається з суцільного кільця з пелюстками, які виконують функцію гнучких віджимних важелів.

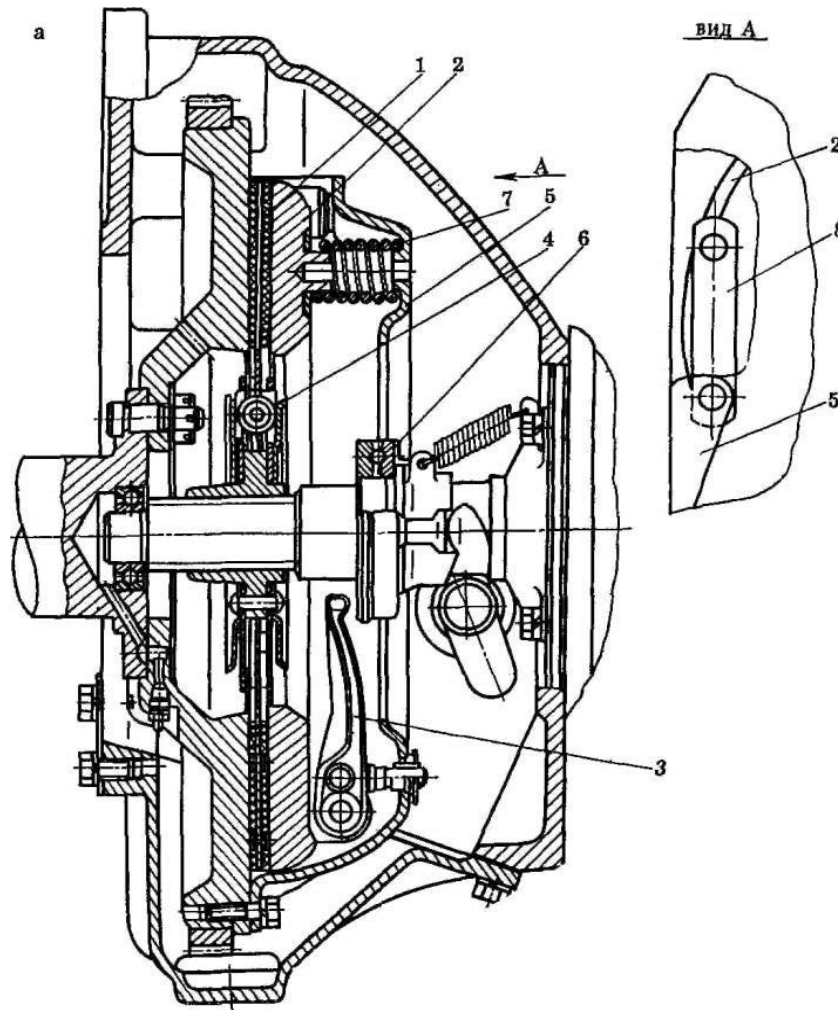


Рисунок 1.2 – Типова конструкція однодискового зчеплення з центральною конічною пружиною

1 – ведений диск; 2 – натискний диск; 3 – віджимні важелі; 4 – гасник; 5 – кожух  
Існують два варіанти встановлення тарілчастих пружин:

1. Дія здійснюється за рахунок тиску зовнішнього краю суцільного кільця;
2. Дія здійснюється за рахунок тиску внутрішнього краю суцільного кільця.

Більшою мірою застосовують перший варіант він має більш простий механізм вимикання зчеплення. Другий варіант полегшує конструкцію встановлення механізму пружини та зменшує силу вимкнення і навантаження в самій пружині. Для того щоб вимкнути зчеплення необхідно перемістити внутрішні кінці пелюстків пружини у бік від вижимного диска, що на жаль робить складною конструкцію вимкнення.

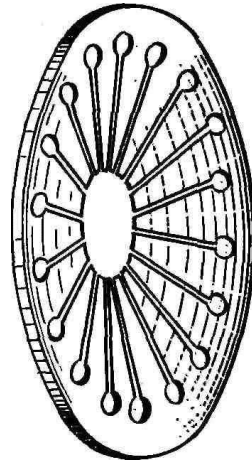


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд тарілчастої пружини

Конструкція зчеплення є простішою, якщо в ньому використовуються тарілчасті пружини, це дозволяє зменшити його розміри та кількість деталей. Забезпечити плавне вимкнення та рівномірний розподіл навантаження на диск, невелика зміна вижимного зусилля для меншого зношування накладок.

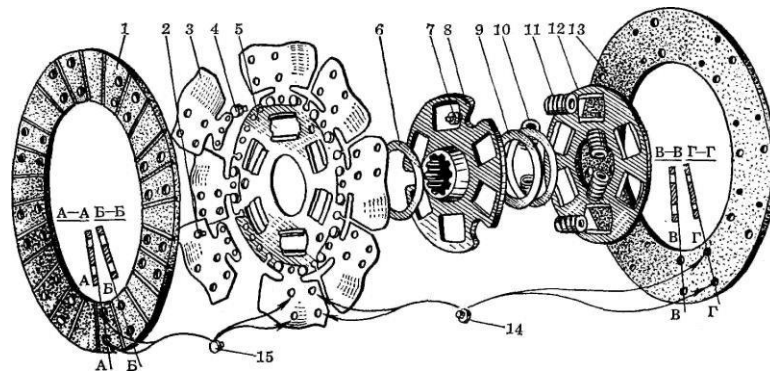


Рисунок 1.4 – Ведений диск

1, 13 – фрикційні накладки; 2, 4 – заклепки; 3 – пластинчаста пружина; 5, 12 – диски; 6, 9 – фрикційні шайби; 7 – штифт; 8 – маточина веденого диска; 10 – регулювальна шайба; 11 – пружина; 14, 15 – заклепки кріплення фрикційних накладок.

Демпфер – це гаситель коливань, який використовують у диску зчеплення для зниження показників динамічних навантажень у самій трансмісії, та зниження рівня частот власних коливань, а також вихід із резонансного стану. Для того щоб підвищити рівень пружності у веденому диску, роблять спеціальні прорізи, що

створюють плавне включення зчеплення та можливість вправити диск під час складання. До такого диска приклепуються фрикційні накладки з обох боків.

Для гасіння крутильних коливань необхідно вісім тангенціально розташованих пружин. В цьому випадку пружини розташовані з опорними пластинами в диску гасника і веденому диску, що закріплюються заклепками до фланця маточини.

Таблиця 1.1 - Основна характеристика деталей зчеплення

Деталь	Матеріал	Термічна обробка, твердість та метод зміцнення	Основні параметри
Натискний диск	Сірий чугун СЧ 24-44 ДСТУ 1412-95	НВ 170-241	Зовнішній діаметр 430-0,34 мм
Кожух зчеплення	Сталь 35, лист товщиною 5мм. ДСТУ 977-98	-	-
Ведений диск	Сталь 50, лист товщиною 2 мм. ДСТУ 3680-97 і ДСТУ 16523-90	Загартування та відпустка HRC 35-40	Зовнішній діаметр 43 мм
Ступиця веденого диска	Сталь 40Х ДСТУ 4543-90	Покращення НВ 255-285	Зовнішній діаметр шліців $35^{+0,28}_{+0,14}$ мм Внутрішній діаметр шліців $28,5^{+0,34}_{-0,17}$

Дискова муфта з сухим тертям вважається фрикційним елементом, який гасить крутильні коливання [2]. Пара тертя, що складаються із сталеві фрикційної накладки та диска, кріпитися до веденого диска. Максимально можливий кут закручування гасителя коливань можна визначити зусиллям стискання до моменту дотику витків.

Ведучий диск у зібраному вигляді підлягає статистичному балансуванню, при цьому на нього необхідно встановити балансувальні вантажі. Кріплення кожуха до маховика здійснюється вісьмома спеціальними болтами. Взаємозв'язок кожуха і

натискного диска полягає в об'єднанні 4-х пар пружинних пластин тангенціально закріплених. При включеному та вимкненому зчепленні пластини дають можливість переміщатися осьовому вижимному диску відносно кожуха.

Сила яка утворюється діафрагмовою пружиною називається вижимною.

До складу вимикається механізму входить - чотири важелі і активний шарикопідшипник вимкнення зчеплення. Самі важелі взаємопов'язані з різьбовими вилками та натискним диском. Різьбові вилки дають опір на сам кожух через регулюючі гайки. Для виключення осьового переміщення пружинну пластину притискають до гайки кожуха зчеплення. Гайками можна регулювати розташування кінців важеля вимикання зчеплення щодо робочої поверхні.

Муфта, що служить для вимкнення зчеплення, переміщається по передній частині кришки первинного валу коробки.

## 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО І РЕМОНТУ ТРАНСМІСІЇ

На агрегати та механізми трансмісії (зчеплення, карданна передача, коробка передач, роздавальна коробка, головна передача та бортові редуктори) припадає 10 - 15 % всіх відмов, матеріальні та трудові витрати на відновлення працездатності становлять 40 % усіх затрат. Для усунення відмов автоматичної трансмісії (автоматичної, напівавтоматичної та гідромеханічної передач), що є найбільш складним та дорогим агрегатом трактора, затрачається до 25% матеріальних та трудових ресурсів.

На безступінчасті автоматичні коробки передач з гнучким ременем фрикційного зачеплення, гідравлічним насосом і системою електронно-гідравлічного управління, що застосовуються на тракторах малої потужності з заднім приводом і повздовжнім розташуванням двигуна невеликої потужності припадає не більше 12-15% всіх відмов і несправностей. Трудовитрати на їх усунення значно більші (до 30%), що пов'язано з високою трудомісткістю зняття, ремонту та встановлення даного агрегату.

### *2.1 Можливі несправності агрегатів трансмісії та їх причини*

*Несправності зчеплення.* При інтенсивній експлуатації трактора можуть виникнути різні несправності зчеплення. Розрізняють несправності самого зчеплення та несправності приводу зчеплення. До несправностей зчеплення належать: спрацювання та пошкодження накладок веденого диска; деформація веденого диска; замаслювання накладок веденого диска; знос шліців веденого диска; знос чи поломка демпферних пружин; поломка чи ослаблення діафрагмової пружини; знос або поломка підшипника вимикання зчеплення; знос поверхні маховика; знос поверхні вижимного диска; заїдання вилки вимкнення зчеплення.



Привід зчеплення в залежності від виду може мати такі несправності:

а) механічний привід

- заїдання, подовження чи пошкодження троса;
- пошкодження системи важеля;

б) гідравлічний привід

- ✓ засмічення гідроприводу;
- ✓ порушення герметичності системи (підтікання робочої рідини, наявність повітря у системі);
- ✓ несправність робочого циліндра (ушкодження манжети).

