

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 20 ____ р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)
Перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

тема роботи **«ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МТП В УМОВАХ
ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА ЗОНИ
ЛІСОСТЕПУ З РОЗРОБКОЮ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ
МОТОРНОЇ ОЛИВИ»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності _____
208 «Агроінженерія»
Гутевич А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н. доцент Шевчук В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма бакалавр

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

А.В. Войтік

“ ” 20 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)**

студенту ГУТЕВИЧ Анастасія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Організація технічного сервісу МТП в умовах проектного сільськогосподарського підприємства зони Лісостепу з розробкою пристосування для очищення моторної оливи»

керівник роботи Шевчук Віталій Вікторович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 12 ” січня 20 23 р. № 01-06/95

2. Строк подання студентом роботи 30.05.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Очищення моторної оливи

4. Перелік питань, які потрібно розробити: вступ; аналіз господарської діяльності підприємства; проектно-організаційна частина. розробка пристрою для очищення та відновлення мастила; охорона праці; економічна ефективність; загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; результати розрахунку річного економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Шевчук В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	16.12.2021 р.	
2.	Розділ 1. Сучасний стан досліджуваного питання. Мета та завдання дослідження	14.01.2022 р.	
4.	Розділ 2. Теоретичні та/або експериментальні дослідження за темою дипломного проекту	05.02.2022 р.	
5.	Розділ 4. Охорона праці	24.01.2023 р.	
6.	Розділ 5. Техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології	15.02.2023р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.04.2023р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	28.05.2023 р.	

Студент

(підпис)

Гутевич А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Шевчук В.В.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Ст.
Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА...	8
1.1 Загальна характеристика господарства.....	8
1.2 Склад машин-тракторного парку.....	8
1.3 Ремонтно-обслуговуюча база сільськогосподарського підприємства.....	9
1.4 Проведення технічного обслуговування	11
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 Розрахунок кількості ремонтів і технічних обслуговувань машинно–тракторного парку.....	12
2.2 Розрахунок трудомісткості ремонтів і технічних обслуговувань.....	13
2.4 Розрахунок основних параметрів виробничого процесу пункту технічного обслуговування автомобіля ГАЗ-33021.....	16
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ МАСТИЛА.....	19
3.1 Вплив забруднення моторних масел на їхні технологічні властивості..	19
3.2 Методи і технічні засоби для очищення відпрацьованих масел.....	22
3.3 Значення мікрофільтрації в технологічному процесі очищення масел...	25
3.4 Аналіз і завдання досліджень по очищенню мастила.....	26
3.5 Будова та робота простійного пристрою для очищення мастила.....	29
3.6 Будова та робота проектного пристрою.....	30
3.7 Розрахунок пристрою.....	33
3.8 Розрахунок приводу робочих органів.....	34
3.9 Розрахунок і вибір підшипників.....	41
3.10 Розрахунок запобіжної муфти.....	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
4.1 Аналіз стану охорони праці в майстерні.....	44
4.2 Розрахунок заземлення пристрою для очищення мастила.....	46

4.3 Рекомендації по поліпшенню умов праці.....	48
4.5 Аналіз стану цивільної оборони в господарстві.....	48
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ.....	50
5.1 Визначення вартості основних виробничих фондів.....	50
5.2 Розрахунок фонду оплати праці.....	51
5.3 Визначення потреби в ремонтних матеріалах та запасних частинах	52
5.4 Складання кошторису загально–виробничих витрат.....	52
5.5 Калькуляція собівартості ремонту машин.....	54
5.6 Техніко–економічні показники ремонтно–обслуговуючої бази.....	54
Висновки.....	56
Список використаної літератури.....	58

«Організація технічного сервісу МТП в умовах проектного
сільськогосподарського підприємства зони Лісостепу з розробкою
пристосування для очищення моторної оливи»

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 59 сторінок, в тому числі 5 розділів, 19 таблиць, 4 ілюстрації, 22 літературних джерела.

Ключові слова: МАСТИЛО, ОРГАНІЗАЦІЯ, РЕМОНТ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПРОЦЕС, УСТАНОВКА, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.

Графічний матеріал містить 6 аркушів формату А1, на яких представлено річний план-графік проведення ремонтів і ТО МТП господарства, кінематична функціональна схема очищення мастила, пристрій для очищення моторного мастила, складальне креслення основних вузлів та їх деталювання. Розрахований річний об'єм ремонтно – обслуговуючих робіт по господарству і розподілений між підрозділами ремонтної бази. Розроблена конструкція пристрою для очищення і відновлення моторного мастила. В проекті даний аналіз стану заходів по охороні праці і охорони природи, розрахований комплекс параметрів згідно норм безпеки (заземлення). Розраховані техніко – економічні показники проекту по покращенню ремонтно – обслуговуючих робіт МТП господарства, як видно, при правильній організації ремонтного виробництва збільшується кількість умовних ремонтів, що приводить до зменшення собівартості одного умовного ремонту на 722,1 грн., термін окупності додаткових капіталовкладень буде становити 2,7 років.

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво – один з основних споживачів нафтопродуктів. Підприємства агропромислового комплексу України щорічно споживають близько 7 млн.т вироблюваного дизельного палива й близько 1,0 млн.т моторного масла. Середнє по величині господарство центральної зони витрачає за рік до 1200 т дизельного палива, 600 т бензину, 60 т шторних масел, з яких не менш 80% переходить у категорію відпрацьованих нафтопродуктів різних груп [1].

У результаті інтенсивного зростання парку двигунів внутрішнього згоряння, а також підвищеної уваги до факторів економічного й екологічного характеру перед народним господарством усе гостріше стає завдання заощадження й раціонального використання паливно-енергетичних, сировинних і інших матеріальних ресурсів.

Установлено, що вискодисперсні продукти окислювання у відпрацьованому мастилі при певній концентрації знижують коефіцієнт тертя й зношування, при цьому забезпечують гарну стабільність технологічних властивостей у процесі зберігання й експлуатації.

Робоча гіпотеза проблеми полягає в тому, щоб передбачити можливість удосконалювання технології очищення масла на основі мікрофільтрації через керамічні напівпроникні мембрани, яка б забезпечила одержання масел зі стабільними протизносними й антифрикційними властивостями шляхом збереження в них раціональної концентрації вискодисперсних продуктів окислювання.

Мета дипломного проекту полягає в удосконаленні організації проведення ремонтів і ТО в проектному сільськогосподарському підприємстві – удосконалювання технології очищення відпрацьованих масел в умовах господарства та розробці пристрою для очищення і відновлення моторних масел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Загальна характеристика господарства

Підприємство В якості проектного підприємства вибрано яке розташоване в Лісостеповій ґрунтово-кліматичній зоні. Кліматичні умови мають тут помірно-континентальний характер, що в загальному є сприятливим для вирощування сільськогосподарських культур.

По агрокліматичному районуванню підприємство належить до другої (центральної зони), характеризуване помірно-теплим і вологим кліматом. Перші заморозки на поверхні ґрунту бувають в останній п'ятиденці вересня, в повітрі в першій декаді жовтня. Останні заморозки весною на поверхні ґрунту спостерігаються в другій п'ятиденці травня, в повітрі – в третій декаді квітня. Середньорічна температура повітря дорівнює 6,6⁰С.

1.2 Склад машин-тракторного парку

Виробничі потреби підприємства забезпечуються машинно-тракторним парком, склад якого і планова наробка на поточний рік наведенні у таблиці 1.1. Машинно-тракторний парк підприємства тривалий час не поповнювався новими машинами. Середній вік більшості машин перевищує нормативні строки експлуатації до списання. Такі обставини призвели до значного зростання трудомісткості ремонтів машин, і, в першу чергу, спеціальних комбайнів.

1.3 Ремонтно-обслуговуюча база сільськогосподарського підприємства

Для підтримання і відновлення роботоздатного стану сільськогосподарської техніки на підприємстві створений інженерно-технічний комплекс. Призначення ремонтної майстерні - проведення поточних ремонтів тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин і складних видів технічного обслуговування. Площа ремонтної майстерні становить 225 м². Таблиця 1.1 – Склад і плановий наробіток машинно-тракторного парку, що знаходиться у власності підприємства.

Назва і марки машин	Кількість машин	Плановий наробіток на одну машину
1	2	3
Трактори:		
ХТЗ-16131	2	1325
Т – 150К	3	1130
ДТ - 75М	4	1108
Т - 70 С	2	1642
МТЗ – 80	2	1302
МТЗ - 82	4	1380
Т – 40М	1	1434
Автомобілі		
МАЗ-54229	1	
МАЗ-5551	3	25,0
ЗИЛ - 4502	5	20,0
ГАЗ - 53 А	2	19,0
ГАЗ-33021	15	17,0
УАЗ - 452	1	15,0
УАЗ - 3962	1	15,0
Автобус АСЧ	1	10,0
ВАЗ-21213	1	13,0
ЗАЗ-1102	1	11,0
Комбайни спеціальні:		
КС - 6 Б	1	100
MOTRO	2	190
XOLMER	1	250
KLEINE	2	210

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Плуги:		
ПЛН - 3-35	2	-
ПЛН - 4-35	2	-
ПЛН - 5-34	1	-
Сівалки:		
ССТ -12Б	3	-
СЗ-5,4	2	-
Культиватори:		
КПС - 4	3	-
КФ - 5,4	2	-
БДТ-7	1	-
„Борекс – 6”	2	-
Луцильники:		
ЛДГ - 15	1	-
Плоскорізи:		
КПГ - 250	2	-
ОПШ-2000	2	-
Машини для внесення добрив		
МВД-900	2	-
Причіпи:		
2ПТС-4	10	-

Територіально відокремлено від вказаних виробничих підрозділів розташований пункт технічного обслуговування машинно-тракторного парку розташований у пристосованому приміщенні.

Трудомісткість ремонтних робіт, які проводяться в майстерні становлять біля 60% від всього об'єму ремонтних робіт, біля 25% робіт припадає на спеціалізовані ремонтні підприємства системи “Агромаш”. Обладнання ремонтної майстерні за останні 3 роки не поновлювалось, це сприяє зменшенню проведення складних ремонтних операцій і технічних обслуговувань тракторів і автомобілів. Наявність морально-устарілого обладнання в майстерні пов'язує із значною витратою часу на відновлення деталей, і збільшення трудомісткості ремонтних робіт.

Таблиця 1.2 – Склад і плановий наробіток техніки, що орендується підприємством.

Назва і марки машин	Кількість машин	Планова наробка на одну машину
Трактори:		
ХТЗ- 121	2	1400
Т-150К	3	1280
Комбайни спеціальні:		
WIK	1	500
KLEINE	1	560
HOLMER	2	495
MOTRO	2	540
Автомобілі:		
КАМАЗ-5321	8	34,2
ЗИЛ-130	12	30,0
МАЗ-54331	1	31,8
ГАЗ-53	10	27

Примітка : Плановий наробіток: трактори - мотогодин;
автомобілі - тис.км; комбайни - фіз.га;

1.4 Проведення технічного обслуговування

Проведення технічних обслуговувань в господарстві проходить на майданчику технічних обслуговувань на території тракторної бригади. На площадці по проведенню ТО збудована оглядова яма, встановлені баки для зливу води і мастила. Площадка обладнується переносними засобами для перевірки технічного стану машин.

