

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ВИ
ПРЕСУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ ХРЕСТОВИН КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ»

Виконав: студент IV курсу групи Аін-43сп

Спеціальності 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва)

Горошко Василь Васильович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: Березовецька Оксана Георгіївна

(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
Горошку Василю Васильовичу

1. Тема проєкту: «Удосконалення конструкції стенда для випресування підшипників хрестовин карданних передач сільськогосподарської техніки»

Керівник проєкту: Березовецька Оксана Георгіївна, к.т.н., в.о. доцента

Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 21.06.2024 року

3. Вихідні дані: Аналіз стендів та пристосувань для випресування підшипників хрестовин карданних передач сільськогосподарської техніки, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення пристроїв для випресування підшипників хрестовин карданних передач.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

- 4.1 Аналіз об'єкта проєктування
- 4.2 Діагностика та технічне обслуговування карданних передач
- 4.3 Конструкторсько-технологічна частина
- 4.4 Охорона праці
- 4.5 Економічна частина

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Аналіз пристроїв для випресування підшипників хрестовин карданних валів - 1-ий аркуш.

5.2 Пристрій для випресування підшипників хрестовин карданних валів - 2-ий аркуш.

5.3 Вузол силовий - 3-ий аркуш.

5.4 Робочі креслення деталей – 4-ий арк.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Березовецька О.Г., к.т.н., в.о. доц. 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: 29.12.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1	<i>Написання розділу: «Аналіз об'єкта проєктування»</i>	<i>22.01.24-16.02.24</i>	
2	<i>Виконання технологічного розділу</i>	<i>19.02.24-15.03.24</i>	
3	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторська частина»</i>	<i>18.03.24-03.05.24</i>	
4	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>06.05.24-31.05.24</i>	
5	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>03.06.24-14.06.24</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>17.06.24-21.06.24</i>	

Студент _____ Василь ГОРОШКО
(підпис)

Керівник проєкту _____ Оксана БЕРЕЗОВЕЦЬКА
(підпис)

Горошко В.В. Удосконалення конструкції станда для випресування підшипників хрестовин карданних передач сільськогосподарської техніки. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 59 с.

Табл. 6; рис. 16; бібліогр. джерел 17.

Проаналізовано існуючі конструкції стэндів для випресування підшипників хрестовин карданних передач, визначено їх переваги та недоліки. Описано типи карданних передач і їх відмінності. Описано характеристики умов роботи карданних передач тракторів та їх поломки.

Розглянуто питання, пов'язані з поточним ремонтами карданних передач тракторів, їх дефектами та зношеннями. Розроблено технологічний процес розбирання-складання карданної передачі.

Обґрунтовано необхідність у розробці пристосування для розбирання (складання) карданних валів. Здійснено проектний розрахунок станду і визначено основні його параметри.

У розділі з охорони праці проведено аналіз умов праці, небезпечних та шкідливих виробничих факторів на агрегатній ділянці підприємства. Запропоновано заходи щодо зниження травматизму на робочому місці.

В економічній частині проведено оцінку ефективності запропонованих рішень шляхом визначення терміну окупності даного проекту, що свідчить про доцільність прийнятих рішень.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	9
1.1. Аналіз існуючих конструкцій стенда для випресування підшипників хрестовин карданних передач	9
1.1.1 Стенд для розбирання кермових механізмів та карданних валів, модель 3025	9
1.1.2 Прес гідравлічний з пересувною головкою, ПГП-20	10
1.1.3 Стенд для ремонту карданних валів Р-223	12
1.1.4 Знімач хрестовин карданних валів СВК1	13
1.2 Будова і принцип роботи карданних передач та їх характеристика	15
1.3 Характеристика умов роботи карданних передач тракторів	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	18
2.1 Діагностика та технічне обслуговування карданних передач	18
2.2 Поточні ремонти карданної передачі тракторів.....	18
2.3. Розробка технологічного процесу.	21
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	27
3.1 Обґрунтування необхідності у розробці пристосування для розбирання (складання) карданних валів	27
3.2 Обґрунтування вибраної конструкції пристосування	28
3.3 Опис роботи пристосування для розбирання (складання) карданних валів .	31
3.4 Проектний розрахунок стенду	32
3.4.1 Кінематичний розрахунок стенду.....	32
3.4.2. Розрахунок передачі гвинт-гайка. Основні параметри	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	39
4.1. Кондиціонування повітря.....	39
4.2 Очищення повітря від шкідливих речовин.....	40
4.3 Стійкість об'єкту господарювання при надзвичайній ситуації	41
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	46
5.1 Визначення суми додаткових капітальних вкладень	47

5.2	Визначення економічного ефекту	51
5.3	Визначення терміну окупності додаткових капітальних вкладень.....	53
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	57
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВСТУП

Для підвищенні ефективності використання машинотракторного парку значну роль відіграє високоякісне та своєчасне обслуговування, а також ремонт із використанням найновіших методів та засобів діагностики.

Для забезпечення надійної роботи, технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, створено цілу низку підприємств, які забезпечені необхідними приміщеннями, обладнанням, інструментами, транспортними засобами, зв'язком, матеріальними запасами та трудовими ресурсами. Ці підприємства утворюють ремонтно-обслуговуючу базу АПК.

Шляхом створення високонадійних машин та раціональною модернізацією вузлів, можна забезпечити зменшення витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт сільськогосподарської техніки. Важливим є також, відновлення складних деталей, під час ремонту, щоб ресурс відремонтованої машини був не меншим за ресурс нової. Це можливо лише за умови високої якості відновлення зношених деталей.

При удосконаленні та використанні методу ремонтування техніки, проаналізований досвід технічно розвинених країн показує, що в реальному житті використовуються всі можливі форми і методи ремонту техніки. Сюди входять:

1. Фірмовий ремонт з високоякісним відновленням зношених деталей.
2. Якісне технічне обслуговування і ремонт за участю представників заводів.
3. Дрібні приватні спеціалізовані майстерні, що займаються ремонтом та відновленням деталей декількох типів.

Важливими організаційними аспектами покращення якості ремонту в центральних ремонтних майстернях (ЦРМ) господарства є:

- постачання високоякісних комплектів запасних частин;
- забезпечення надійності та довговічності ремонтних робіт;

- спрощення процесу обслуговування та ремонту за рахунок зменшення різномарок сільськогосподарської техніки, дозволяючи спеціалізуватися на меншій кількості техніки;

- використання досягнень науки та техніки, адже інтеграція новітніх технологій у виробничі процеси покращує якість ремонтних робіт.

Виконання всіх вимог *ТО*, що існують у господарстві та ремонтній базі, значною мірою залежить від професійної підготовки інженера-механіка, який повинен володіти сучасними теоретичними знаннями, практичними навичками з діагностики, обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки., від його стосовно інженерно-технічної служби. Інженер, він має забезпечити ефективне використання автомобільного парку, правильно організувати обслуговування МТП, зберігання і ремонт техніки.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Аналіз існуючих конструкцій стенда для випресування підшипників хрестовин карданних передач

Розбірно-складальне обладнання значно полегшує працю робітників при розбиранні агрегатів, вузлів і цілого ряду з'єднань і сполучень, що важко піддаються розбиранню після їх експлуатації. Ці стенди та механізми, що забезпечують зручне та безпечне виконання важких робіт, сприяють зниженню трудомісткості цих робіт та підвищенню продуктивності праці [1,2].

1.1.1 Стенд для розбирання кермових механізмів та карданних валів, модель 3025

Стенд призначений для розбирання та складання кермових механізмів та карданних валів автомобілів ГАЗ-51, ЗІЛ-164А та МАЗ-200 (рис. 1.1).

У конструкції стенда є два пневматичних пристрої для затиску розбираються (збираються) виробів, що складаються з пневматичного циліндра 8 і Г-подібного механізму 5. Розбирається (збирається) виріб 4 встановлюється на нерухомі призми 6 і притискається до них притиском 5, який жорстко з'єднаний циліндра 8 [3, 9].

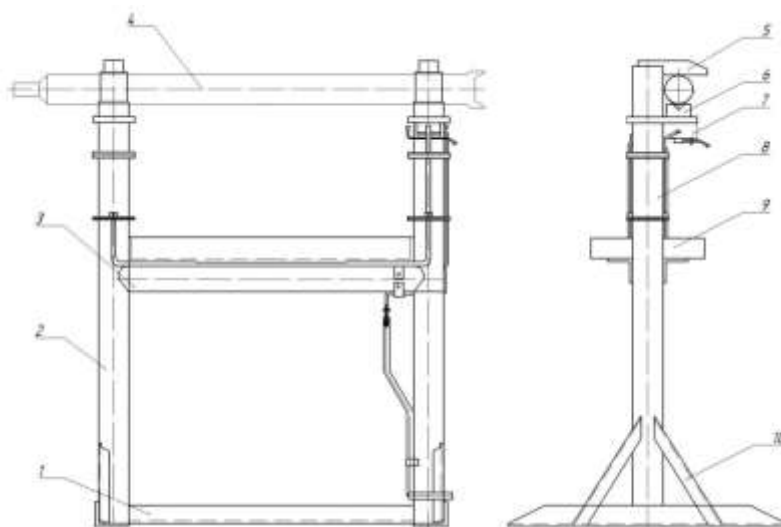


Рисунок 1.1 – Стенд модель 3025: 1 – поперечка; 2 – стійка; 3 – поперечка; 4 – виріб; 5 – притиск; 6 – призма; 7 – пневматичний кран; 8 – пневмоциліндр; 9 – піддон

Пневматична система стану з'єднується із повітряною магістраллю гнучким шлангом. Подача повітря в циліндри здійснюється поворотом ручки пневматичного крана 7.

Підставою стану є каркас зварної конструкції. Дві його стійки з'єднані між собою поперечками 1 і 3. Щоб уникнути перекидання стану в нижній частині стійок 2 приварені куточки 10. На верхніх поперечках розміщений піддон 9 для інструменту та запасних частин.

Переваги:

1. стенд не кріпиться до фундаменту;
2. простота устрою;
3. необмежений запас повітря та нескладність його транспортування в стислому стані;
4. плавність передачі зусилля.

Недоліки:

1. малий тиск у мережі й у з цим громіздкість виконавчих циліндрів, утрудненість передачі з зазначеної причини великий потужності;
2. підвищений нагрів повітря при стисканні;
3. значний витрата електроенергії отримання стиснутого повітря;
4. низький ККД.

Технічна характеристика стану

Спосіб затиску - пневматичний

Число притисків – 2 шт.

Зусилля затиску - 500 кгс

Тиск повітря в системі - 0,4 (4) мПа (кгс/см²)

Габаритні розміри – 883×650×1100 мм

1.1.2 Прес гідравлічний з пересувною головкою, ПГП-20

Прес гідравлічний ПГП-20 [3, 9], зусилля 20 т. Прес з ручним переміщенням столу та рухомою кареткою, використовується для виконання

робіт з випресування, запресування, правки та згинання різних деталей в авторемонтних майстернях та станціях технічного обслуговування.

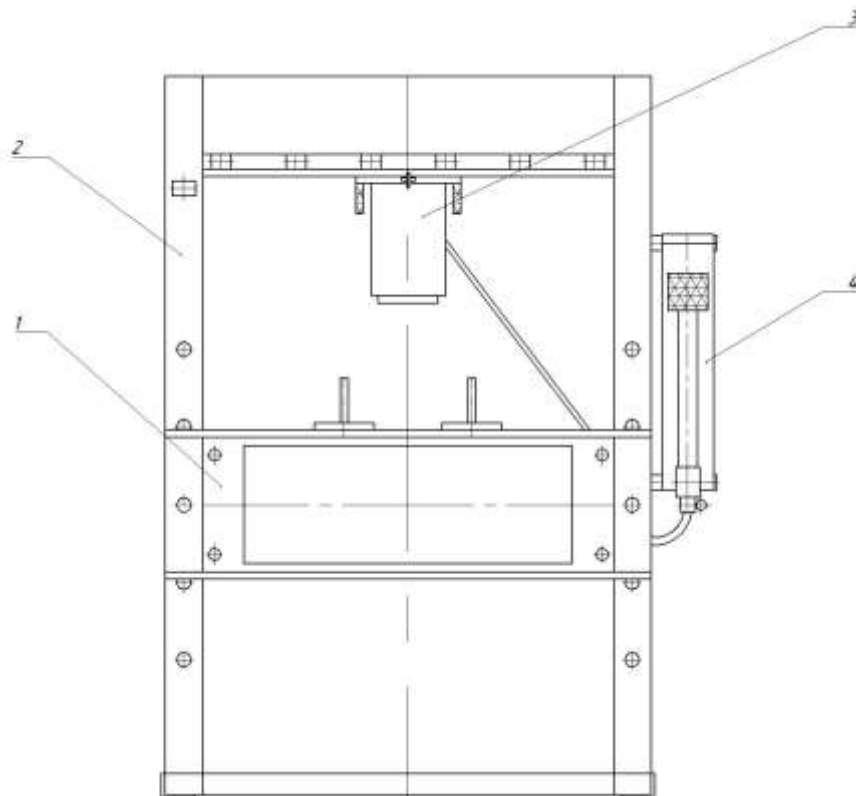


Рисунок 1.2 – Прес модель ПГП-20: 1 – опорна плита; 2 – рама; 3 – гідроциліндр; 4 - насосна станція

Стенд складається з рами 2, у верхній частині якої закріплений гідроциліндр 3, а в нижній частині, що змінюється по висоті, опорна плита 1. Насосна станція 4 закріплена на правій стінці і приводиться в дію рукояткою.

До пресу підводиться деталь, регулюється необхідна висота плити та встановлюється необхідна насадка на гідроциліндр (рис. 1.2).