Зношування та поломка конструктивних елементів зчеплення відбуваються, в основному, через порушення правил експлуатації трактора: рушання з місця на великих обертах, вижате зчеплення під час руху. Однією з причин поломки або зношування може стати граничний термін експлуатації елементів зчеплення. Більшою мірою це стосується веденого диска зчеплення, що має обмежений ресурс. За дотримання правил експлуатації цей елемент справно служить понад 5 тис. мото год. Причиною поломки зчеплення може стати низька якість комплектуючих. При купівлі запасних частин перевагу слід надавати оригінальним деталям. Замаслювання фрикційних накладок веденого диска відбувається при попаданні на них олії внаслідок зношування або пошкодження сальників двигуна або коробки передач. Несправності зчеплення добре діагностуються за зовнішніми ознаками. Разом з тим, одна зовнішня ознака може відповідати декільком несправностям зчеплення. Тому конкретні несправності зчеплення встановлюються, як правило, при його розбиранні.

Зовнішніми ознаками несправностей зчеплення є:

- неповне вимкнення (зчеплення «веде»);
- неповне включення (зчеплення «буксує»);
- ривки під час роботи зчеплення;
- вібрація при включенні зчеплення;

➤ шум при вимиканні зчеплення.

Неповне вимкнення супроводжується утрудненим включенням передач на працюючому двигуні, шумом, тріском при перемиканні передач, збільшенням вільного ходу педалі зчеплення. «Пробуксовка» зчеплення характеризується запахом від горіння фрикційних накладок веденого диска, недостатньою динамікою трактора, перегріванням двигуна, підвищеною витратою палива.

Таблиця 2.1 Зовнішні ознаки та відповідні їм несправності зчеплення

зчеплення «веде»	деформація веденого диска; знос шліців веденого диска; знос чи пошкодження накладок веденого диска; поломка чи ослаблення діафрагмової пружини; несправність робочого циліндра; засмічення гідроприводу; порушення герметичності приводу; заїдання, подовження чи пошкодження троса; пошкодження системи важеля
зчеплення «буксує»	знос чи пошкодження накладок веденого диска; замаслювання веденого диска; поломка чи ослаблення діафрагмової пружини; знос робочої поверхні маховика; засмічення гідроприводу; несправність робочого циліндра; заїдання вилки вимикання зчеплення
ривки при роботі зчеплення	знос чи пошкодження накладок веденого диска; замаслювання веденого диска; заїдання маточини веденого диска на шлицах; деформація діафрагмової пружини; знос чи поломка демпферних пружин; жолоблення натискного диска; ослаблення опор кріплення двигуна
вібрація при включенні зчеплення	знос шліців веденого диска; деформація веденого диска; замаслювання веденого диска; деформація діафрагмової пружини; ослаблення опор кріплення двигуна
шум при вимиканні зчеплення	знос або пошкодження підшипника вимикання зчеплення

## *2.2 Діагностика технічного стану трансмісії*

Діагностика трансмісії здійснюється при проведенні технічного обслуговування або відмови і несправності, полягає в контролі зазорів, перемикавання передач, рівня шуму та вібрації шляхом випробування трактора на стенді.

Величина сумарного кутового зазору в трансмісії та ударні навантаження, що викликають коливання, визначає знос деталей. Сумарний кутовий зазор збільшується прямопропорційно до напрацювання трактора, але його величина залежить від умов експлуатації трактора.

Величина гранично допустимого сумарного зазору трансмісії прийняті для кожної марки трактора.

ККД трактора та енергія, що витрачається на прокручування трансмісії, що вимірюються на стендах, дають загальне уявлення про технічний стан агрегатів. Для визначення несправностей загальної діагностики недостатньо, оскільки деякі несправності впливають на ККД трактора, але суттєво впливають на безпеку руху. Правилами забороняється експлуатація тракторів, якщо не вмикається або мимоволі вимикається будь-яка передача в коробці, пошкоджена або має місце вібрація карданного валу. Тому при проведенні поелементної діагностики агрегатів трансмісії та ходової частини застосовують переносні прилади та пристрої, що використовуються як додаткове обладнання на постах діагностики та діагностики трактора на ходу.

Стан зчеплення контролюють по вільному ходу педалі, пробуксовування та повноті включення зчеплення, що визначається легкістю включення передач. Для перевірки працездатності автоматичної коробки передач (АКП) застосовують такі методи: контроль тиску мастила, стендові випробування, діагностика за кодами несправностей (для КП з електронним блоком управління).

Тиск масла в магістралях КП перевіряють за допомогою масляного контрольного манометра, який по черзі (через спеціальний перехідник) приєднують

до отворів в корпусі гідроклапанів на вході і виході масляної магістралі. Порівнюючи величини тиску з значеннями, що рекомендуються, роблять висновок про технічний стан КП.

Стендова діагностика КП проводиться за допомогою тестових випробувань трактора на динамометричному стенді на певних швидкісних і навантажувальних режимах: розгону, гальмування, рух на всіх передачах. Деякі іноземні фірми застосовують спрощені стендові перевірки контролю загального технічного стану гідротрансформатора і коробки передач, працездатність яких визначається за частотою обертання колінчастого валу двигуна без динамометричного стенда. Трактор встановлюється на пост з оглядовою ямою для підключення тахометра до ведучого валу АКП, далі від'єднується контакт кнопки примусового включення зниженої передачі селектор перемикачів передач встановлюється в нейтральному положенні, включається стоянкова гальмівна система. Для виконання перевірки до упору натискається педаль гальмівної системи, включається нижча передача, і при повільному натисканні на педаль приводу дросельної заслінки збільшується частота обертання колінчастого валу двигуна до моменту його зупинки. Частота обертання колінчастого валу двигуна та веденого валу коробки передач фіксуються. Аналогічно перевіряються інші передачі. Отримані результати порівнюють з рекомендованими значеннями, після чого робиться висновок про працездатність АКП. Якщо частота обертання колінчастого валу, коли двигун заглох, вище рекомендованої, то КП прослизає, якщо нижче — заклинює реактивне колесо гідротрансформатора. Даний метод діагностики, крім визначення технічного стану КП, дозволяють проводити індивідуальне регулювання системи автоматичного керування перемикачів передач для встановлення максимально економічних режимів витрат палива під час руху трактора. Позитивні результати дає спосіб визначення моментів перемикачів передач по швидкості при плавному розгоні трактора на динамометричному стенді. Моменти перемикачів визначаються коливанням стрілки спідометра.

### 2.3 Діагностичні параметри та методи їх визначення

*Діагностичне обладнання.* Прилад К - 428 для визначення кутового зазору трансмісії (рис. 2.1) складається з динамометричного пристрою 2 із захватною скобою, утвореною 4 рухомою і нерухомою 3 губками. Захоплюючи скобу встановлюють, наприклад, на піввісь або карданний вал і за допомогою рухомої губки закріплюють пересувається черв'яка.

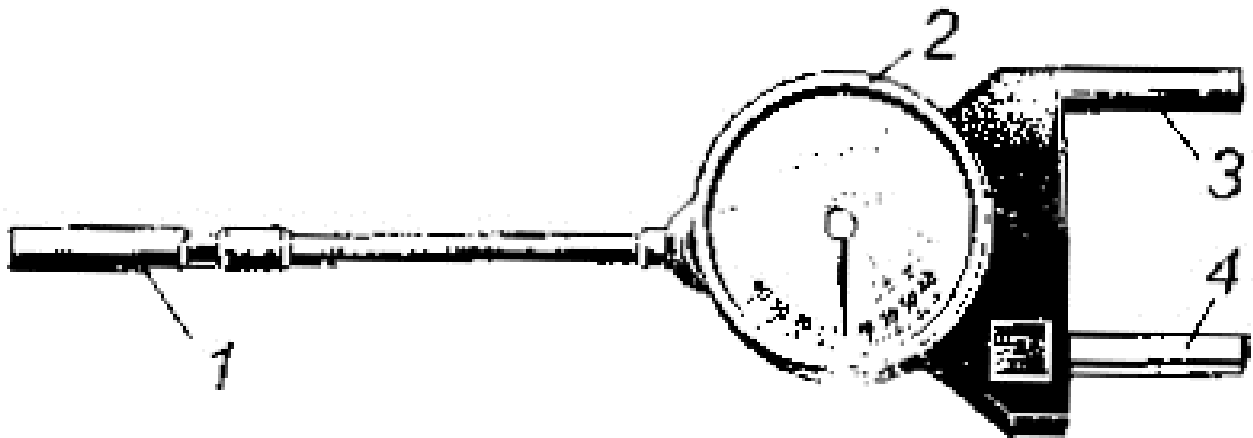


Рисунок. 2.1 Прилад К - 428 для визначення кутового зазору трансмісії: 1 - рукоятка; 2 - динамометричний пристрій; 3 - нерухома губка; 4 - рухлива губка

Для визначення кутового зазору через ручку 1 додається зусилля, величина зазору фіксується за допомогою пружинного сигналізатора та стрілки вимірювача. Шкала вимірювача може повертатися на будь-який кут, що дозволяє поєднувати нуль шкали зі стрілкою за будь-якого положення приладу на об'єкті, що перевіряється. Прилад КІ-4832 (рис. 2.2) являє собою динамометричну рукоятку, на якій змонтовано у вигляді невеликих лещат пристрій для встановлення люфтоміра на карданний вал трактора. Диск 3 легко обертається навколо осі. На шкалі під прозорим скляним диском є кільце, виготовлене із прозорої поліхлорвінілової трубки діаметром 6-8 мм. Кільце герметично закрито та наполовину заповнене підфарбованою рідиною. У робочому положенні, коли рухливі губки закріплені на вилці карданного валу, рідина займає всю нижню половину кільця і є рівнем щодо

якого відраховують кут повороту карданного валу. Причому спочатку вибирають зазор зусиллям 10-20 Н м.