Внесення змін у форми організації ремонтів і технічних обслуговувань.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок кількості ремонтів і технічних обслуговувань машинно–тракторного парку

До розрахунку прийняті види ремонтно–обслуговуючих дій передбачених нормативно–технічною документацією [1] з урахуванням фактичного технічного стану техніки і практики виконання ремонтів і технічних обслуговувань, яка склалася на даному сільськогосподарському підприємстві.

Для тракторів розраховані капітальні ремонти (КР), поточні ремонти (ПР), і три номерні технічні обслуговування (ТО-1, ТО-2, ТО-3).

Для автомобілів обрахована кількість капітальних ремонтів (КР) і двох номерних технічних обслуговувань (ТО-1, ТО-2). Сезонні технічні обслуговування для тракторів і автомобілів окремо не розраховувались, оскільки їх виконання суміщується з черговим технічним обслуговуванням.

Для комбайнів розраховані поточні ремонти з елементами капітальних (ПР) і два номерні технічні обслуговування (ТО-1, ТО-2). Для сільськогосподарських машин розрахована кількість поточних ремонтів з елементами капітальних (ПР).

Розрахунок кількості ремонтів і технічних обслуговувань для тракторів та автомобілів і технічних обслуговувань для комбайнів виконаний за наступними залежностями [3]:

$$K_K = \frac{B_{\text{пл}} \times N}{B_K}, \quad (2.1)$$

$$K_{\text{П}} = \frac{B_{\text{пл}} \times N}{B_{\text{П}}} - K_K, \quad (2.2)$$

$$(2.3)$$

$$K_{TO-3} = \frac{B_{ПЛ} \times N}{B_{TO-3}} - K_K - K_{П},$$

$$K_{TO-2} = \frac{B_{ПЛ} \times N}{B_{TO-2}} - K_K - K_{П} - K_{TO-3}; \quad (2.4)$$

$$K_{TO-1} = \frac{B_{ПЛ} \times N}{B_{TO-1}} - K_K - K_{П} - K_{TO-3} - K_{TO-2}, \quad (2.5)$$

де K_K , $K_{П}$, K_{TO-3} , K_{TO-2} , K_{TO-1} – кількість КР, ПР, ТО-3, ТО-2, ТО-1 відповідно;

$B_{ПЛ}$ – середня планова річна наробка на одну машину даної марки;

N – кількість машин даної марки;

B_K , $B_{П}$, B_{TO-3} , B_{TO-2} , B_{TO-1} – періодичність виконання КР, ПР, ТО-3, ТО-2, ТО-1 відповідно;

Кількість поточних ремонтів $K_{П}$ з елементами капітальних для комбайнів і сільськогосподарських машин розрахована за формулою[3]:

$$K_{П} = \varphi \times N, \quad (2.6)$$

де N – кількість машин даної марки;

φ – коефіцієнт охоплення поточним ремонтом.

Оскільки відношення середнього віку машин до нормативного строку служби до списання не перевищує 0,9, то коефіцієнт охоплення поточним ремонтом прийнятий рівним $\varphi = 0,7$ [1].

2.2 Розрахунок трудомісткості ремонтів і технічних обслуговувань

Прийняті для розрахунку нормативи трудомісткості [3] наведені у таблиці 2.3. При цьому, зважаючи на реальний технічний стан техніки, у відповідності до рекомендацій наведених у нормативно-технічній документації [1] нормативи трудомісткості капітальних і поточних ремонтів тракторів і автомобілів збільшені на 30%, нормативи трудомісткості поточних ремонтів комбайнів на 50%, нормативи трудомісткості поточних ремонтів сільськогосподарських машин на 30%.

Таблиця 2.1 – Нормативи трудомісткості ремонтів і технічних обслуговувань машинно-тракторного парку на один ремонт або ТО (людино-год.)

Назва і марка машини	Вид ремонтно-обслуговуючих дій				
	КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Техніка підприємства					
Трактори:					
ХТЗ-161131	768	99	31	16,2	3,4
Т-150К	707	125	26	7,5	1
ДТ-75М	510	143	25	10,4	3
Т-70С	446	126	24	4,7	1,4
МТЗ-80/82	317	130	22	7,7	2,1
Т-40М	261	133	20	7,6	2,2
Автомобілі:					
МАЗ-54229	615	14,3	-	35,1	8,1
МАЗ-5551	615	14,3	-	35,1	8,1
ЗИЛ-4502	345	6,9	-	22,1	7,2
ГАЗ-53А	368	7,7	-	19,5	5,2
ГАЗ-33021	271	7,3	-	16,9	6,5
УАЗ-469/3962	312	13,4	-	20,8	5,9
Автобус АСЧ	328	15,1	-	29,4	6,0
ВАЗ-21213	247	12,6	-	18,6	3,1
ЗАЗ-1102	215	9,4	-	13,1	2,8
Нормативи трудомісткості поточних ремонтів: тракторів в люд.-год./1000 мото-год.; автомобілів в люд.-год./1000 км пробігу					

Трудомісткість ремонтів і технічних обслуговувань машинно-тракторного парку розрахована за наступними залежностями [3]:

$$T_i = T_{ni} \cdot n_i, \quad (2.7)$$

$$T_z = \sum T_i, \quad (2.8)$$

де, T_i — трудомісткість і-го виду ремонтно-обслуговуючих дій для машин даної марки, люд.-год.;

T_{ni} — норматив трудомісткості і-го виду ремонтно-обслуговуючих дій, люд.-год.;

Продовження таблиці 2.4

ПЛН-3-35	2	-	18	-	-	-
ПЛН-4-35	2	-	22	-	-	-
ПЛН-5-35	1	-	27	-	-	-
Культиватори:						
КПС-4	3	-	82	-	-	-
КФ-5,4	1	-	43	-	-	-
БДТ-7	1	-	51	-	-	-
„Борекс – 6”	1	-	64	-	-	-
ЛДГ-15	1	-	47	-	-	-
КПГ-250	2	-	13	-	-	-
Сівалки:						
ССТ-12Б	3	-	90	-	-	-

Крім робіт безпосередньо пов'язаних з ремонтом і обслуговуванням машинно-тракторного парку в ремонтно-обслуговуючих підрозділах інженерно-технічного центру виконується ремонт і технічне обслуговування обладнання, технологічного обладнання майстерень і машинного двору, ремонт інструмента, ремонт відновлення і виготовлення деталей, надаються відповідні послуги фермерам і населенню, здійснюється забезпечення діяльності існуючої інфраструктури.

2.3 Розрахунок основних параметрів виробничого процесу пункту технічного обслуговування автомобілів ГАЗ-33021

Основою для визначення основних параметрів виробничого процесу пункту технічного обслуговування автомобілів є загальна річна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт, що виконуються у пункті ТО-А і яка складає по проекту 12265,3 люд.-год..

Приймаючи трудомісткість одного умовного ремонту рівною 300 люд.-год. [3,4] встановлюємо, що річна програма N ремонтно-обслуговуючих дій на пункті ТО-А складає 41 умовних ремонтів.

2.3.1 Режим роботи і фонди часу

Для найбільш ефективного використання обладнання, з урахуванням специфічних умов сільськогосподарського виробництва приймаємо роботу пункту ТО-А і в одну зміну при шестиденному робочому тижні з можливістю переходу пункту в період напружених сільськогосподарських робіт на двохзмінну роботу.

Для таких умов дійсний середній річний фонд часу робітника складає $\Phi_r = 1840$ годин, а дійсний середній річний фонд часу пункту ТО-А становить $\Phi_m = 2020$ годин [3].

2.3.2 Загальний такт виробництва

Оскільки у пункті технічного обслуговування автомобілів одночасно ремонтуються машини різних марок, то визначенню підлягає умовне значення вказаного параметра. Для розрахунку умовного загального такту виробництва T , прийнята наступна залежність [3] – $T = \Phi_m / N$. Для вказаних вище даних $T = 49$ години.

2.3.3 Розрахунок штату ремонтної майстерні

Загальна кількість працюючих P у майстерні складає [3]:

$$P = P_o + P_d + P_i + P_s + P_m, \quad (2.9)$$

де P_o – кількість основних виробничих робітників;

P_d – кількість допоміжних робітників;

P_i – кількість інженерно-технічних працівників;

P_s – кількість службовців;

P_m – кількість молодшого обслуговуючого персоналу.

Кількість основних виробничих робітників визначається за формулою [3]:

$$P_o = T_r / \Phi_r, \quad (2.10)$$

де T_r – загальна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт майстерні, люд.-год.

Згідно рекомендацій [3] кількість допоміжних робітників повинна складати 6-10% від кількості основних виробничих робітників. Кількість інженерно-технічних працівників 10-12% від загальної кількості основних і допоміжних робітників, службовців 3-4% і молодшого обслуговуючого персоналу 2-4% від загальної кількості працюючих у майстерні.

На основі виконаних розрахунків, прийнявши, що у зв'язку з невеликим завантаженням службовці у майстерні працюють на умовах сумісництва встановлюємо наступний штат ремонтної майстерні:

- основні виробничі робітники – 7;
- допоміжні робітники – 1;
- інженерно-технічні працівники – 2;
- молодший обслуговуючий персонал – 1.

Загальна чисельність працівників на пункті технічного обслуговування автомобілів складає 11 працівників.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ МАСТИЛА

3.1 Вплив забруднення моторних масел на їхні технологічні властивості

Відомо, що забруднення мастил виникають як у результаті їхнього влучення ззовні, так і в результаті зміни вуглеводного складу масел. Ці процеси починаються вже при виробітку масла на нафтопереробних заводах і тривають на всіх стадіях його транспортування, зберігання й експлуатації. Їх можна класифікувати на два основних типи: виробничі й операційні.

Дослідження показують, що використовувані при експлуатації с. -г. техніки товарні дизельні масла можуть містити до 0,14% (по масі) забруднень, а автотракторні масла в тих же умовах - до 0,28% (по масі) [5].

Результати мікроскопічного й спектрального аналізу забруднень, проведені на маслах ДС-11 і ДС-8 показують, що в маслі, що надходить для заправлення машин і механізмів, є багато часток забруднень розміром більше 50 мкм. У резервуарах нафтоскладів господарств число таких забруднень може перевищувати 1000 в 1 дм³ (табл. 3.1), а значна частка в них з'єднань кремнію й алюмінію (табл. 3.2) вказує на високу абразивність застосовуваних масел [6].

Таблиця 3.1 – Зміст і гранулометричний склад забруднень у дизельних мастилах

МАРКА МАСТИЛА	ЗМІСТ ЗАБРУДНЕННЯ	СЕРЕДНЄ ЧИСЛО ЧАСТОК (тис. шт/ дм ³)							
		ПО ІНТЕРВАЛАХ РОЗМІРІВ							
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50
ДС 11	0,01	15,8	8,4	3,9	2,1	1,1	0,3	0,2	0,01
ДС 11	0,014	17,4	12,3	2,0	1,0	0,8	0,2	0,02	0,005
ДС 8	0,110	863,7	97,2	30,1	13,9	7,5	0,97	0,8	1,15
ДС 11	0,112	974,5	849,2	24,5	74,2	16,3	4,1	1,7	2,9

Таблиця 3.2 – Характеристики зольної частини забруднень моторних мастил

МАРКА МАСТИЛА	ЗМІСТ ЗАБРУДНЕННЯ % (по масі)	З М І С Т, 10 - 4 %				
		П О І Н Т Е Р В А Л А Х Р О З М І Р І В				
		Fe	Cu	Pb	Fl	Si
ДС 11	0,137	Слід	0,2+0,4	0,04	Слід	1,5+2,0
АКп- 10	0,080	-	0,12	-	0,5	2,3
ДС 11	0,100	-	0,7+0,9	-	Слід	1,7
ДС 11	0,115	Слід	0,25	0,02	0,12	1,4+2,2
АКп- 10	0,125	Слід	0,17	-	0,32	1,4+2,5
ДС 11	0,103	-	0,1+0,2	-	0,13+0,3	2,4

При роботі масел у двигунах відбуваються безперервні їх кількісні і якісні зміни. Ці зміни – наслідок хімічних і фізичних процесів. Поряд із твердими забрудненнями в моторних маслах перебуває вода, у присутності якої процес зміни властивостей масел протікає особливо інтенсивно [7] і відіграє вирішальну роль у стабільності масла.