Технічна характеристика преса:

Зусилля – 20 т

Хід штока – 130 мм

Відстань між столом та штоком – 800 мм

Висота підйому столу – 600 мм

Тиск олії в гідросистемі - 38,2 (382) МПа (кгс/см²)

Габаритні розміри – 600×800×1700 мм

Маса – 120 кг

Переваги:

1. висока продуктивність, економічність;
2. простота конструкції;
3. високий ККД;
4. невеликий знос механізмів системи, відсутність корозії механізмів;
5. безшумність роботи.

Недоліки:

1. необхідність зняття деталей із автомобіля;
2. можливість витoku рідини, що може погіршити характеристику стенду;
3. велика ймовірність зміни властивостей робочої рідини залежно від температури, що веде до зміни характеристики роботи;
4. висока вартість;
5. необхідність кваліфікованого обслуговування.

1.1.3 Стенд для ремонту карданних валів Р-223

Стенд для ремонту карданних валів, призначений для збирання-розбирання карданних валів. Принцип роботи гідравлічний.

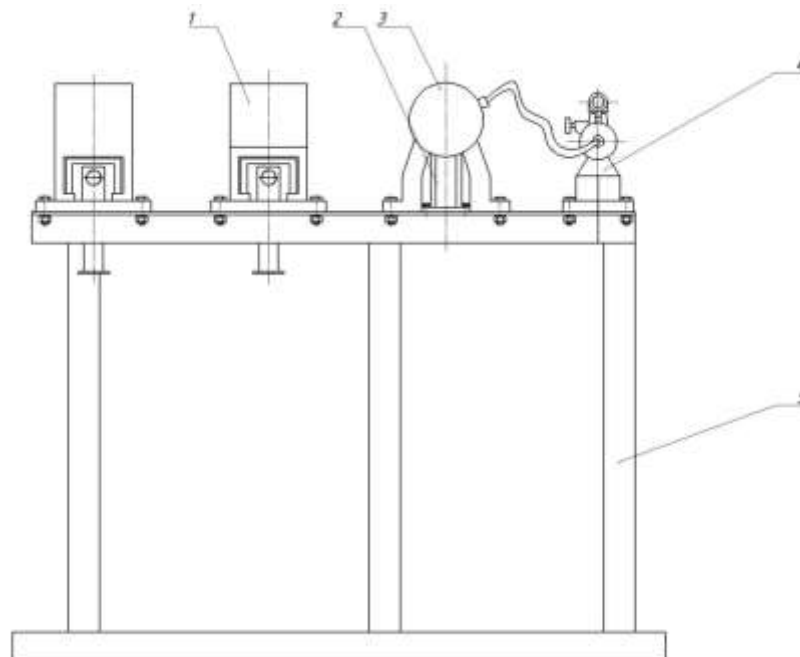


Рисунок 1.3 – Стенд для ремонту карданних валів, Р-223: 1 – лещата; 2-тримач; 3 – гідроциліндр; 4 – насосна станція; 5 – рама [3, 7, 9]

Технічна характеристика преса:

Максимальне зусилля випресування – 4000 Н

Зусилля затиску - 200 кгс

Робочий тиск у мережі - 10(100) МПа (кгс/см²)

Габаритні розміри – 920×1150×650 мм

Стенд складається з рами 5, гідравлічного циліндра 3 і насосної станції 4, лещат 1 і тримача 2.

Переваги:

1. простота конструкції;
2. невеликий знос механізмів системи, відсутність корозії механізмів;
3. безшумність роботи.

Недоліки:

1. необхідність зняття деталей із автомобіля;
2. можливість витіку рідини, що може погіршити характеристику стенду;
3. велика ймовірність зміни властивостей робочої рідини залежно від температури, що веде до зміни характеристики роботи, висока вартість;
4. необхідність кваліфікованого обслуговування.

1.1.4 Знімач хрестовин карданних валів СВК1

Цей пристрій являє собою компактний механічний знімач. Мінімальне зусилля на рукоятці дозволяє ефективно використовувати знімач для випресування невеликих складальних одиниць, його можна використовувати як струбцину та гвинтовий прес при проведенні ремонтних робіт. Може також використовуватися для розбирання хрестовин карданних валів під час ремонту трансмісій вантажних автомобілів [3, 7, 9].

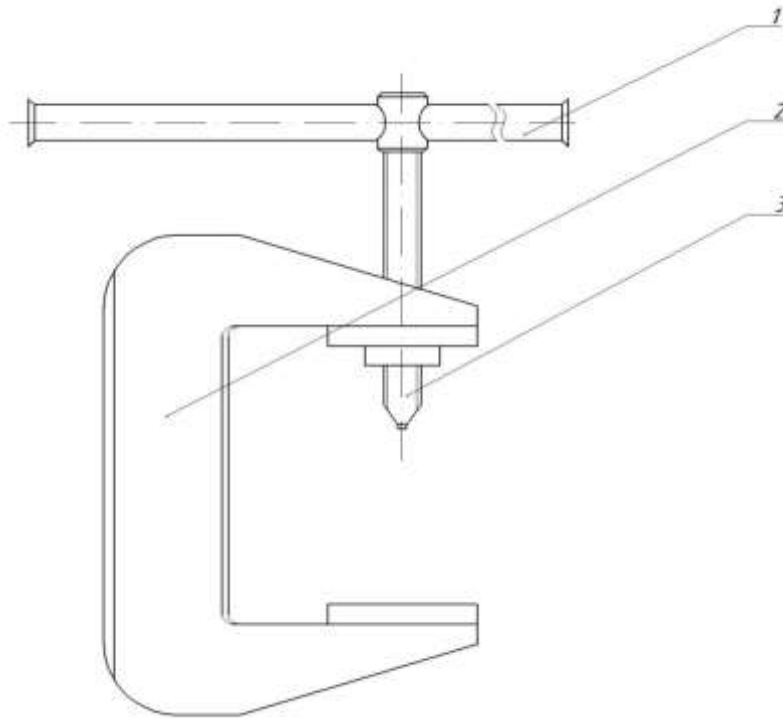


Рисунок 1.4 – Знімач хрестовин карданних валів СВК1: 1 – ручка; 2 – корпус; 3 – гвинт натискний

Переваги:

1. легка фіксація на деталі, що знімається;
2. надміцна металева конструкція;
3. висока надійність;
4. простота конструкції;
5. малі габарити та маса.

Недоліки:

1. Невелике зусилля, створюване знімачом.

Технічні характеристики:

Зусилля – 1 т

Хід гвинта - 60...160 мм

Робочий простір – 125×160 мм

Габарити (Ш х Д х В) – 114×315×180 мм

Маса – 5,3 кг

1.2 Будова і принцип роботи карданних передач та їх характеристика

Карданна передача (рис. 1.5) з'єднує коробку передач (КПП) з головною передачею, осі валів яких розміщено в різних площинах. Відстань між ними під час руху трактора постійно змінюється. Це спричинене тим, що КПП жорстко прикріплена до двигуна, нерухомо встановленого на рамі трактора, та його ведучий міст з'єднаний з рамою за допомогою ресор, що і є причиною зміни відстані між мостом та рамою. В таких умовах передача крутного моменту можлива лише за наявності карданних шарнірів та ковзних шліцьових з'єднань [4-6].

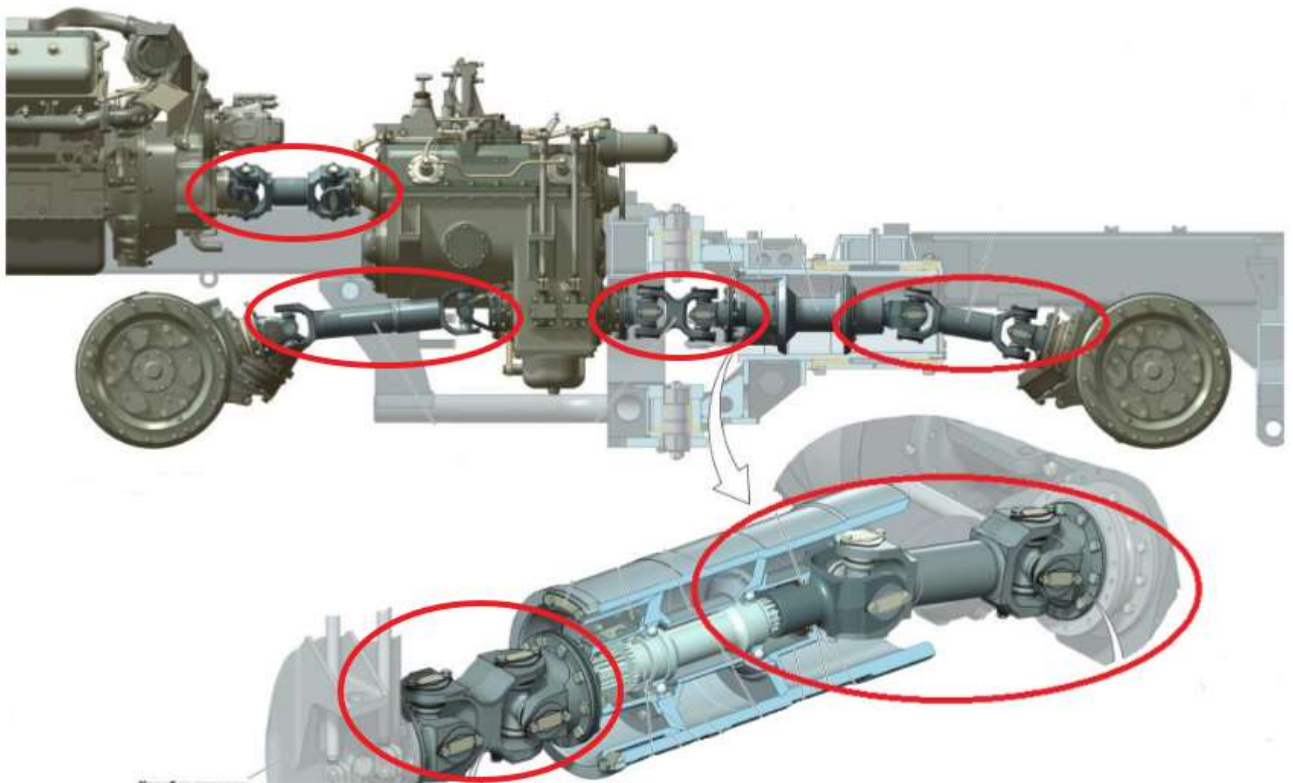


Рисунок 1.5 – Розміщення карданних передач на тракторі

На сільськогосподарській техніці, тракторах, автомобілях (рис. 1.6), у яких відстань між КПП і головною передачею велика, використовують два карданні вали – головний 10 та проміжний 5. Проміжний вал, який з'єднують з веденим валом КПП за допомогою кардана, підвішують завдяки підвісному підшипнику 12, закритого сталевими штампованими кришками і сальниками. Даний підшипник встановлюють у гумову подушку 6 [4, 6].

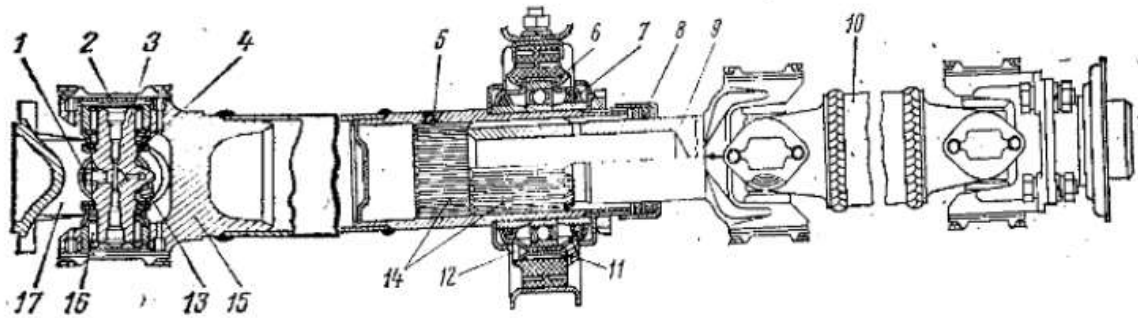


Рисунок 1.6 – Будова карданної передачі: 1. Клапан запобіжний; 2. Кришка голчастого підшипника; 3. Хрестовина; 4. Сальник голчастого підшипника; 5. Проміжний вал; 6. Гумова подушка опори; 7. Сальник підшипника опори; 8. Обойма сальників ковзної вилки; 9. Вилка; 10. Головний карданний вал; 11, 13. Прес-маслянки; 12. Кульковий підшипник; 14. Шліцьове з'єднання; 15, 17. Вилки; 16. Голчастий підшипник

Кардан складається з хрестовини 3 і двох вилок 15, 17. Голчасті підшипники, встановлені в отворах вилок зменшують тертя цапф хрестовини. Шліцьові з'єднання 14 проміжного вала уможливають зміну довжини карданної передачі, оскільки під час руху відстань між КПП і ведучим мостом змінюється не тільки по горизонталі, і й по вертикалі.

Голчасті підшипники хрестовин карданів тракторів змащують за допомогою прес-маслянок, закручених у різьбовий отвір по центрі хрестовини. Зі зворотнього боку хрестовини розташовано запобіжний клапан, який випускає зайве мастило під час заповнення хрестовини і підшипників, що запобігає пошкодженню сальників. Для змащування карданних шарнірів застосовують трансмісійне або спеціальне масло.

Основними несправностями карданних передач є його вібрація та стук. Вібрація може бути через нерівність (зігнутість) вала, що є причиною підвищеного спрацювання і виходу з ладу інших деталей, спряжених з валом [4, 6].

1.3 Характеристика умов роботи карданних передач тракторів

Карданна передача знаходиться в нижній частині сільськогосподарської техніки в умовах, які сприяють абразивному зношуванню та корозії оскільки працює у підвищеній вологості та бруду [4-6].