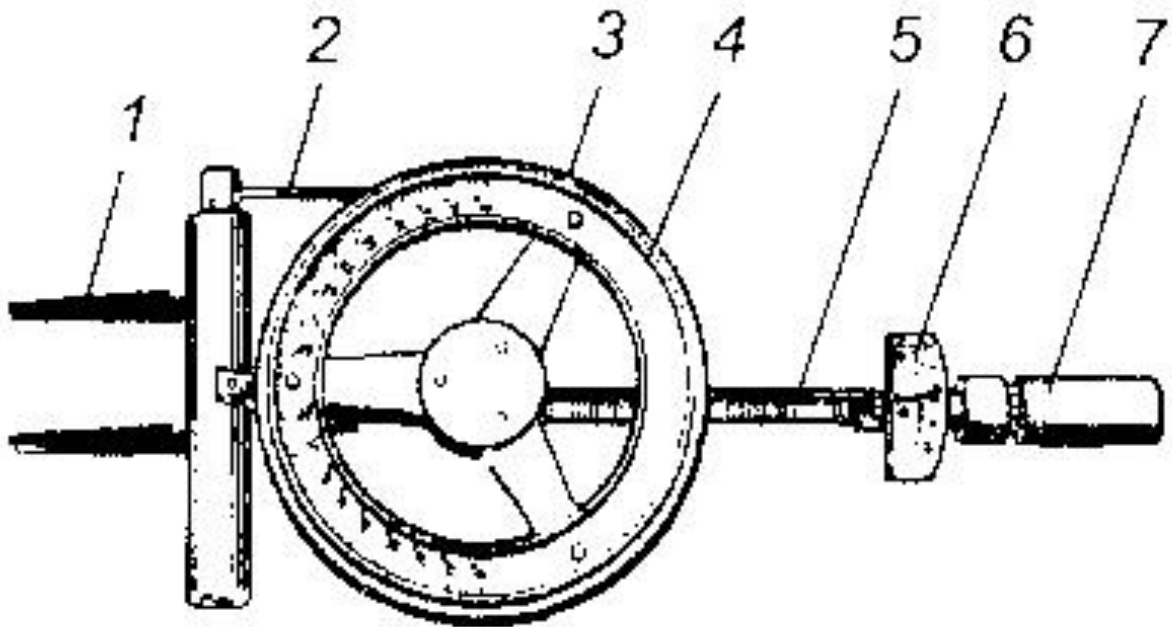


Рисунок. 2.2 Прилад КІ-4832 для перевірки кутового зазору трансмісії: 1 - губка затискача; 2 - вороток; 3 - диск зі шкалою; 4 - півкільце з підфарбованою рідиною в поліетиленовій трубці; 5 - стрілка; 6 - шкала динамометричної рукоятки; 7 - динамометрична рукоятка.

Вимірюють кутовий зазор тільки при вимкненому двигуні. Для цього встановлюють гальмівний механізм стоянкової гальмівної системи до упору і встановлюють прилад для вимірювання кутового зазору на задню вилку кардана. Потім, повертаючи пристроєм, карданний вал в один бік, вибирають зазор і встановлюють диск зі шкалою так, щоб рівень рідини в кільці диска збігся з нульовою відміткою шкали. Повертаючи пристрій в інший бік, обирають зазор і за рівнем рідини визначають його величину.

*Пристрій для перевірки зчеплення трактора (рис. 2.3) слугує для визначення технічного стану зчеплення трактора. Воно складається з вимірювача зусилля та*

показчика ходу педалі. Вимірювач зусилля включає манометр 1, датчик 12 із захопленням для фіксації на педалі зчеплення і гнучкий шланг 11.

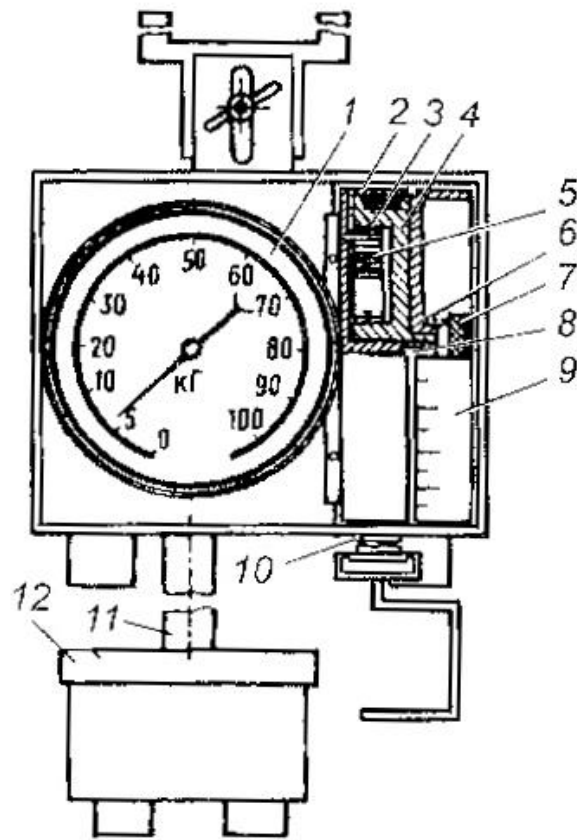


Рисунок. 2.3 - Пристрій для перевірки зчеплення трактора: 1 - манометр; 2 - корпус; 3 – палець; 4 - барабан; 5 - спіральна пружина; 6 - пружина; 7 - гвинт; 8 - шкала; 9 - барабан зі шкалою; 10 - металева стрічка; 11 - шланг; 12 - датчик.

Вказівник ходу педалі складається з вільного сидячого на осі корпусу 2 барабана 4, спіральної пружини 5, металевої стрічки 10 з гачком, що охоплює барабан 4 і прикріпленої до нього внутрішнім кінцем барабана 9 зі шкалою, вільно сидить на маточині барабана 4 пружини 6 і гвинта 7. Спіральна пружина 5 розміщена в поглибленні барабана 4, зовнішній кінець за допомогою пальця 3 прикріплений до корпусу 2.

Корпус має проріз для виходу зовнішнього кінця металевої стрічки 10 для встановлення нульового поділу шкали барабана 9.

Манометр з механізмом покажчика ходу педалі розміщений у корпусі, що кріпиться на обід рульового колеса за допомогою направляючої з лапками, пересувної вилки, гвинта і гайки.

#### *2.4 Діагностика та регулювання зчеплення коробки передач та головної передачі*

На динамометричному стенді створюється навантаження на ведучі колеса трактора, що відповідає максимальному обертальному моменту. Натисканням датчика 12 оператор включає педаль зчеплення. За показаннями приладу визначається вільний хід педалі, силу подолання тертя в приводі зчеплення та дію пружини розтягування. Зусилля, яке прикладається під час руху педалі від кінця вільного ходу до початку ковзання, визначає ефективність зчеплення. Технічний стан зчеплення визначається величиною вільного ходу педалі. Діагностика механічної та автоматичної коробок передач, а також головної передачі трактора базується на методі вимірювання загального кутового зазору за допомогою спеціального обладнання (динамометра), за результатами якого виявляється крутний момент 20 - 25 Н·м. Гніздо ключа динамометра цього приладу розміщено на хрестовині карданного вала, покажчик закріплений на шийці відбивача вала головної передачі хомутом, а шкала – на фланці карданного вала задньої осі. Тому проводяться постійні вимірювання кутового зазору головної передачі (з бортовою коробкою передач) і коробки передач з карданним валом, за допомогою яких можна зробити висновки про придатність і можливості агрегату. Трансмісію можна перевірити під час руху трактора або на стенді. При цьому в залежності від конструкції зчеплення проводиться діагностика пробуксовки зчеплення, діагностика коробки передач, карданної передачі і заднього моста - діагностика ступеня зносу шестерні за допомогою характерного звуку. Діагностувати трансмісію найпростіше за допомогою портативного приладу К-428 для оцінки сумарного кутового зазору карданного валу і коробки передач (див. рис. 2.1).



### 2.5 Технічне обслуговування трансмісії

Технічне обслуговування трансмісії проводять в обсязі робіт з ЩТО, ТО-1, ТО-2.

При ЩТО перевіряють агрегати трансмісії, при рушанні трактора з місця і при перемиканні передач під час руху. Оглядають стан та герметичність ведучого моста.

При ТО-1 на додаток до робіт ЩТО перевіряють та при необхідності регулюють вільний хід педалі зчеплення, змащують деталі приводу пластичним мастилом. Перевіряють та підтягують кріплення коробки передач, карданної передачі, роздавальної коробки, картера заднього моста, доливають масло в агрегати до необхідного рівня, перевіряють стан ущільнень.

При ТО-2 виконують ті ж роботи, які входять до ЩТО та ТО-1 з обов'язковою заміною масла в агрегатах відповідно до карти мастила. Якщо виявляться несправності зчеплення, механізм і привід зчеплення ремонтують.

*Технічне обслуговування зчеплень.* У процесі експлуатації трактора регулюють зчеплення, але перед цим перевіряють вільний хід педалі зчеплення. Для цього використовують лінійку з поділками. Один кінець лінійки впирають у підлогу кабіни. Натискають на педаль до моменту, поки різко зросте опір при її переміщенні, що відповідає вибірці вільного ходу. Це положення відзначається на лінійці. Відстань між обома замірами на лінійці визначає вільний хід педалі.

Регулювання вільного ходу педалі зчеплення при механічному приводі (рис. 2.4) здійснюють зміною довжини тяги 2, яка з'єднує важіль осі педалі з виделкою вимкнення.

У більшості випадках це регулювання виконують, не роз'єднуючи тягу з деталями приводу. Достатньо лише відкрутити (закрутити) гайку/на тязі. При відкручуванні гайки вільний хід збільшуватиметься, а при закручуванні зменшуватиметься.

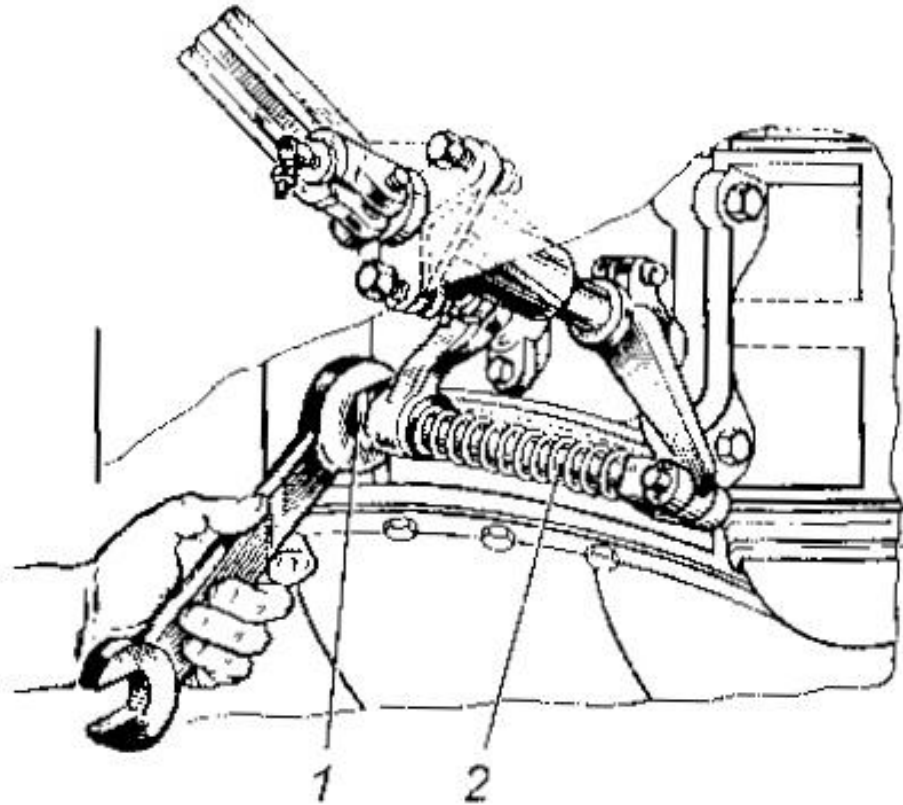


Рисунок. 2.4 Регулювання вільного ходу педалі зчеплення при механічному приводі: 1 – гайка; 2 – тяга.

