

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Обґрунтування конструкції агрегату для очищення відпрацьованої
оливи сільськогосподарської техніки**

Виконав: здобувач 4 курсу групи АІ-3-22

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Дорох Костянтин Юрійович_____

Керівник: _____ Золотовська Олена Володимирівна

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Дорох Костянтин Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування конструкції агрегату для очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки

Керівник роботи Золотовська Олена Володимирівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 5 » травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 11.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз виробничої діяльності підприємства. Аналіз літературних джерел та обґрунтування актуальності дипломного проєкту. Аналіз конструктивно-режимних параметрів вібраційної машини для післязбиральної обробки зернового вороху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Обґрунтування існуючих технологій, конструкцій та обґрунтування теми дипломного проєкту 2. Обґрунтування конструкцій агрегату відпрацьованої оливи. 3 Конструкторська проробка

проекту. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка проектних рішень. Висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Значення очищення відпрацьованої оливи (A1). 2. Обґрунтування очищення оливи. (A1). 3. Установка для збору та очищення. Загальний вигляд. (A1). 4. Розпилювач. Складальне креслення (A1). 5. Ротор (A2). Вісь ротору (A3). Втулка (A4). Корпус. (A4). Толкатель (A4). Втулка (A4). 6. Економічний аналіз.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4,5	Золотовська О.В., доцент		
Нормо-контроль	Бойко В.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання: 11.03.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика господарства	11.03.26-11.04.26	
2	Аналіз актуальності проекту	13.03.26-13.05.26	
3	Технологічно-конструктивний	14.04.26-21.05.26	
4	Охорона праці	15.04.26-20.05.26	
5	Економічний	19.04.26-7.06.26	
6	Графічна частина	10.05.65-7.06.65	

Здобувач

(підпис)

Дорох К.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Золотовська О.В.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

Дорох К.Ю. Обґрунтування конструкції агрегату для очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026

Проаналізовано основні джерела забруднення відпрацьованої оливи, зокрема механічні домішки, продукти зношування деталей, пил, воду, залишки палива та продукти окиснення. Розглянуто існуючі способи очищення оливи та обґрунтовано доцільність застосування агрегату ємнісно-насосно-фільтраційного типу.

Запропонована конструкція включає горизонтальну ємність, насосний вузол, фільтрувальний блок, трубопроводи, запірну арматуру та ручний наконечник-розпилювач. Основним удосконаленням є вузол видачі очищеної оливи, який забезпечує керовану подачу рідини, зменшує її втрати та підвищує зручність експлуатації агрегату.

У роботі виконано конструкторські розрахунки основних параметрів агрегату, розглянуто питання охорони праці та визначено економічну ефективність запропонованого рішення. Результати підтверджують технічну й економічну доцільність використання агрегату в умовах сільськогосподарського підприємства.

Ключові слова: відпрацьована олива, очищення, сільськогосподарська техніка, агрегат, фільтрування, насосний вузол, розпилювач.

Анотація	5
Вступ	7
1 СТАН ПИТАННЯ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ОЛИВИ	10
1.1 Значення очищення відпрацьованої оливи в системі експлуатації сільськогосподарської техніки	10
1.2 Основні джерела забруднення відпрацьованої оливи та їх вплив на її властивості	13
1.3. Аналіз способів очищення відпрацьованої оливи	18
1.4 Аналіз переваг і недоліків існуючих технічних рішень	25
Висновки	28
2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ АГРЕГАТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ОЛИВИ	29
2.1 Технологічні вимоги до процесу очищення відпрацьованої оливи	29
2.2 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми агрегату	30
2.3 Обґрунтування основних конструктивних параметрів агрегату	33
Висновки	39
3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	40
3.1 Визначення об'єму та основних розмірів ємності	40
3.2 Визначення фільтрувального вузла	42
3.3 Розрахунок діаметрів трубопроводів	42
3.4 Гідравлічний розрахунок системи та вибір насоса	44
3.5 Розрахунок потужності привода	46
3.6 Розрахунок розпилювача	46
Висновки	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	50
4.1 Вимоги безпеки під час експлуатації агрегату	51
4.2 Електробезпека та санітарно-гігієнічні вимоги	54
Висновки	56
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АГРЕГАТУ	57
Висновки	60
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64
ДОДАТКИ	66

ВСТУП

Сучасне сільськогосподарське виробництво неможливо уявити без широкого використання тракторів, комбайнів, самохідних машин, ґрунтообробної та транспортної техніки. Надійність і довговічність роботи машинно-тракторного парку значною мірою залежать від своєчасного та якісного технічного обслуговування, важливою складовою якого є контроль стану мастильних матеріалів, їх своєчасна заміна, збирання та подальше очищення. У процесі експлуатації техніки моторні та трансмісійні оливи втрачають початкові властивості, забруднюються механічними домішками, продуктами зношування, пилом, вологою та продуктами термічного розкладу. У результаті цього відпрацьована олива стає не лише відходом виробництва, а й потенційно небезпечним чинником для навколишнього середовища.

Для аграрних підприємств проблема поводження з відпрацьованими оливами є особливо актуальною, оскільки в умовах сезонного характеру польових робіт техніка працює з високим навантаженням, а обсяги використання мастильних матеріалів є значними. При цьому неправильне зберігання або несвоєчасне видалення відпрацьованої оливи призводить до забруднення ґрунтів, водних ресурсів, погіршення санітарного стану виробничих територій та підвищення витрат на утилізацію. Разом із цим у багатьох господарствах відсутні компактні й технологічно доцільні засоби для механізованого збирання, очищення та підготовки відпрацьованої оливи до подальшого використання або передачі на регенерацію.

Підвищення вартості паливно-мастильних матеріалів, посилення вимог до екологічної безпеки виробництва та необхідність зниження експлуатаційних витрат зумовлюють потребу в удосконаленні технічних засобів, що забезпечують ефективне очищення відпрацьованої оливи. Застосування спеціального агрегату дає змогу не лише зменшити втрати мастильних матеріалів, а й поліпшити організацію робіт у ремонтній майстерні або на пункті технічного обслуговування, знизити трудомісткість операцій, підвищити культуру виробництва та безпеку праці.

Актуальність теми дипломної роботи полягає в необхідності створення або удосконалення конструкції агрегату, який забезпечує ефективне очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки від механічних домішок та інших забруднювальних включень, є зручним в експлуатації, має раціональні конструктивні параметри та може бути використаний в умовах аграрного підприємства. Такий підхід сприяє підвищенню технічної готовності машинно-тракторного парку, раціональнішому використанню ресурсів і зменшенню негативного впливу виробничої діяльності на довкілля.

Метою дипломної роботи є обґрунтування конструкції агрегату для очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки, який забезпечує належну якість очищення, достатню продуктивність, конструктивну надійність та доцільність використання в умовах агропідприємства.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати значення очищення відпрацьованої оливи в системі експлуатації сільськогосподарської техніки;
- розглянути основні причини та джерела забруднення відпрацьованої оливи;
- виконати огляд існуючих способів і технічних засобів очищення відпрацьованих олив;
- обґрунтувати конструктивно-технологічну схему агрегату;
- визначити основні конструктивні та режимні параметри агрегату;
- виконати розрахунки основних вузлів і елементів конструкції;
- оцінити умови безпечної експлуатації розробленого агрегату;
- визначити економічну доцільність використання запропонованого конструктивного рішення.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропонована конструкція агрегату може бути використана в ремонтних майстернях, на пунктах технічного обслуговування та в умовах сільськогосподарських

підприємств для механізації процесу очищення відпрацьованої оливи. Реалізація такого технічного рішення дає змогу підвищити ефективність виконання обслуговуючих операцій, зменшити витрати, пов'язані з поводженням із відпрацьованими мастильними матеріалами, та поліпшити екологічні показники виробництва.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ОЛИВИ

1.1 Значення очищення відпрацьованої оливи в системі експлуатації сільськогосподарської техніки

Стабільна та ефективна робота сільськогосподарської техніки значною мірою залежить від технічного стану її вузлів, механізмів і систем, у яких як робоче середовище використовуються мастильні матеріали. Олива в двигунах, трансмісіях, гідросистемах і редукторах виконує одночасно декілька важливих функцій: зменшує тертя між поверхнями деталей, відводить тепло із зон контакту, знижує інтенсивність зношування, частково захищає метал від корозії та сприяє видаленню продуктів спрацювання із зони тертя. Саме тому стан оливи безпосередньо впливає на надійність машин, тривалість міжремонтного періоду та рівень експлуатаційних витрат.

У процесі роботи тракторів, комбайнів, автомобілів, навантажувачів та іншої сільськогосподарської техніки мастильні матеріали поступово втрачають свої початкові властивості. У відпрацьованій оливі накопичуються механічні домішки, пил, частинки металу, продукти окиснення, залишки палива, вода та інші сторонні включення. Особливо інтенсивно цей процес відбувається в умовах аграрного виробництва, де техніка часто працює в запиленому середовищі, під значним навантаженням, за змінних температур і під впливом атмосферних чинників. Унаслідок цього навіть якісна олива після певного періоду експлуатації стає забрудненою та потребує збирання, контролю стану і відповідного очищення.