Всі деталі карданних передач піддаються корозії і абразивному зношуванню, а також працюють на скручування. Деякі деталі захищені гумовими ущільнювачами та знаходяться в середовищі консистентного мастила, але під час розгерметизації, тобто пошкодження гумових ущільнювачів до підшипників попадає бруд і вода. Якщо вчасно не замінити гумові ущільнення відбудеться їх підвищене зношування, зумовлене попаданням абразиву. Такі деталі чи вузли виходять з ладу і підлягають їх відновленню чи заміні.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Діагностика та технічне обслуговування карданних передач

За допомогою спеціального інструменту, схему одного із яких наведено на рис. 2.1, можна визначити биття карданого валу [4].

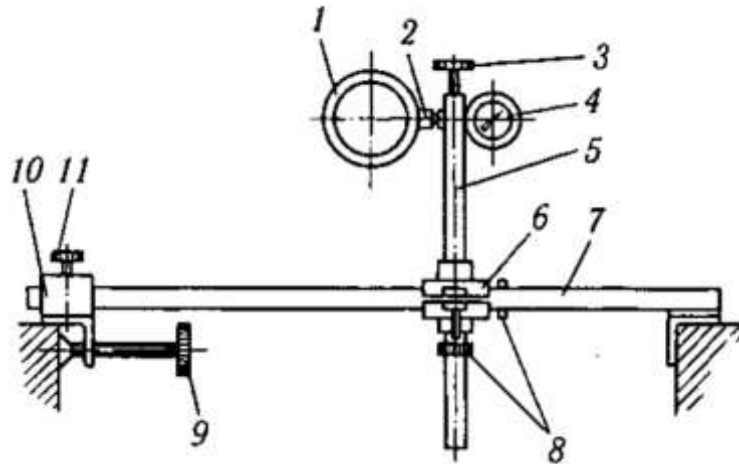


Рисунок 2.1 – Схема інструменту для визначення биття карданого валу : 1 – карданний вал ; 2 – індикаторний наконечник; 3 – болт кріплення індикатора; 4 – індикатор; 5 – вертикальна штанга; 6 – хрестовина; 7 – горизонтальна штанга; 8 – затискні болти; 9 – розпирний болт; 10 – пересувна опора; 11 – стопорний болт.

2.2 Поточні ремонти карданної передачі тракторів

Карданну передачу потрібно ремонтувати у разі появи вібрацій та стукоту під час роботи трактора. Несправність також може виникнути у разі послаблення болтових з'єднань фланців карданних валів. Переконавшись у наявності явних дефектів карданної передачі, її потрібно розібрати [4-6].

Поширеними дефектами деталей карданної передачі є механічні пошкодження, вм'ятини, погнутість, тріщини, відколи і скручування карданних труб, знос зовнішньої і внутрішньої шліцьової поверхні, спрацювання переднього та заднього вала, вилки ковзної, фланця кріплення вала, також

спрацювання хрестовини карданів; голчастих підшипників, гнізд під підшипники, вузлів прожіжних опор, знос вузла проміжної опори.

Розбирати для ремонту кардану передачу потрібно за допомогою спеціального обладнання (стенда). При складанні карданного валу треба дотримуватись таких рекомендацій:

- вилки повинні легко, без заїдань, повертатися на хрестовині;
- якщо після затягування болтів кришок підшипників вилки не повертаються або для цього потрібно докладати значне зусилля, необхідно підібрати хрестовину з меншою відстанню між торцями протилежних шипів;
- завод-виробник після балансування валу наносить мітки у вигляді стрілок, тому, при складанні деталей, що вже були в експлуатації, потрібно суміщати стрілки на ковзній вилці та трубі карданного вала, щоб зберегти правильне балансування.

Для забезпечення належного функціонування карданного валу та уникнення дефектів, таких як погнутість, спрацювання шліців, спрацювання отворів вилки під стакани підшипників, необхідно враховувати правильне балансування карданного валу, матеріал і твердість деталей. Труба карданного вала виготовляється зі сталі 40, а твердість вилок становить HB 207-285. Шліцьові наконечники карданного валу автомобіля виготовлені зі сталі 40X, з твердістю HB 255-285 [6].

В процесі ремонту погнутого карданного валу на стенді важливо дотримуватися технічних вимог

Правлення погнутості: карданного валу проводять на спеціальному стенді таким чином, щоб биття не перевищувало допустимих значень, встановлених у

Замінюючи зношені шліцьові канавки і втулки проміжного карданного валу, вилучають дефектні частини, і їх замінюють новими. Для цього використовують зварювання шва кріплення до карданної труби, після чого проводять обробку на токарному верстаті. Після приварювання нових частин карданний вал перевіряють на відсутність погнутості.

Ремонт зношених отворів: Для ремонту зношених отворів вилки вилки під стакани голчастих підшипників, застосовують наплавлення з подальшою механічною обробкою до номінального розміру. Це дозволяє відновити необхідні геометричні параметри для надійної роботи підшипників.

Всі ці процеси мають на меті забезпечити ефективне функціонування карданного валу після ремонту, зберігаючи вимоги до його надійності і витривалості.

Зношене чи пошкоджене різьблення у отворах вилки ремонтують заваркою з подальшим нарізування різьблення номінального розміру.

Ковзаючі вилки виготовляють із сталі 45, вони піддаються гартуванню і відпуску до твердості HRC 42-56 шліцьовий кінець їх гартований до твердості HRC 42-56 на глибину 2-4 мм. До дефектів вилки відносять: спрацювання шліців, знос отворів під стакани голчастих підшипників, знос або пошкодження різьби в отворах під болти кріплення кришок чи опорних та замкових пластин підшипників, знос отворів під болти кріплення.

Хрестовини карданних шарнірів виготовляють із сталі 20 ХГНТР піддаючи процесам: цементації на глибину 1,1-1,9 мм, гартуванню та відпуск до твердості металу ПДВ 58-65 [6].

До основних дефектів хрестовин віносять пошкодження отворів з різьбленням, різьби під запобіжний клапан, різьби в отворах під маслянку, спрацювання шипів, шліців, які ремонтуються наплавленням з наступною обробкою до номінального розміру, але якщо пошкоджено більше двох ниток різьби, то ремонтують заваркою з подальшим нарізуванням різьби до номінального розміру. Ці ремонтні методи дозволяють відновити функціональність і надійність хрестовин, забезпечуючи їх довготривалу експлуатацію

Зношені шліці ковзної вилки з хвостовиком, зношені отвори під стакани голчастих підшипників, різьблення в отворах під болти, зношену різьбу на вилці під корпус сальника, зношені отвори в фланці-вилці під болти кріплення, все це: ремонтують наплавленням, - механізованим способом (вібродуговим,

під шаром флюсу, в захисному середовищі вуглекислого газу) аналогічно з подальшою механічною обробкою до номінального розміру. Ця процедура забезпечує відновлення геометричних та функціональних характеристик ковзних вилок і фланців-вилкок, що є показником для тривалого та надійного функціонування карданного валу

2.3. Розробка технологічного процесу.

Для розбирання карданної передачі використовується спеціальний стенд (рис. 2.2), який складається із основної частини стенду - станини (1) яка забезпечує стійкість і підтримку всіх інших компонентів; вал педалі (2) з'єднаний з педаллю (5) та краном управління (6), за допомогою тяги з поворотною пружиною (4); підставка (12) складається із трубчастої стійки, яка закінчується двома напрямними роликами, плита (9), на якій закріплена призма (10); ящик для інструментів (7) розташований у середній частині станини; пневматичний циліндр (8) для забезпечення руху затискача; пневматичний затискач (11) для фіксації труби проміжного карданного валу; призма (10) для утримання труби проміжного карданного валу [8].

Натиснувши на педаль (3), що приводить в дію кран управління (6) пневматичний циліндр (8), переміщує шток вниз, активуючи пневматичний затискач (11), який повертає прихват та закріплює трубу проміжного карданного вала (рис 2.1).

Складання проводимо у зворотньому порядку до розбирань, забезпечивши правильне закріплення і посадку всіх компонентів.

Після складання карданної передачі необхідно виконати перевірку та тестування для забезпечення її належної роботи.

Процедура перевірки та тестування включає наступні кроки:

- використовуючи спеціальні інструменти, перевіряємо биття валів;
- биття не повинно перевищувати допустимих значень, встановлених технічними умовами;

- візуально перевіряємо чи всі компоненти правильно встановлені;
- оглядаємо чи немає дефектів або пошкоджень;
- запускаємо стенд для імітації роботи карданної передачі;
- перевіряємо, чи всі компоненти функціонують належним чином без заїдань або зайвих шумів, чи всі болти та кріплення затягнуті до потрібного моменту, чи немає ослаблених або неправильно встановлених елементів;
- проводимо остаточний огляд всієї системи, переконавшись що карданна передача готова до експлуатації.

Цей технологічний процес забезпечує точність та ефективність розбирання та складання карданної передачі, що сприяє продовженню її терміну служби та підвищенню надійності роботи. Правильне виконання перевірки та тестування гарантує, що всі компоненти встановлені та функціонують належним чином, що є рушієм для безпечної та ефективної експлуатації карданної передачі [7, 8].

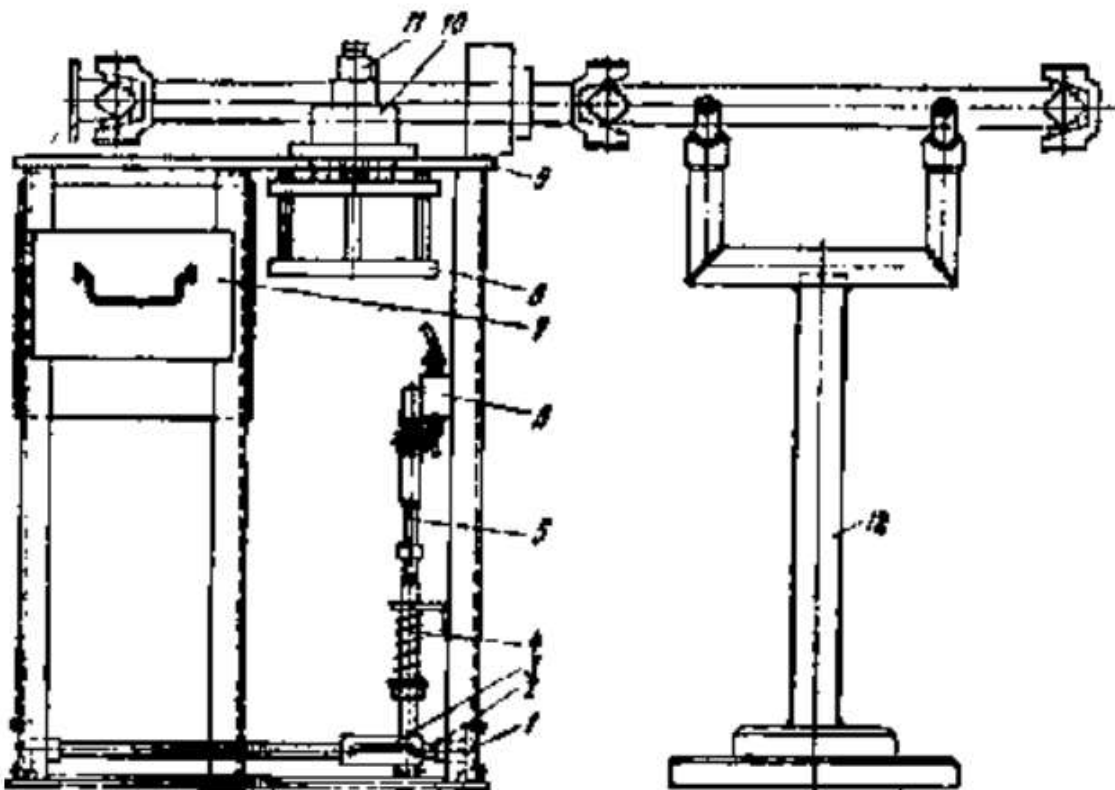


Рисунок 2.2 – Стенд для розбирання та складання карданних передач

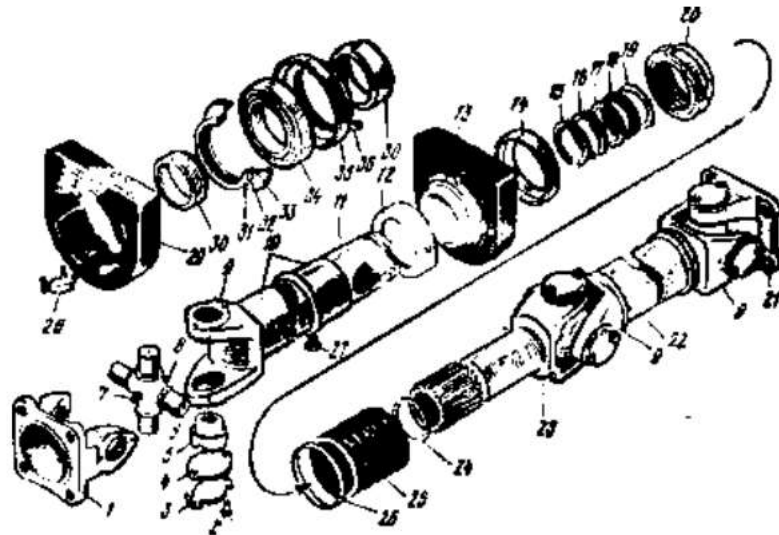


Рисунок 2.3 – Деталі карданної передачі

1 та 21 – фланець вилки; 2 – болт; 3 – пластина замок; 4 – пластина опорна; 5 – підшипник в зборі з сальником; 6 – хрестовина карданна; 7 – запобіжний клапан; 8 – масльонка; 9 – валва вилка; 10 – проміжний карданний вал із вилкою та шліцевою втулкою в зборі; 11 – втулка шліцева; 12 – відбивач передній сальника; 13 – валу проміжного опора; 14 – відбивач сальника задній; 15 – шайба; 16 – сальник; 17 та 19 – шайби кільця сальника; 18 – кільце сальника; 20 – гайка розпірної втулки; 22 – моста заднього кардан вилками у зборі; 23 – скользяща вилка; 24 - кільце пружинне; 25 – муфта запобіжна; 26 – хомут; 27 – пробка; 28 – скоба; 29 – опора подушки; 30 – розпірна втулка; 31 – кришка опори передня; 32 – ущільнююче кільце; 33 – обойма; 34 – опори підшипник; 35 – кришка задньої опори; 36 - масльонка.