На тракторах марки «ХТЗ» регулювання вільного ходу педалі зчеплення проводиться так само, як було описано вище, з тією різницею, що необхідно роз'єднувати тягу і змінювати її довжину, відкручуванням вилки, що знаходиться на ній.

Регулювання вільного ходу педалі зчеплення при гідроприводі має суттєві відмінності, так як вільний хід педалі складається з ходу поршня головного циліндра, зазорів між штовхачем і поршнем головного циліндра, зазор між упорним підшипником і кінцями важелів вимикання механізму зчеплення.

Вільний хід педалі зчеплення, що відповідає початку роботи головного циліндра, повинен становити 6-15 мм (рис. 2.5).

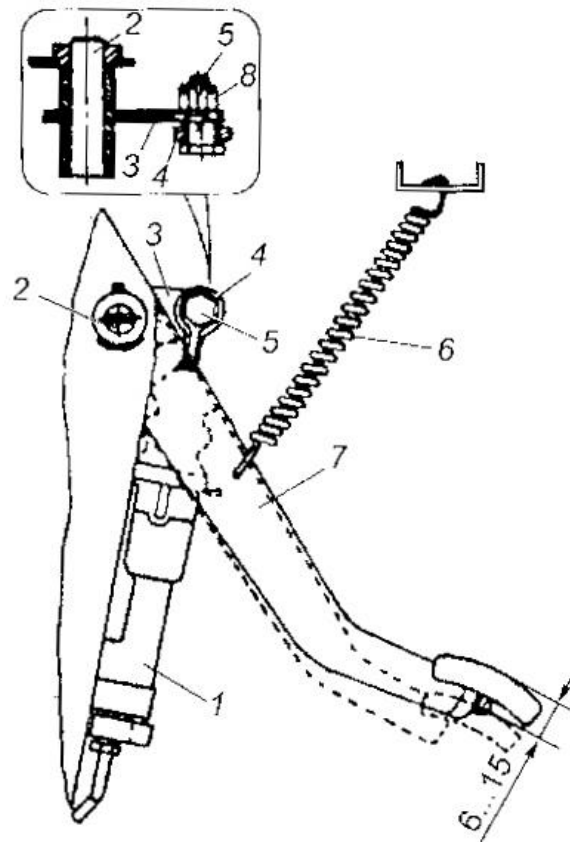


Рисунок. 2.5 Перевірка та регулювання вільного ходу педалі зчеплення: 1 - головний циліндр зчеплення; 2 - вісь педалі; 3 - важіль штовхача; 4 - пружина штовхача; 5 - ексцентриковий палець; 6 - пружина; 7 – педаль; 8 – гайка.

Вимірюють вільний хід педалі лінійкою з поділками, яку впирають у підлогу кабіни на рівні середини майданчика педалі. Якщо вільний хід перевищує вказані межі, регулюють зазор А (рис. 2.5) між поршнем та штовхачем поршня головного циліндра. Для регулювання педалі зчеплення встановлюють у крайнє верхнє положення і, попередньо розшпінтувавши і послабивши корончату гайку 8 (див. рис. 2.5), повертають ексцентриковий палець 5, який з'єднує верхню вушко 4 штовхача з важелем так, щоб переміщення у педалі дотик штовхача до поршня склало 6-15 мм, після чого затягують і зашпінтовують гайку 8.

Повний хід педалі зчеплення має бути 185-195 мм. Його регулюють, змінюючи положення розташованого у верхній частині педалі рухомого упору 4 (див. рис. 18.7), після чого фіксують упор контргайкою. Вільний хід муфти вимкнення

зчеплення має становити 3,2-4,0 мм, що відповідає вільному ходу важеля валу вилки вимкнення зчеплення 4-5 мм.

Вільний хід муфти вимкнення зчеплення перевіряють переміщенням ручного важеля 2 при попередньо від'єднаній пружині 1. Регулюють вільний хід важеля сферичною гайкою штовхача пневмопідсилювача, після чого приєднують пружину 1 до важеля 2. Повний хід штовхача пневмопідсилювача повинен бути не меншим 25 мм. За меншої величини ходу не забезпечується повне вимкнення зчеплення. Повний хід штовхача пневмопідсилювача перевіряють при натисканні педалі зчеплення до упору. У разі недостатнього ходу штовхача пневмопідсилювача ще раз перевіряють вільний хід педалі зчеплення та рівень рідини в бачку головного циліндра приводу зчеплення, при необхідності видаляють повітря із гідросистеми.

### *2.6 Поточний ремонт трансмісії*

Роботи з відновлення стану демонтованої з трактора трансмісії виконуються на агрегатній ділянці або спеціалізованих ремонтних підприємствах. Ремонт агрегатів дільницях переважно полягає у заміні зношених хрестовин карданного валу.

Зняті з трактора карданні вали та проміжні опори доставляються з постів ТО-2 або ПР до агрегатного цеху. Після миття та очищення вузлів карданної передачі їх розбирають, для подальшої дефектації, заміни зношених та несправних деталей.

Розбирання карданних шарнірів (так само, як і збирання) проводять з використанням ручних (рейкових або гідравлічних) пресів і комплекту технологічного оснащення, в яке входять опорні кільця відповідного діаметра та оправки (виконані зазвичай з порівняно м'яких кольорових металів). При явно великих зносах і зазорах, коли майже всі деталі вимагають заміни, для видалення хрестовин з виделок використовують найпростіший спосіб - вибивають їх разом із підшипниками з виделок (попередньо вийнявши викруткою стопорні кільця), за допомогою оправок та молотка (рис. 2.6).

У деяких тракторах у вилках передбачені різьбові отвори для встановлення спеціального знімача (гвинтового преса), при цьому процес розбирання-складання значно спрощується (рис. 2.6).

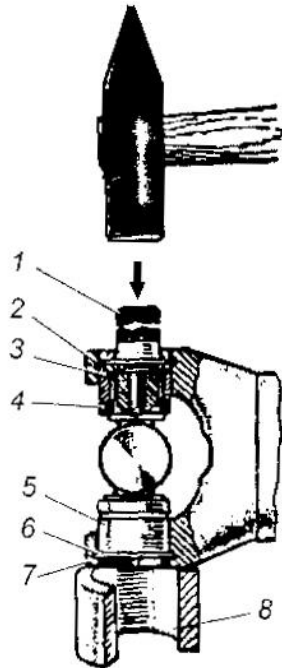


Рисунок. 2.6 - Розбирання карданного валу: 1 – оправа; 2 – гольчастий підшипник; 3 – хрестовина; 4 – ущільнювальна манжета; 5 – стакан; 6 – стопорне кільце; 7 – пильник; 8 – кільце.

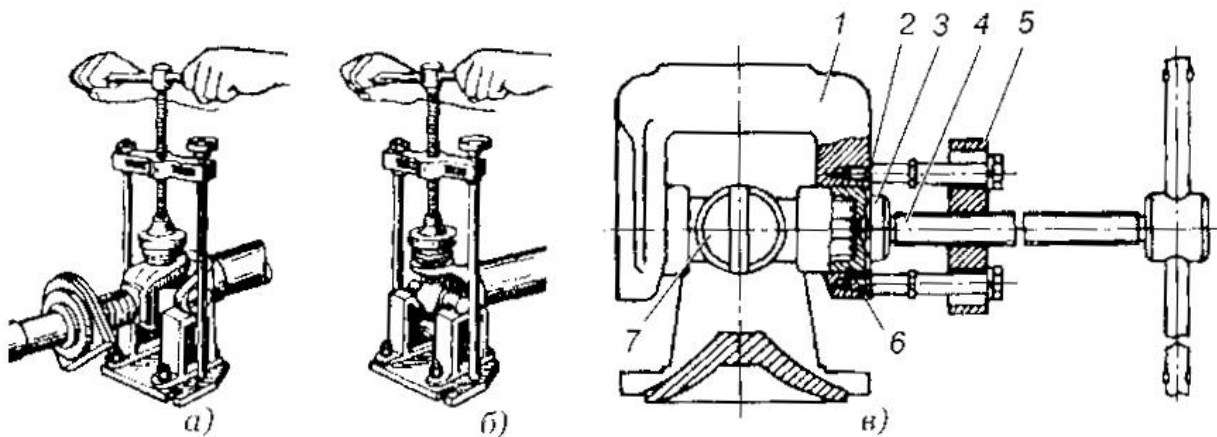


Рисунок. 2.7 Розбирання карданного шарніра за допомогою універсального знімача: а) - випресування підшипників із ковзної вилки; б) - випресування підшипників з вилки карданного валу; в) - розбирання карданного валу трактора

марки ХТЗ; 1 – вилка; 2 – установочний болт; 3 – п'ята; 4 – гвинт знімач; 5 – поперечина; 6 – склянка; 7 – хрестовина.

Універсальний знімач може бути використаний і для складання карданних шарнірів. Запресовування підшипників проводиться плоскою частиною головки гвинта при знятих опорах.