Значення очищення відпрацьованої оливи в системі експлуатації сільськогосподарської техніки полягає насамперед у забезпеченні раціонального використання матеріальних ресурсів. На сучасному аграрному підприємстві витрати на паливно-мастильні матеріали займають помітну частку в собівартості механізованих робіт. За відсутності належної організації процесів збирання та очищення відпрацьована олива фактично

перетворюється на відхід, який потребує додаткових витрат на зберігання, транспортування та утилізацію. Водночас очищення дає можливість видалити з оливи значну частину механічних забруднень і підготувати її до подальшого використання в допоміжних технологічних операціях або до передачі на поглиблену регенерацію. Таким чином, очищення відпрацьованої оливи є одним із напрямів ресурсозбереження в системі експлуатації машинно-тракторного парку.

Не менш важливим є технічний аспект. Наявність на підприємстві агрегату для очищення відпрацьованої оливи дозволяє впорядкувати поводження з мастильними матеріалами, скоротити втрати рідини під час зливання та перекачування, зменшити забруднення виробничих приміщень і підвищити загальну культуру технічної експлуатації машин. Організований збір та очищення відпрацьованої оливи дають змогу уникнути її хаотичного накопичення в непризначених для цього ємностях, що часто спостерігається в ремонтних майстернях або гаражах господарств. Крім того, механізація цього процесу знижує трудомісткість обслуговуючих робіт і полегшує працю персоналу.

Важливість очищення відпрацьованої оливи також пов'язана з екологічною безпекою виробництва. Відпрацьовані мастильні матеріали належать до небезпечних забруднювачів навколишнього середовища. Потрапляння оливи в ґрунт, воду або на відкриті поверхні призводить до погіршення екологічного стану території підприємства, створює небезпеку займання та ускладнює дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Для аграрної сфери це питання має особливе значення, оскільки виробничі об'єкти часто розташовані поблизу сільськогосподарських угідь, складів, відкритих майданчиків для зберігання техніки та джерел водопостачання. Саме тому очищення відпрацьованої оливи слід розглядати не лише як технічний або економічний захід, а і як важливу складову екологічно відповідальної експлуатації техніки. Ще одним важливим чинником є підвищення готовності техніки до сезонного використання. У сільському господарстві машини часто

експлуатуються нерівномірно: у періоди посівної, збирання врожаю або транспортування навантаження різко зростає, а в міжсезоння частина техніки тривалий час не використовується. За таких умов необхідно забезпечити чітку систему обслуговування, у межах якої відпрацьована олива своєчасно зливається, збирається, очищується та спрямовується на подальше використання або зберігання. Це дає змогу підтримувати належний порядок у машинному дворі, уникати змішування забруднених матеріалів і забезпечувати готовність технічної бази до наступного виробничого циклу.

Слід зазначити, що очищення відпрацьованої оливи не є повною заміною процесу її регенерації або промислового відновлення, однак у виробничих умовах аграрного підприємства воно виконує дуже важливу проміжну функцію. Завдяки видаленню механічних домішок, осаду та частини сторонніх включень покращуються умови подальшого поводження з відпрацьованою оливою, зменшується ризик пошкодження обладнання при її перекачуванні, підвищується безпечність зберігання та транспортування. Отже, очищення є необхідною технологічною операцією, яка забезпечує впорядкування всього циклу роботи з мастильними відходами на підприємстві.

Таким чином, очищення відпрацьованої оливи в системі експлуатації сільськогосподарської техніки має комплексне значення. Воно сприяє ресурсозбереженню, підвищує організованість експлуатаційних процесів, покращує санітарний і екологічний стан виробництва, знижує трудомісткість обслуговування техніки та створює передумови для ефективнішого використання матеріально-технічних ресурсів господарства. Саме тому обґрунтування конструкції агрегату для очищення відпрацьованої оливи є актуальним технічним завданням, спрямованим на вдосконалення експлуатації машинно-тракторного парку в сучасних умовах.

1.2 Основні джерела забруднення відпрацьованої оливи та їх вплив на її властивості

У процесі експлуатації сільськогосподарської техніки олива поступово втрачає свої початкові фізико-хімічні та експлуатаційні властивості (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Зміна властивостей оливи внаслідок забруднення та експлуатації

Показник	Нова олива	Відпрацьована олива
Температура спалаху, °C	253	224
В'язкість при 40 °C, мПа·с	166.0	150.0
В'язкість при 100 °C, мПа·с	47.7	36.8
Температура застигання, °C	-24	-16
Густина, г/см ³	0.7874	0.8610
Вміст води, мл*	0	1
Кислотне число TAN, мг КОН/г	1.570	2.496
Лужне число TBN, мг КОН/г	13.01	12.75
Вміст заліза Fe, мкг/г	21.099	70.33
Вміст міді Cu, мкг/г	9.0	25.13

Наведені в таблиці дані свідчать, що в процесі експлуатації відбувається істотне погіршення основних фізико-хімічних показників оливи. Зокрема, температура спалаху зменшилась з 253 до 224 °C, що вказує на наявність легколетких домішок, насамперед палива. Одночасно з цим спостерігається зниження кінематичної в'язкості: при 40 °C вона зменшилась з 166,0 до 150,0 мПа·с, а при 100 °C - з 47,7 до 36,8 мПа·с. Такі зміни свідчать про розрідження оливи та погіршення її здатності утворювати надійну мастильну плівку на поверхнях тертя.

Водночас густина оливи зросла з 0,7874 до 0,8610 г/см³, а кислотне число TAN підвищилось з 1,570 до 2,496 мг КОН/г. Це є ознакою накопичення продуктів окиснення, смолистих сполук та інших забруднювальних компонентів, що утворюються внаслідок старіння мастильного матеріалу. Підвищення кислотності негативно впливає на антикорозійні властивості оливи та може спричиняти пришвидшене руйнування металевих поверхонь деталей. Одночасно лужне число TBN зменшилось з 13,01 до 12,75 мг КОН/г,

що свідчить про поступове виснаження лужного резерву присадок і зниження здатності оливи нейтралізувати кислотні продукти окиснення.

Окремої уваги заслуговує зростання вмісту води та металів зносу у відпрацьованій оливі. Поява води в пробі підтверджує можливість потрапляння вологи в мастильну систему внаслідок конденсації або порушення герметичності. Вміст заліза збільшився з 21,099 до 70,33 мкг/г, а міді - з 9,0 до 25,13 мкг/г, що є характерною ознакою інтенсивного спрацювання деталей і накопичення в оливі механічних домішок. Це погіршує умови мащення, підвищує абразивний вплив забруднень на пари тертя та знижує надійність роботи техніки.

Отже, аналіз таблиці підтверджує, що відпрацьована олива суттєво відрізняється від нової за комплексом показників. Її забруднення супроводжується зниженням температури спалаху і в'язкості, підвищенням густини, кислотності, вмісту води та металевих частинок. Отримані результати доводять необхідність очищення відпрацьованої оливи перед подальшим використанням, зберіганням або передачею на регенерацію, а також підтверджують доцільність розроблення агрегату для її очищення в умовах сільськогосподарського підприємства.

Для правильного обґрунтування конструкції агрегату для очищення відпрацьованої оливи необхідно встановити основні джерела її забруднення та оцінити їх вплив на робочі властивості (рис.1.1).

Одним із головних джерел забруднення є продукти механічного спрацювання деталей. У двигунах, трансмісіях, редукторах, гідросистемах і підшипникових вузлах під час роботи відбувається поступове зношування поверхонь тертя. Унаслідок цього в оливу потрапляють дрібні металеві частинки, які утворюються в парах тертя. Їхній склад залежить від матеріалу деталей і умов роботи вузла. У мастильному середовищі можуть накопичуватися частинки сталі, чавуну, кольорових металів та їх сплавів. Особливо небезпечними є тверді абразивні частинки, які не лише свідчать про зношування, а й самі прискорюють подальше руйнування поверхонь деталей,

посилюючи абразивний характер тертя. Наявність таких домішок збільшує інтенсивність спрацювання, погіршує умови мащення і знижує надійність роботи агрегатів машин.



Рисунок 1.1 – Основні джерела забруднення оливи

Другим важливим джерелом забруднення є пил і мінеральні частинки, що надходять із зовнішнього середовища. Для сільськогосподарської техніки цей чинник має особливе значення, оскільки трактори, комбайни, обприскувачі, культиватори та інші машини працюють переважно у запиленій атмосфері. Під час виконання польових робіт пил може проникати в системи мащення через сапуни, ущільнення, горловини баків, з'єднання трубопроводів та інші нещільності. Потрапляння мінерального пилу в оливу суттєво погіршує її якість, оскільки частинки ґрунту, кварцу й абразивних мінералів відзначаються високою твердістю. Це призводить до збільшення зносу плунжерних пар, підшипників, шийок валів, зубчастих передач та інших навантажених елементів.