Технологічний процес розбирання карданної передачі включає в себе таку послідовність операцій після фіксації на стенді карданної передачі, як, зняття хомута у зборі (26) та запускання захисної муфти (25) шліців з гайки (20) розпірної втулки (рис. 2.2.). Попередньо відігнувши вус заднього відбивача (14) сальника і відкрутивши гайку (20) розпірної втулки, від'єднуємо карданний вал заднього моста від проміжного карданного валу, методом пересування карданного вала заднього моста по роликах підставки (12) стенду, див. рис. 2.1. вивевши шліцьовий кінець ковзної вилки (23), див. рис. 2.2., із шліцьової втулки (11) проміжного карданного валу [7, 8].

Цей технологічний процес забезпечує точність та ефективність розбирання карданної передачі. Дотримання всіх кроків та використання відповідного обладнання допомагає уникнути пошкоджень компонентів і гарантує правильне функціонування системи після складання.

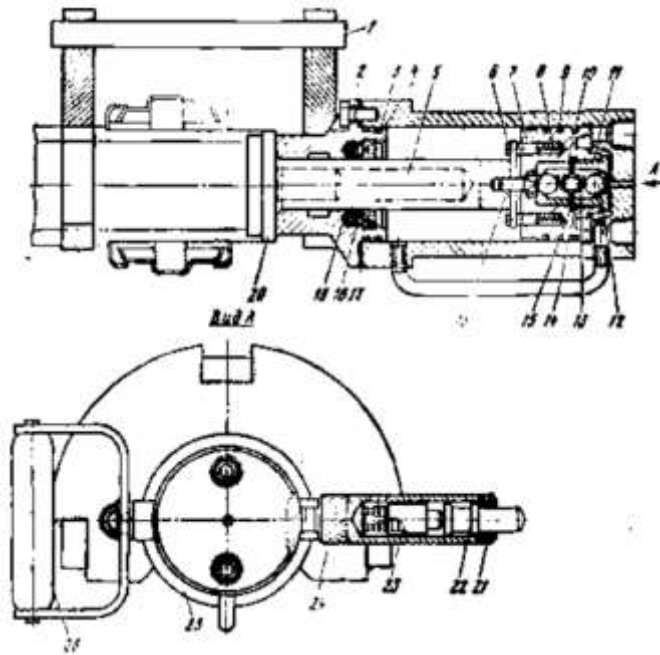


Рисунок 2.4 – Знімач проміжної опори:

1 – скоба; 2 – кришка; 3 та 14 – ущільнююче кільце; 4 та 21 – гайка; 5 – шток; 6 – штифт; 7 – сухар; 8 та 13 – пружини; 9 – поршневе кільце; 10 – гніздо; 11 - поршень; 12 – шарик; 15 – шайба; 16 – стержень; 17 – прокладка; 18 – кільце; 19 – манжет; 20 – опора; 22 – кнопка; 23 – контактний палець; 24 – ручка; 25 – корпус; 26 – рукоятка.

Розбирання вузлів карданної передачі відбувається в такій послідовності [7-9]:

- розбирається карданний проміжний вал на стенді (рис. 2.1);
- зі шліцевої втулки (11) труби валу треба зняти задній відбивач (14) сальника;
- вийняти чотири скоби (28) кришок опори та зняти подушку (29) опори;

- використовуючи знімач (рис. 2.3), спресувати з опорної шийки шліцеву втулку труби карданного валу, передній відбивач (12) сальника, передню (31) та задню (35) кришки в зборі з підшипником та розпірну втулку (30) підшипника;

- складається знімач з корпусу (25), поршня (11) з буферним механізмом та штока (5) з упором (20);

- до передньої частини корпусу кріпиться кришка (2), на якій встановлена скоба в зборі (1) передньою та задньою плитою та трьома сполучними планками;

- на корпусі закріплена рукоятка (26) та ручка приводу гідравлічного агрегату, (для зручності роботи знімач може бути підвішений на підвіску);

- встановити знімач опорою (20) в виточку шліцевого отвору шліцевої втулки труби карданного валу, і передню плиту скоби (1) на зовнішній діаметр труби карданного валу. Увімкненням гідравлічного агрегату, натисканням кнопки (22), поршень (11) та шток (5) переміщуються вперед, змушуючи корпус (25) та скобу (1) переміщатися назад. Передня плита скоби захоплює проміжну опору та спресовує її з посадочної шийки шліцевої втулки труби карданного валу.

Демонтаж хрестовини проводять так [8]:

- треба відігнути вуса пластини-замку (3) (рис. 2.2) з граней болтів кріплення опорних пластин (4) підшипників;

- відкрутити болти, зняти пластини-замки до опорної пластини підшипників;

- постукуючи легкими ударами мідного молотка за фланець-вилку (1), подати його вниз, зняти з шипа хрестовини (6) підшипник (5) кардана з сальником в складеному вигляді;

- повторити операцію для інших підшипників кардана та зняти фланець-вилку (1) та хрестовину (6) кардана з вилки (9) труби проміжного карданного вала.

Наступний етап складання вузлів карданної передачі [8]:

- складання фланця-вилки з хрестовиною;

- потрібно вкрутити маслянку (8) (див. рис. 2.2) та запобіжний клапан (7) в хрестовину (6);

- встановити хрестовину (6) двома шипами в отвори вилки фланця (1), розміщуючи запобіжний клапан (7) у бік фланця-вилки;

- на шліці хрестовини (6) встановити підшипники (5) кардана з сальником в складеному вигляді та запресувати в отвори фланця-вилки (1), розміщуючи пази на торці паралельно осі підшипників;

- встановити пластини опорні (4) підшипників, пластини-замки (3), вкрутити болти кріплення та стопорити їх, загинаючи кінці пластин-замків на межі;

- збірка фланця-вилки (21) аналогічна зборці фланця-вилки (1).

Складання передньої та задньої кришок з сальником:

- необхідно встановити ущільнююче кільце (32) сальника та обойму (33) сальника в гніздо кришки (31);

- запресувати обойму сальника та кернити в трьох точках по колу.

Складання підшипника з передньою та задньою кришками:

- в задню кришку (35) встановити та запресувати підшипник (34);

- підібраний вузол вставити в передню кришку (31) в зборі з кільцем (32) сальника та обойму (33), завальцювати по колу, забезпечуючи герметичність з'єднання.

Складання проміжної опори валу карданного:

- в задню кришку (35) вкрутити маслянку;

- в подушку (19 та 29) опори встановити підшипник (34) в зборі з кришками, фіксуєчи його положення та оберігаючи від провертання скобами (28) кришок, які входять в пази подушки опор;

- в підібраний вузол закласти мастило І-13с (НТУ НП 5-58) чи мастило ЯНЗ-2 (ГОСТ 9432-60) в кількості 150 г та вставити розпірні втулки (30).

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Обґрунтування необхідності у розробці пристосування для розбирання (складання) карданних валів.

У ремонтній майстерні, де ремонтують сільськогосподарські машини та трактори, розбираються та складаються карданні вали в певній кількості. Для оптимізації цього процесу необхідно застосовувати спеціалізоване обладнання для розбирання та складання карданних валів, враховуючи універсальність виготовлення, тиск повітря, герметичність, легкість використання а також безпеку.

Основні вимоги до цього пристосування включають: можливість роботи з карданними валами діаметром 76...89 мм і довжиною до 2 м; пневмосистема повинна працювати при тиску повітря 3-6 атмосфер, що забезпечує зусилля затискача на кожному важелі 400-600 кгс та повинна бути герметичною для запобігання втратам повітря; пересувні затискачі повинні легко відщипатись для зручності роботи; карданні вали мають кріпитися тільки двома затискачами, а вали довжиною до 700 мм можуть кріпитися одним затискачем; запобігати попаданню рук для безпеки працюючого між затискачами та карданним валом; забороняється залишати карданні вали затиснутими в стенді після роботи [9].

Пристосування повинно бути виготовлено в умовах ремонтної майстерні господарства з доступних матеріалів: всі деталі (крім затискачів) виготовляються зі сталі 3 (ГОСТ 7414-80); затискачі виготовляються зі сталі 30ХТСА (ГОСТ 1050-75); рама пристрою виготовляється з труби розміром 3 дюйма.

Пристосування складається з наступних компонентів:

- Рама
- Установочна призма
- Затискачі
- Два важелі

- Дві тяги
- Пневмокамери
- Панель управління з двома кранами 625300М
- Подача повітря здійснюється через трубу розміром ½ дюйма

3.2. Обґрунтування вибраної конструкції пристосування.

Конструкція пристосування вибрана з урахуванням наступних аспектів таких як простота та зручність використання; ефективність роботи та можливість виготовлення в умовах ремонтної майстерні.

Пневмосистема з тиском 3-6 атмосфер забезпечує необхідне зусилля затискачів, що дозволяє надійно фіксувати карданні вали без ризику їх пошкодження. Рама виготовлена з труби розміром 3 дюйма, що забезпечує достатню міцність та стійкість конструкції. Установочна призма дозволяє надійно фіксувати карданні вали різних розмірів. Пересувні затискачі, що легко відкидаються, забезпечують швидку заміну та фіксацію карданних валів, а використання двох важелів та тяг забезпечує рівномірний розподіл зусиль, полегшує процес розбирання і складання карданних валів.

Конструкція пристосування враховує всі аспекти безпеки, включаючи запобігання потраплянню рук між затискачами та карданним валом. Всі компоненти пристосування виготовляються з доступних матеріалів, що забезпечує можливість його виготовлення без залучення сторонніх підрядників. Простота конструкції дозволяє швидко виготовити пристосування та ввести його в експлуатацію [9].

Загальна конструкція пристосування відповідає вимогам технологічності, ефективності та безпеки, що робить його незамінним інструментом у процесі ремонту карданних валів в ремонтній майстерні.

Метою цього розділу випускної кваліфікаційної роботи є вдосконалення стенду для випресування підшипників хрестовин карданних передач на основі проведеного аналізу існуючих конструкцій.

Прототипом станда, що конструюється, для випресовування голчастих підшипників хрестовин карданного валу, на підставі проведеного аналізу конструкцій, приймаємо установку Р-223 (див. пункт 1.1.3). Даний стэнд найбільш простий та зручний у використанні, компактний, простий у обслуговуванні [9].

Одним із недоліків станду є підвищені вимоги герметичності, оскільки використовується гідравлічна установка.

Для вдосконалення конструкції пропонується замінити гідравлічну передачу на механічну. Механічна передача проста в обслуговуванні та виготовленні має більший ККД (коефіцієнт корисної дії), менші габарити та має низьку собівартість.

Пропонується для найбільшої універсальності станду, збільшувати зазор між тримачем і лещатами, що дозволить проводити випресування голчастих підшипників хрестовин карданних передач легкових та вантажних автомобілів різних моделей.

Для полегшення центрування карданних валів встановлюємо губки, що самоцентруються, на затискні тиси, що скоротить час установки карданного валу.

Для передачі моменту, що крутить, з валу двигуна на вантажний гвинт використовуємо ремінну передачу. Ремінна передача з клиновими ременями гарантує плавну та тиху роботу. Здатність до пом'якшення сильних змін навантаження та гасіння коливань є її гідністю. Завдяки простій та дешевій конструкції (без корпусу та змащування), яка не потребує спеціального обслуговування та утримання, виходить зменшення експлуатаційних витрат. Зношені клинові ремені можна швидко та легко замінити з мінімальним часом простою машини. Передатне відношення можна легко змінити, застосовуючи ступінчасті шківни та перекладаючи ремінь з одних щаблів на інші. Перевагою ремінної передачі є відсутність перекошу приводу під час короткочасних перевантажень, що не забезпечують інші механізми. Внаслідок цього може відбутися їх пошкодження. Ремінні передачі мало чутливі до неточностей

центрування валів. Ремінні приводи уможливають поділ потужності, тобто перенесення приводу з одного валу на інші.

Для випресування голчастих підшипників різних діаметрів необхідно використовувати відповідні насадки та склянки.

До переваг передачі гвинт-гайка відносяться простота і компактність конструкції, великий вигреш в силі, точність переміщень. Недоліки цієї передачі: велика втрата тертя і пов'язані з цим малий ККД.

Для підвищення надійності, по-перше, встановлюємо два вимикачі граничного положення, по-друге, роботу стану будемо проводити при постійному натисканні кнопки «назад - вперед» і, по-третє, оснастимо робочий орган та ременну передачу захисним кожухом [10].