### 3. РОЗРАХУНОК МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ

#### 3.1 Визначення розмірів фрикційних накладок

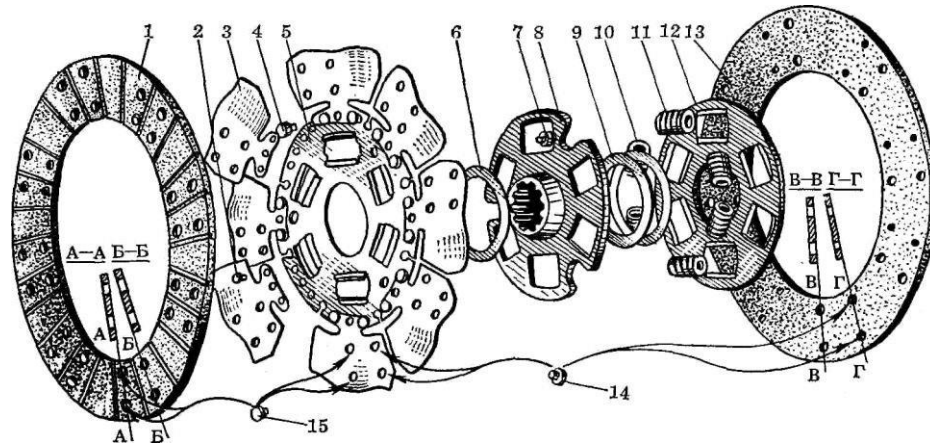


Рисунок 3.1 – Ведений диск

Для початку обчислимо допоміжні величини:

$$u_{тр} = u_{кп2} u_{рк.в} u_{гп}; \quad (3.1)$$

де  $u_{тр}$  - передатне число ділянки трансмісії від колінчастого валу до ведучого колеса;

$u_{кп2}$  - передатне число другої передачі;

$u_{гп}$  - передавальне число головної передачі.

$$u_{тр} = 4,03 \cdot 0,917 \cdot 7,22 = 26,682.$$

$$J_M = \frac{m_M r_k^2}{u_{тр}^2}; \quad (3.2)$$

де  $J_M$  - приведений до колінчастого валу момент інерції,  $кг \cdot м^2$ ;

$m_M$  - поступово рухомі маси трактора,  $кг$ ;

$r_k$  - радіус кочення колеса,  $м$ .

$$J_M = \frac{11000 \cdot 0,582^2}{26,682^2} = 7,11 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$T_M = \frac{m_M g \psi r_k}{u_{тр} \eta_{тр}} \quad (3.3)$$

де  $T_M$  - приведений до колінчастого валу двигуна момент опору дороги

$g$  - прискорення вільного падіння,  $9,8 \text{ м/с}^2$ ;

$\psi$  - сумарний коефіцієнт опору дороги;

$\eta_{mp}$  - ККД ділянки трансмісії від колінчастого валу до двигуна до ведучого колеса.

$$T_M = \frac{11000 \cdot 9,81 \cdot 0,03 \cdot 0,582}{26,682 \cdot 0,8} = 120 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\omega_{дв} = 0,75 \frac{\pi n_{дв} N}{30}; \quad (3.4)$$

де  $n_{дв} N$  - кутова швидкість колінчастого валу двигуна за максимальної потужності.

$$\omega_{дв} = 0,75 \frac{\pi \cdot 2600}{30} = 204,2 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

$$N_{б} = h T_{me} \omega_{дв}; \quad (3.5)$$

де  $N_{б}$  - потужність буксування;

$T_{me}$  - максимальний крутний момент.

$$N_{б} = 0,72 \cdot 650 \cdot 204,2 = 95565 \text{ Вт}.$$

$$A_{б} = h \frac{T_{me} J_M \omega_{дв}^2}{(2/3) T_{me} - T_M}; \quad (3.6)$$

$$A_{б} = 0,72 \frac{650 \cdot 7,11 \cdot 204,2^2}{(2/3) \cdot 650 - 120} = 442813 \text{ Дж}.$$

Берем  $z_d = 1$ , де  $z_d$  - кількість ведених дисків

Берем  $\beta = 1,85$ , де  $\beta$  - коефіцієнт запасу зчеплення.

Тепер визначаємо статичний момент тертя зчеплення

$$T_c = \beta T_{me}; \quad (3.7)$$

$$T_c = 1,85 \cdot 650 = 1202,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя (залежно від типу фрикційних накладок)  $\mu = 0,3$ .

Для вантажного транспорту  $\lambda_n = 0,55$ .

Визначимо питомі показники навантаження пар тертя зчеплення:

1.  $k_l$  - тиск на фрикційні накладки;



$$\kappa_1 = P_{\text{ном}} / S_{\text{н}} = 0,2 \text{ МПа} \quad (3.8)$$

2.  $k_2$ - коефіцієнт моменту двигуна;

$$\kappa_2 = T_{\text{ме}} / S_{\text{тр}} = 0,724 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{см}^2. \quad (3.9)$$

3.  $k_3$  - коефіцієнт потужності двигуна;

$$\kappa_3 = N_{\text{ме}} / S_{\text{тр}} = 140 \text{ Вт} / \text{см}^2. \quad (3.10)$$

4.  $k_4$  – коефіцієнт потужності двигуна;

$$\kappa_4 = A_6 / S_{\text{тр}} = 350 \text{ Дж} \cdot \text{см}^2. \quad (3.11)$$

5.  $k_5$  - питома потужність буксування;

$$\kappa_5 = N_6 / S_{\text{тр}} = 110 \text{ Вт} / \text{см}^2. \quad (3.12)$$

Далі визначимо зовнішній діаметр накладки  $D_{\text{н1}}$ :

$$D_{\text{н1}} = \sqrt[3]{\frac{6T_c}{\kappa_1 \pi \mu z_d (1 - \lambda_{\text{н}}^3)}}; \quad (3.13)$$

$$D_{\text{н1}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 1202,5}{0,2 \cdot 10^6 \pi \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot (1 - 0,55^3)}} = 0,358 \text{ м} = 35,8 \text{ см}.$$

Наступне необхідно визначити значення загальної поверхні тертя  $S_{\text{три}}$  ведених дисків, що забезпечують необхідні значення питомих показників навантаження пар тертя зчеплення:

$$S_{\text{тр2}} = T_{\text{ме}} / \kappa_2; \quad (3.14)$$

$$S_{\text{тр2}} = 650 / 0,724 = 898 \text{ см}^2.$$

$$S_{\text{тр3}} = N_{\text{ме}} / \kappa_3; \quad (3.15)$$

$$S_{\text{тр3}} = 155000 / 140 = 1107 \text{ см}^2.$$

$$S_{\text{тр}4} = A_6 / \kappa_4; \quad (3.16)$$

$$S_{\text{тр}4} = 442813 / 350 = 1265 \text{ см}^2.$$

$$S_{\text{тр}5} = N_6 / \kappa_5; \quad (3.17)$$

$$S_{\text{тр}5} = 95565 / 110 = 869 \text{ см}^2.$$

З вище обчислених даних потрібно вибрати максимальне  $S_{\text{тр}}$ , яке забезпечує можливе значення із усіх питомих показників.

$$S_{\text{тр}}^* = (S_{\text{тр}i})_{\text{max}} = S_{\text{тр}3} = 1107 \text{ см}^2.$$

Далі знаходиться зовнішній діаметр  $D_H$  фрикційних накладок, знаючи  $S_{\text{тр}}$ :

$$S_H = \frac{0,94\pi D_H^2(1-\lambda_H^2)}{4}; \quad (3.18)$$

$$S_{\text{тр}} = 2Z_d S_H. \quad (3.19)$$

$$D_H^* = \sqrt{\frac{2S_{\text{тр}}^*}{0,94\pi Z_d(1-\lambda_H^2)}}; \quad (3.20)$$

$$D_H^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 1107}{0,94\pi \cdot 1 \cdot (1 - 0,55^2)}} = 32,8 \text{ см.}$$

Вибираємо  $D_H = \max(D_{H1}, D_H) D_H = 35,8 \text{ см}$  і обчислюємо:

$$d_H = \lambda_H D_H = 0,55 \cdot 35,8 = 19,7 \text{ см.}$$

Беремо два значення, що стоять ближче один одному і регулюємо значення даних  $k_1 \dots k_5$ .

1. Варіант.

$$D_H = 35 \text{ см}; d_H = 19,5 \text{ см.}$$

$$S_H = 0,94\pi \frac{(D_H^2 - d_H^2)}{4}; \quad (3.21)$$

$$S_H = 0,94\pi \frac{(35^2 - 19,5^2)}{4} = 623,7 \text{ см}^2 = 0,06237 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{тр}} = 2z_{\text{н}}S_{\text{н}}; \quad (3.22)$$

$$S_{\text{тр}} = 2 \cdot 1 \cdot 623,7 = 1247,4 \text{ см}^2.$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{\pi}{12} \frac{D_{\text{н}}^3 - d_{\text{н}}^3}{S_{\text{н}}}; \quad (3.23)$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{\pi}{12} \frac{35^3 - 19,5^3}{623,7} = 14,9 \text{ см} = 0,149 \text{ м}.$$

$$P_{\text{НОМ}} = \frac{T_{\text{с}}}{2z_{\text{д}}\mu R_{\text{ср}}}; \quad (3.24)$$

$$P_{\text{НОМ}} = \frac{1202,5}{2 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,149} = 13451 \text{ Н}.$$

$$\kappa_1 = P_{\text{НОМ}}/S_{\text{н}} = \frac{13451}{0,06237} = 215665 \text{ Па} \cong 0,216 \text{ МПа};$$

$$\kappa_2 = T_{\text{ме}}/S_{\text{тр}} = \frac{650}{1247,4} = 0,521 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{см}^2};$$

$$\kappa_3 = N_{\text{ме}}/S_{\text{тр}} = \frac{155000}{1247,4} = 126 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2};$$

$$\kappa_4 = A_{\delta}/S_{\text{тр}} = \frac{442813}{1247,4} = 355 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2};$$

$$\kappa_5 = N_{\delta}/S_{\text{тр}} = \frac{95565}{1247,4} = 76,6 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}.$$

2. Вариант.