Так при наявності води концентрація домішок у маслі може знижуватися до 50-60% від первісної [8]. Механізм випадання домішок з масла в присутності води зводиться до того, що носії лужності - карбонати - є каталізатором даного процесу й зі збільшенням кристалів карбонату відповідного металу піддаються седиментації. Ці процеси викликають помутніння товарних масел і зниження їхньої стабільності.

старіння масла, а також його зовнішнього забруднення в процесі експлуатації.

Старіння масла у двигуні - це складний комплекс фізичних і хімічних процесів, різних факторів, тісно зв'язаних між собою. Основними з них є наступні. Окислювання масла, що відбуває під дією кисню повітря й високої температури. Продуктами окислювання й полімеризації вуглеводнів масла можуть бути рідкі, напіврідкі й тверді продукти, частина яких може бути розчинна в маслі, а інша частина буде поповнювати кількість нерозчинних домішок.

Забруднення масла нерозчинними домішками, які утворюються із твердих вуглеводних часток (сажі) через неповне згоряння палива, із твердих і рідких продуктів окислювання масла утворюються при взаємодії із домішками, із

продуктів зношування й забруднень, що надходять із навколишнього оточення (вода, пісок, пил).

Забруднення через витрату домішок, які відбиваються на зниженні лужності масла в результаті нейтралізації кислих продуктів, а також у витраті домішок на диспергування вуглеводних часток.

Сутність процесу нейтралізації полягає в тому, що окисли сірки в присутності води дають сірчисту й сірчану кислоту, а також взаємодіють із вуглеводнем масла й продуктами їхнього окислювання, утворюються сульфонові кислоти. Зміст у маслі сполук хімічної взаємодії (окислювання, нейтралізації та ін.) залежить від вихідної концентрації продуктів реакції, наявності інгібіторів або нейтралізуючих домішок, від температури й тиску. У підсумку процесу старіння відбувається зміна складу масла, тому що знижується вміст корисних домішок, підвищується концентрація нерозчинних і розчинних продуктів окислювання і негативних домішок.

Зміна складу масла приводить до зміни показників його якості. Показники, що характеризують негативні властивості (такі, як вміст нерозчинних домішок, кислотність), у міру старіння масла збільшуються. Показники, які характеризують позитивні властивості масла, такі як лужність, що дає потенціал та ін., у міру старіння знижуються. Деякі показники, наприклад, термоокислена стабільність, у процесі старіння масла практично не змінюються або змінюються дуже мало [9].

Описані зміни складу мастила показують лише якісну сторону процесу забруднення масла. Однак варто мати на увазі, що сума всіх видів забруднення масла становить лише невелику частину, а інша частина (не менш 85%) вуглеводів виявляється незмінною у своєму складі. Саме ця обставина дозволяє порушувати питання про можливості ефективного очищення відпрацьованого мастила й подальшого його використання по прямому призначенню. Утворення в мастилі продуктів його старіння значно впливає на зношування тертьових поверхонь деталей двигуна. Відомо, що мікрозношування зовні проявляється як стирання. Воно може бути викликане різними причинами. Наявність незначного

стирання найчастіше не перешкоджає експлуатації деталей, а в початковий період експлуатації навіть необхідний для прироблення деталей.

Тертя при граничному змащенні визначається також схильністю контактуючих матеріалів до схоплювання на ряді фактичних мікроконтактах по вершинах окремих мікронерівностей, на яких може бути зруйнований граничний шар змащення. У цих місцях може виникнути сухе тертя окисних плівок або навіть ювенільних поверхонь. Граничний шар утвориться в результаті взаємодії активних елементів мастила з металом поверхні тертя. Активними компонентами мастила є уведені в нього домішки, мікродомішки технологічного походження, продукти окислювання і т.д.

3.2 Методи і технічні засоби для очищення відпрацьованих масел

Моторні масла можна відновлювати хімічними, фізико-хімічними й фізичними методами.

Хімічні методи засновані на взаємодії речовин, що забруднюють моторні масла і реагенти, що вводять у ці мастила. У Результаті реакцій, що протікають, утворенні з'єднання, видаляють легко з масла. До хімічних методів очищення відносяться: кислотне очищення, лужне очищення, осушка за допомогою з'єднань кальцію, осушка й відновлення гідридами металів. Застосування хімічних методів очищення й по світління дозволяє видаляти з масел асфальтосмолисті, кислотні, деякі гетероорганічні з'єднання, а також воду. Ці методи знайшли широке застосування на промислових установках регенерації масел. Хімічне очищення масел вимагає складного технологічного устаткування, хімічних реагентів і тому для регенерації порівняно невеликих кількостей масла в умовах с.-г. підприємств ці методи не знаходять широкого застосування.

До фізичних методів очищення масел ставляться фільтрування й силові поля високої напруги. Ці методи дозволяють видаляти з масел тверді частки, мікрокраплі води й частково-смолисті й коксоутворюючі речовини. Основні типи

встаткування, використовувані при очищенні масел у силовому полі, що впливають:

- відцентрові (гідроциклони й центрифуга);
- електричні (високочастотні й електростатичні);
- магнітні (проелектромагніт із постійним магнітом);
- вібраційні (механічні й ультразвукові);
- комбіновані.

Відомо, що силові поля високої напруги можуть бути досягнуті на відцентрових, ультразвукових і магнітних очисниках різної конструкції [14]. У відцентрових очисниках тверді частки забруднень відділяються від масла під дією відцентрових сил. Залежно від швидкості обертання ротора центрифуги діляться на низькошвидкісні (5000-10000 об./хв.), високошвидкісні (10000-20000 об./хв.) і ультрацентрифуги (частота обертання більше 20000 об./хв.). Найбільше поширення одержали центрифуга з гідрореактивним приводом, що діє за принципом сегнерова колеса, де обертання ротора викликається реактивними силами і впливає із сопел мастила. Ці центрифуги характеризуються високою частотою обертання, простотою в обслуговуванні.

При застосуванні механічного приводу досягаються більше високі швидкості обертання центрифуг, але конструкція їх складніше. Центрифуги із пневматичним і газовим приводом перебувають у стадії досліджень.

При відцентровому очищенні всі високодисперсні частки не можуть бути вилучені з мастила. Тому Г.И. Бремер [15] увів поняття так званої межі центрофугування, що характеризується критичним розміром часток, нижче якого практично не відбувається осадження їх на стінках ротора.

Тонкість очищення для високошвидкісних центрифуг (для неорганічних часток) досягає 1 мкм. Тому при використанні високошвидкісних центрифуг у маслі залишаються органічні забруднення, що викликають утворення лаків і нагару у двигуні. Ультрацентрифуги видаляють практично всієї мікродомішки, однак складність у їхньому виготовленні обмежує їхнє застосування для

масового очищення мастила. Вони одержали поширення як лабораторні установки для дослідження забруднення мастила.

Для очищення масел застосовуються також різні типи фільтрів. По способі поділу забруднюючих домішок вони діляться на поверхневі й глибинні [5].

Поверхневі фільтри затримують частки дисперсної фази на поверхні фільтруючого елементу. Такі фільтри діють як сито, тобто затримують тільки ті частки, лінійні розміри яких більше розмірів граничних каналів фільтруючого елемента.

Для фільтрації масла застосовуються наступні типи фільтрів: сітчасті, щілинні, матер'яні, картонні, паперові.

Сітчасті фільтри, що представляють собою металеву сітку, застосовуються як фільтри попереднього очищення. Тонкість очищення становить 20-200 мкм. Недоліком цих фільтрів є невисока тонкість очищення.

Щілинні фільтри застосовуються як фільтри грубого очищення. Тонкість очищення коливається в межах 20-125 мкм. Тонкість очищення матер'яних фільтрів становить 8-50 мкм, під час роботи вони втрачають свої механічні властивості під дією кислотних речовин, що перебувають у мастилі. Гідравлічний опір таких фільтрів росте в міру забивання пор.

Тонкість очищення картонних фільтрів становить 1-50 мкм. Недоліком їх є недостатня ступінь очищення й неможливість їхньої регенерації, низькі механічні властивості. Аналогічні недоліки властиві й паперовим фільтрам. Крім того вони можуть працювати лише у вузькому діапазоні температур.

Глибинні фільтри, маючи фільтруючі елементи значної товщини, затримують частки забруднень не тільки на поверхні, але й у товщі фільтроелемента. У фільтрів цього типу площа входу рідини відносно невелика. Розрізняють наступні типи глибинних фільтрів: з волокнистих і зернистих матеріалів; керамічні; металокерамічні; з пористих синтетичних матеріалів.

Фільтри з волокнистих і зернистих матеріалів виготовляють у вигляді ємностей із тканини або металу, наповнених фільтруючим матеріалом. Тонкість очищення цих фільтрів низька й становить 12-30 мкм.

Керамічні фільтри виготовляють із пористої кераміки. Тонкість фільтрації залежить від розмірів зерен наповнювача й становить 0,1-100 мкм. Недоліком їх є можливість вимивання потоком рідини абразивних часток матеріалу. Металокерамічні фільтри виготовляють методами порошкової металургії з металевих, металокерамічних і синтетичних порошків. Залежно від розміру часток порошку й технології виготовлення їхня тонкість фільтрації становить 0,1-100 мкм. Ці фільтри відрізняються високою механічною міцністю, термостійкістю. Їх можна відновлювати методом протипотока.

3.3 Значення мікрофільтрації в технологічному процесі очищення масел

Процес мікрофільтрації в раді існуючих технологій регенерації моторних масел є основним. Так французькою фірмою «Готаль» розроблений спосіб регенерації відпрацьованих масел «Тежелюб». Мастило спочатку піддається відцентровому очищенню від грубодисперсних механічних домішок і вільної води, потім або нагрівається з метою видалення води й легко кип'ячих фракцій, що потрапили в мастило при його експлуатації (бензин, дизельне паливо, розчинники та ін.). Далі виробляється обробка мастила, і домішки знищуються, а диспергування в мастилі речовини, в основному метали, осаджуються у вигляді масляного шлаку і виддаляються за допомогою повторного центрифугування. Розгін отриманого мастила під вакуумом з метою поділу його на три фракції по в'язкості є останньою стадією процесу регенерації. Мастило, отримане в результаті такої обробки, подібно свіжим мастилам і може використатися без обмежень. Кількість відновленого мастила з вихідної сировини може перевищувати 70%.

Японська фірма «Каваками» розробила автоматичну установку для тонкого очищення мастила. Установка підключається до масляної системи й очищає мастило з тонкістю 0,02-0,1 мкм за допомогою мембранних фільтруючих матеріалів. Відмінною рисою установки є можливість зміни руху потоку

мастила, яке очищується, що дозволяє промивати фільтруючий елемент, тим самим збільшуючи термін його служби. Промивання елемента здійснюється 60-90 сек. з інтервалом 1-2 години. Випускається кілька типів таких установок. Продуктивність залежить від в'язкості мастила, яке очищується, кількості фільтроелементів в установці. Пропускна здатність одного фільтроелемента становить 10-15 л/год.