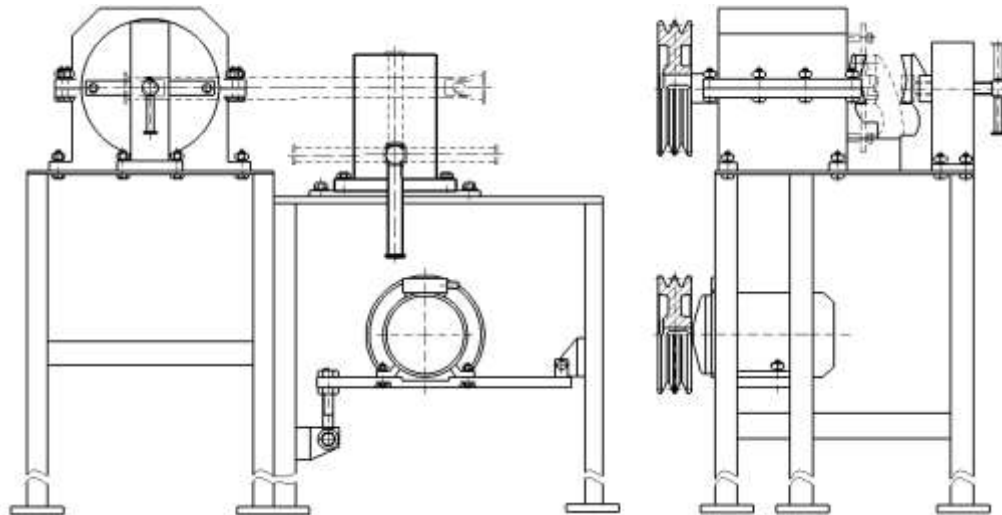


Рисунок 3.1 – Стенд для розбирально-складальних операцій.

Пристосування (рис. 3.1) для ремонту карданних валів дуже просте в користуванні та не потребує від робітника спеціальної технічної підготовки у роботі. Разом з тим воно полегшує роботу працівника і робить її ефективнішою.

Кінематична схема проєктованого стану висвітлена на рис. 3.2. Ця кінематична схема показує принцип роботи стану. Від двигуна момент передається на провідний шків 1, потім через пасову передачу 2 на ведений шків 1, потім через передачу гвинт-гайка - 4 впливає на виріб, що кріпиться в лещатах 5.

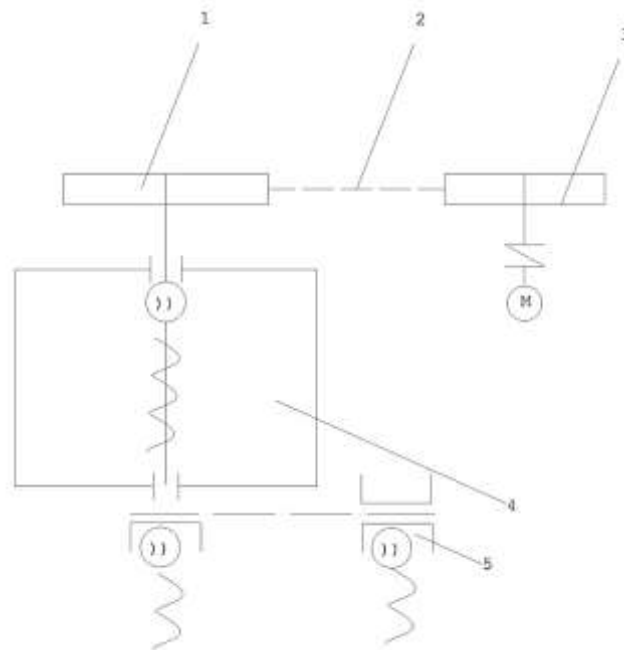


Рисунок 3.2 – Кінематична схема

3.3 Опис роботи пристосування для розбирання (складання) карданних валів

Ремонт карданного шарніра зазвичай полягає у заміні голчастих підшипників, ущільнень та хрестовини для чого шарнір необхідно розібрати. Підшипники в вушах виделок встановлені з натягом, тому при розбиранні та складанні шарніра їх доводиться відповідно впресовувати та запресовувати.

Корпуси підшипників випресовують у порядку, наведеному нижче.

Нанесіть мітки (фарбою або керном), що визначають взаємне положення деталей, що розділяються, щоб з'єднати їх при складанні в тому ж положенні і зберегти незмінною балансування валів [9, 10].

Встановіть у лещата карданний вал. Зніміть стопорні кільця.

Далі встановіть карданний вал однієї з виделок карданного шарніра на опору преса. Через спеціальну втулку штоком преса перемістіть іншу вилку шарніра вниз до упору в хрестовину.

Поверніть вилку шарніра на 180° , повторіть зазначені операції, тобто перемістіть інший кінець вилки вниз до упору в хрестовину. При виконанні цих операцій протилежний підшипник хрестовини частково вийде з отвору вилки і

отриманий зазор міжвилкою і хрестовиною можна буде встановити втулку з бічним вирізом.

Встановивши втулку на шип хрестовини, перемістітьвилку шарніра до випресовування підшипника.

Використовуючи зазначені прийоми, випресуйте інші підшипники хрестовини.

3.4 Проектний розрахунок стенду

Мета проектного розрахунку орієнтовно визначити геометричні розміри стенда, що проектується.

3.4.1 Кінематичний розрахунок стенду

Визначити силу F , необхідну випресовування. На хрестовину має діяти сила:

$$F = F_a = t_B \times S_{зр}, \quad (3.1)$$

де t_B – межа міцності на зминання сталі. Вважаємо $t_B = 60 \text{ Н/мм}^2$;

$S_{зр}$ – площа зрізу. Візьмемо хрестовину трактора ХТЗ-17221 і порахуємо площу зрізу - 80 мм^2 .

$$F = 60 \times 80 = 4800$$

$$N \approx 5000 \text{ Н}$$

Вибір електродвигуна. Визначимо потрібну потужність двигуна, яка дозволить проводити випресування [15].

$$N_{дв} = \frac{F_a \times v}{\eta_{общ.}}, \quad (3.2)$$

де $v = 0,02 \frac{м}{с}$, поступальна швидкість руху ланки;

η – загальний ККД, що враховує всі втрати.

$$N_{\text{дв}} = \frac{5 \times 10^3 \times 0,02}{0,94} = 0,106 \text{ кВт.}$$

За ГОСТ 19523-74 вибираємо асинхронний двигун 80А6/920 із частотою обертання $n_{\text{дв}} = 1000 \text{ хв}^{-1}$, потужністю $N_{\text{дв}} = 1,1 \text{ кВт}$.

Визначимо частоту обертання гвинта:

$$n_g = \frac{v}{P}, \quad (3.3)$$

P – крок різьби, м.

$$n_g = \frac{0,02}{0,003} = 6,7 \text{ об/с} = 402 \text{ хв}^{-1}$$

3.4.2. Розрахунок передачі гвинт-гайка. Основні параметри

Матеріал гвинта та гайки. Для гвинта приймаємо сталь 45, термообробка – покращення (межа текучості $\sigma_T = 540 \text{ Н/мм}^2$), для гайки – олов'янисту бронзу БрО10Ф.

Допустимий тиск і напруга: Допустимий тиск (зносостійкість різьблення) для пари сталь-бронза $[p] = 9 \text{ МПа}$ [15].

Для матеріалу гвинта при коефіцієнті запасу міцності $[S]_T = 3$.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[S]_T} = \frac{540}{3} = 180 \text{ Н/мм}^2$$

Для матеріалу гайки на розтягування та зминання $[\sigma]_p = 40 \frac{H}{мм^2}$;
 $[\sigma]_{cm} = 45 \frac{H}{мм^2}$.

Середній діаметр різьблення. Для передачі приймаємо напологливе різьблення. Конструкцію гайки вибираємо цільну, з коефіцієнтом висоти гайки $\gamma = 1,4$.

Тоді середній діаметр різьблення (d_2 , мм):

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{2 \times F_a}{\pi \times \gamma \times [p]}} , \quad (3.4)$$

де $F_a = 5 \times 10^3 \text{ Н}$ – осьова сила, що діє на гвинтову пару;

$\lambda = 1,4$ – коефіцієнт висоти головки гайки;

$[p] = 9 \text{ МПа}$ - допустимий тиск.

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{2 \times 5 \times 10^3}{3,14 \times 1,4 \times 9}} = 16 \text{ мм.}$$

За обчисленим значенням d_2 вибираємо більш найближче значення за ГОСТ 10177-82, номінальний діаметр різьби $d_H = 20 \text{ мм.}$, крок різьби $P = 2 \text{ мм.}$, середній діаметр $d_2 = 18,50 \text{ мм.}$ внутрішній діаметр гвинта $d_3 = 16,529 \text{ мм.}$

Кут підйому різьблення.

$$\varphi = \arctg \left[\frac{P}{\pi \times d_2} \right] , \quad (3.5)$$

$$\varphi = \arctg \left[\frac{2}{(3,14 \times 18,50)} \right] = 2^\circ$$

Наведений кут тертя при коефіцієнті тертя $f = 0,09$ та куті нахилу робочої сторони профілю $\gamma = 3^\circ$.

$$\varphi' = \arctg \left[\frac{f}{\cos \gamma} \right] = \left[\frac{0,09}{\cos 3^\circ} \right] = 5,1^\circ$$

$$\arctg \left[\frac{0,009}{\cos 3^\circ} \right] = 5,1^\circ$$

Оскільки $\varphi < \varphi'$, передача гвинт-гайка самогальмована.

Розміри гайки. Висота гайки

$$H_{\Gamma} = d_2 \times \gamma = 1,4 \times 18,50 = 25,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо за стандартом $H=30$ мм.

Зовнішній діаметр гайки:

$$D_{\Gamma} \geq \sqrt{\frac{5,2 \times F_a}{\pi \times [\sigma_{\Pi}]}} + d^2 = \sqrt{\frac{5,2 \times 5000}{\pi \times 50}} + 20^2 = 24 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D = 28$ мм.

Діаметр гайки:

$$D_{\bar{6}} = 1,25 \times D = 1,25 \times 28 = 35 \text{ мм.}$$

Перевірочний розрахунок гвинта на стійкість. Один кінець гвинта спирається шарнірно на повзун, а інший шарнірно (внаслідок зазорів у різьбленні) закріплений у гайці. Приймаємо коефіцієнт приведення довжини враховує спосіб закріплення кінців гвинта $\mu = 1$ (обидва кінці опори шарнірно).

Момент інерції поперечного перерізу гвинта:

$$J = \left(\frac{\pi \times d_3^4}{64} \right) \times \left(0,4 + 0,6 \times \frac{d}{d_3} \right), \quad (3.6)$$

$$J = \left(\frac{3,14 \times 16,529^4}{64} \right) \times \left(0,4 + \left(0,6 \times \frac{20}{16,529} \right) \right) = 1465,6 \text{ мм}^4$$

Радіус інерції перерізу гвинта:

$$i = \frac{2}{d_3} \times \sqrt{\frac{J}{\pi}}, \quad (3.7)$$

$$i = \frac{2}{16,529} \times \sqrt{\frac{25,1 \times 10^4}{3,14}} = 2,6 \text{ мм}$$

Відповідно до ескізного компонування розрахункова довжина гвинта $l = 142$ мм.

Для сталі 45 вибираємо: граничну гнучкість матеріалу $\lambda_{пред} = 85$; гнучкість гвинта, при якій критичне напруження в поперечному перерізі дорівнює межі плинності $\sigma_T - \lambda_o = 60$.

$$\lambda = \frac{\mu \times l}{i} = \frac{1 \times 142}{2,6} = 55 < \lambda_o = 60$$

Отже, цей гвинт малої гнучкості, для якого критичне напруження дорівнює межі текучості $\sigma_{KP} = \sigma_T$, тобто, спеціальний розрахунок на стійкість не потрібен.

Перевірочний розрахунок гвинта на міцність.

Момент опору різі:

$$T = 0,5 \times F_a \times d_2 \times \operatorname{tg}(\psi + \phi), \quad (3.8)$$

$$T = 0,5 \times 5000 \times 18,50 \times \operatorname{tg}(5,1 + 2) = 5,7 \times 10^3 \text{ Н} \times \text{мм}$$

Згідно з нашою конструкцією гвинт опирається на повзун п'яткою діаметром $d_n = 52 \text{ мм}$. При сталевому підп'ятнику приймемо коефіцієнт тертя $f = 0,17$.

Момент тертя на торці п'яти.

$$T_f = F_a \times f \times \frac{d_n}{4} = 5000 \times 0,17 \times \frac{52}{4} = 11,05 \times 10^3 \text{ Н} \times \text{мм}$$

Будуємо епюри поздовжніх сил N та крутних моментів M_K . За умови рівномірного розподілу осьової сили по витках різьблення поздовжня сила N гвинта в межах гайки змінюється від P до 0, а крутний момент M_K від T_f до $T + T_f$.

По епюрах N і M_K небезпечний переріз гвинта може бути або вище за гайку (перетин А-А), або нижче її (перетин Б-Б). Доведено, що перетин гвинта у межах гайки менш небезпечний.

Виконаємо перевірку небезпечних перерізів.