$$D_{\text{н}} = 38,0 \text{ см}; \quad d_{\text{н}} = 20,0 \text{ см}.$$

$$S_{\text{н}} = 0,94\pi \frac{(D_{\text{н}}^2 - d_{\text{н}}^2)}{4}; \quad (3.25)$$

$$S_{\text{н}} = 0,94\pi \frac{(38^2 - 20^2)}{4} = 770,8 \text{ см}^2 = 0,07708 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{тр}} = 2z_{\text{н}}S_{\text{н}}; \quad (3.26)$$

$$S_{\text{тр}} = 2 \cdot 1 \cdot 770,8 = 1542,6 \text{ см}^2.$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{\pi}{12} \frac{D_{\text{н}}^3 - d_{\text{н}}^3}{S_{\text{н}}}; \quad (3.27)$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{\pi}{12} \frac{38^3 - 20^3}{770,8} = 15,9 \text{ см} = 0,159 \text{ м.}$$

$$P_{\text{НОМ}} = \frac{T_{\text{с}}}{2z_{\text{д}}\mu R_{\text{ср}}}; \quad (3.28)$$

$$P_{\text{НОМ}} = \frac{1202,5}{2 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,159} = 12605 \text{ Н.}$$

$$\kappa_1 = P_{\text{НОМ}}/S_{\text{н}} = \frac{12605}{0,07708} = 163531 \text{ Па} \cong 0,164 \text{ МПа};$$

$$\kappa_2 = \frac{T_{\text{ме}}}{S_{\text{тр}}} = \frac{650}{1541,6} = 0,422 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{см}^2};$$

$$\kappa_3 = \frac{N_{\text{ме}}}{S_{\text{тр}}} = \frac{155000}{1541,6} = 100,5 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2};$$

$$\kappa_4 = \frac{A_{\text{б}}}{S_{\text{тр}}} = \frac{442813}{1541,6} = 287 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2};$$

$$\kappa_5 = \frac{N_{\text{б}}}{S_{\text{тр}}} = \frac{95565}{1541,6} = 62 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}.$$

Наведемо порівняння отриманих даних  $k_1 \dots k_5$  з допустимими та маємо, що для варіанта 1  $\kappa_1 \cong 0,216 \text{ МПа}$  більше допустимого  $k_1 = 0,2 \text{ МПа}$  отже, приймаємо  $D_{\text{н}} = 35,0 \text{ см}; d_{\text{н}} = 19,5 \text{ см.}$

Якщо порівняти значення максимально допустимої частоти обертання веденого диска для діаметра накладки з частотою обертання при максимальній потужності двигуна, то бачимо, що дана накладка досить міцна при впливі на неї відцентрової сили.

### 3.2 Розрахунок параметрів вижимної пружини

На рисунку 3.2 наведено основні дані для розрахунку параметрів пружини, де  $P$  і  $P_{\text{підш}} - \epsilon$  силами, які впливають на натискний диск та підшипник вимкнення зчеплення.

$$P_{\text{НОМ}} = 12605\text{Н}; D_{\text{н}} = 350 \text{ мм}; d_{\text{н}} = 195 \text{ мм}.$$

$$P_0 = (0,05 - 0,08)P_{\text{НОМ}}; \quad (3.29)$$

де  $P_0$  – сумарна сила віджимних пружин зчеплення.

$$P_0 = [(0,05 + 0,08)/2]P_{\text{НОМ}} = 0,065P_{\text{НОМ}}.$$

$\Delta_{\text{н}}$  – зазор для нових накладок між поверхнями тертя при повністю вимкненому зчепленні.

$$\Delta_{\text{н}} = \frac{0,75 + 1,0}{2} = 0,875 \text{ мм};$$

$\omega$  – осьова деформація веденого диска, що дорівнює 0,15...0,25 мм для жорсткого веденого диска і 1,0...1,5 мм для веденого диска з осьовою податливістю.

$$\omega = \frac{1,0 + 1,5}{2} = 1,25.$$

Далі визначимо силу, що утворюється механізмом пружини при включеному зчепленні,  $P_1$ .

$$P_1 = P_{\text{НОМ}} + P_0; \quad (3.30)$$

$$P_1 = 1,065 \cdot 12605 = 13424\text{Н}.$$

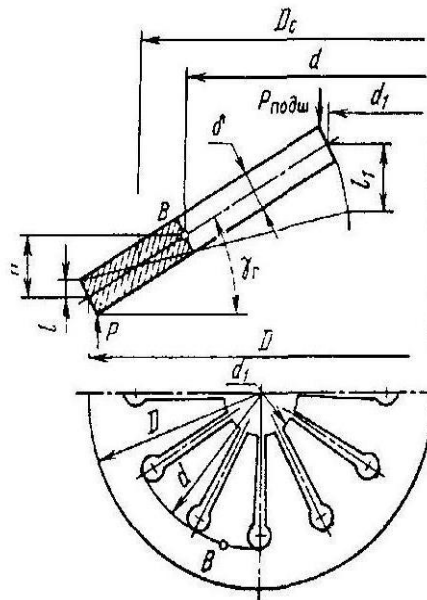


Рисунок 3.2 – Основні показчики пружини

Тепер визначаємо робочий хід  $h_p$  пружини:

$$h_p = (2\Delta_n + \omega)z_d, \quad (3.31)$$

$$h_p = (2 \cdot 0,875 + 1,25) \cdot 1 = 3,0 \text{ мм.}$$

Наступне знаходимо перебіг пружини, яке сумарному лінійному значенню зносу фрикційних пар. Його беруть 4...8 для вантажних автомобілів.

$$h_0 = \frac{4 + 8}{2} = 6 \text{ мм.}$$

Далі визначаємо матеріал, з чого зроблена пружина та допустима напруга на вигин  $[\sigma_n] \cong \sigma_T$ . В конструкції тарілчастих пружин є такі співвідношення:  
 $D \geq 2,5d_1$ ;  $D = (1,15 \dots 1,5)d$ ;

$$H = (1,6 \dots 2,2)\delta;$$

$$D = (75 \dots 100)\delta;$$

$$\gamma_n = 10 \dots 15^\circ; \quad \text{число пелюсток від 8 до 20.}$$

Матеріал для розрахункової пружини беремо сталь марки 60С2, та  $[\sigma_n] = \sigma_T = 1175 \text{ МПа}$ .

Ґрунтуючись на даних пружини, необхідно брати до уваги те, що сумарний знос накладок і  $h_0$ , сили, що створює пружиною, має бути не менше  $P_I$ , але збільшується трохи при робочому ході  $h_p$ . Для розрахунку параметрів пружини берем  $D=D_n=350 \text{ мм}$ .

$$\delta = D/(75 \dots 100),$$

$$\delta = \frac{350}{75 \dots 100} = 5,07 \dots 3,08 = 4,5 \text{ мм};$$

$$H = (1,6 \dots 2,2)\delta = (1,6 \dots 2,2)4,5 = 7,2 \dots 9,9 = 8,5 \text{ мм};$$

$$\gamma_n = 10 \dots 15 = 12^\circ;$$

$$d = D/(1,15 \dots 1,5);$$

$$d = 350/(1,15 \dots 1,5) = 330 \dots 253 = 290 \text{ мм};$$

$$d_1 \leq D/2,5;$$

$$d_1 \leq 350/2,5 = 152; \quad d_1 = 150\text{мм};$$

$$\mu=0,26; \quad E=2 \cdot 10^5 \text{МПа}.$$

Отримаємо:

$$\kappa_{\tau 1} = d/D = 290/350 = 0,763;$$

$$D_c = d + \frac{D-d}{5} = 290 + \frac{350-290}{5} = 308 \text{ мм};$$

$$\kappa_{\tau 2} = D_c/D = 308/350 = 0,811.$$

Розрахувавши дані пружини у певних межах, обчислюють характеристику пружини, саме залежність сили  $P$  від пересування  $l$  диска.

$$P = \frac{2}{3} \frac{\pi E}{1-\mu^2} \frac{\delta l \ln(1/\kappa_{\tau 1})}{D^2 (1-\kappa_{\tau 2})} \times \left[ \delta^2 + \left( H - l \frac{1-\kappa_{\tau 1}}{1-\kappa_{\tau 2}} \right) \left( H - 0,5l \frac{1-\kappa_{\tau 1}}{1-\kappa_{\tau 2}} \right) \right].$$

$$P = \frac{2 \pi \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{3} \frac{0,0045l \ln(1/0,763)}{1-0,26^2} \frac{0,38^2}{(1-0,811^2)} \times \quad (3.32)$$

$$\times \left[ 0,0045^2 + \left( 0,0085 - \frac{1-0,763}{1-0,811} \right) \left( 0,0085 - 0,5l \frac{1-0,763}{0,811} \right) \right] = 0,981 \times \\ \times 10^7 l - 0,1695 \cdot 10^{10} l^2 + 0,834 \cdot 10^{11} l^3.$$

При різних значеннях  $l$ , находим  $P$  та складаємо характеристику пружини. У таблиці 3.1 надано значення  $P$  при різних  $l$ .

Таблиця 3.1 – Данні  $P$  при різних значеннях  $l$

$l, \text{мм}$	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
$P, \text{Н}$	8198	13507	16427	17458	17100	15854	14221	12701	11794	12000

Роблячи висновок, можна побачити, що пружина у першому наближенні дає необхідні дані:

- при стиску на 7,5 мм  $P \approx P_I = 13424 \text{Н}$ ;
- при зношуванні накладок на 5,5 мм ( $l = 0,002 \dots 0,0075$  м)  $P \geq P_I = 13424 \text{Н}$ ; - при робочому ході  $h_p = 3 \text{мм}$   $P < P_I$  ( $l = 0,0075 \dots 0,0105$  м).

Далі вирішуємо напругу вигину в самому навантаженому місці, а саме середині основи пелюстки при  $P_{max}$ , що впливає на натискний диск.

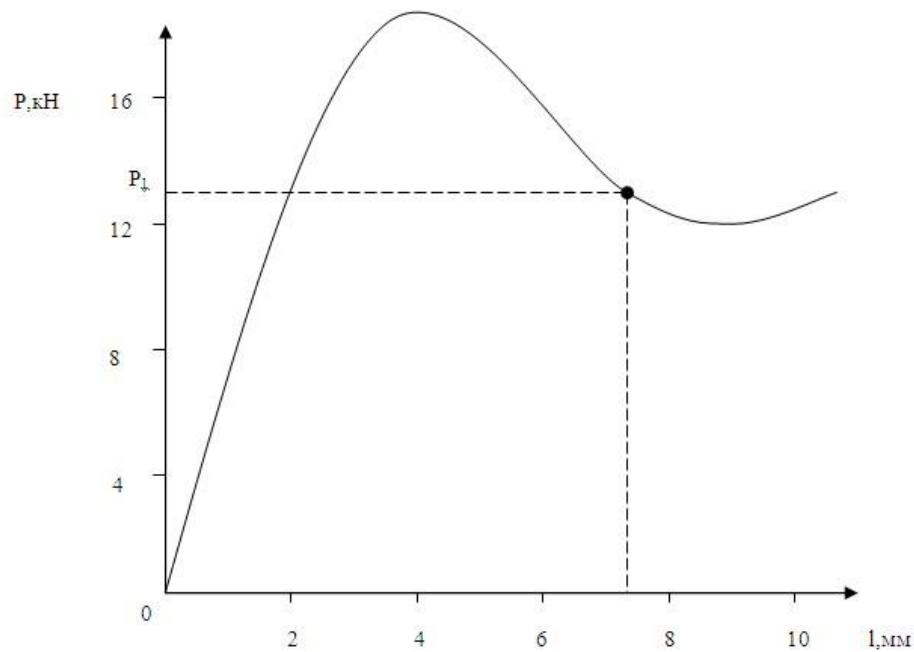


Рисунок 3.3 – Характерні показники обраної пружини.