Основним призначенням мікрофільтрації є видалення високодисперсних продуктів окислювання мастила та інших механічних домішок розміром від 0,2 мкм і вище з метою підвищення стабільності регенованих масел. Мікрофільтрація може входити в технологічний процес регенерації масла як основна операція, так і в сполученні з іншими операціями. Сполучення мікрофільтрації з попередніми операціями регенерації масел (видалення води, паливних фракцій, грубодисперсних домішок) дозволяє одержати високоякісні мастила.

3.4 Аналіз і завдання досліджень по очищенню мастила

У сучасних умовах питання раціональної і ощадливої витрати нафтопродуктів представляють досить більше народногосподарське завдання, рішення якого дозволить зберегти сотні тисяч тон різних видів нафтопродуктів на великі матеріальні статки.

Дослідження показують, що надійність, довговічність автотракторної техніки, а також стабільність енергетичних і економічних показників машин у значній мірі залежать від якості використовуваних нафтопродуктів, що у свою чергу обумовлюються не тільки фізико-хімічними показниками, але і наявністю в них різних забруднень і сторонніх домішок. Наприклад, зношування деталей двигунів внутрішнього згоряння залежить від безлічі конструкторсько-технологічних і експлуатаційних факторів. Однак головним фактором, що викликає зношування деталей двигуна особливо працюючих у сфері запиленого повітря, є абразивні частки забруднень, що надходять у двигун з повітрям,

паливом і мастилами. Частка абразивного зношування деталей циліндро-поршневої групи тракторних двигунів у загальному експлуатаційному зношуванні становить близько 80-90%. В результаті абразивного зношування автотракторних двигунів народне господарство несе величезний матеріальний збиток.

Процес зношування деталей неухильно веде до зміни технічного стану й працездатності двигунів, вузлів і механізмів техніки, тому проблема зменшення забруднення й збереження чистоти нафтопродуктів і підвищення тим самим надійності і довговічності вузлів і деталей здобуває головне значення.

Вивченню питань, пов'язаних із впливом забрудненого моторного мастила на надійність і довговічність пар тертя присвячений ряд робіт Григор'єва М.А., Пономарева Н.Н., Рibaкова К.В., Лишко Г.П., Топиліна Г.Е. і ряди інших дослідників.

Економічні витрати, пов'язані з підвищеною зношуємістю деталей машин, збільшеним витратом мастила, значною кількістю відмов у роботі машин, дуже велике, тому вишукування ефективних технічних засобів очищення до відновлення масел представляє актуальне завдання.

При розробці ефективних засобів очищення масел необхідно класифікувати забруднення. Так, класифікує забруднення масла по хімічному складі й по характері процесів, що відбуваються при забрудненні.

Інтенсивне зношування третьової пари - циліндр-поршневе кільце викликають частки абразиву розміром більше 25 мкм. Найнебезпечнішими відносно зношування підшипників колінчатого вала варто вважати частки розміром більше 15 мкм.

В практиці експлуатації автотракторної техніки потрібна чистота мастила досягається використанням різних способів очищення, які умовно можна розділити на дві групи до першого ставляться способи фільтрування, а до другого - способи, засновані на використанні різноманітних силових полів, зокрема, відцентрового. Здійснення кожного із цих способів пов'язане із

застосуванням відповідної технології, приладів і пристроїв: відстійників, фільтрів, центрифуг, електро- і віброочисників і т.д.

Аналіз показує, що незважаючи на значну кількість робіт з технічних засобів, багато питань вимагають уточнення до наукового обґрунтування. До їхнього числа можна віднести питання розробки технічних засобів для очищення і суперочищення відпрацьованих масел. Незважаючи на велике значення, він не вирішений повністю стосовно до с.-г. виробництва і не знайшов у літературі достатнього висвітлення.

Виробничий досвід показує, що поки немає єдиного підходу до рішення питання про вибір методів і засобів відновлення відпрацьованих масел, а конструктивне оформлення останніх не завжди раціонально. Це пояснюється недоліком теоретичних і експериментальних досліджень, необхідністю оснащення різних виробничих структур різними засобами інженерного обслуговування. Відсутність різноманітності методів і технічних засобів відновлення відпрацьованих масел, що повністю відповідають вимогам с.-г. виробництва, викликає необхідність створення на їхній базі нових, більше зроблених технічних засобів.

Аналіз літературних джерел і виконаних досліджень по обґрунтуванню й раціональному використанню технічних засобів для очищення і відновлення масел показує, що до теперішнього часу ряд питань цієї проблеми вирішений недостатньо повно.

Питання техніко-економічної ефективності використання різних маслоочисних установок не вивчені, а наявних методів розрахунку й обґрунтування експлуатаційних параметрів таких установок вкрай недостатньо. Це не дозволяє повно і глибоко проаналізувати економічну ефективність виконання технологічного процесу очищення і суперочищення відпрацьованих масел різними технічними засобами.

На підставі проведеного огляду літературних джерел і аналізу виконаних робіт з використання технічних засобів масловикористовування визначені робоча гіпотеза, мети і завдання дипломного проекту.

3.5 Будова та робота простішого пристрою для очищення мастила

При проведенні ремонту і техобслуговування тракторів на станціях технічного обслуговування проводять збір відпрацьованих масел в резервуар. Для запобігання попаданню в резервуар разом з маслом великих сторонніх домішок, для цього було розроблено найпростіший пристрій для очищення мастила (рис. 3.1), який встановлюють на резервуарі 1. Він складається з ємкості, розділеної на дві частини-секції суцільною стінкою 3, яка не доходить до дна на 1/3 висоти. У одній з секцій є знімна кришка 4, через яку заливають мастило.

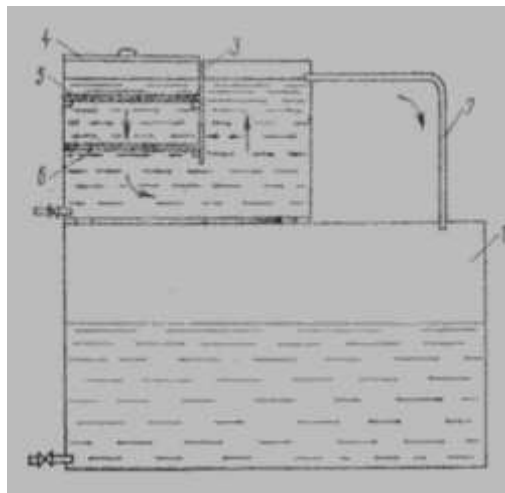


Рисунок 3.1 Пристрій для очищення мастила: 1 – резервуар; 2 – трубопровід для відведення чистого мастила; 3 – стінка; 4 – знімна кришка; 5, 6 – знімні сітки.

У цій же секції встановлено дві знімні сітки 5 і 6, причому у верхній частині з осередками діаметром 10 мм, а в нижній — 4 мм. У другій секції до верхньої частини приварюють трубопровід 2 для відведення чистого, відстояного масла в резервуар. Періодично, у міру потреби, осад з ємкості зливають, а сітки очищують.

Впровадження даного пристосування дозволило отримати чистіше і якісніше відпрацьоване мастило, поліпшити культуру виробництва.

3.6 Будова та робота проектного пристрою

Пристрій для нагріву, очищення і роздачі змащувального масла виготовлений з вузлів і агрегатів списаних машин і других матеріалів. Як резервуар 1 (рис. 3.2) використовується стандартна бочка, у якої видалено одне днище. Теплоізоляція виконана листовим азбестом і дерматитом. Кришку 7 із заливною горловиною 14 виготовляють по місцю встановлення або замінюють горизонтальною рамою, виготовленою з профільного прокату. Масляний насос 3 запозичений від двигуна СМД-14, дроселем 2 служить його редукційний клапан, відрегульований на необхідний тиск.

Фільтр 10 грубого очищення мастила взятий від двигуна ЯМЗ, реактивна масляна центрифуга 11 – від двигуна СМД – 14 або А – 41. Лічильник рідини

13 – будь-який лічильник, підібраний по подачі. У разі застосування резервуару, що калібрується, лічильник можна замінити мірною лінійкою. Гнучкий шланг 4 високого тиску запозичений від гідросистеми тракторів ДТ – 75, Т – 150 К. Запорним краном 9 служить пробковий кран від газопровідної арматури. Направляючий жолоб 17 для відведення масла від реактивного приводу центрофуги і її запобіжного клапана в резервуар виконують з листової сталі або алюмінію. Якщо використовують центрофуги від двигунів, то в їх конструкції зазвичай передбачений клапан, який в схемі пристрою працює як зливний клапан 12 при закритому крані роздаточного пістолета. Функцію зливного трубопроводу 16 в цьому випадку виконує направляючий жолоб. Дистанційний сигналізуючий термометр електроконтакта будь-якого типу забезпечує напівавтоматичну роботу пристрою. Він включає електродвигун при заданій температурі. При ручному управлінні пристроєм його можна замінити на будь-який термометр.

Фільтри 10 і 11 своїми площинами через прокладки ущільнювачів кріпляться болтами до плит 13 (рисунок 3.2), виготовлених з листової сталі завтовшки 8...12 мм. У плитах проти вхідних і вихідних каналів фільтрів свердлять отвори і приварюють або вкручують штуцери для шлангів

гідросистеми. У плиті під центрифугу вирізують вікно, рівне по розмірах зливному вікну реактивного приводу центрифуги, і закривають направляючим жолобом 14. Плину болтами кріплять до горизонтальної рами 12, виготовленої з кутників 32x32 мм, До цієї ж рами кріплять також плиту фільтру грубого очищення і раму 6 насосної станції. Вертикальний вал 8 у верхній частині має еластичну 9, а в нижній шліцеву 4 з'єднувальні муфти. Забирання масла насосом 3 здійснюється через маслозаборник 1 з сіткою. Його патрубком 2 сполучають з насосом 3. Очищене масло видається через роздаточний рукав з пістолетом. Він аналогічний роздаточним пристроям паливозаправочних колонок.

Пристрій працює таким чином. Після включення електродвигуна при закритому замочному крані весь потік мастила, що перекачується масляним насосом, проходить через дросель 15, внаслідок чого мастило нагрівається. Якщо очищувати його не потрібно, то досягши температури 20...30 °С (залежно від марки мастила і умови заправки в агрегати машини) замочний кран переводять в положення «відкрито» і за допомогою крана роздаточного пістолета роздають мастило споживачам. Мастило при цьому проходить через фільтр грубого очищення і очищається від крупних механічних домішок. Реактивна ж масляна центрифуга 11, хоча потік масла і проходить через неї, очищення масла не проводить, оскільки його температура для відцентрового очищення недостатня. При в'язкості, що задовольняє умовам заправки машини, і при недоцільності тонкого очищення масло заздалегідь не нагрівають. При закритому положенні крана роздаточного пістолета і працюючому насосі масло зливається через зливний клапан назад в резервуар. Якщо необхідно провести тонке очищення свіжого або відпрацьованого масла, то його нагрівають до 60...70 °С.

Для ефективного очищення масла, особливо за допомогою центрифуги, необхідна відповідна його підготовка. Відносно стійкі атомно-молекулярні зв'язки між дрібними частинками домішок і молекулами рідини не дозволяють досягти бажаного ступеня чистоти, оскільки щільність забрудненого і чистого масел практично однакова. Тому частинки забруднень неможливо відокремити методом відцентрового очищення. Для цього застосовують дроселювання. При

закінченні дросельованого струменя в товщі рідини розрив цих зв'язків здійснюється внаслідок різкої зміни тиску і швидкості руху масла, внаслідок чого з'являється можливість підвищити ефективність подальшого відцентрового очищення.