Суттєве значення мають також продукти термічного та окиснювального руйнування самої оливи. Під впливом високих температур, контакту з киснем повітря та каталізуючої дії металевих поверхонь у мастильній рідині поступово відбуваються процеси окиснення. Внаслідок цього утворюються смолисті речовини, органічні кислоти, лакові відкладення та інші продукти старіння. Такі сполуки змінюють колір і запах оливи, підвищують її кислотність, сприяють утворенню осаду та відкладень на поверхнях деталей. Крім того, продукти окиснення можуть погіршувати рухливість оливи, ускладнювати її подачу по каналах системи мащення та погіршувати відведення тепла від навантажених вузлів.

У двигунах внутрішнього згоряння важливим джерелом забруднення відпрацьованої оливи є продукти неповного згоряння палива. Частина газів із камери згоряння проривається в картер через зазори між поршнем, кільцями та гільзою циліндра. Разом із цими газами в оливу потрапляють сажа, смолисті компоненти, оксиди, залишки незгорілого палива та інші домішки. Такі забруднення особливо активно накопичуються за підвищених навантажень, при несправній паливній апаратурі, порушенні режимів роботи двигуна або зношенні циліндро-поршневої групи. Наявність сажі та паливних залишків змінює в'язкість оливи, погіршує її мастильні властивості, сприяє утворенню густих відкладень і прискорює старіння рідини.

Окрему групу становлять водяні домішки. Вода може потрапляти в оливу внаслідок конденсації вологи з повітря, порушення герметичності систем охолодження, зберігання техніки у вологих умовах, різких температурних коливань та тривалих перерв у роботі машин. Для сільськогосподарської техніки цей фактор є досить поширеним, особливо під час міжсезонного зберігання або роботи в умовах підвищеної вологості. Навіть невелика кількість води негативно впливає на експлуатаційні властивості оливи. Вода знижує її мастильну здатність, викликає спінювання, погіршує стабільність присадок, стимулює розвиток корозійних процесів і сприяє утворенню емульсій. За наявності води підвищується небезпека корозійного руйнування

металевих деталей, а також зменшується довговічність фільтрувальних елементів і ущільнень.

Ще одним джерелом погіршення якості відпрацьованої оливи є домішки палива. Потрапляння дизельного палива або бензину в мастильну систему може бути пов'язане з несправністю паливної апаратури, порушенням герметичності форсунок, роботою двигуна на збагачених режимах або неповним згорянням палива. Паливо, змішуючись з оливою, розріджує її, знижує в'язкість і тим самим погіршує здатність формувати міцну мастильну плівку на поверхнях тертя. Це призводить до збільшення інтенсивності спрацювання деталей, підвищення температури в зонах контакту та зменшення захисних властивостей оливи.

У відпрацьованій оливі також накопичуються залишки присадок та продукти їх руйнування. Відомо, що до складу сучасних мастильних матеріалів входять антиокиснювальні, мийні, диспергувальні, протизношувальні, антикорозійні та інші присадки. У процесі експлуатації вони поступово витрачаються, втрачають активність або розкладаються під впливом температури та хімічно активних речовин. Виснаження присадок змінює захисні властивості оливи, внаслідок чого вона гірше протидіє окисненню, корозії, спінюванню та зношуванню деталей. Це означає, що навіть після вилучення механічних домішок відпрацьована олива не повністю відновлює свої первинні характеристики, однак очищення все одно є необхідною технологічною операцією для поліпшення її стану і впорядкування подальшого використання.

Сукупна дія всіх зазначених джерел забруднення призводить до суттєвої зміни основних властивостей оливи. Передусім змінюється її в'язкість, яка є одним із головних показників якості мастильного матеріалу. Залежно від характеру домішок в'язкість може як підвищуватися, так і знижуватися. При накопиченні продуктів окиснення, смол, сажі та механічних домішок олива густішає, а при потраплянні палива, навпаки, розріджується. У будь-якому випадку відхилення в'язкості від нормативного значення негативно впливає на

ефективність мащення. Крім того, зростає кислотне число, погіршуються мийні та диспергувальні властивості, посилюється корозійна активність, знижується стабільність до піноутворення і збільшується кількість осаду.

Особливо небажаним наслідком забруднення є погіршення фільтрувальності відпрацьованої оливи. Наявність великої кількості твердих включень, смолистих часток і водяних емульсій ускладнює процес її очищення, підвищує навантаження на фільтрувальні елементи та знижує пропускну здатність очисного обладнання. Саме тому при проектуванні агрегату для очищення відпрацьованої оливи необхідно враховувати багатокомпонентний характер забруднення і передбачати такі конструктивні рішення, які забезпечать надійне видалення механічних частинок, осаду та частково вологи.

Таким чином, основними джерелами забруднення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки є продукти механічного спрацювання деталей, пил і мінеральні частинки з навколишнього середовища, продукти окиснення і термічного руйнування оливи, сажа та інші продукти згоряння палива, вода, паливні домішки, а також залишки зруйнованих присадок. Їх накопичення призводить до зміни в'язкості, зростання кислотності, утворення осаду, погіршення мастильних і захисних властивостей рідини, підвищення зносу деталей і зниження надійності техніки. З огляду на це очищення відпрацьованої оливи є необхідною умовою впорядкованого поводження з мастильними матеріалами, а встановлення характеру забруднень є важливим етапом обґрунтування конструкції очисного агрегату.

1.3. Аналіз способів очищення відпрацьованої оливи

Ефективність використання відпрацьованої оливи значною мірою залежить від того, наскільки повно з неї вилучаються механічні домішки, вода, продукти окиснення та інші забруднювальні компоненти. У практиці експлуатації машин і технологічного обладнання застосовують декілька

способів очищення відпрацьованої оливи, які відрізняються принципом дії, конструктивною складністю, продуктивністю, енергоємністю та якістю очищення. Вибір конкретного способу повинен враховувати характер забруднення оливи, вимоги до ступеня очищення, умови використання обладнання та економічну доцільність його застосування в господарстві.

Найпростішим способом є відстоювання (рис.1.2). Його суть полягає в тому, що відпрацьовану оливу витримують у спеціальній ємності протягом певного часу, внаслідок чого під дією сили тяжіння більш важкі частинки осідають на дно, а вода та шлам частково відокремлюються від основного об'єму рідини.

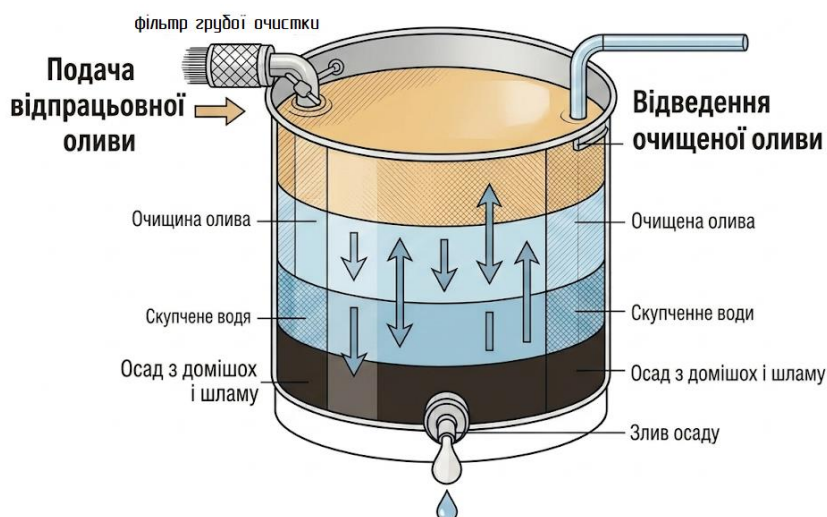


Рисунок 1.2 – Схема способу відстоювання відпрацьованої оливи

Цей спосіб має низку переваг: простоту реалізації, незначні енергетичні витрати, відсутність складного обладнання та можливість застосування безпосередньо в умовах господарства. Однак відстоювання має і суттєві недоліки. Воно потребує значного часу, не забезпечує повного вилучення дрібнодисперсних механічних частинок, малоефективне щодо колоїдних забруднень і практично не усуває продукти хімічного старіння оливи. Тому самостійно цей спосіб не може забезпечити високу якість очищення, хоча часто використовується як попередній етап перед тоншим очищенням.

Широко поширеним є фільтрування (рис.1.3), яке ґрунтується на пропусканні оливи через пористий матеріал або спеціальний фільтрувальний елемент. Під час проходження рідини крізь фільтр тверді частинки затримуються на поверхні або в товщі фільтрувального матеріалу.