Обчислюємо додаткові величини

$$b = \frac{D-d}{\ln(D/d)}, \quad (3.32)$$

$$b = \frac{0,350 - 0,290}{\ln \frac{350}{290}} = 0,333,$$

$$a = \frac{2H}{D-d'} \quad (3.33)$$

$$a = \frac{2 \cdot 8,5}{350 - 290} = 0,189,$$

Підставляючи знайдені дані в наступне вираження, отримуємо з огляду на те, що  $P_{max} = 17458 \text{ Н}$ ,

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{2P_{\text{max}}(D-D_c)d}{(D_c-d_1)\delta^2(d_1+d)} + \frac{0,5E}{1-\mu^2} \frac{0,5(b-d)a^2 + \delta a}{d}, \quad (3.34)$$

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{2 \cdot 17458 \cdot (0,350 - 0,308) \cdot 0,29}{(0,308 - 0,150) \cdot 0,0045^2 \cdot (0,150 + 0,290)} +$$



$$+ \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{1 - 0,26^2} \frac{0,5(0,333 - 0,29) \cdot 0,189^2 + 0,0045 \cdot 0,189}{0,290}$$

$$= 1,1165 \cdot 10^9 \text{Па} = 1116 \text{Па}$$

Отримане значення менше  $[\sigma_n]=1175 \text{ МПа}$ , отже, пружина, працює надійно.

### 3.3 Розрахунок маточини веденого диска

За наступною формулою можна визначити напруження зминання шліців ступиці:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F \times a} \leq [\sigma], \text{ МПа}; \quad (3.35)$$

$$P = \frac{M_{\text{диск}} \times \beta}{r_{cp}}, \text{ а } r_{cp} = \frac{d_n + d_e}{4}, \quad (3.36)$$

$$F = \frac{d_n - d_e}{2} \times l \times z, \quad (3.37)$$

де  $d_n=40 \text{ мм}$  – зовнішній діаметр шліців

$d_e=30 \text{ мм}$  – внутрішній діаметр шліців;

$l=70 \text{ мм}$  довжина шліців;

$z=8$  число шліців;

$a=75$  – коефіцієнт точності прилягання шліців.

$$r_{cp} = \frac{40 + 30}{4} = 17,5 \text{ мм},$$

$$F = \frac{40 - 30}{2} \times 60 \times 10 = 3000 \text{ мм}^2,$$

$$P = \frac{427 \times 2,25}{17,5 \times 10^{-3}} = 54900 \text{ Н, тоді}$$

$$\sigma_{см} = \frac{54900}{3 \times 10^{-6} \times 0,75} = 24,4 \text{ МПа}$$

т.е.  $24,4 \text{ МПа} < 30 \text{ МПа} \Rightarrow \sigma_{см} < [\sigma_{см}]$  – умова виконана.

Напруженість зрізу шліців маточини можна визначити за такою формулою:

$$\tau_{cp_{max}} = \frac{P}{l \times b \times z \times \alpha} \leq [\tau_{cp_{max}}],$$

де  $b=8$  мм – ширина шліців;

$[\tau_{cp_{MAX}}] = 5/15$  МПа - допустима напруга зрізу

$$\tau_{cp_{max}} = \frac{54900}{0,07 \times 0,008 \times 10 \times 0,75} = 13,07 \text{ МПа},$$

Таким чином  $13,07 \text{ МПа} < 15 \text{ МПа} \rightarrow \tau_{cp_{max}} < [\tau_{cp_{max}}]$  – умова виконана.

Матеріал маточини – Сталь 35, 40Х.

Матеріал веденого диска - Сталь 50, 65Г.

### 3.4 Розрахунок вала зчеплення

Розрахунок вала зчеплення відбувається на скручування за даними діаметра западини шліцевої частини. Максимально допустиме значення напруги кручення  $[\tau_{max}] = 70$  МПа.

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\delta_{max}}}{0,2 \times [\tau_{max}]}} = \sqrt[3]{\frac{427}{0,2 \times 70 \times 10^6}} = 0,03 \text{ м}.$$

А перевірку шліців на стиск перевіряється за такою формулою:

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \times M_{\delta_{max}}}{(d + 2 \times h) \times z \times l \times h}, \text{ МПа} \quad (3.38)$$

де  $\frac{d + 2 \times h}{2}$  - середній радіус окружної сили, м;

$l$  і  $h$  - висота и довжина шліців маточини веденого диска, см

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \times 427}{(0,03 + 2 \times 5 \times 10^{-3}) \times 10 \times 60 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3}} = 7,1 \text{ МПа}.$$

Наступна формула це перевірка шліців на зріз:

$$\tau_{cp} = \frac{2 \times M_{\delta_{max}}}{(d + 2 \times h) \times z \times l \times b} \text{ МПа}, \quad (3.39)$$

де  $b=8$ мм-ширина шліців маточини веденого диска, див

$$\tau_{cp} = \frac{2 \times 427}{(30 \times 10^{-3} + 2 \times 5 \times 10^{-3}) \times 10 \times 60 \times 10^{-3} \times 8 \times 10^{-3}} = 4,4 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_{cm}] = 15 \div 30 \text{ МПа, } [\tau_{срmax}] = 5 \div 15 \text{ МПа}$$

де -  $\sigma_{cm} < [\sigma_{cm}]$ ,  $\tau_{cp} < [\tau_{cp}]$  - умова міцності виконана.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на робітника в певних умовах приводить до травми або іншого раптового різкого погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор – фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах приводить до професійного захворювання або зниження працездатності.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори за природою їх впливу на організм людини розподіляються на фізичні, хімічні, біологічні, психологічні.

Працюючим приходится працювати при впливі численних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Аналіз і характеристики цих факторів зводимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

№ п/п	Назва шкідливого або небезпечного фактора	Коротка характеристика фактора	Де можуть виникнути	Вплив на людину і наслідки
1	2	3	4	5
1.	Машини і механізми, що рухаються	Транспортні засоби, автотранспортувачі і ін.	Територія, стоянки автомобілів, головний корпус	Травми
2.	Рухома частина виробничого обладнання	Верстати, вантажопідійомні механізми і ін.	Головний виробничий корпус, цехи	Травми
3.	Ураження електричним струмом	Струм, коли проходить через тіло людини, викликає термоелектричні і біологічні дії	Ділянки і цехи, верстати, освітлювальне обладнання	Опіки, розклад крові, збудження, подразнення нервової системи, смерть

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
4.	Гострі крайки, заусенці і нерівності поверхні заготовок, інструменту, обладнання	Травмонебезпечні роботи	Жерстяні, верстатні, слюсарні роботи	Порізи, проколи, стирання шкіри
5.	Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони	Пил, зважені частки в повітрі, загазованість шкідливими газами	Цехи: ремонт рам, акумуляторний, зварювальний, моторний, вулканізації	Захворювання легень, отруєння, нудота, втомленість
6.	Підвищений рівень вібрації	Вібрація – механічні коливання тіл, яке проявляється в переміщенні центру ваги	Механічний, ковальський, ділянки: гайковерт, стискачі	Захворювання, утомлюваність

#### *4.2 Техніка безпеки під час виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту трансмісії*

Технічне обслуговування та ремонт трактора допускаються при непрацюючому двигуні, за винятком випадків, коли робота двигуна необхідна відповідно до технологічного процесу технічного обслуговування або ремонту. При роботах, пов'язаних з прокручуванням колінчастого і карданного валів, необхідно додатково перевірити вимкнення запалювання або перекриття подачі палива, поставити важіль перемикачів передач в нейтральне положення та звільнити важіль гальмівної системи. Після виконання необхідних робіт слід затягнути гальмівний механізм і включити нижчу передачу.

Знімати з трактора деталі та агрегати, заповнені рідинами, слід лише після повного їх зливу. Якщо зняття агрегатів та деталей пов'язане з великими зусиллями, слід застосовувати пристосування (зйомники). Агрегати масою більше 20 кг (двигуни, коробки передач, задні та передні мости) знімати, транспортувати та встановлювати необхідно за допомогою підйомно-транспортних механізмів, обладнаних пристроями (захопленнями), що забезпечують повну безпеку робіт.

Увага! Забороняється піднімати вантажі більшою масою, ніж допускається для даного підйомного механізму; знімати, встановлювати та транспортувати агрегати за допомогою тросів та канатів без спеціальних захватів.

Знімати та встановлювати ресори слід після розвантаження їх від маси трактора шляхом встановлення під шасі (кузов) спеціальних підставок (козликів).

При роботі з високо розташованими агрегатами (деталлями) трактора слід застосовувати стійкі підставки або драбини, що забезпечують безпеку робіт.

#### *4.3 Заходи по зменшенню шкідливого впливу машин та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище*

Для контролю екологічних та економічних показників автомобілів на автотранспортних підприємствах створюються контрольні-регульовальні пости (КРП), основним завданням яких є випуск на лінію автомобілів з вмістом токсичних компонентів, димності відпрацьованих газів (ВГ) та витрати палива в межах встановлених норм [21]. Це досягається шляхом усунення технічних несправностей, які впливають на екологічні та економічні показники автомобіля, шляхом регулювання або заміни несправних елементів систем живлення або запалювання двигуна.

Контроль потрібно здійснювати:

- при експлуатації автомобілів не рідше, ніж при ТО-2;

- після ремонту агрегатів, систем і вузлів, які впливають на вміст шкідливих речовин (зокрема оксиду вуглецю, вуглеводнів і сажі);
- по заявкам водіїв.

Для виконання робіт контрольно-регулювальні пости обладнуються спеціальним обладнанням, до якого відноситься: газоаналізатор, тахометр, димомір, мотортестери, дизельтестери та інше. Все обладнання повинно відповідати вимогам, які висуваються при його експлуатації. При вимірі вмісту шкідливих речовин у ВГ показник повинен знаходитися у межах, наведених нормативно-правовими документами [25], [26].

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 5.1 Розрахунок собівартості ремонту однієї трансмісії

Собівартість - це витрати в гривнях на одиницю продукції, що ремонтується.