Закінчення дросельованого струменя в товщу рідини додатково зменшує шум від дроселювання, а також дозволяє рівномірно розподілити тепло струменю за всім обсягом масла без його перегріву.

Обезводнення масла відбувається в результаті того, що частина води затримується в зв'язаному стані в осаді, що відкладається, на стінках ротора центрифуги. Велика частина вологи випаровується при виході через форсунки центрифуги, оскільки тиск в струмені на виході різко падає і стає менше атмосферного. Вода, що міститься в маслі, википає і випаровується при температурі 60...70 °С, при якій ведеться очищення масла. Тому зливна порожнина приводу центрифуги сполучається з атмосферою, а масло, подається на привід центрифуги, назад в резервуар зливається по жолобу. Він опущений до дна резервуару і призначений для запобігання надмірному насиченню масла повітрям. Масло, що пройшло тонке очищення, відводиться в резервуар для повторного очищення через зливний трубопровід. При цьому кран роздаточного пістолета закритий. Забирання масла насосом проводиться з нижніх, найбільш забруднених шарів, що ще не пройшли через фільтри або пройшли через них менше разів. Контроль за температурою масла і напівавтоматична робота пристрою забезпечуються термометром електроконтакту, який автоматично відключає двигун при досягненні маслом заданої температури.

Для відновлення властивостей очищених масел пропонується встановлення резервуару для присадок, які надходять бак очищеного мастила в дозованому вигляді.

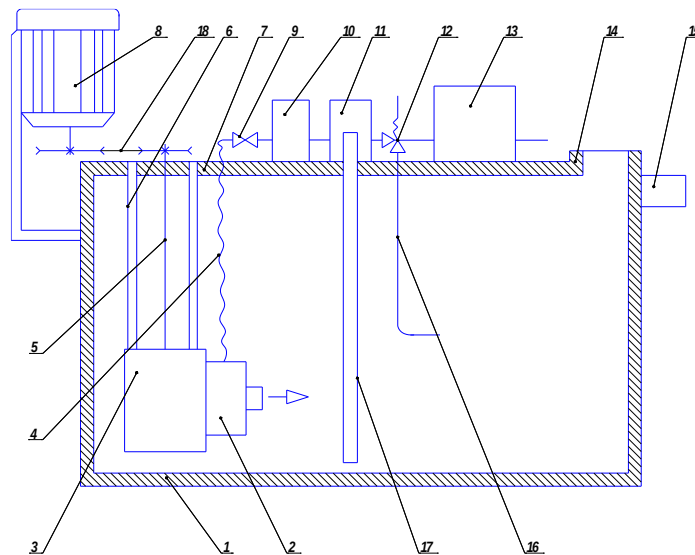


Рисунок 3.2 – Схема проектного пристрою для очищення мастила: 1 – резервуар; 2 – дросель; 3 – насос; 4 – гнучкий рукав; 5 – вертикальний вал; 6 – рама; 7 – кришка; 8 – електродвигун; 9 – запорний клапан; 10 – фільтр; 11 – центрифуга; 12 – зливний клапан; 13 – лічильник; 14 – заливна горловина; 15 – електроконтактний термометр; 16 – зливний трубопровод; 17 – направляючий жолоб; 18 – клинопасова передача привода вала.

Відцентровий спосіб очищення не забезпечує (як і всі інші відомі способи) видалення з відпрацьованого масла найдрібніших частинок вуглецю. Вони додають відпрацьованому маслу характерний чорний колір, але не впливають на його робочі характеристики. Тому колір очищеного відпрацьованого масла не є критерієм його чистоти. Аналіз його в лабораторії показав, що вже при двократному проходженні через фільтри в ньому відсутні вода і абразивні домішки.

Впровадження пристрою у виробництво дасть змогу зменшити затрати на купівлю мастила для його заміни.

3.7 Розрахунок пристрою

Робочий тиск в магістралі визначаємо за формулою [17]:

$$P = \frac{61,2 \cdot N \cdot \eta}{Q_{\phi}}, \quad (3.1)$$

де P – тиск, Мпа;

N – потужність електропривода, кВт;

Q_{ϕ} – подача насоса, л/хв.;

η – ККД насоса.

Приймаємо потужність електроприводу 5,5 кВт., подача насоса 32 л/хв.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$P = \frac{61,2 \cdot 5,5 \cdot 0,98}{50} = 6,5 \text{ Мпа,}$$

3.8 Розрахунок приводу робочих органів

3.8.1 Розрахунок клинопасової передача приводу вала

Вихідні дані для розрахунку:

Потужність електродвигуна $N=5,5$ кВт;

Частота обертання вала електродвигуна $n_e=1450$ хв⁻¹

Частота обертання вала насоса $n_k=2000$ хв⁻¹

Визначаємо передаточне число за формулою [17]:

$$i = \frac{n_B}{n_E}, \quad (3.2)$$

де n_B – кількість оборотів приводного вала, $n_B = 2000$ хв⁻¹;

n_E – кількість оборотів вала електродвигуна, $n_E = 1450$ хв⁻¹.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$i = \frac{2000}{1450} = 1,37,$$

Визначаємо діаметр меншого шків за формулою[17]:

$$d_1 = (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T_1}, \quad (3.3)$$

де T_1 – крутний момент, Н*мм.

$$T_1 = \frac{N}{\omega}, \quad (3.4)$$

де $N=5,5$ кВт – потужність електродвигуна;

ω – кутова швидкість, рад/с.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_e}{30}, \quad (3.5)$$

де $n_e=1450 \text{ хв}^{-1}$ - частота обертання вала електродвигуна.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1450}{30} = 151,7 \text{ рад/с},$$

Підставляємо значення у формулу 3.4 і проводимо розрахунок:

$$T_1 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{151,7} = 36,2 \text{ Н} \cdot \text{м} = 36,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Підставляємо значення у формулу 3.3 і проводимо розрахунок:

$$d_1 = (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{36,2 \cdot 10^3} = 99,2 \dots 132,3,$$

Згідно ГОСТ 17383-73 одержане значення заокруглюємо до стандартного $d_1 = 125 \text{ мм}$.

Діаметр ведомого шківa визначаємо за формулою:

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \epsilon) \quad (3.6)$$

де i – передаточне відношення передачі;

$\epsilon = 0,01$ – коефіцієнт відносного ковзання паса.

Підставляємо значення у формулу 3.6 і проводимо розрахунок:

$$d_2 = 125 \cdot 1,37 \cdot (1 - 0,01) = 169,5 \text{ мм},$$

Згідно ГОСТ 17383-73 діаметр шківa вибираємо $d_2 = 160 \text{ мм}$.

Визначаємо максимальну міжосьову відстань за формулою

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \quad (3.7)$$

$$a_{\max} = 160 + 125 = 285 \text{ мм},$$

Довжину паса визначаємо за формулою:

$$L = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \quad (3.8)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок

$$L = 2 \cdot 285 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (125 + 160) + \frac{(160 - 125)^2}{4 \cdot 285} = 1018,5,$$

Розрахункову швидкість паса визначаємо за формулою:

$$g = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_2}{60}, \quad (3.9)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок

$$g_1 = \frac{3.14 \cdot 160 \cdot 1450}{60} = 12141 \text{ мм/с} = 12,14 \text{ м/с}$$

Визначаємо сили, які діють в пасовій передачі за формулами [19]:

$$F_t = \frac{N}{g}, \quad (3.10)$$

$$F_1 = F_0 + 0.5 \cdot F_t, \quad (3.11)$$

$$F_2 = F_0 - 0.5 \cdot F_t, \quad (3.12)$$

де F_t – колова сила, Н;

F_1, F_2 – натяг ведучої та веденої вітки, Н;

F_0 – поперечний натяг кожної вітки, Н;

$$F_0 = \sigma_0 \cdot b \cdot \delta, \quad (3.13)$$

де $\sigma_0 = 1,8 \text{ Мпа}$ – напруга від поперечного натягу паса;

$b = 30 \text{ мм}$ – ширина паса;

$\delta = 8,5 \text{ мм}$ – товщина паса.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$F_0 = 1,8 \cdot 30 \cdot 8,5 = 765 \text{ Н},$$

Підставляємо значення у формули 3.10, 3.11, 3.12 і проводимо розрахунки:

$$F_t = \frac{5,5 \cdot 10^3}{12,14} = 453,1 \text{ Н},$$

$$F_1 = 765 + 0.5 \cdot 453,1 = 991,5 \text{ Н},$$

$$F_2 = 765 - 0.5 \cdot 453,1 = 538,4 \text{ Н},$$

Силу, яка діє на вал визначаємо за формулою:

$$F_a = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \alpha / 2, \quad (3.14)$$

де z – кількість пасів, шт;

α_1 – кут обхвату меншого шківів.

Кут обхвату меншого шківів визначаємо за формулою:

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}, \quad (3.15)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \cdot \frac{160 - 125}{285} = 173^0,$$

Кількість пасів визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (3.16)$$

де $P=5,5$ кВт – потужність електродвигуна;

$P_0=6,05$ кВт – потужність, допустима для передачі одним пасом [18];

$C_L=1,08$ – коефіцієнт, який враховує довжину паса (таблиця 7.9 [18]);

$C_p=1,1$ – коефіцієнт, який враховує режим роботи (таблиця 7.10 [18]);

$C_\alpha=0,89$ – коефіцієнт, який враховує кут обхвату шківа;

$C_z=0,95$ – коефіцієнт, який враховує кількість пасів в передачі.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$Z = \frac{5,5 \cdot 1,1}{6,05 \cdot 1,08 \cdot 0,89 \cdot 0,95} = 1,09 \text{ шт}$$

Приймаємо один пас.

Підставляємо значення у формулу 3.14 і проводимо розрахунок:

$$F_d = 2 \cdot 765 \cdot 1 \cdot \sin 173^0 / 2 = 1527,1 \text{ Н},$$

Складаємо схему сил, які діють на вал.

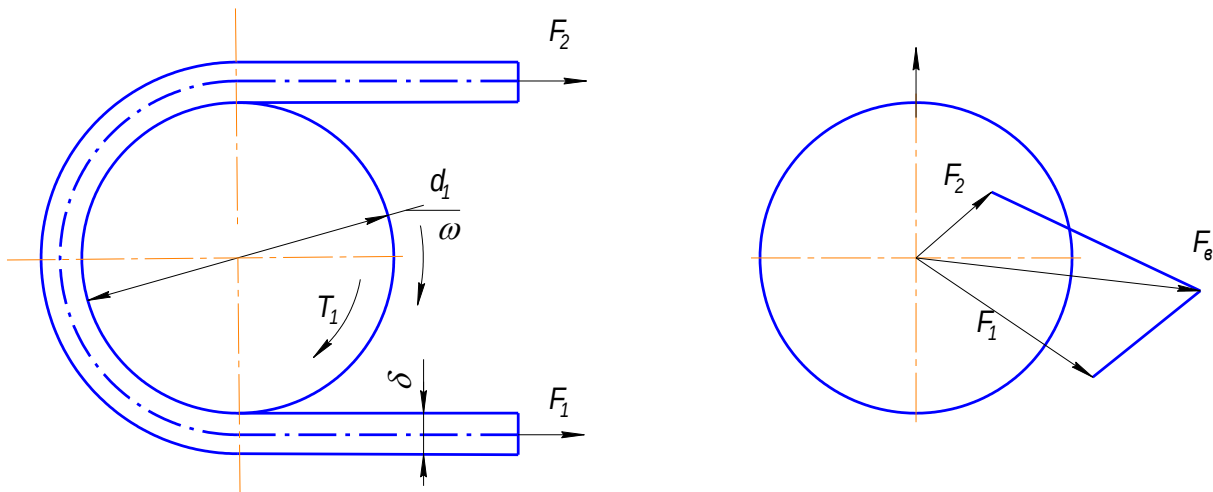


Рисунок 3.3 – Схема сил, які діють на передачу

Довжина ступиці шківа визначається за формулою:

$$l = (1,5 \dots 2) \cdot d_0, \quad (3.17)$$

де $d_0 = 22$ мм – діаметр отвору.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$l = (1,5...2) \cdot 22 = 33...44 \text{ мм},$$

Приймаємо $l=40\text{мм}$.