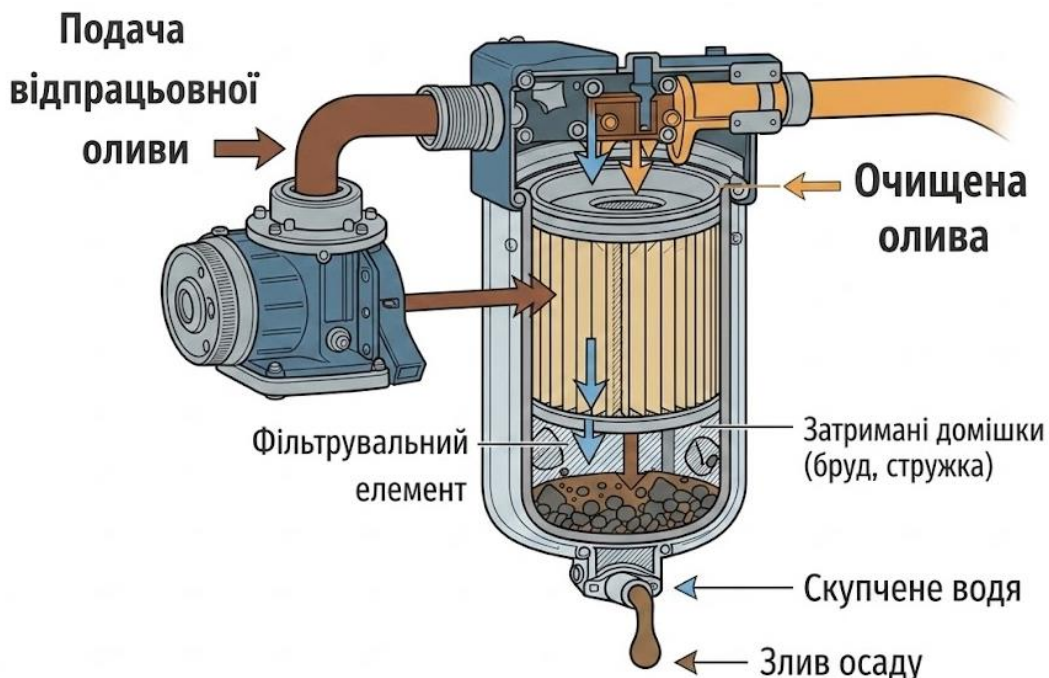


Рисунок 1.3 – Схема фільтрування відпрацьованої оливи

Фільтраційне очищення є одним із найдоцільніших способів для умов аграрного підприємства, оскільки поєднує відносну простоту конструкції обладнання з достатньо високою ефективністю видалення механічних домішок. Залежно від призначення розрізняють грубе, середнє та тонке фільтрування. Грубе очищення забезпечує вилучення великих частинок і шламу, тоді як тонке дозволяє затримувати значно дрібніші забруднення. Перевагами цього способу є безперервність процесу, зручність механізації, можливість компонування з насосом і ємністю, а також порівняно невеликі габарити установки. Разом із тим ефективність фільтрації залежить від властивостей оливи, ступеня її забрудненості, температури, в'язкості та стану самого фільтрувального елемента. При великій кількості осаду фільтри швидко забиваються, що знижує продуктивність і потребує періодичного обслуговування або заміни фільтрувальних матеріалів.

Досить ефективним методом є центрифугування (рис.1.4). Воно базується на розділенні компонентів відпрацьованої оливи під дією відцентрових сил.

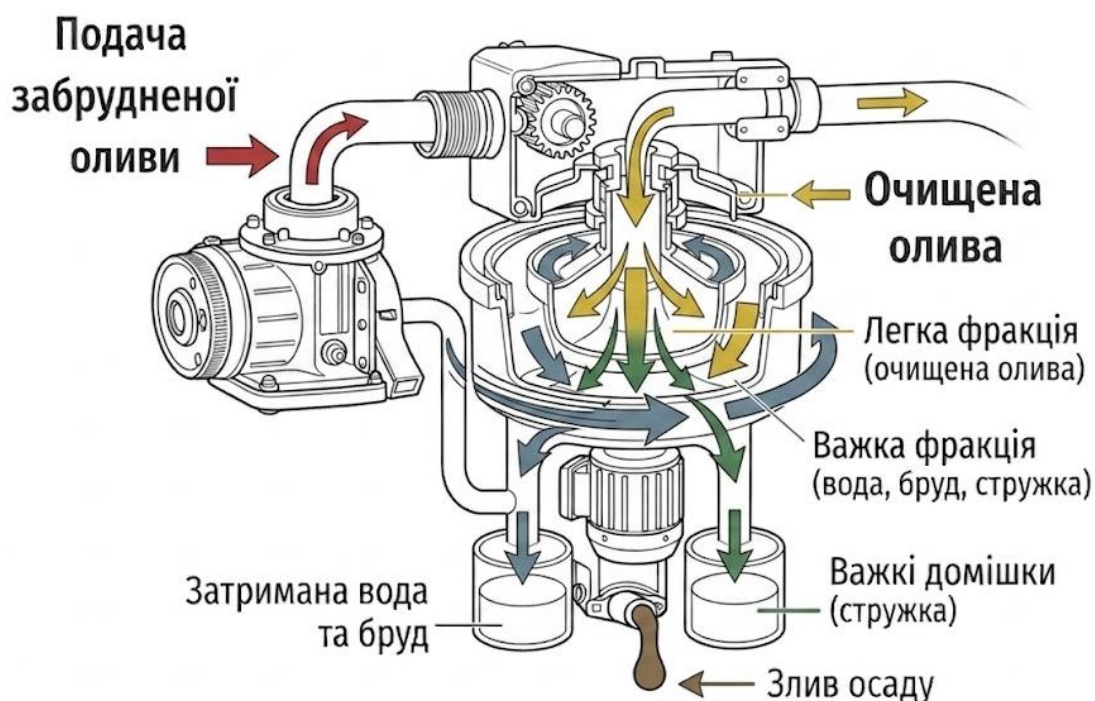


Рисунок 1.4 – Схема центрифугування відпрацьованої оливи

У спеціальному роторі або барабані частинки, густина яких більша за густину оливи, переміщуються до периферії і відокремлюються від рідкої фази. Цей спосіб забезпечує краще вилучення дрібнодисперсних забруднень порівняно з простим відстоюванням і може частково видаляти воду. До переваг центрифугування належать висока інтенсивність процесу, можливість очищення значних об'ємів оливи та відсутність частого забивання, характерного для фільтрів. Проте центрифуги є дорогими, конструктивно складнішими, потребують точного балансування, додаткового привода та більш кваліфікованого обслуговування. Для невеликих сільськогосподарських підприємств використання такого обладнання не завжди є економічно виправданим.

Близьким за призначенням є сепараційний спосіб очищення. Його також застосовують для розділення рідинних і твердих фаз, а в окремих випадках -

для видалення води з оливи. Сепаратори працюють інтенсивніше, ніж звичайні відстійники, і можуть забезпечувати стабільнішу якість очищення. Однак, як і у випадку з центрифугами, їх використання доцільне переважно у великих господарствах або на спеціалізованих пунктах регенерації мастильних матеріалів.

Для видалення вологи та легких фракцій застосовують термічне та вакуумне очищення (рис.1.5). При нагріванні оливи з неї випаровується вода, а також частково вилучаються леткі домішки. Якщо процес відбувається під зниженим тиском, інтенсивність видалення вологи зростає, а температура нагрівання може бути нижчою, що зменшує ризик додаткового термічного руйнування оливи.

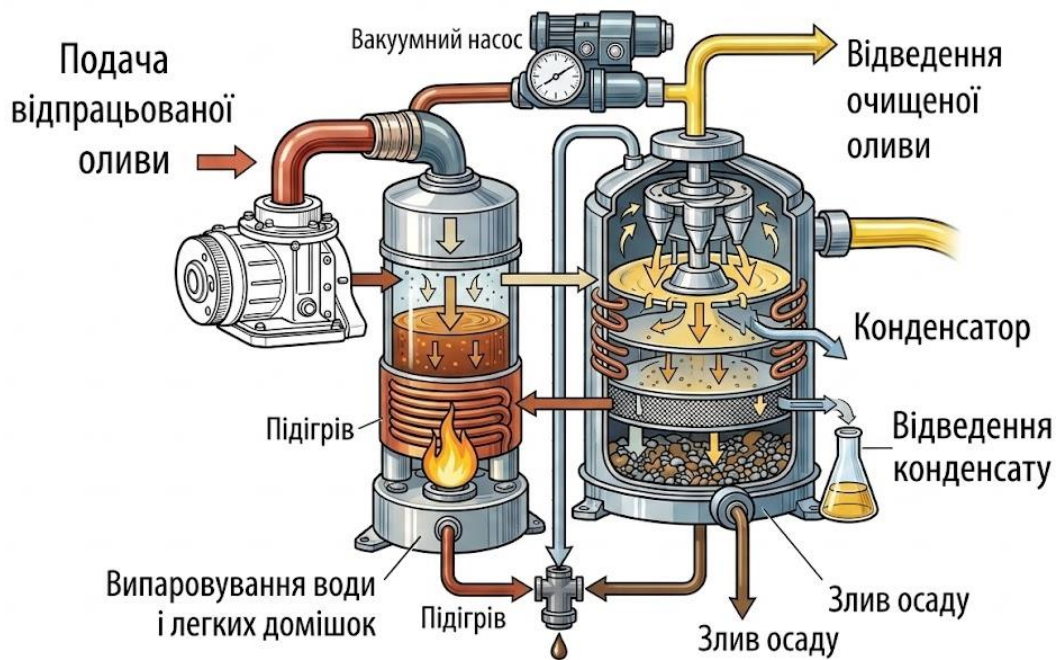


Рисунок 1.5 – Схема термо та вакуумного очищення

Перевагою цього способу є ефективне зневоднення, що особливо важливо у випадках, коли відпрацьована олива тривалий час зберігалася або експлуатувалася в умовах підвищеної вологості. Разом із тим термовакuumні установки є складнішими за конструкцією, потребують герметичних ємностей, вакуумного обладнання, контролю температурного режиму та підвищують енерговитрати. Для господарств із невеликими обсягами відпрацьованої оливи такий спосіб найчастіше є надлишковим.