Витрати визначається виразом:

$$C_n = Z_n + Z_n; \quad (5.1)$$

де  $Z_n$  - сума прийнятих витрат;

$Z_n$  – сума накладних витрат.

До прямих витрат відносяться основні та додаткові витрати робітників, витрати на запасні частини та ремонтні матеріали.

Прямі витрати визначаються за формулою;

$$Z_n = Z_{раб} + Z_{з.ч} + Z_p; \quad (5.2)$$

де  $Z_{раб}$  – заробітна плата робітникам;

$Z_{з.ч}$  – витрати на запасні частини;

$Z_{рм}$  – витрати на ремонтні матеріали.

Визначається, виходячи з обсягу робіт, що виконуються в цеху та годинної тарифної ставки за відповідним розрядом;

$$Z_{раб} = T_{сум} \times C_ч; \quad (5.3)$$

де  $T_{сум}$  = сумарна трудомісткість робіт у цеху,

$C_ч$  – середня годинна тарифна ставка слюсаря четвертого розряду.

$C_ч = 32.44$  грн.

$$Z_{раб} = 19778 \times 32.44 = 641598 \text{ грн.}$$

Окрім основної заробітної плати визначається додаткова заробітна плата, яка застосовується 25-100% від основної.

$$Z_{дон} = Z_{раб} \times 60/100. \quad (5.4)$$

$$Z_{дон} = 384\,959 \text{ грн.}$$

Визначаємо оплату відпусток 10%

$$Z_{опн} = (Z_{раб} + Z_{дон}) \times 10/100. \quad (5.5)$$



$$Z_{omn} = 102656 \text{ грн.}$$

Нараховуємо до загального фонду заробітної плати:

Соціальне страхування – 3,2%;

Медичне страхування – 2,8%;

Від нещасних випадків – 0,2%;

Пенсійний фонд – 20%.

$$Z_{n.poch} = (Z_{n.zag} + Z_{n.don} + Z_{n.vidn}) \times 0,262 = 295854 \text{ грн.}$$

Визначаємо нарахування на загальну заробітну плату виробничих робітників із нарахуванням;

$$Z_{n.c.} = Z_{rab} + Z_{don} + Z_{omn} + Z_{nach} = 1425067 \text{ грн.}$$

де  $Z_{rab}$  - заробітна плата робітників

$Z_{don}$  – додаткова оплата

$Z_{omn}$  – відпускна заробітна плата

Знач – нарахування

Вони беруться у відсотковому відношенні від відпускної ціни трансмісії, що ремонтується. Відпускна ціна трансмісії 60 000 грн.

Вартість запасних частин береться 40-50% від ціни.

$$Z_{зч} = C_{omn} \times 50 N_p / 100. \quad (5.7)$$

$$Z_{зч} = 60000 \times 50 \times 350 / 100 = 10500000 \text{ грн.}$$

де  $C_m$  – відпускна ціна

$N_p$  – кількість ремонтів.

Вони становлять 5-8% від відпускної ціни.

$$Z_{p.m} = C_{omn} \times 8 / 100 \times N_p. \quad (5.8)$$

$$Z_{p.m} = 40000 \times 8 / 100 \times 350 = 11200000 \text{ грн.}$$

загальна сума прямих витрат;

$$Z_n = Z_{n.osn} + Z_{зч} + Z_{p.m}; \quad (5.9)$$

де  $Z_{n.osn}$  - загальна сума заробітної плати з нарахуваннями,

$Z_{з.ч}$  – витрати на запасні частини

$Z_{p.m}$  – витрати на ремонтні матеріали

$$Z_n = 13\,297\,560 \text{ грн.}$$

### 5.2 Розрахунок накладних витрат

До накладних витрат відносять витрати, які не можна зарахувати до конкретного ремонтного об'єкта.

Для їхнього розрахунку визначаємо вартість виробничих фондів. Вартість будівлі визначається виходячи із вартості одного квадратного метра ціна від 5 тис. грн. до 12 тис. грн.

$$C_{зд} = \Gamma_m \times C_{зд}; \quad (5.10)$$

де  $C_{зд}$  – вартість одного квадратного метра

$\Gamma_m$  – площа будівлі

$$C_{зд} = 400 \times 6000 = 2400000 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначається з розрахунку одного квадратного метра до 1500 грн.

$$C_{об} = 400 \times 1500 = 600\,000 \text{ грн.}$$

Вартість пристосування та інструменту визначається аналогічно:

$$C_{ni} = \Gamma_m \times C_n. \quad (5.11)$$

$$C_{ni} = 400 \times 500 = 200\,000 \text{ грн.}$$

Визначаємо заробітну плату допоміжних робітників.

$$Z_{вс.раб} = \Phi_{вр} \times C_ч \times n; \quad (5.12)$$

де  $\Phi_{вр}$  - фонд часу робітника,

$C_ч$  – середня годинна тарифна ставка за другим та третім розрядом,

$n$  – кількість допоміжних робітників

$$Z_{вс.раб} = 1710 \times 27,16 \times 1 = 46444 \text{ грн.}$$

Визначаємо заробітну плату МОП та службовців яка виробляється за п'ятим розрядом тарифної ставки:

$$Z_{мон} = D_{p.m} \times T_{cm} \times P; \quad (5.13)$$

де  $D_{p.m}$  – кількість робочих місяців,

$T_{ст}$  - тарифна ставка,

$P$  – кількість працівників,

$$Z_{мон} = 11 \times 2944 \times 1 = 32384 \text{ грн.}$$

Визначаємо заробітну плату ІТП, яка виробляється за 11–16 розрядом тарифної ставки залежно від освіти та стажу роботи:

$$Z_{imp} = 11 \times 5376 \times 1 = 59136 \text{ грн.}$$

Загальна заробітна плата:

$$Z_{н.заг} = Z_{вс.раб} + Z_{мон} + Z_{imp} = 137964 \text{ грн.}$$

Визначаємо додаткову заробітну плату у розмірі 25 – 100 % від загальної заробітної плати:

$$Z_{н.дон} = Z_{н.заг} \times 50/100 = 68982 \text{ грн.}$$

Визначаємо оплату відпусток 10%:

$$Z_{н.відп} = Z_{н.заг} \times 10 / 100 = 20695 \text{ грн.}$$

Нарахування до фонду заробітної плати:

Соціальне страхування – 3,2%;

Медичне страхування – 2,8%;

Від нещасних випадків – 0,2%.

$$Z_{н.поч} = (Z_{н.заг} + Z_{н.дон} + Z_{н.відп}) \times 0,262 = 59642 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальну заробітну плату ІТП, МОП службовців та допоміжних робітників з нарахуванням:

$$Z_{н.осн} = Z_{н.поч} + Z_{н.дон} + Z_{н.відп} + Z_{нач} = 287283 \text{ грн.}$$

Визначаємо накладні витрати основних виробничих фондів.

Усі види накладних витрат для зручності зводимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Накладні витрати

№	Види витрат	Показники	Формула	Результати розрахунку грн.
1	Амортизація будівлі	2% від Сзд	$2 * Сзд/100$	48000
2	Амортизація обладнання	5% від Соб	$5 * Соб/100$	30000
3	Амортизація приладів та інструменту	12% від Спі	$12 * Спі/100$	24 000
4	Поточний ремонт будівлі	5% від Сзд	$5 * Сзд/100$	120000
5	Поточний ремонт обладнання	5% від Соб	$5 * Соб/100$	30000
6	Поточний ремонт інструменту	1,5% від Спч	$1,5 * Спч/100$	3000
7	Утримання будівлі та обладнання	0,5% від (Сзд + Соб)	$0,5 (Сзд + Соб) / 100$	15000
8	Витрати електроенергію	Руст * Фоб * 3	$75 * 1852 * 3,7$	831168
9	Інші витрати	5% від Соб	$5 * Соб/100$	30000
10	$C_{опф}$ (всього)			1131168

$$Z_n = C_{опф} + Z_{н.осн} = 1418451 \text{ грн.}$$

$C_{опф}$  - підсумкові дані накладних витрат основних виробничих фондів (див. таблицю - всього)

$Z_{н.осн}$  - заробітна плата МОП, ІТП, службовців та допоміжних робітників з нарахуваннями.

Собівартість – це витрати на одиницю часу продукції, що ремонтується.

Визначаємо собівартість ремонту однієї трансмісії.

$$Z = Z_n + Z_n / N_p,$$

де  $Z_n$  – сума прямих витрат

$Z_n$  – сума накладних витрат

$$Z = 42046 \text{ грн.}$$

### 5.3 Економічна ефективність ремонту однієї трансмісії

$$E_{к.еф} = C_{отп} - C_{об.рем},$$

де  $C_{отп}$  – відпускна ціна трансмісії

$C_{об.рем}$  - собівартість одного ремонту трансмісії

$$E_{к.еф} = 60000 - 42046 = 17954 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність від усієї програми ремонту складає:

$$E_{к.еф} = (C_{отп} - C_{еб.рем}) \times N_p,$$

де  $N_p$  – кількість ремонтів

$$E_{к.еф} = (60000 - 42046) \times 350 = 6283900 \text{ грн.}$$

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1) Було проаналізовано конструктивно – технічні характеристики трансмісій тракторів, а саме будова і функціональне призначення їх складових частин, можливі несправності і методи їх усунення, діагностовано параметри та якісні характеристики технічного стану, що дає можливість оцінки вибору технологічного процесу їх ремонту.

2) Розроблений аналіз технологічного процесу ремонту трансмісії дає можливість визначення потрібної фахової підготовки робітників, вибору технологічного обладнання для проведення ремонту, планування та розрахунку параметрів виробничої ділянки.

3) Зважаючи на наявну матеріально-технічну базу, в ділянці доцільно організувати ремонт трансмісій різних марок тракторів.

4) Запроектовано технологічний процес ремонт трансмісії, розроблено і вдосконалено методику і процедуру діагностики, обслуговування та відновлення трансмісійних систем. Цей процес включає в себе такі аспекти, як аналіз можливих несправностей, визначення діагностичних параметрів, методи їх вимірювання, налагодження регулювань зчеплення, а також проведення поточного ремонту.

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

6) Проведено розрахунок муфти зчеплення який включає в себе розрахунки щодо вибору і розміщення компонентів муфти для забезпечення надійності і ефективності роботи трансмісійної системи трактора. Основні аспекти розрахунку включають: механічне навантаження; передача потужності; геометричні розміри; вибір матеріалів; динамічні навантаження тощо.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

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



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

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

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