Зовнішній діаметр ступиці визначаємо за формулою:

$$d_1 = (1,8...2) \cdot d_0, \quad (3.18)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$d_1 = (1,8...2) \cdot 22 = 39,6...44 \text{ мм},$$

Приймаємо $d_1 = 40\text{мм}$.

3.8.2 Розрахунок діаметрів валів

Вихідні дані для розрахунку:

Потужність на валу 5,5 кВт;

Сила з якою клинопасова передача діє на вал 1527,1Н.;

Крутний момент на валу становить:

$$T_2 = T_1 \cdot i, \quad (3.19)$$

де $T_1 = 36,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$,

$i = 1,37$.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$T_2 = 36,2 \cdot 1,37 = 49,6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.,$$

Незначні реакції опор визначаємо за формулами:

$$R_{x2} = F_t \cdot \frac{a}{e} \quad (3.20)$$

$$R_{y2} = \frac{F_g \cdot a - F_r \cdot \frac{d_2}{2}}{e} \quad (3.21)$$

Підставляємо значення у формули і проводимо розрахунки:

$$R_{x2} = 453,1 \cdot \frac{64}{314} = 92,4 \text{ Н},$$

$$R_{y2} = \frac{1527,1 \cdot 64 - 991,5 \cdot \frac{125}{2}}{314} = 113,9 \text{ Н},$$

Згинаючі моменти в двох взаємно перпендикулярних площинах визначаємо за формулами:

$$M_y = R_{x2} \cdot e, \quad (3.22)$$

$$M_x = R_{y2} \cdot e, \quad (3.23)$$

Підставляємо значення у формули і проводимо розрахунки:

$$M_y = 92,4 \cdot 314 = 29,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$M_x = 113,9 \cdot 314 = 35,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Будуємо епюри згинаючих моментів

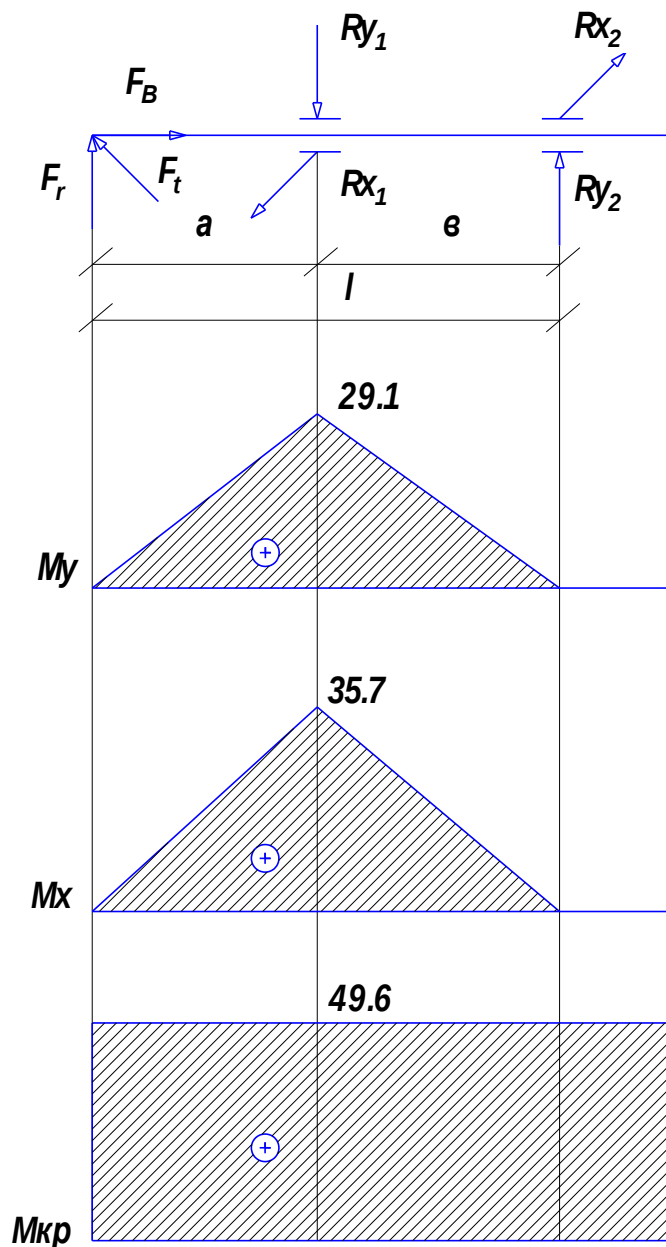


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема вала

Сумарний згинаючий момент визначаємо за формулою:

$$M = \sqrt{M_y^2 + M_x^2}, \quad (3.24)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$M = \sqrt{(29,1 \cdot 10^3)^2 + (35,7 \cdot 10^3)^2} = 46,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Діаметр вала визначаємо за формулою [17]:

$$d_{\text{в}} = \sqrt[3]{\frac{M}{0,2 \cdot [\tau_k]}}, \quad (3.25)$$

де $[\tau_k] = 25 \text{ Мпа}$ – допустима напруга

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$d_{\text{в}} = \sqrt[3]{\frac{46,1 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 20,9 \text{ мм},$$

Приймаємо діаметр вала під підшипники $d_{\text{в}} = 25 \text{ мм}$.

3.8.3 Розрахунок шпоночного з'єднання

Вихідні дані для розрахунку:

Крутний момент на валу $T_2 = 46,9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

Діаметр вала під шпонку $d_{\text{в}} = 22 \text{ мм}$,

Шпонка $b = 8 \text{ мм}$, $h = 7 \text{ мм}$, $t_1 = 4 \text{ мм}$, $t_2 = 3,3 \text{ мм}$, $l = 20 \text{ мм}$

Вибрану шпонку перевіряємо на зминання і зрізування за формулами [17]:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma]_{\text{см}}, \quad (3.26)$$

$$\tau_{\text{сп}} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot e} \leq [\tau]_{\text{сп}}, \quad (3.27)$$

де $[\sigma]_{\text{см}} = 100 \text{ Мпа}$ – допустима напруга на зминання;

$[\tau]_{\text{сп}} = 0,6 \cdot [\sigma]_{\text{см}} = 60 \text{ Мпа}$ – допустима напруга на зрізування.

Підставляємо значення у формули і проводимо розрахунки:

$$\sigma_{\text{м}} = \frac{2 \cdot 46,9 \cdot 10^3}{22 \cdot 20 \cdot (7 - 4)} = 71,1 \text{ Мпа},$$

$$\tau_{\text{нз}} = \frac{2 \cdot 46,9 \cdot 10^3}{22 \cdot 20 \cdot 8} = 26,6 \text{ Мпа},$$

Умова $[\sigma]_{\text{см}} > \sigma_{\text{см}}$, $[\tau]_{\text{ср}} > \tau_{\text{ср}}$, виконана, шпонка вибрана правильно.

3.9 Розрахунок і вибір підшипників

Підшипники вибираємо для приводного вала. Діаметр підшипник $d=25$ мм.

Вибираємо шарикопідшипники радіально-сферичні дворядні по ГОСТ 5720-75 тип 1205

Параметри підшипника

$d=25$ мм, $D=52$ мм, $B=15$ мм, $r=1,5$ мм, $C=12100$ – коефіцієнт роботоздатності:

$n_{\text{max}}=10000 \text{ хв}^{-1}$ – граничне число обертів;

$C_r=12,1 \text{ кН}$ – допустиме статичне навантаження;

$L=0,27$, $x=1$, $y=2,32$

$R_x=92,4 \text{ Н}$

$R_y=113,9 \text{ Н}$

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження [17]:

$$R_E = x \cdot k_x \cdot R \cdot k_b \cdot k_T, \quad (3.28)$$

де k_x – коефіцієнт обертання, $k_x=1$;

k_b – коефіцієнт безпеки, $k_b=1,4$;

k_T – температурний коефіцієнт, $k_T=1$.

$R_E=1 \cdot 1 \cdot 113,9 \cdot 1,4 \cdot 1=159,5$ - розрахункова довговічність

$$L_h = \frac{10^6}{572,4 \cdot \omega} \cdot \left(\frac{C_r}{R_E} \right)^3, \quad (3.29)$$

де

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2000}{30} = 314 \text{ рад/с},$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$L_h = \frac{10^6}{572,4 \cdot 314} \cdot \left(\frac{12100}{159,5} \right)^3 = 2429095 \text{ год},$$

Отже необхідна довговічність забезпечується

3.10 Розрахунок запобіжної муфти

Проводимо розрахунок і вибір запобіжної муфти.

Між двома валами встановлюємо запобіжну муфту.

Матеріал штифта – сталь 45 ДСТУ 7809:2015, закалена до твердості

HRC 38-43 ; втулки із сталі 40 ДСТУ 7809:2015, HRC 48-53; відстань R від вісі вала до вісі штифта визначаємо за формулою [17]:

$$R = (2...2,5) \cdot d_{\text{штифта}}, \quad (3.30)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$R = (2...2,5) \cdot 22 = 44...55 \text{ мм},$$

Приймаємо $R=50 \text{ мм}$.

Діаметр штифта визначаємо із умови зрізування його силою F_{max} , яка виникає при аварійному навантаженні. Силу F_{max} визначаємо за формулою:

$$F_{\text{max}} = T_{\text{max}} / R, \quad (3.31)$$

де T_{max} – приймаємо на 5-10% більше розрахункового,

$$T_p = k \cdot T_{\text{НОМ}}, \quad (3.32)$$

де $T_{\text{НОМ}} = 49,6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.,

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$T_p = 10 \cdot 49,6 = 496 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Підставляємо значення у формулу 3.31 і проводимо розрахунок:

$$F_{\text{max}} = 496 / 50 = 9,9 \text{ Н},$$

Площа поперечного зрізу штифта в місці зрізування визначаємо за формулою:

$$A = \frac{\pi \cdot d_{\text{штифта}}^2}{4} = \frac{F_{\text{max}}}{\tau_{\text{в.сп}}}, \quad (3.33)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$A = \frac{9,9}{400} = 0,02 \text{ мм}^2,$$

Границя міцності на зрізування для вказаної сталі $\tau_{\text{в.сп}} = 400 \text{ Мпа}$.

Зовнішній діаметр втулки визначаємо за формулою:

$$d_{em} = (3...5) \cdot d_{ui}, \quad (3.34)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$d_{em} = (3...5) \cdot 4 = 12...20 \text{ мм},$$

Приймаємо $d_{em}=16 \text{ мм}$.