У практиці регенерації також використовують адсорбційне очищення. Його сутність полягає в тому, що відпрацьовану оливу пропускають через шар речовини-адсорбенту, здатної поглинати смолисті продукти, кислоти, частину фарбувальних сполук та інші домішки. Як адсорбенти можуть застосовуватися активовані глини, силікагель, цеоліти та інші пористі матеріали.



Рисунок 1.6 – Схема адсорбційного очищення

Даний спосіб дозволяє покращити колір і деякі фізико-хімічні показники оливи, однак має ряд недоліків. Передусім це необхідність періодичної заміни або регенерації адсорбенту, ускладнення конструкції агрегату та поява додаткових витратних матеріалів. Для виробничих умов сільськогосподарського підприємства такий спосіб частіше має допоміжний, а не основний характер.

Окрему групу становлять хімічні способи очищення, при яких до відпрацьованої оливи додають реагенти, що сприяють коагуляції, нейтралізації кислотних сполук або осадженню забруднень. Хімічна обробка може забезпечувати досить глибоке очищення, проте вона пов'язана з використанням спеціальних речовин, потребою суворого дотримання технологічного режиму, складністю утилізації утворених осадів і підвищеними вимогами до безпеки. Саме тому такі методи характерні переважно для промислових підприємств або спеціалізованих регенераційних

комплексів, а для умов ремонтної майстерні аграрного підприємства вони практично не застосовуються.

У ряді випадків для очищення мастильних матеріалів використовують комбіновані способи (рис. 1.7), коли поєднуються два або більше методів. Наприклад, спочатку оливу відстоюють, далі підігривають для зниження в'язкості та полегшення видалення вологи, після чого пропускають через фільтрувальний вузол. Саме комбіноване очищення вважається найбільш раціональним, оскільки дозволяє послідовно усувати різні види забруднень. Попереднє відстоювання зменшує навантаження на фільтр, нагрівання покращує текучість оливи, а фільтрація забезпечує основний ступінь вилучення механічних домішок. За потреби така схема може бути доповнена ще й сепараційним або адсорбційним блоком, але це вже залежить від вимог до кінцевої якості очищення.

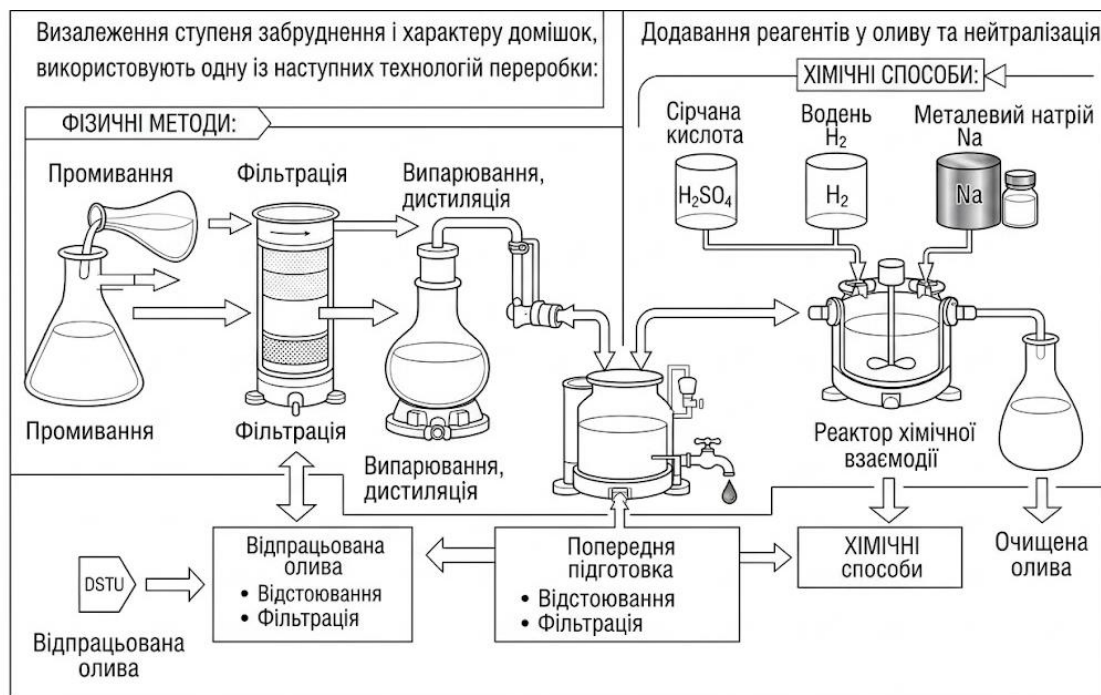


Рисунок 1.7 – Схема фізико-хімічного очищення

Порівнюючи розглянуті способи, слід зазначити, що для умов сільськогосподарського підприємства важливими є не тільки якість очищення, а й простота конструкції, надійність, ремонтпридатність, невисока вартість виготовлення та обслуговування, компактність і зручність використання. Саме з цих позицій найбільш доцільним є застосування агрегату, в якому

реалізовано поєднання відстоювання та фільтрації. Така схема не потребує складного високошвидкісного або вакуумного обладнання, може бути виконана на базі доступних вузлів, забезпечує достатню продуктивність і дозволяє одержати прийнятний ступінь очищення відпрацьованої оливи від механічних домішок та осаду. Крім того, вона краще відповідає умовам майстерень і пунктів технічного забезпечення господарств, де основною вимогою є технологічна простота й практична придатність.

Отже, аналіз існуючих способів очищення відпрацьованої оливи показує, що кожен із них має свої переваги та обмеження. Відстоювання відзначається простотою, але низькою інтенсивністю процесу; фільтрування є доступним і ефективним щодо механічних домішок; центрифугування та сепарація забезпечують глибше очищення, але ускладнюють конструкцію агрегату; термічні та вакуумні методи добре видаляють вологу, однак потребують більших енергетичних витрат; адсорбційні та хімічні способи дають високий ефект, проте малоприматні для звичайних виробничих умов агропідприємства. З урахуванням цього як найбільш раціональний напрям для подальшого конструкторського опрацювання доцільно розглядати комбінований агрегат, що поєднує відстоювання, можливе попереднє підігрівання та фільтраційне очищення відпрацьованої оливи.

1.4 Аналіз переваг і недоліків існуючих технічних рішень

Проведений огляд існуючих конструкцій агрегатів і установок для очищення відпрацьованої оливи показує, що кожне технічне рішення має певну сферу доцільного застосування. Вибір конструкції визначається не лише ступенем очищення, а й умовами експлуатації, вартістю виготовлення, складністю обслуговування, продуктивністю та можливістю використання в умовах сільськогосподарського підприємства. Саме тому при виборі базової схеми для подальшого конструкторського опрацювання необхідно

враховувати не окремі переваги тієї чи іншої установки, а сукупність її техніко-експлуатаційних показників.

Відстійні установки є найбільш простими за конструкцією і не потребують складного привода, енергомісткого обладнання чи дорогих комплектувальних елементів. Вони зручні тим, що забезпечують попереднє освітлення відпрацьованої оливи та часткове видалення важких механічних домішок і води. Проте їх головним недоліком є низька інтенсивність процесу, через що для досягнення прийнятного результату необхідний значний час. Крім того, такі установки не забезпечують достатнього вилучення дрібнодисперсних частинок, тому як самостійне технічне рішення вони малоефективні.