Перетин А-А. У цьому перерізі поздовжня сила $N = 0$, а крутний момент

$$M_K = T + T_f = 5,7 \times 10^3 + 11,05 \times 10^3 = 17 \times 10^3 \text{ Н} \times \text{мм}$$

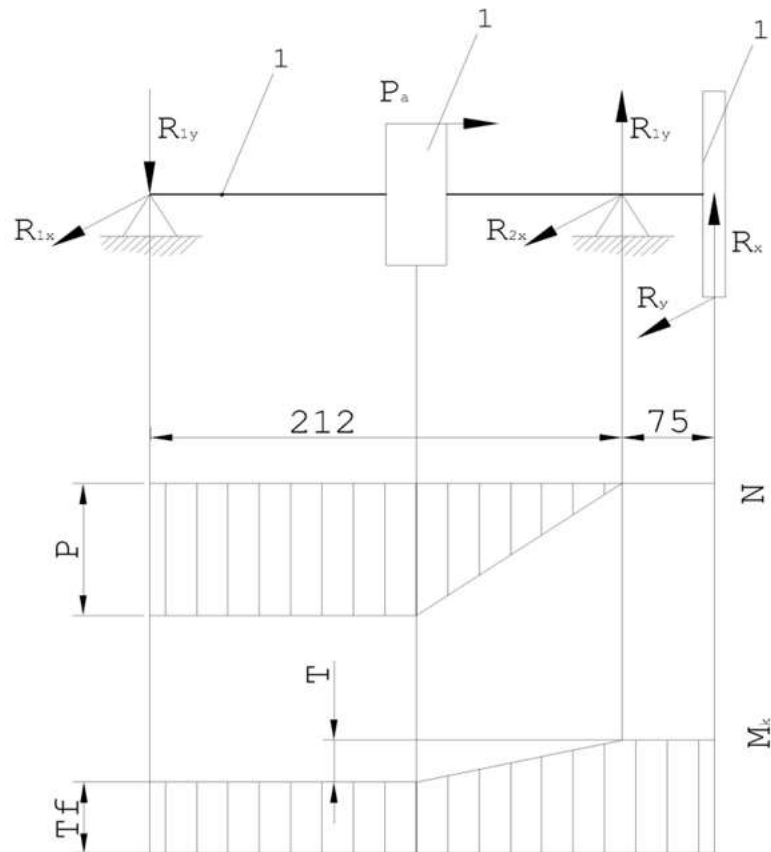


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема валу: 1 – гвинт; 2 – гайка; 3 – шків пасової передачі

Еквівалентна напруга

$$\sigma_E = \sqrt{\left(\frac{4 \times N}{\pi \times d_3^2}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{M_K}{0,2 \times d_3^3}\right)^2}, \quad (3.8)$$

$$\sigma_E = \sqrt{3 \times \left(\frac{17 \times 10^3}{0,2 \times 16,529^2}\right)^2} = 33 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma] = 180 \text{ Н/мм}^2$$

Перетин Б-Б. У цьому перерізі $N = F_a$, $M_K = T_f$.

$$\sigma_E = \sqrt{\left(\frac{4 \times 5000}{3,14 \times 16,529^2}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{17 \times 10^3}{0,2 \times 16,529^3}\right)^2} = 39 \text{ Н/мм} < [\sigma]$$

отже, в обох перерізах міцність гвинта забезпечена.

Перевірочний розрахунок гайки.

Перевірка міцності тіла гайки виконується за напругою розтягування з урахуванням крутіння $P_{роз} = 1,25 \times 5000 = 6250 \text{ Н}$.

За формулою

$$\sigma_P = \frac{4 \times P_{pac}}{\pi \times (D^2 - d^2)}, \quad (3.9)$$

$$\sigma_P = \frac{4 \times 6250}{3,14 \times (28^2 - 20^2)} = 21 \text{ H/мм}$$

$$\sigma_P < [\sigma]_P = 40 \text{ H/мм}^2.$$

Міцність гайкового тіла забезпечена.

Перевірка опорної поверхні борту гайки виконується за умовою міцності на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \times P}{\pi \times (D_o^2 - D^2)} = \frac{4 \times 5000}{3,14 \times (35^2 - 28^2)} = 14 \text{ H/мм}^2$$

$$\sigma_{зм} < [\sigma]_{зм} = 45 \text{ H/мм}^2.$$

Міцність опорної поверхні борту гайки забезпечена.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Кондиціонування повітря

Кондиціонування – це створення й автоматична підтримка в закритих приміщеннях необхідних значень параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, іонного складу та швидкості руху).

Системи кондиціонування повітря (СКП) бувають комфортні, які призначені для створення найбільш сприятливих умов для працюючих, і технологічні, що забезпечують умови, необхідні для успішного ведення технологічного процесу. У промислових приміщеннях, де знаходиться обслуговуючий персонал, необхідно використовувати технологічно-комфортне кондиціонування, що враховує присутність людей у приміщенні [16].

СКП можуть бути центральними, які обслуговують декілька приміщень або будинок в цілому, і місцевими, які обслуговують невеликі приміщення. Центральні кондиціонери розміщуються в окремих приміщеннях. Конструкція центрального кондиціонера передбачає забір, очищення та тепловологісну обробку зовнішнього та рециркуляційного повітря, розподіл повітря по повітропроводах у приміщення, що обслуговуються. Для охолодження повітря застосовується розпилена холодна вода та компресорні холодильні пристрої, а для підігріву — різноманітні калорифери.

Місцеві кондиціонери, це ті, які призначені для створення необхідного мікроклімату в приміщенні або його частині. Вони бувають автономні й неавтономні. Автономні кондиціонери мають усе необхідне устаткування для обробки повітря і потребують тільки підключення до електромережі, а інколи також до системи водопостачання і каналізації. Неавтономні кондиціонери підключаються ще і до систем подачі тепла та холоду.

До неавтономних пристроїв обробки повітря відносять вентиляторні теплообмінники продуктивністю по повітрю 150–6000 м³ /год, а по холодопродуктивності 600–25000 Вт. Ці пристрої встановлюються

безпосередньо в приміщенні. Вони, як правило, досить естетичні і пристосовані для розміщення в різних місцях.

До їх недоліків варто віднести наявність вентилятора, який є джерелом шуму. До автономних місцевих кондиціонерів відносять віконні кондиціонери і роздільні агрегати, чи, так звані, спліт-системи. Найчастіше такі пристрої характеризуються холодопродуктивністю до 10 кВт і продуктивністю по повітрю 104-105 до 3000 м³/год. Вони можуть працювати як у режимі рециркуляції, так і в комбінованому з використанням зовнішнього повітря [16].

4.2 Очищення повітря від шкідливих речовин

Очищення повітря від пилу може бути грубим (виділення часток з розміром більше 50 мкм), середнім (10 – 50 мкм) та тонким (менше 10 мкм). Для грубого та середнього очищення використовують пилоловлювачі, дія яких основана на використанні сил тяжіння та інерції. Найчастіше для цього використовують циклони (рис. 4.3). Виділення пилу в них протікає під дією відцентрових сил. Повітря потрапляє в циклон по дотичній через вхідний патрубок 1, рухається по спіралі і, перемістившись униз конічної частини корпусу 3, виходить з циклона через центральну трубу 2. Під дією відцентрових сил частинки пилу відкидаються до стінок циклона і опускаються в нижню його частину, а звідти і в пилоприймач 4.

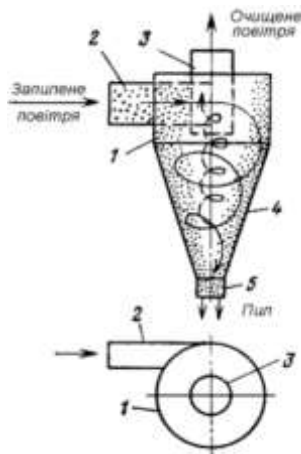


Рисунок 4.1 - Схема роботи
циклона

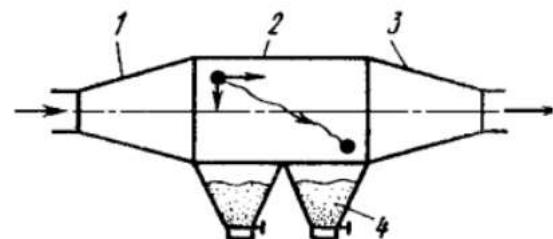


Рисунок 4.2 - Вигляд пилоосаджувальної
камери

Для тонкого очищення повітря від пилу широко використовують фільтри, в яких забруднене повітря пропускається через пористі фільтруючі матеріали, що здатні затримувати пил.

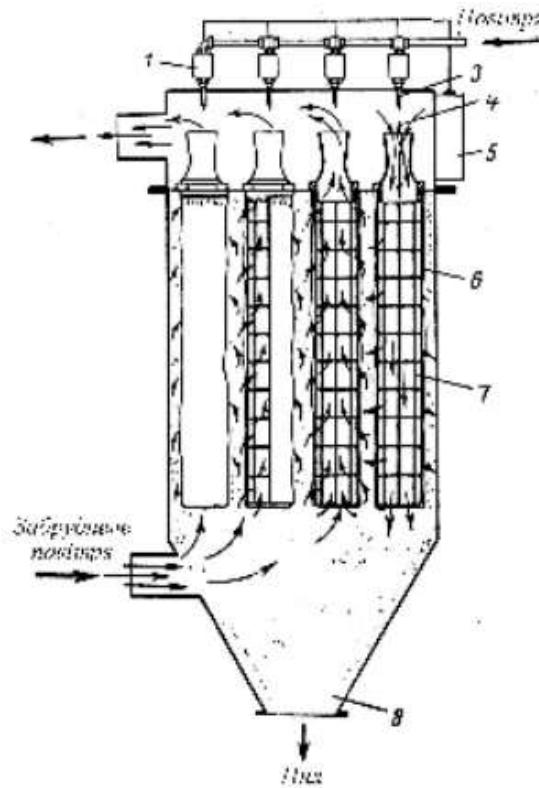


Рисунок 4.3 - Схема рукавного фільтра

Широке використання для очищення забрудненого повітря знайшли фільтрувальні тканини. Їх застосовують в рукавних фільтрах (рис. 4.3). Фільтри виготовляють із натуральних (бавовна, льон, шерсть) та хімічних (капрон, лавсан, тефлон) тканин [16].

4.3 Стійкість об'єкту господарювання при надзвичайній ситуації

Головну небезпеку для наземних об'єктів становлять ударна хвиля, світлове (теплове) випромінення, вторинні уражаючі фактори і радіоактивне зараження місцевості. Проте іноді доводиться враховувати і вплив проникаючої радіації та електромагнітного імпульсу.

Критеріями оцінки фізичної стійкості об'єкта прийняті: при впливі ударної хвилі – надлишкові тиски, при яких елементи виробничого комплексу не

руйнуються або одержують такі ушкодження чи руйнування (слабкі і середні), при яких вони можуть бути відновлені в короткі терміни; при впливі світлового випромінювання – максимальні значення світлових імпульсів, при яких не відбувається загоряння матеріалів, сировини, устаткування, будинків і споруд; при впливі вторинних факторів – надлишкові тиски, при яких руйнування і пошкодження не призводять до аварій, пожеж, вибухів, затоплень, небезпечного зараження місцевості й атмосфери, тобто не призводять до ураження людей і виходу з ладу засобів виробництва.

Оцінка стійкості об'єкта включає визначення: видів уражаючих факторів, вплив яких можливий на об'єкт, та їх параметрів; впливу ударної хвилі на елементи об'єкта; можливості виникнення пожеж; впливу вторинних вражаючих факторів.

Після цього робиться висновок відносно стійкості об'єкта в цілому. Дія ударної хвилі на об'єкт характеризується складним комплексом навантажень: надлишковим тиском, тиском відбиття, тиском швидкісного напору, тиском затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль і т.д. Значення їх залежить в основному від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції і розмірів елементів об'єкта, орієнтації щодо епіцентру вибуху, місця розташування будинків і споруджень у загальній забудові об'єкта й окремих елементів виробництва в приміщеннях будинків, рельєфу місцевості і деяких інших факторів. Врахувати їх у сукупності для кожного елемента об'єкта, як правило, неможливо. Тому можливість елементів опиратися дії ударної хвилі характеризують тільки надлишковим тиском у її фронті, вважаючи, що масштаби руйнувань не залежать від потужності і висоти найбільш ймовірних ядерних вибухів. Для визначення ступеня руйнувань чи ушкоджень: вивчають вихідні дані і розраховують параметри ударної хвилі на відповідних відстанях; для розрахованих значень надлишкових тисків оцінюють ступінь руйнування розглянутих елементів; оцінюють можливість виникнення вторинних вражаючих факторів; з огляду на ступінь руйнувань найслабших елементів об'єкта, визначають ступінь руйнування об'єкта в цілому. Вихідними даними

для оцінки фізичної стійкості ϵ : конструктивні особливості елемента, його форма, вага, габарити, характеристики міцності [16].

Оцінка ступеня руйнувань будинків і споруд, сховищ і ПРУ, енергетичного устаткування і мереж, верстатного і технологічного устаткування, вимірювальної апаратури, засобів зв'язку й оповіщення, транспортних та інших засобів може здійснюватися або методом порівняння наявних довідкових даних для розглянутого виду чи аналогічного йому елемента, або методом розрахунку впливу ударних навантажень і сил зсуву на елемент.

Для порівняльної оцінки необхідно мати відповідні таблиці можливих руйнувань елементів об'єкта в залежності від надлишкового тиску у фронті ударної хвилі: будинків, споруд, транспорту, устаткування, енергетичних споруд і мереж.

Метод розрахунку передбачає визначення динамічних навантажень, створюваних надлишковим тиском у фронті ударної хвилі, і реакції елемента на ці навантаження. Вихідними даними при використанні цього методу є: надлишковий тиск у фронті ударної хвилі і характер його зміни в часі (протягом фази стиску), тривалість фази стиску і швидкість руху фронту ударної хвилі.

Можливість виникнення осередків займання і горіння встановлюють за даними займистості матеріалів; при цьому необхідно враховувати вплив вторинних факторів ураження, обумовлених ударною хвилею (руйнування печей, газопроводів, розриви і пробиття електропроводки, кабелів тощо). Розвиток пожеж значною мірою залежить від ступеня вогнестійкості будинків і споруд і пожежонебезпеки технологічних процесів. За пожежною небезпекою об'єкти відповідно до характеру технологічного процесу підрозділяють на п'ять категорій: об'єкти категорії «А» – нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, цехи фабрик штучного волокна, склади бензину, цехи обробки і застосування металічного натрію, калію тощо; об'єкти категорії «Б» – цехи підготовки і транспортування вугільного пилу і деревного борошна, розмелювальні

відділення млинів, цехи обробки синтетичного каучуку, виготовлення цукрової пудри, склади кіноплівки тощо.

Пожежі на підприємствах категорії «А» і «Б» можливі при середніх і навіть слабких руйнуваннях; найбільш вражаючими на цих об'єктах є повітряні комунікації; об'єкти категорії «В» – лісопильні, деревообробні, столярні, модельні і лісотарні цехи, відкриті склади олії, мазутне господарство електростанцій, цехи текстильного виробництва тощо; об'єкти категорії «Г» – металургійні виробництва, підприємства гарячої обробки металів, термічні цехи, котельні; об'єкти категорії «Д» – підприємства холодної обробки металів й інші, пов'язані зі збереженням і переробкою вогнетривких матеріалів.