Довжину втулок в кожній напівмуфті визначаємо за формулою:

$$l = d_{em} + 3, \quad (3.35)$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$l = 16 + 3 = 19 \text{ мм}.$$

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці в майстерні.

Відповідальність за стан охорони праці в майстерні покладено на керівника майстерні та відповідального за охорону праці. В майстерні обладнано куточки по охороні праці, де знаходяться медичні аптечки, інструкції та нормативи, а також засоби пожежегасіння. Тут проводять повторні, позапланові та первинні інструктажі, що реєструються відповідними записами в журналі первинного інструктажу. В майстерні розроблений план заходів з охорони праці, пункти якого виконуються.

Контроль та нагляд за станом охорони праці в майстерні ведеться згідно з планом, що ведеться і реєструється в журналі реєстрації 3-х ступеневого контролю. Знаки безпеки, попереджуючі про небезпечну зону, встановлені на всіх небезпечних місцях. Інженер з охорони праці реєструє всі випадки травматизму та професійних захворювань, аналізує їх причини, а також провадить навчання робітників правилам першої допомоги потерпілим. Всі робітники майстерні забезпечуються спеціальним одягом та іншими засобами індивідуального захисту в залежності від виду робіт в достатній кількості.

Будівля майстерні відповідає вимогам СН і По та санітарним нормам проектування промислових підприємств СН 245-71. Ділянки де по умовах праці виділяється пил, газу, ізольовані одна від одної. Ширина проходів 1,4м, відстань між обладнанням більше 1м, ширина проїздів 2,5м, що відповідає вимогам стандартів. Поли рівні, бетоновані, систематично прибираються. Площа на одного працюючого 58 м², об'єм більше 100 м³, що відповідає санітарним нормам. Для захисту від дії шкідливих і небезпечних факторів, передбачені наступні заходи з охорони праці.

- вивішені відповідні знаки безпеки
- використовуються блокуючі пристрої

- захист частин обладнання, яке рухається, спеціальними кожухами, щитками, екранами.

Все обладнання, що розміщено в майстерні має санітарно-технічний паспорт. Закріплені особи, які відповідають за технічний стан обладнання. Електрообладнання в майстерні працює від 3-фазної 4х-провідної мережі напругою 380/220В.

Для захисту від ураження електричним струмом в майстерні виконано ряд організаційних та технічних заходів та засобів.

Приміщення майстерні відноситься до приміщень без залишку тепла (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Карта умов праці на робочому місці механіка

Назва фактора	Рівень		Час дії год.
	Норматив	Фактично	
Мікроклімат в майстерні			
а) t °С	18-23	18-20	8
б) В %	30-70	6,5	8
в) V м/с	0,4	0,3	8
Запиленість, мг / м ³	4	2	8
Шум, дБ	85	85	8
Освітленість			
а) Природна, КПО	2	2	8
б) Штучна, Лк	300	400	8
Загазованість			
а) CO ₂ мг/м ³	15	10	8
б) пари бензину мг / м ³	100	80	8

Запиленість повітря відповідає нормі.

Мікрокліматичні умови забезпечені задовільно. Приміщення майстерні обладнано центральним опаленням і вентиляцією. В приміщенні майстерні використовуються штучне та природне освітлення згідно СН і П 11-4-79. Штучне освітлення загальне і місцеве, на робочих місцях, природне верхнє. Для штучного освітлення використовують газорозрядні лампи потужністю 100Вт напругою 220В. Для місцевого освітлення використовують лампи розжарювання напругою 12 і 36 В потужністю 50Вт. Приміщення майстерні по пожежній та вибуховій небезпеці відноситься до категорії Д, по ступеню вогнестійкості до II, виконані евакуаційні виходи шириною 0,7м. В середині приміщення майстерні

розміщені пожежні крани, пожежні щити. В наявності вогнегасники ОХП 10 – 9шт, 09-5-6 шт. Між будівлями майстерні та іншими спорудами витримані протипожежні розриви. Будинок майстерні обладнано блискавкозахистником. Призначений відповідальний за пожежну створена пожежна охорона з двох чоловік, ведеться чергування. Контролюється стан пожежної безпеки.

4.2 Розрахунок заземлення пристрою для очищення мастила

Складаємо вихідні дані для розрахунку:

- Площа машини $0,62 \text{ м}^2$;
- Заземлювач потрібно виготовити з вертикальних стержнів довжиною $l_b = 2 \text{ м}$, діаметром $d = 12 \text{ мм}$, верхні кінці яких з'єднуються за допомогою горизонтального електрода – сталюї штаби перерізом $4 \times 40 \text{ мм}$, укладеної в землі на глибину $h = 0.80 \text{ м}$;
- Ґрунт на якому розміщена машина, приймаємо суглинок, отже $\rho = 80 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- Природні заземлювачі не використовуються.

Проводимо розрахунок.

Згідно з ПВЕ, значення опору заземлювача для електроустановок напругою 380/220 В-4 Ом, отже $R_{зи} = 4 \text{ Ом}$.

Визначаємо значення опору одиничного вертикального електрода заземлювача за формулою [14]:

$$R_{об} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} = 0.5 \cdot \ln \frac{4h+l}{4h-l} \right) \quad (4.1)$$

де $\rho = 80 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ – опір ґрунту;

$l = 2 \text{ м}$ – довжина електрода;

$d = 0.012 \text{ м}$ – діаметр електрода;

$h = 0.8 \text{ м}$ – глибина закладання горизонтального заземлювача;

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$R_{OB} = \frac{80}{2 \cdot 3.14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0.012} + 0.5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 0.8 + 2}{4 \cdot 0.8 - 2} \right) = 41.59 \text{ Ом},$$

Тип заземлювача вибираємо контурний, розміщений по параметру машини. Загальний параметр контуру заземлення становить:

$$P = 2[(0.945 + 1.25) + (0.66 + 1.25)] = 8.2$$

Кількість вертикальних електродів становить =4шт, отже $a/l = 4/2 = 2$

Визначаємо значення опору горизонтального заземлювача за формулою:

$$R_{OG} = \frac{\rho}{2\pi P} \cdot \ln \frac{2P^2}{bh}, \quad (4.2)$$

де $\rho = \text{м}$ – довжина горизонтального заземлювача

$b = 0.04 \text{ м}$ – ширина штаби;

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$R_{OG} = \frac{80}{2 \cdot 3.14 \cdot 8.2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 8.2}{0.04 \cdot 0.8} = 9.67 \text{ Ом},$$

Враховуючи, що заземлювач контурний, $n = 4$, $a/l = 2$

Визначаємо за таблицею коефіцієнт використання електродів заземлювача – вертикальних $\eta_b = 0.91$, горизонтального $\eta_2 = 0.80$

Визначаємо значення опору розтікання прийнятого нами горизонтального заземлювача за формулою:

$$R = \frac{R_{OB} \cdot R_{OG}}{R_{OB} \cdot \eta_2 \cdot R_{OG} \cdot n \cdot \eta_b}, \quad (4.3)$$

де n – кількість вертикальних електродів, $n = 4$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок.

$$R = \frac{41.59 \cdot 9.67}{41.59 \cdot 0.8 \cdot 9.67 \cdot 4 \cdot 0.91} = 1.37 \text{ Ом},$$

Значення опору ґрунтового заземлювача R менше, ніж необхідне значення $R_{зи}$ ($1.37 \leq 4$) тому приймаємо кількість електродів 4 шт.

4.3 Рекомендації по поліпшенню умов праці

Більш якісно проводити інструктажі з охорони праці робітників майстерні. Відповідальний - інженер з охорони праці. Термін виконання – постійно.

1. Доукомплектувати медичні аптечки, пожежні щити необхідними невивантажуваними матеріалами, інвентарем. Відповідальний за пожежну безпеку. Термін виконання – липень 2019 року.

2. Укомплектувати куточок з охорони праці в майстерні нормативно технічною документацією. Відповідальний - інженер з охорони праці. Термін виконання – 3 квартал 2019 року.

3. Більш якісно вести контроль за виконанням робіт з шкідливими і небезпечними факторами. Відповідальний - інженер з охорони праці. Термін виконання – постійно.

4.4.Аналіз стану цивільної оборони в господарстві

На території тракторної бригади знаходиться кабінет цивільної оборони площею 12 м². В кабінеті знаходяться навчальні плакати та зразки індивідуального захисту від зброї масового знищення. Один раз на три місяці в кабінеті проводяться заняття по організації заходів ліквідації наслідків радіоактивного та хімічного забруднення, які проводить керівник служби цивільної оборони господарства (виконує дані обов'язки інженер по охороні праці). В склад служби цивільної оборони входять керівники підрозділів, пожежна команда та диспетчери.

В господарстві розроблена структура управління силами цивільної оборони, в яку входять: повідомлення населення в разі небезпеки зараження місцевості, організація захисту людей від враження, організації роботи транспорту в умовах зараження, дезактивація транспортних засобів та споруд та організація роботи об'єктів підприємства в разі радіоактивного забруднення.

В конторі господарства зберігаються прилади, якими вимірюють ступень забруднення.

Структура управління та організація заходів по ліквідації наслідків забруднення в господарстві на досить високому рівні, але стосовно технічних засобів та засобів індивідуального захисту робітників від враження підприємство не відповідає вимогам цивільної оборони. На території населеного пункту знаходиться підвальне приміщення для захисту населення від радіоактивного та хімічного зараження, збудоване в 1981 році. Тривалий час приміщення знаходилося на зберіганні, в останні роки підвальне приміщення використовується як склад для зберігання овочевих культур.

Провівши аналіз стану цивільної оборони в господарстві можна дати наступні рекомендації:

1. Для забезпечення оперативної бригади, по ліквідації наслідків зараження, необхідно придбати 5 засобів індивідуального захисту;
2. Провести паспортизацію споруд господарства, з метою оцінки їх стану, для використання в умовах забруднення.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

Основними показниками економічної ефективності проекту вдосконалення організації ремонту і технічного обслуговування машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства являється собівартість умовного ремонту, річний економічний ефект, ріст продуктивності праці.

5.1 Визначення вартості основних виробничих фондів

Вартість основних виробничих фондів пункту технічного обслуговування МТП розраховується за формулою [3]:

$$C_o = C_{зд} + C_{об} + C_{пп} , \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

де $C_{зд}$ – вартість виробничих споруд;

$C_{об}$ – вартість встановленого обладнання;

$C_{пп}$ – вартість пристроїв, пристосувань та інструментів;

Вартість виробничих споруд в проекті визначається по формулі [3]:

$$C_{зд} = C'_{зд} * F_v , \text{ грн.}, \quad (5.2)$$

де, $C_{зд}$ – середня вартість будівельно-монтажних робіт на 1 м² виробничої площі пункту технічного обслуговування автомобілів ремонтного підприємства, грн. на 1 м²; $C'_{зд}$ – 1263,9 грн/м²;

F_v – виробнича площа, м²; $F_v = 279 \text{ м}^2$;

Тоді:

$$C_{зд} = 1263,9 * 279 = 352628,1 \text{ грн}$$

Вартість встановленого обладнання, приладів, пристосувань, інструменту та інвентаря в пункті технічного обслуговування визначаємо за формулою [3]:

$$C_{об} = C'_{об} * F_v , \text{ грн./м}^2, \quad (5.3)$$

$$C_{пп} = C'_{пп} * F_v, \text{ грн}, \quad (5.4)$$

де $C'_{об}$ і $C'_{пп}$ – відповідно питома вартість обладнання, приладів та інструменту на 1м^2 ; $C'_{об} = 197,5 \text{ грн/м}^2$, $C'_{пп} = 131,4 \text{ грн./м}^2$

Робоча площа майстерні $F_p = 279 \text{ м}^2$;

Тоді:

$$C_{об} = 197,5 * 279 = 55102,5 \text{ грн},$$

$$C_{пп} = 131,2 * 279 = 36604,8 \text{ грн}.$$

Вартість основних виробничих фондів у проектному варіанті організації робіт складе:

$$C_0 = 352628,1 + 55102,5 + 36604,8 = 444335,4 \text{ грн}.$$

Вартість основних виробничих фондів у базовому варіанті становить 363140,0 грн., отже додаткові капіталовкладення будуть рівні $\Delta K = 81195,4 \text{ грн}$.