Насосно-фільтрувальні агрегати характеризуються більшою продуктивністю та вищою якістю очищення порівняно з простими відстійниками. Вони дозволяють механізувати процес подачі відпрацьованої оливи, зменшити трудомісткість робіт і забезпечити компактне компонування основних вузлів. Разом із тим такі агрегати мають і слабкі сторони. Основна проблема полягає в поступовому засміченні фільтрувальних елементів, що призводить до зниження пропускної здатності та необхідності їх регулярного очищення або заміни. Незважаючи на це, саме даний тип конструкцій є одним із найбільш придатних для використання в умовах ремонтної майстерні агропідприємства.

Комбіновані відстійно-фільтраційні агрегати мають суттєву перевагу над окремими відстійними або лише фільтраційними установками. Завдяки попередньому відстоюванню значна частина грубих домішок і води видаляється ще до надходження рідини на фільтрувальні елементи. Це зменшує навантаження на фільтр, підвищує стабільність роботи агрегату та подовжує термін служби фільтрувальних елементів. Такі конструкції поєднують достатню ефективність очищення з відносною простотою, що робить їх найбільш збалансованими з точки зору практичного застосування. Їх

недоліком можна вважати деяке ускладнення компоновки порівняно з найпростішими схемами, однак це ускладнення є виправданим.

Центрифужні установки забезпечують більш інтенсивне вилучення дрібних механічних домішок і частини вологи, що є їх безумовною перевагою. Водночас вони характеризуються складнішою конструкцією, наявністю високошвидкісного ротора, підвищеними вимогами до точності виготовлення, балансування та технічного обслуговування. Крім того, такі установки мають вищу вартість і більшу енергоємність. З огляду на це їх застосування в умовах звичайного сільськогосподарського підприємства не завжди є обґрунтованим.

Термовакuumні установки є ефективними насамперед у тих випадках, коли необхідно видалити з відпрацьованої оливи воду та легкі леткі домішки. Вони забезпечують глибше очищення, проте відзначаються складною будовою, потребують герметичної системи, нагрівальних елементів, вакуумного насоса і відповідних засобів контролю параметрів процесу. Це істотно підвищує вартість таких установок та ускладнює їх експлуатацію. Для невеликих господарств або майстерень такі технічні рішення, як правило, є надлишковими.

Адсорбційні та фізико-хімічні установки дозволяють досягати високого ступеня доочищення, але вони є найбільш складними з точки зору організації процесу. Необхідність використання реагентів, адсорбентів, додаткових ємностей, змішувальних або реакційних вузлів значно ускладнює як конструкцію, так і експлуатацію подібних систем. Для аграрних підприємств такі рішення мають обмежене практичне значення, оскільки потребують підвищених витрат і більш складного технологічного супроводу.

Аналіз наведених технічних рішень свідчить, що для умов сільськогосподарського підприємства найбільш раціональним є агрегат комбінованого типу, у якому поєднуються попереднє відстоювання та подальше фільтраційне очищення. Саме така схема забезпечує прийнятний ступінь очищення відпрацьованої оливи, відносну простоту конструкції, доступність виготовлення, надійність в експлуатації та помірні витрати на

технічне обслуговування. У порівнянні зі складнішими центрифужними, термовакuumними або фізико-хімічними системами комбінований агрегат краще відповідає виробничим умовам аграрного сектору, де важливими є не лише технологічні показники, а й економічна доцільність, ремонтпридатність та зручність використання.

Отже, проведений аналіз переваг і недоліків існуючих технічних рішень дозволяє зробити висновок, що при подальшому обґрунтуванні конструкції агрегату доцільно орієнтуватися на ємнісно-насосно-фільтраційну схему. Таке рішення є найбільш придатним для очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки в умовах агропідприємства, оскільки поєднує конструктивну простоту, достатню продуктивність, зручність експлуатації та належну якість очищення.

Висновки

1. Установлено, що для очищення відпрацьованої оливи можуть застосовуватися різні способи: відстоювання, фільтрування, центрифугування, термічне, вакуумне, адсорбційне та фізико-хімічне очищення. Кожен із цих способів має свої переваги та недоліки, однак не всі вони є однаково доцільними для використання в умовах сільськогосподарського підприємства.
2. Найпростішими є відстійні установки, найбільш доступними та поширеними - насосно-фільтрувальні агрегати, а найбільш складними та дорогими - центрифужні, термовакuumні й фізико-хімічні системи.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ АГРЕГАТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ОЛИВИ

2.1 Технологічні вимоги до процесу очищення відпрацьованої оливи

Процес очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки повинен забезпечувати видалення з неї механічних домішок, продуктів зношування, пилу, шламу та інших забруднювальних включень, що накопичуються під час експлуатації машин. Умови агропідприємства вимагають, щоб таке очищення здійснювалося за допомогою відносно простого, надійного та зручного в обслуговуванні обладнання, яке не потребує складної технологічної підготовки та значних експлуатаційних витрат.

Оскільки відпрацьована олива є в'язким середовищем, агрегат повинен забезпечувати її стале транспортування трубопроводами без істотних втрат тиску, без підсмоктування повітря та без порушення герметичності системи. Подавання рідини має бути рівномірним, а режим роботи насосного вузла повинен відповідати властивостям оливи, щоб не викликати надмірного спінювання або гідравлічних перевантажень.

Важливою вимогою є поєднання в одному агрегаті кількох функцій: приймання відпрацьованої оливи, її накопичення, подачі на очищення та видачі після проходження через фільтрувальний вузол. Такий підхід дозволяє спростити організацію технологічного процесу в майстерні або на машинному дворі, зменшити кількість допоміжних операцій і підвищити зручність використання установки.

Необхідною умовою є достатній ступінь очищення оливи від твердих включень. У більшості випадків для виробничих потреб агропідприємства найважливішим є саме видалення механічних домішок, які погіршують умови подальшого зберігання, перекачування або використання оливи. Тому процес очищення повинен бути орієнтований насамперед на надійну фільтрацію забруднень.

Конструкція агрегату має забезпечувати безпечну експлуатацію. Для цього система повинна бути герметичною, мати надійні з'єднання, запірну арматуру, можливість контролю тиску та зручний доступ до вузлів, що потребують періодичного обслуговування. Важливо також передбачити

можливість видалення осаду й спорожнення окремих елементів системи без розбирання всієї установки.

З огляду на умови використання в аграрному виробництві агрегат повинен бути компактним, стійким, достатньо простим у виготовленні та ремонтпридатним. Його компоновка має забезпечувати раціональне розміщення основних вузлів, мінімальну довжину трубопроводів, зручність роботи оператора та можливість розміщення в межах ремонтної ділянки.

Отже, до основних технологічних вимог до процесу очищення відпрацьованої оливи належать: достатня якість очищення від механічних домішок, стійка робота з в'язкою рідиною, герметичність системи, поєднання функцій накопичення та очищення в одному агрегаті, безпечність експлуатації, простота обслуговування, компактність і придатність до використання в умовах сільськогосподарського підприємства.

2.2 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми агрегату

Конструктивно-технологічна схема агрегату наведена на рисунку 2.1.

Основою агрегату є горизонтальна циліндрична ємність. Її застосування є доцільним з кількох причин. По-перше, вона забезпечує достатній об'єм для накопичення робочого запасу відпрацьованої оливи. По-друге, горизонтальне розміщення резервуара дозволяє отримати стійку компоновку за порівняно невеликої висоти агрегату. По-третє, така форма корпусу є технологічно зручною у виготовленні, монтажі та обслуговуванні.

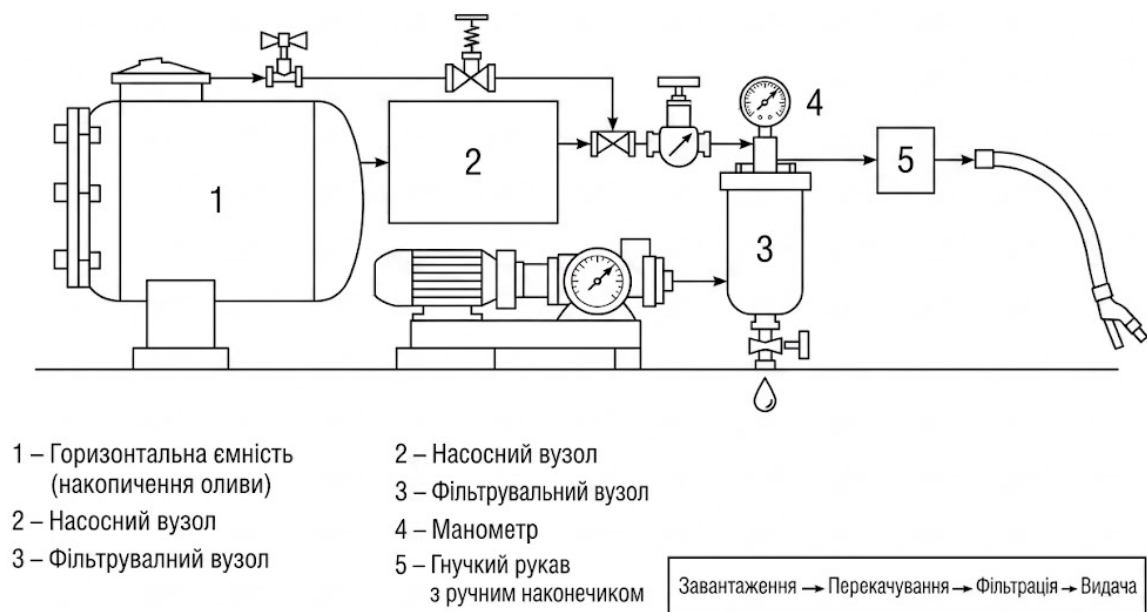


Рисунок 2.1 – Технологічна схема агрегату

Для транспортування оливи в системі прийнято насосний спосіб подачі. Це дає змогу забезпечити примусовий рух рідини через фільтрувальний вузол, підвищити продуктивність процесу та скоротити тривалість очищення. Використання електропривода є логічним і технічно виправданим, оскільки він забезпечує стабільний режим роботи насоса, простоту керування та зручність експлуатації в умовах майстерні.