На об'єктах категорій «В», «Г» і «Д» можливість виникнення окремих пожеж залежить від ступеня вогнестійкості будинків, а утворення суцільних пожеж – від густоти забудови.

Будинки і споруди по вогнестійкості поділяються на п'ять ступенів: I – основні елементи виконані з матеріалів, що не горять, несучі конструкції мають підвищений опір до впливу вогню; II – основні елементи виконані з матеріалів, що не горять; III – стіни кам'яні (цегляні), перегородки і перекриття дерев'яні оштукатурені; IV – дерев'яні оштукатурені будинки; V – дерев'яні неоштукатурені будівлі [16].

Найбільш небезпечними є будинки і споруди, виконані з матеріалів, що горять – III, IV і V ступенів вогнестійкості. Орієнтовний час розвитку пожежі до повного охоплення вогнем: для будинків і споруд I і II ступенів – не менше 2 год, III ступеня – не менше 1,5 год, IV та V ступенів – не менше 1 год. На розвиток пожеж впливає також ступінь руйнування будинків, споруд і технологічних ліній ударною хвилею. Окремі і суцільні пожежі можливі на підприємствах, які одержали в основному слабкі й середні руйнування. Так, у будинках I, II і III ступенів вогнестійкості виникнення і розвиток пожежі спостерігається при одержанні руйнувань від надлишкового тиску у фронті ударної хвилі порядку 30...50 кПа, в у будинках IV і V ступенів – при руйнуваннях від тиску в 20 кПа.

Поширення пожеж і перетворення їх у суцільні істотно залежить від густоти забудови території об'єкта. Вогонь швидко поширюється на ділянках, на яких переважно розташовані будинки I та II ступенів вогнестійкості з густотою забудови 30%, або будинки III ступеня вогнестійкості з густотою 20%, або будинки IV і V ступенів вогнестійкості при густоті забудови 10%. При збільшенні густоти забудови будинками III, IV і V ступенів ще на 10 % створюються сприятливі умови для виникнення вогняного шторму.

Оцінюючи можливість виникнення пожеж, вивчають усі будинки, споруди, виробничі установки на території об'єкта (цеху) і визначають місця можливого загоряння, а також наслідки, що виникають від пожежі з урахуванням характеру виробництва. За вогнестійкістю окремих будинків і споруди та характером технологічного процесу робиться висновок про пожежостійкість кожного цеху і об'єкта в цілому та на його основі виробляються заходи щодо підвищення пожежної безпеки.

Висновки щодо оцінки стійкості об'єкта господарювання роблять на підставі визначення комплексного впливу ударної хвилі, світлового випромінювання і вторинних факторів ураження, а також радіоактивного зараження на його території. Для цього оцінюють ступінь ушкодження кожного елемента при заданих надлишкових тисках у фронті ударної хвилі з урахуванням впливу світлового випромінювання і вторинних факторів. Виявляють найбільш слабкі місця і по них оцінюють рівень стійкості елементів об'єкта для надлишкових тисків, при яких: виробництво не зупиняється; потрібна зупинка виробництва для виконання поточного ремонту (випадок одержання об'єктом слабких руйнувань); потрібна зупинка виробництва для виконання капітального ремонту (випадок одержання об'єктом середніх руйнувань).

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Вихідні дані економічних показників агрегатної ділянки представлені у таблиці 5.1 [9, 17].

Таблиця 5.1 - Вихідні дані економічних показників агрегатної ділянки

Показник	Значення
Трудомісткість виконуваних робіт агрегатної ділянки:	
- до вдосконалення, люд. год.	16 496,29
- після вдосконалення, люд. год.	14 516,73
Штатна чисельність ремонтних робітників:	
- до вдосконалення, люд.	9
- після вдосконалення, люд.	8
Середній розряд робіт, що виконуються на агрегатній ділянці	4
Норма витрат за запасні частини, грн./1000 км.	350

Удосконалення організації робіт на агрегатній ділянці передбачає виготовлення універсального стану для випресування підшипників хрестовин карданних валів.

Стенд для випресування підшипників хрестовин карданних валів є необхідним обладнанням для будь-якої агрегатної ділянки. Незадовільний стан наших доріг є частково причиною поломки хрестовини карданного валу, а від правильності та своєчасності розточування залежить правильна робота трактора, сільськогосподарської техніки та безпека руху.

Дані заходи призведуть до зменшення трудомісткості виконуваних робіт, зниження чисельності ремонтних робітників. Обладнання, що купується, призведе до зростання коефіцієнта технічної готовності. Подальші розрахунки дозволять визначити економічний ефект удосконалення організації робіт на агрегатній ділянці.

5.1 Визначення суми додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення складаються з вартості виготовлення стенду і вартості додаткового обладнання, що купується [17].

Установка виготовляється на підприємстві із залученням ремонтних робітників. Кошторис витрат на виготовлення установки складається з наступних стадій:

- витрати на матеріали і закупівельні вироби;
- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні потреби;
- загальновиробничі витрати.

Для визначення матеріальних витрат на виготовлення установки за кожним видом матеріалу встановлюється їх потрібну кількість в тонах і визначаються ціни.

Матеріальні витрати на виготовлення установки представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Матеріальні витрати на виготовлення установки

Матеріал	Необхідна кількість, кг	Ціна за 1 од./роб. на 2023 рік.	Вартість, грн
Аркуш сталевий 20 мм	55	35,3	1 941,5
Прокат сталевий (куточок 100×100×16 ГОСТ 8509-93)	50	34,5	1 725
Електрод зварювальний	6	30	180
Олива І-12А ГОСТ 20799-88	2,5	60	150
Масило Літол-24 ГОСТ 21150-75	0,1	30	3
Герметик ГОСТ 8764-96	0,35	90	31,5
Емаль ПФ-115 ГОСТ6465-76	2	181	362
Коло 40 ст.12 ХМ	3	35	105
Сталевий стрижень	10	32	320
Квадрат 400 ст. 45	2,5	23	57,5
Разом:			4 875,5
Разом з урахуванням доставки:			5 363,05

Сума витрат на покупні вироби та металовироби представлена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Витрати на покупні вироби

Матеріал	Необхідна кількість, шт	Ціна за 1 од./роб. на 2023-2024 рр.	Вартість, грн
1	2	3	4
Болт М8-6gx40.58.016 ГОСТ 7796-70	4	4,5	18,0
Болт М 12 -6gx60.58.016 ГОСТ 7796-70	8	6,3	50,4
Болт М 14-6gx60.58.016 ГОСТ 7796-70	4	7,65	30,6
Болт М 16 -6gx60.58.016 ГОСТ 7796-70	16	11,85	189,6
Болт М 20-6gx45.58.016 ГОСТ 7796-70	4	19,17	76,7
Болт М 36-6gx45.58.016 ГОСТ 7796-70	4	34,5	138,0
Гвинт М 20x200.48 ГОСТ 1482-75	4	56,7	226,8
Втулка А 20/26x15 ГОСТ 24832-81	4	300	1 200,0
Втулка А 42/52x50 ГОСТ 24833-81	1	350	350,0
Гайка М 8x1,5-6Н.5 ГОСТ 5915-70	4	1,56	6,2
Гайка М 12x1,5-6Н.5 ГОСТ 5915-70	4	1,53	6,1
Гайка М14-6Н ГОСТ 5915-70	4	2,65	10,6
Гайка М 16x1,5-6Н.5 ГОСТ 5915-70	8	3,75	30,0
Гайка М 20x1,5-6Н.5 ГОСТ 5915-70	8	5,65	45,2
Гайка М 36x1,5-6Н.5 ГОСТ 5915-70	4	9,37	37,5
Гайка М16-6Н ГОСТ 5915-70	8	2,45	19,6
Двигун 4А80В ГОСТ 19523-74	1	6500	6 500,0
	2	380	760,0
Кінцевий вимикач	1	55	55,0

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4
Підшипник 7312 А ГОСТ 27365-87	1	312	312,0
Лещата слюсарні TMS-61005	2	4290	8 580,0
Шайба 8 65 Г ГОСТ 6402-70	4	0,21	0,8
Шайба 12 65 Г ГОСТ 6402-70	8	0,61	4,9
Шайба 14 65 Г ГОСТ 6402-70	8	0,84	6,7
Шайба 16 65 Г ГОСТ 6402-70	16	1,09	17,4
Шайба 20 65 Г ГОСТ 6402-70	4	1,66	6,6
Шайба 36 65 Г ГОСТ 6402-70	4	0,21	0,8
Шків більший	1	1227	1 227,0
Шків малий	1	466	466,0
Шпонка 12x8x45 ГОСТ 23360-78	1	4	4,0
Штифт 2.6x24 ГОСТ 3129-70	4	4,5	18,0
Штифт 2.8x40 ГОСТ 3128-70	2	6,2	12,4
Корпус силового вузла	1	2800	2 800,0
Разом:			23 207,1
Разом з урахуванням доставки:			25 527,8

Розрахунок витрат на заробітну плату робітників, зайнятих, виготовленням установки виконується в наступній послідовності [17]:

Загальний фонд заробітної плати ФЗП визначаємо за формулою:

$$\Phi ЗП_{ЗАГ} = \Phi ЗП_{ОСН} + \Phi ЗП_{ДОП}, \quad (5.1)$$

де $\Phi ЗП_{ОСН}$ - фонд заробітної плати основної, грн;

$\Phi ЗП_{ДОП}$ - фонд заробітної плати додатковий, грн.

Основний фонд заробітної плати визначимо за формулою:

$$\Phi ЗП_{ОСН} = \Phi ЗП_{ТАР} \times K_6 \times K_n \times K_p, \quad (5.2)$$

де $\Phi ЗП_{ТАР}$ - тарифний фонд заробітної плати, грн;

K_6 - розмір надбавок і доплат (до розрахунку приймається 15-20 % до $\Phi ЗП_{ОСН}$, в такому разі приймаємо $H=20\%$);

K_{II} - розмір премії (до розрахунку приймаємо 20% до $\Phi ЗП_{ОСН}$);

K_p - районний коефіцієнт (60%).

$$\Phi ЗП_{ТАР} = C_{Ti} \times T_{em}, \quad (5.3)$$

де T_{em} - трудомісткість виготовлення підйомника люд.×год;

C_T - ставка тарифна, годинна, відповідного розряду, грн.

Роботи з виготовлення установки займаються робітники V розряду. Годинна тарифна ставка для робітників V розряду визначається за формулою:

$$C_{год}^V = C_{год}^I \cdot K_T, \quad (5.4)$$

де $C_{год}^I$ - годинна тарифна ставка робочого першого розряду, грн. Годинна тарифна ставка першого розряду визначається ставленням мінімального розміру оплати праці до кількості годин відпрацьованих протягом місяця $C_{год}^I = 4330/170 = 25,47$, грн.

K_T - тарифний коефіцієнт 5-го розряду.

$$C_{год}^V = 25,47 \times 1,53 = 38,97 \text{ грн.}$$

Тоді тарифний фонд зароботної плати визначаємо за формулою:

$$\Phi ЗП_{ТАР} = 38,97 \times 102,6 = 3998 \text{ грн.}$$

За формулою 5.3 визначимо основний фонд зароботної плати:

$$\Phi ЗП_{ОСН} = 3998 \times 1,2 \times 1,2 \times 1,6 = 9211,4 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата $\Phi ЗП_{ДОП}$ складає 14% від основної.

$$\Phi ЗП_{ДОП} = 0,14 \times \Phi ЗП_{ОСН}, \quad (5.5)$$

$$\Phi ЗП_{ДОП} = 0,14 \times 9211,4 = 1289 \text{ грн.}$$

Тоді загальний фонд заробітної плати визнач за формулою 5.1.

$$\Phi ЗП_{ЗАГ} = 9211,4 + 1289 = 10500 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби (єдиний соціальний податок - ЄСП) здійснюються за встановленою ставкою 26 % до $\Phi ЗП_{ЗАГ}$

$$E_{СН} = 0,26 \times \Phi ЗП_{ЗАГ} \quad (5.6)$$

$$E_{СН} = 0,26 \times 10500 = 2730 \text{ грн.}$$

Визначення непрямих витрат. Непрямі витрати (утримання обладнання, загальновиробничі витрати та ін.) Визначаються у відсотках від заробітної плати (150%).

$$K_p = 1,5 \times \Phi ЗП_{ЗАГ}, \quad (5.7)$$

$$K_p = 1,5 \times 10500 = 15750 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат за виготовлення установки наведено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Кошторис витрат на виготовлення установки

Витрати	Сума, грн.
Витрати на основні матеріали	5 363,05
Витрати на покупні вироби	25 527,8
Заробітна плата робітників	10 500
Єдиний соціальний податок	2 730
Непрямі витрати	15 750
Разом	59 871

5.2 Визначення економічного ефекту

Позитивний економічний ефект від запровадження, виражатиметься у зниженні витрат на утримання ділянки, на матеріали та запасні частини, у зниженні витрат на оплату праці та єдиний соціальний податок. Обладнання, що купується, призведе до зниження трудомісткості і як наслідок до зростання коефіцієнта технічної готовності і загальнорічного пробігу.

Однак обладнання, що купується, призведе до зростання витрат на електроенергію, амортизаційні відрахування і витрати на утримання обладнання.

Річна трудомісткість ділянки до заходів – 16 496,29 люд.×год, і після заходів - 14 516,73 люд.×год.