5.2 Розрахунок фонду оплати праці

При виконанні робітникам виплачується заробітна плата за виконану роботу по IV розряду тарифної сітки механізаторів, тобто по 8,29 грн./год. При виконанні поточного ремонту машин трудомісткість робіт по розрядах така:

I розряду – 5%

II розряду – 15%

III розряду – 25%

IV розряду – 26%

V розряду – 20%

VI розряду – 9%

Визначаємо середній розряд виконуваних робіт

Розрахуємо ставку по середньому розряду

$$O_{ср.р} = (26,1 + 26,1 + 27,2) / 3 = 26,5, \text{ грн. /год.}$$

Затрати по оплаті праці при виконанні робіт визначаємо по формулі [3]:

$$Z_{омо} = T_{то} + t_{IV}, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де $T_{то}$ – затрати – праці при виконанні робіт, люд – год;

t_{IV} – затрати праці по IV розряду тарифної сітки;

Затрати праці по виконанню поточного ремонту визначаємо по формулі [3]:

$$Z_{OPP} = T_{PP} * O_{CPR}, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де T_{PP} – затрати праці на поточний ремонт, люд/год.;

O_{CPR} – оплата праці по середньому розряду, грн./год;

Результати розрахунків заносимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Форма оплати працівників.

Форма оплати	Автомобілі		
	ПР	ТО	Разом
Затрати праці, люд.-год.	2253,5	9149,2	11402,7
Годинна ставка, грн.	16,5	16,5	-
Основна оплата праці, грн.	37182,75	150961,8	188144,55
Відрахування (22%), грн.	8180,2	33211,6	41391,8
Разом			229536,35

5.3 Визначення потреби в ремонтних матеріалах та запасних частинах

Потреба в ремонтних матеріалах та запасних частинах виражається в грошовому виразі, при розрахунку керуються нормативним співвідношенням сум прямих затрат виражених у відсотках. Отже, затрати на ремонтні матеріали та запасні частини складає 150895 грн.

5.4 Складання кошторису загально–виробничих витрат

Загально-виробничі витрати включають оплату праці обслуговуючого персоналу майстерні, відрахування на амортизацію та поточний ремонт споруд та обладнання і інші затрати. Відрахування на поточний ремонт зводимо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Відрахування на амортизацію і поточний ремонт споруд і обладнання.

Найменування	Амортизація, грн
Споруди (1 група: 5%)	17631,4
Обладнання (2 група: 25%)	22926,8
Разом	40558,2

Фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників наведено в табл. 5.3.

Тоді загальні виробничі витрати будуть рівні.

$$B_{\text{заг}} = 150895 + 40558,2 + 229536,35 + 190660 = 611649,55 \text{ грн,}$$

Таблиця 5.3 – Фонди оплати праці інженерно-технічних працівників та обслуговуючого персоналу.

Найменування	Число робітників (ставок)	Місячна заробітна плата, грн.	Основна заробітна плата за рік, грн.	Додаткова заробітна плата	Разом, грн.
Зав. майстернею	0,5	3450	41400	12700	54100
Техн. нормув.	0,25	2360	28320	8160	36480
Автослюсар	0,25	2400	28800	8400	37200
Комірник	0,25	2360	28320	8160	36480
Прибиральниця	0,25	1800	21600	4800	26400
Разом	5				190660

5.5 Калькуляція собівартості ремонту машин

При визначенні собівартості ремонту машин, розрахунок ведуть по формулі [3]:

$$C_{y.p.} = \frac{B_{заг.}}{n_{yp.}}, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де $C_{y.p.}$ – собівартість – умовного ремонту, грн;

$B_{заг.}$ – витрати ремонту, обслуговуючої бази, грн;

$n_{yp.}$ – кількість умовних ремонтів;

$$n_{yp.} = \frac{12265.3}{300} = 41 \text{ умовний ремонт,}$$

Тоді собівартість ремонту машин складатиме:

$$C_{y.p.} = \frac{611649,55}{41} = 14918,28 \text{ грн,}$$

При існуючій системі організації ремонтів і технічних обслуговувань собівартість ремонту становить $C_{y.p.} = 15640,38$ грн.

5.6 Техніко–економічні показники ремонтно–обслуговуючої бази

Ефективне використання праці в ремонтній майстерні встановлюється розрахунком продуктивності праці, яка визначається за формулою [3]:

$$П_m = \frac{П_{yp}}{P_{cp}} \text{ ум. рем./працівників} \quad (5.7)$$

де $П_{yp}$ - програма ремонтної майстерні, ум/рем.;

$П_{cp}$ - середньорічна чисельність виробничих робітників;

$$П_m = \frac{41}{7} = 5.85 \text{ ум./рем./працівників,}$$

Показники використання виробничих фондів. Фондовіддача визначається по формулі [3]:

$$\Phi_0 = \frac{n_{yp.}}{C_0} - \text{ум. рем./1 тис. грн. основних фондів}, \quad (5.8)$$

де C_0 – основні фонди, грн;

$$\Phi_0 = \frac{41}{444,335} = 0,09 \text{ грн},$$

Показники використання виробничої площі визначаємо по формулі [23]:

$$S_n = \frac{n_{yp.} \times 100}{S}, \text{ ум. рем./100м}^2, \quad (5.9)$$

де S – ремонтна площа після зміни системи організації робіт, м²;

$$S_n = \frac{41 \times 100}{279} = 14,6, \text{ ум. рем./100 м}^2,$$

Економію від зниження собівартості визначаємо по формулі [3]:

$$E_n = (C'_{yp} - C_{yp}) * n_{yp}, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де C'_{yp} – собівартість ремонту в існуючій ремонтній майстерні, грн./ум.рем.;

$$E_n = (15640,38 - 14918,28) * 41 = 29606,1, \text{ грн/ум.рем.},$$

Період окупності додаткових капіталовкладень визначаємо по формулі [3]:

$$Q_r = \frac{\Delta K}{E_n}, \text{ років.} \quad (5.11)$$

де, ΔK – розмір додаткових капіталовкладень, грн.;

$$Q = \frac{81195,4}{29606,1} = 0,25 \text{ роки},$$

Економічні показники існуючої та проекрованої майстерні наведені на аркуші 10 (графічної частини) і табл. 6.4.

З таблиці 6.4 видно, що проектована ремонтно-обслуговуюча база являється вигідною, продуктивність праці становить 14.6 ум. рем./чол., що більше ніж в існуючій майстерні. Собівартість умовного ремонту менша на 722,1 грн.

Таблиця 5.4 – Показники економічної ефективності проекту

Показники	Варіанти		Відхилення “+” , “-”
	Базовий	Проектний	
Річна програма, ум. рем.	35	41	6
Основні виробничі фонди, грн.	363140	444335,4	81195,4
Випуск продукції на 100 м ² виробничих площ, ум. Рем.	12,5	14,6	2,1
Фондовіддача, умовних ремонтів на 1 тис. грн. основних фондів, грн.	0,09	0,091	0,001
Продуктивність праці працівника, ум. рем.	5,17	5,85	0,68
Собівартість умовного ремонту, грн	15640,38	14918,28	722,1
Річний економічний ефект, грн.	-	29606,1	-
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	81195,4	-
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років (місяців).	-	2,7 (32)	-

Як видно із табл. 5.4, при правильній організації ремонтного виробництва збільшується кількість умовних ремонтів, що приводить до зменшення собівартості одного умовного ремонту на 722,1 грн., термін окупності додаткових капіталовкладень буде становити 2,7 років.

ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу ремонтно – обслуговуючої бази проектного господарства доведено доцільність покращення планування ремонтно – обслуговуючих робіт на базі ремонтної майстерні.
2. Розрахований річний об'єм ремонтно – обслуговуючих робіт по господарству і розподілений між підрозділами ремонтної бази.
3. Побудований графік річного завантаження усіх виробничих підрозділів.
4. Розроблена конструкція пристрою для очищення і відновлення моторного мастила.
5. В проекті дана технологічна інструкція користуванням розробленим пристроєм .
6. В проекті даний аналіз стану заходів по охороні праці і охорони природи, розрахований комплекс параметрів згідно норм безпеки (заземлення).
7. Розраховані техніко – економічні показники проекту по покращенню ремонтно – обслуговуючих робіт МТП господарства, як видно, при правильній організації ремонтного виробництва збільшується кількість умовних ремонтів, що приводить до зменшення собівартості одного умовного ремонту на 722,1 грн., термін окупності додаткових капіталовкладень буде становити 2,7 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. - М.: ГОСНИТИ, 1985. - 143 с.
2. Практикум з ремонту машин / О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Поліський та ін.; За ред. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
3. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С.Серый, А.П.Смелов, В.Е.Черкун. - М.: Агропромиздат, 1991. - 184 с.
4. Водолазов Н.К. Курсовое и дипломное проектирование по механизации сельского хозяйства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
5. Защитные покрытия в машиностроении – М.: 1963. – 288 с.
6. Справочник по Единой системе конструкторской документации / В.П. Градиль, А.К. Моргун, Р.А. Егшин. Под ред. А.Ф. Раба. – Х.: Прапор, 1988. – 255 с.
7. Технология электрохимических покрытий. Вайнер А.М., Я. Вульфович – М.: ГОСНИТИ, 1987. – 108 с.
8. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М: Машиностроение, 1989. – 256 с.
9. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 361 с.
10. Гальванические покрытия. Вансовская Е.Р., – К.: Урожай, 1991. – 248 с.
11. Крижановський В.І. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах – К.: Урожай, 1988. – 264 с.
12. Крижановський В.І. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах – К.: Урожай, 1988. – 264 с.
13. РТМ 10–05.0001.005–87. Применение стандартов Единой системы технологической документации на ремонт сельскохозяйственной техники. – М.: ГОСНИТИ, 1987. – 15 с.

14. ГОСТ 3.1105-84. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. Введ. 01.01.86. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 19 с.
15. ГОСТ 3.1201-85. Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации. Введ. 01.07.86. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 10 с.
16. Обладнання ремонтних підприємств / М.І.Черновол, М.В.Власенко, В.М.Наливайко, В.С.Кухаренко. – К.: Урожай, 1996. – 272 с.
17. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 432 с.
18. Денежный П.М., Стискин.Г.М., Тхор И.Е. Токарное дело. – М.: Высшая школа, 1986. – 240 с.
19. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов. К.: Будівельник, 1982. – 280 с.
20. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т. Т. 3 – М.:Машиностроение, 1979. – 728 с.
21. Канарев Ф.М., Пережогин М.А., Гряник Г.Н. Охрана труда // Под ред. Канарева Ф.М. – М.: Колос, 1981. – 327 с.
22. Говорун А.Г. Гальванічні покриття в ремонтному виробництві. – К.: Урожай, 1992. – 205 с.