Основним робочим процесом очищення в агрегаті є фільтрація. Саме фільтрувальний вузол забезпечує вилучення з відпрацьованої оливи твердих механічних домішок, що є найважливішим завданням для обраної конструкції. Включення фільтра в напірну магістраль після насоса дозволяє використати створюваний тиск для проходження рідини через фільтрувальний елемент і тим самим забезпечити стабільну роботу системи.

У схемі передбачено контроль параметрів роботи. Для цього встановлено манометр, який дає змогу контролювати тиск у магістралі та своєчасно оцінювати стан фільтрувального вузла. Наявність запірної арматури дозволяє керувати потоком оливи, виконувати запуск і зупинку агрегату, а також обслуговувати окремі елементи системи.

Особливістю прийнятої конструктивно-технологічної схеми є наявність удосконаленого вузла видачі очищеної оливи, виконаного у вигляді ручного наконечника-розпилювача. У традиційних схемах після очищення рідина часто подається через звичайний шланг або простий випускний наконечник, що призводить до розливання оливи, втрат рідини та незручності під час роботи. Запропонований ручний наконечник-розпилювач дозволяє оператору спрямовано подавати очищену оливу, регулювати характер її виходу та швидко припиняти подачу. Саме цей вузол є основним напрямом конструктивного удосконалення агрегату.

Таким чином, прийнята схема включає горизонтальну ємність, насосний вузол з електроприводом, фільтрувальний вузол, систему трубопроводів, контрольно-вимірювальні елементи, запірну арматуру та ручний наконечник-розпилювач. Таке технічне рішення є компактним, функціонально завершеним і придатним до використання в умовах майстерні або машинного двору агропідприємства.

Принцип роботи агрегату є таким. Спочатку відпрацьована олива завантажується в горизонтальну ємність. Після ввімкнення електродвигуна насос забирає рідину з резервуара та подає її через фільтрувальний вузол. У процесі проходження через фільтр із оливи вилучаються механічні домішки. Далі очищена рідина через трубопровід і гнучкий рукав подається до ручного наконечника-розпилювача, за допомогою якого оператор виконує її видачу в приймальну тару або до місця подальшого використання. Під час роботи контролюють тиск у системі, а при необхідності здійснюють обслуговування фільтра та арматури. Осад і залишки забруднень видаляються через передбачені для цього зливні елементи.

Отже, будова агрегату забезпечує просте поєднання операцій накопичення, перекачування, очищення і видачі відпрацьованої оливи, а введення до складу конструкції ручного наконечника-розпилювача дозволяє розглядати вихідний вузол подачі як основний напрям конструктивного удосконалення.

2.3 Обґрунтування основних конструктивних параметрів агрегату

До основних конструктивних параметрів агрегату для очищення відпрацьованої оливи належать місткість і геометричні розміри накопичувальної ємності, параметри насосного вузла, характеристики фільтрувального блока, діаметри трубопроводів, а також конструктивні параметри вузла видачі очищеної оливи, виконаного у вигляді ручного наконечника-розпилювача. Саме від правильного вибору цих параметрів залежать продуктивність агрегату, стійкість його роботи, якість очищення, зручність експлуатації та можливість використання установки в умовах ремонтної майстерні сільськогосподарського підприємства.

Першочергово обґрунтовують параметри накопичувальної ємності, оскільки вона є базовим вузлом усієї конструкції. Її об'єм повинен бути достатнім для приймання певної партії відпрацьованої оливи, яка утворюється під час технічного обслуговування тракторів, комбайнів, автомобілів та іншої техніки. Якщо місткість ємності буде занадто малою, агрегат доведеться часто спорожнювати або повторно запускати цикл очищення, що знизить продуктивність і збільшить трудомісткість робіт. Якщо ж ємність буде надто великою, це призведе до збільшення маси, габаритів, матеріаломісткості та вартості агрегату. Отже, місткість ємності повинна визначатися з умови забезпечення раціонального співвідношення між запасом оливи, продуктивністю очищення і допустимими габаритами установки.

Для визначення геометричного об'єму циліндричної частини резервуара використовують залежність:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L, \quad (2.1)$$

де V - об'єм циліндричної частини ємності, м^3 ;

D - її внутрішній діаметр, м ;

L - довжина циліндричної частини, м .

Із (2.1) видно, що об'єм ємності збільшується як зі зростанням діаметра, так і зі зростанням довжини, однак вплив діаметра є сильнішим, оскільки він входить у формулу у квадраті. Це означає, що навіть порівняно невелике збільшення діаметра істотно підвищує об'єм резервуара, але одночасно призводить до збільшення висоти агрегату, навантаження на опори та маси корпусу. Збільшення довжини ємності також підвищує її місткість, проте надмірне видовження резервуара може погіршувати жорсткість конструкції та ускладнювати розміщення агрегату в межах виробничої ділянки. Саме тому при проектуванні доцільно прагнути не до максимального збільшення одного з параметрів, а до раціонального співвідношення між діаметром і довжиною.

Горизонтальне розташування ємності є конструктивно доцільним з кількох причин. По-перше, воно забезпечує кращу стійкість агрегату порівняно з високою вертикальною ємністю. По-друге, така компоновка дозволяє розмістити насосний вузол поруч із резервуаром на невеликій висоті, що поліпшує умови забору в'язкої рідини. По-третє, горизонтальна ємність зручніша з точки зору обслуговування, оскільки люки, патрубки, зливні елементи та допоміжна арматура можуть бути розміщені в доступних зонах. У зв'язку з цим для проектного агрегату саме горизонтальна компоновка резервуара є найбільш обґрунтованою.

Під час вибору параметрів ємності необхідно враховувати навантаження, яке вона створює на опори й основу. Маса заповненої ємності визначається за формулою

$$m = \rho \cdot V \quad (2.2)$$

де m - маса оливи, кг; ρ - густина відпрацьованої оливи, кг/м³; V - об'єм рідини, м³.

Отже, зі збільшенням об'єму резервуара прямо зростає і маса рідини, яку він містить. Саме тому вибір місткості ємності безпосередньо пов'язаний із міцністю корпусу, типом опор та площею їх опорних елементів. Для агрегату, що працює у стаціонарних умовах, опорна система повинна забезпечувати

надійне сприйняття навантаження як від власної маси корпусу, так і від маси оливи.

Наступною важливою групою параметрів є параметри насосного вузла. Насос у складі агрегату виконує функцію примусової подачі відпрацьованої оливи з ємності до фільтрувального блока. Його продуктивність повинна визначатися з урахуванням потрібного часу очищення певного об'єму рідини. У загальному вигляді подачу насоса можна оцінити за формулою:

$$Q = \frac{V}{\tau}, \quad (2.3)$$

де Q - подача насоса, м³/год;

V - об'єм оливи, який необхідно очистити, м³;

τ - допустима тривалість процесу очищення, год.

Із (2.3) випливає, що зі зменшенням допустимого часу очищення необхідна подача насоса зростає. Проте надмірне збільшення подачі не завжди є позитивним, оскільки воно викликає зростання швидкості руху оливи, підвищення гідравлічного опору системи та більш інтенсивне засмічення фільтрувального елемента. Таким чином, подача насоса повинна бути не максимальною, а раціональною - достатньою для потрібної продуктивності, але узгодженою з можливостями фільтрувального вузла.

При проектуванні насосного вузла доцільно враховувати в'язкість відпрацьованої оливи. Порівняно з водою вона створює більший опір під час перекачування, тому насос повинен забезпечувати стабільну подачу без кавітаційних явищ, зриву потоку та надмірного навантаження на електродвигун. Саме з цієї причини для роботи з мастильними матеріалами найчастіше обирають насоси об'ємного типу, зокрема шестеренні. Вони краще пристосовані до перекачування в'язких рідин, забезпечують рівномірну подачу та є конструктивно простими.