Тарифну ставку ремонтного робітника 4 розряду визначаємо за формулою:

$$C_{\text{час}}^{\text{IV}} = C_{\text{час}}^{\text{I}} \times K_{\text{ТІV}}, \quad (5.8)$$

де $K_{\text{ТІV}}$ - тарифний коефіцієнт 4 розряду.

$$C_{\text{час}}^{\text{IV}} = 25,47 \times 1,36 = 34,64 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати протягом року визначаємо за формулою 5.3.

До впровадження:

$$\Phi ЗП_{ТАР} = 16496,29 \times 34,64 = 571431 \text{ грн.}$$

Після впровадження:

$$\Phi ЗП_{ТАР} = 14516,73 \times 34,64 = 502859 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати протягом року визначається за формулою 5.2.

До впровадження:

$$\Phi ЗП_{ОСН} = 571431 \times 1,2 \times 1,2 \times 1,6 = 1316577 \text{ грн.}$$

Після впровадження:

$$\Phi ЗП_{ОСН} = 502859 \times 1,2 \times 1,25 \times 1,6 = 1206862 \text{ грн.}$$

Приймаємо додаткову заробітну плату у розмірі 14% від $\Phi ЗП_{ОСН}$.

До впровадження:

$$\Phi ЗП_{ДОП} = 1316577 \times 0,14 = 184321 \text{ р.}$$

Після впровадження:

$$\Phi ЗП_{ДОП} = 1206862 \times 0,14 = 168961 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати визначаємо підсумовуванням тарифного фонду заробітної плати та додаткового фонду заробітної плати:

До впровадження:

$$\Phi_{ЗПЗ.ЗАГ.} = 1316577 + 184321 = 1500898 \text{ грн.}$$

Після впровадження:

$$\Phi_{ЗПЗ.ЗАГ.} = 1206862 + 168961 = 1375823 \text{ грн.}$$

Відповідно місячна заробітна плата одного робітника дорівнює формулі

$$ЗП_{міс} = \frac{\Phi_{ЗПЗ.ЗАГ.}}{12 \cdot N_{роб.}}, \quad (5.9)$$

де $N_{роб.}$ – кількість робітників на ділянці.

Місячна заробітна плата одного робітника дорівнює:

До впровадження:

$$ЗП_{міс} = \frac{1500898}{12 \cdot 9} = 13897 \text{ грн,}$$

Після впровадження:

$$ЗП_{міс} = \frac{1375823}{12 \cdot 8} = 14331 \text{ грн.}$$

Таким чином, середньомісячна заробітна плата після впровадження зросте на 3%.

Відрахування на єдиний соціальний податок (СВ) визначимо за формулою:

$$C_B = \Phi ЗП_{ЗАГ} \times 0,26, \quad (5.10)$$

До впровадження:

$$C_B = 1500898 \times 0,26 = 390233 \text{ грн,}$$

Після впровадження:

$$C_B = 1375823 \times 0,26 = 357714 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.5 – Зведений план праці та заробітної плати

Показник	до впровадження	після впровадження
Розрахункова чисельність робітників, люд.	9	8
Річний фонд заробітної плати, тис. грн	1 500,90	1 375,82
Середньомісячна заробітна плата, грн.	13 897	14 331
Єдиний соціальний податок, тис. грн.	390,23	357,71

5.3 Визначення терміну окупності додаткових капітальних вкладень

При розрахунку річного економічного ефекту від організаційно-технічних заходів, що впроваджуються, необхідно керуватися наступними правилами:

а) Повинна бути забезпечена повна сумісність порівнюваних варіантів, що забезпечується такими умовами:

- рівними експлуатаційними умовами, на які захід, що впроваджується, не впливає;

- однаковими цінами на сировину та матеріали;

- однаковими нормами та нормативами;

- однаковими методами розрахунку показників та витрат.

б) За базу порівняння приймаються показники техніки, що замінюється з урахуванням підвищення технічного рівня виробництва, що досягається в розрахунковому році. Після впровадження враховуються фактичні показники техніки, що впроваджується, одержувані на підприємстві.

в) При розрахунку річного економічного ефекту повинні враховуватися ті витрати, які змінюються у зв'язку з впровадженням нової техніки, причому

непрямі витрати (цехові витрати, витрати на утримання обладнання, загальновиробничі) повинні визначатися прямим рахунком.

Потреба в запасних частинах і ремонтних матеріалах для проведення ремонтів рухомого складу загалом по АТП визначають з урахуванням діючих норм витрати на кожному виді технічних впливів на 1000 км пробігу. Норми витрат на запасні частини та матеріали згідно з даними підприємства становить 350 грн./1000 км.

Затрати на матеріали та запасні частини, до вдосконалення виробництва, визначаємо за формулою:

$$Z_{з.ч.р.м.} = 0,001 \times H_{з.ч.} \times L_{общ} \times K_1 \times K_2 \times K_3, \quad (5.11)$$

де $H_{з.ч.}$ – норма витрат за запасні частини на 1000 км, грн./1000км;

$L_{ЗАГ}$ - річний пробіг всього рухомого складу, $L_{ЗАГ} = 13,41$ млн.км;

K_1 - коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації, $K_1 = 1,25$;

K_2 - коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу, $K_2 = 1,0$;

K_3 - коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови, $K_3 = 1,25$.

$$Z_{з.ч.р.м.} = 0,001 \times 350 \times 13,41 \times 10^6 \times 1,25 \times 1 \times 1,25 = 7\,333\,594 \text{ грн.}$$

Трудомісткість робіт на агрегатній ділянці внаслідок вдосконалення зменшилася на 12%, звідси випливає, що простої в ремонті скоротяться на 1349 дні. Тоді зміна коефіцієнта випуску $\Delta\alpha_B$ визначимо за формулою:

$$\Delta\alpha_B = \frac{\Delta D_{np} \times 100}{D_2 \times A}, \quad (5.12)$$

де ΔD_{np} - кількість машино-днів скорочення простою, $\Delta D_{np} = 1124$ машино-днів;

D_2 – кількість робочих днів у році, $D_2 = 365$ дн.;

A - спискова кількість сільськогосподарської техніки, тракторів, $A = 348$ од.

$$\Delta\alpha_B = \frac{1349 \times 100}{365 \times 348} = 1,06\%$$

Внаслідок вдосконалення організації робіт на агрегатній ділянці спостерігається збільшення коефіцієнта випуску $\Delta\alpha_B = 1,06\%$ та зменшення

витрат на запасні частини та ремонтні матеріали за рахунок підвищення якості виконання робіт.

Цей захід дозволить знизити витрати на запасні частини на 1,5%. Таким чином економічний ефект від економії витрат на запасні частини та ремонтні матеріали визначимо за формулою:

$$E_{з.ч.р.м.} = 0,015 \times Z_{з.ч.р.м.}^2, \quad (5.13)$$

$$E_{з.ч.р.м.} = 0,015 \times 7333594 = 110004 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект від удосконалення організації робіт на агрегатній ділянці, визначимо за формулою:

$$E_{РІЧ} = E_{ЗП} + E_{СП} + E_{ОП} + E_{ЗЧ} \quad (5.14)$$

$E_{ЗП}$ - економія від фонду зниження заробітної плати, грн.;

$E_{СП}$ - економія від зниження витрат на єдиний соціальний податок, грн.;

$E_{ОП}$ - економія від зниження витрат за охорону праці, грн. Витрати на охорону праці приймемо 1,1% від ФЗП.

$E_{ЗЧ}$ - економія від зниження витрат на запасні частини та матеріали, грн.;

$$E_{РІЧ} = 125\,075 + 32\,519 + 1376 + 110\,004 = 268\,974 \text{ грн.}$$

Дані заходи спричинять додаткові витрати у вигляді суми додаткових амортизаційних відрахувань та витрат на електроенергію.

Додаткові амортизаційні відрахування за нормою амортизації 14,3% складуть:

$$Z_{ВІДР.ДОД.АМОРТ.} = 0,143 \times 323171 = 46\,213 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати на електроенергію:

$$Z_{ДОД.ЕЛЕКТР.} = (Z_{ЕЛЕКТР.ПІСЛЯ} - Z_{ЕЛЕКТР.ДО}) \times Ц, \quad (5.15)$$

де $Z_{ЕЛ.ПІСЛЯ}$, $Z_{ЕЛ.ДО}$ - спожита електроенергія «до» та «після» заходу, кВт;

$Ц$ - ціна одного кіловата електроенергії, грн. $Ц = 4,36$ грн/кВт, станом на 1.06.2024

$$Z_{ДОД.ЕЛ.} = (23\,850 - 22\,000) \times 4,36 = 6\,586 \text{ грн.}$$

Тоді загальний економічний ефект становитиме:

$$E_{ЗАГ} = E_{РІЧ} - Z_{ДОД.АМОРТ.} - Z_{ДОД.ЕЛ.}, \quad (5.16)$$

$$E_{ЗАГ} = 268\,974 - 46\,213 - 6\,586 = 216\,175 \text{ грн.}$$

Тоді окупність додаткових капіталовкладень (T) розрахуємо за формулою:

$$T = K_{\text{ДОД}} / E_{\text{ЗАГ}} \quad (5.17)$$

де $K_{\text{ДОД}}$ - додаткові капіталовкладення, грн..

Додаткові капітальні вкладення $K_{\text{ДОД}} = 323\,171$ грн. складаються з витрат на виготовлення установки для випресування підшипників хрестовин карданних передач, придбання установки, відповідно:

$$T = \frac{323171}{216175} = 1,3 \text{ року.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності проекту представлені у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Техніко-економічні показники проекту

Показник	Вдосконалення	
	до	після
Коефіцієнт технічної готовності	0,96	0,97
Виробнича програма, люд.	16 496,3	14 516,7
Чисельність ремонтних робітників розрахункова, люд.	9	8
Вартість основних фондів, загалом, тис. грн.	2 821,6	3 104,8
в тому числі:		
- Обладнання, тис грн грн.	1 189,6	1 472,7
Фонд заробітної плати, тис. грн.	1 500,9	1 375,82
Єдиний соціальний податок, тис. грн.	390,23	357,71
Додаткові витрати, загалом, тис. грн.		
в тому числі:		
- амортизаційні відрахування, тис. грн.	-	46,2
- Витрати на електроенергію, тис. грн.	-	6,6
Додаткові капіталовкладення, тис. грн.	-	323,2
Економічний ефект, тис. грн.	-	216,2
Термін окупності, рік.	-	1,5

Проведені розрахунки підтверджують доцільність проведення даних заходів на агрегатній ділянці. Механізація робіт призведе до підвищення продуктивності та якості виконання робіт. Термін окупності додаткових капітальних вкладень – 1,5 роки.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Для продовження терміну служби сільськогосподарської техніки необхідно вдосконалювати та оновлювати виробничо-технічну базу, раціонально впроваджувати нове технологічне обладнання, підвищувати кваліфікацію та професіоналізм робітників.

При виконання кваліфікаційної роботи розроблено технологічні процеси розбирання, складання карданної передачі. Для полегшення розбиральних/складальних робіт під час ремонту розроблено пристосування для розбирання/складання карданних валів.

У конструкторській частині спроектований стенд для випресування підшипників хрестовин карданних передач. Дане обладнання дозволить знизити трудомісткість виконуваних робіт, збільшити загальнорічний пробіг та коефіцієнт технічної готовності.

У розділі з охорони праці проведено аналіз умов праці, небезпечних та шкідливих виробничих факторів на агрегатній ділянці підприємства. Запропоновано заходи щодо зниження травматизму на робочому місці.

В економічній частині проведено оцінку ефективності запропонованих рішень шляхом визначення терміну окупності даного проекту, що свідчить про доцільність прийнятих рішень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончаренко, М. Г. "Сільськогосподарська техніка: конструкція та технологія ремонту." Київ: Агропромвидав, 2005.
2. Коваленко, О. В. "Карданні передачі сільськогосподарських машин." Харків: ХНАУ, 2010.
3. Іванов, П. І., та Петров, С. М. "Модернізація стендів для технічного обслуговування карданних передач." Журнал "Механізація і електрифікація сільського господарства", 2015, №4, с. 15-20.
4. Сидоренко, В. М. "Вдосконалення конструкцій сільськогосподарських машин." Вісник аграрної науки, 2012, №7, с. 22-28.
5. Дмитренко, А. П. "Основи ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки." Львів: ЛНАУ, 2013.
6. Ткаченко, Ю. В. "Методи і засоби діагностики підшипників карданних передач." Праці Інституту механізації та електрифікації сільського господарства, 2016, №2, с. 45-50.
7. Гречко, І. С. "Сучасні технології відновлення працездатності вузлів сільськогосподарської техніки." Полтавський науково-дослідний інститут механізації та електрифікації сільського господарства, 2011.
8. Жук, В. П. "Технологічні процеси та засоби технічного обслуговування сільськогосподарської техніки." Умань: УДПУ, 2014.
9. Романчук, А. І. "Стенди для випробувань і ремонту карданних передач." Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, 2018, №3, с. 37-44.
10. Кузьменко, І. О. "Підвищення ефективності технічного обслуговування карданних передач." Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету, 2017, №1, с. 52-59.
11. Ляшук О.Л., Гевко Б.М., Гевко І.Б., Пиндус Ю.І., Клендій В.М., Босюк П.В. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт»

спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.

12. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. – М.: Київ «Вища школа», 2007. 528 с.

13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / К.: Знання-Прес, 2003 р. 463 с.

14. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. К.: Урожай, 1994. 216 с.

15. Дипломне та курсове проектування /Войтюк Д.Г., Дацишин О.В., Колісник В.С. та ін.; За ред. Дацишина О.В. К.: Урожай, 1996, 192 с.

16. Лехман С. Д. Охорона праці, К. Урожай, 1993. 326 с.

17. Москаленко Л.Н., Голомовзий В.Н. Методичні вказівки до виконання економічної частини в дипломних проектах на тему «Проектування нових і реконструкції діючих автопідприємств (цехів і дільниць)». Львів ДУ «ЛП». 1996 р.