Важливим параметром насосного вузла є також необхідний напір або робочий тиск у системі. Він повинен бути достатнім для подолання гідравлічного опору трубопроводів, фільтра, запірної арматури та вихідного

наконечника. Водночас надмірний тиск є небажаним, оскільки призводить до ускладнення конструкції, підвищення вимог до герметичності та зростання енерговитрат. Потужність, яку необхідно передати рідині, у спрощеному вигляді визначають за залежністю:

$$N = \frac{Q \cdot p}{\eta}, \quad (2.4)$$

де N - потужність привода, Вт;

Q - подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

p - робочий тиск, Па;

η - коефіцієнт корисної дії насосного вузла.

З (2.4) видно, що зі збільшенням подачі або тиску потрібна потужність привода зростає. Отже, параметри насоса і електродвигуна повинні визначатися спільно, а не окремо.

Окремого обґрунтування потребують параметри фільтрувального вузла. Саме він забезпечує основне очищення відпрацьованої оливи від механічних домішок. Під час вибору конструкції фільтра слід враховувати, що занадто мала площа фільтрувальної поверхні призводить до швидкого зростання опору потоку, а надто велика - до необґрунтованого збільшення габаритів і вартості вузла. Тому площа фільтрувального елемента повинна визначатися з умови забезпечення необхідної пропускної здатності при допустимій швидкості фільтрації. У загальному випадку це можна подати:

$$F = \frac{Q}{v_{\phi}} \quad (2.6)$$

де F - необхідна площа фільтрувальної поверхні, м^2 ;

Q - витрата оливи, $\text{м}^3/\text{с}$;

v_{ϕ} - допустима швидкість проходження рідини через фільтрувальний матеріал, $\text{м}/\text{с}$.

Отже, площа фільтрувального елемента безпосередньо залежить від подачі насоса. Чим вищою є витрата оливи, тим більшою повинна бути поверхня фільтрування. Крім того, на вибір фільтра впливає тонкість

очищення. Якщо орієнтуватися лише на грубі домішки, достатньо більших прохідних каналів фільтрувального матеріалу. Якщо ж потрібно видаляти дрібніші частинки, тонкість очищення повинна бути вищою, але це зумовить зростання гідравлічного опору. Саме тому при обґрунтуванні фільтрувального вузла необхідно враховувати баланс між якістю очищення та стабільністю роботи системи.

Не менш важливими є параметри трубопроводів. Їх діаметри визначають з умови пропускання заданої витрати рідини за допустимої швидкості руху. Розрахунковий діаметр трубопроводу можна оцінити за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (2.6)$$

де d - внутрішній діаметр трубопроводу, м; Q - витрата рідини, м³/с;
 v - допустима середня швидкість руху оливи, м/с.

Якщо діаметр трубопроводу буде недостатнім, швидкість потоку зросте, що спричинить збільшення втрат тиску й навантаження на насос. Якщо ж діаметр буде надмірно великим, це призведе до збільшення маси, вартості та незручності компонування системи. Отже, діаметри всмоктувальної і напірної магістралей повинні визначатися розрахунком, виходячи з подачі насоса й допустимих швидкостей руху в'язкої рідини. При цьому для всмоктувальної лінії доцільно забезпечувати меншу швидкість руху, ніж для напірної, оскільки це поліпшує умови забору рідини насосом.

Суттєвим параметром є довжина гнучкого рукава. Вона повинна забезпечувати зручність роботи оператора, тобто можливість подавання очищеної оливи в тару або до місця використання без переміщення всього агрегату. Однак надмірне збільшення довжини рукава є недоцільним, оскільки це призведе до зростання втрат тиску і погіршення умов подачі рідини. Отже, довжину рукава визначають з урахуванням робочої зони обслуговування, допустимого опору потоку і зручності користування агрегатом.

Особливої уваги потребує обґрунтування параметрів удосконаленого вузла видачі очищеної оливи - ручного наконечника-розпилювача. Саме цей вузол є основним напрямом конструктивного удосконалення у даній роботі. На відміну від звичайного відкритого кінця шланга, наконечник-розпилювач повинен забезпечувати керовану подачу рідини, надійне перекривання потоку, зменшення втрат оливи та підвищення зручності роботи оператора.

До основних параметрів ручного наконечника належать довжина корпусу, діаметр прохідного каналу, розміри запірної елементи, площа прохідного перерізу та діаметр вихідного отвору. Вони повинні забезпечувати вільне проходження очищеної оливи без надмірного гідравлічного опору, але водночас давати змогу формувати керований потік. Якщо вихідний отвір буде надто малим, зросте опір і знизиться продуктивність вузла. Якщо він буде надто великим, подача рідини стане менш керованою, а втрати під час видачі можуть зрости. Отже, параметри наконечника повинні визначатися не довільно, а з урахуванням витрати рідини, робочого тиску та зручності користування.

Пропускна здатність вихідного отвору наконечника в загальному вигляді можна оцінити за залежністю:

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (2.7)$$

μ - коефіцієнт витрати;

A - площа вихідного отвору, м^2 ;

Δp - перепад тиску на виході, Па ;

ρ - густина рідини, $\text{кг}/\text{м}^3$.

З наведеної залежності випливає, що витрата через наконечник залежить як від площі прохідного перерізу, так і від перепаду тиску. Саме тому при проектуванні цього вузла потрібно узгодити між собою параметри насоса, діаметри трубопроводів і розміри вихідного каналу наконечника.

Крім гідравлічних параметрів, для ручного наконечника-розпилювача важливе значення мають ергономічні параметри. Його довжина, форма корпусу, розташування органа керування та спосіб приєднання до рукава повинні забезпечувати зручне утримання, надійну роботу й мінімальне стомлення оператора. Отже, вдосконалення даного вузла слід розглядати не лише як зміну геометричних розмірів, а й як підвищення функціональності та зручності використання агрегату в цілому.

Таким чином, обґрунтування основних конструктивних параметрів агрегату полягає у визначенні тих розмірів і характеристик, які забезпечують раціональне поєднання місткості ємності, продуктивності насоса, ефективності фільтрації, допустимих гідравлічних втрат та зручності видачі очищеної оливи.

Висновки

Будова агрегату забезпечує просте поєднання операцій накопичення, перекачування, очищення і видачі відпрацьованої оливи, а введення до складу конструкції ручного наконечника-розпилювача дозволяє розглядати вихідний вузол подачі як основний напрям конструктивного удосконалення.

3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для виконання конструкторського розрахунку агрегату для очищення відпрацьованої оливи приймаємо такі вихідні дані, які відповідають умовам використання установки в ремонтній майстерні сільськогосподарського підприємства: об'єм відпрацьованої оливи, що підлягає очищенню за один цикл $V_p=2,0 \text{ м}^3$; коефіцієнт заповнення ємності $\varphi=0,8$; густина відпрацьованої оливи $\rho=900 \text{ кг/м}^3$; кінематична в'язкість оливи при розрахунковій температурі $\nu=50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; допустима тривалість очищення однієї партії оливи $\tau=1,0 \text{ год}$; допустима тонкість очищення фільтра $\delta_f=25 \dots 40 \text{ мкм}$.

Для гідравлічного розрахунку додатково приймаємо: довжина всмоктувальної магістралі $L_1=1,2 \text{ м}$; довжина напірного трубопроводу до фільтра $L_2=1,8 \text{ м}$; довжина гнучкого рукава $L_3=2,0 \text{ м}$; коефіцієнт корисної дії насоса $\eta_n=0,72$; коефіцієнт корисної дії привода $\eta_{пр}=0,95$; коефіцієнт витрати для ручного наконечника-розпилювача $\mu=0,62$.

3.1 Визначення об'єму та основних розмірів ємності

Геометричний об'єм ємності повинен бути більшим за корисний об'єм очищуваної оливи, оскільки резервуар не заповнюється повністю. Необхідний геометричний об'єм визначаємо за формулою:

$$V_r = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{2,0}{0,8} = 2,5 \text{ м}^3$$

де V_r - геометричний об'єм ємності, м^3 ;

φ - коефіцієнт заповнення.

Для проектного агрегату приймаємо горизонтальну циліндричну ємність. Об'єм її циліндричної частини визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L$$

Для горизонтальних технологічних ємностей доцільно приймати співвідношення $\lambda=L/D=1,6\dots1,8$.

Для розрахунку приймаємо $\lambda=1,65$.

Тоді

$$L=\lambda D.$$

Звідси внутрішній діаметр ємності:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V_r}{\pi\lambda}}.$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 1,65}} = \sqrt[3]{1,93} \approx 1,245 \text{ м}$$

Отже, приймаємо довжину циліндричної частини $L=2,05 \text{ м}=2050 \text{ мм}$.

Масу оливи в повністю заповненій ємності визначаємо:

$$m=900 \cdot 2,5=2250 \text{ кг}$$

Оскільки резервуар працює практично при атмосферному тиску, товщину його стінки доцільно прийняти конструктивно. Для зварної ємності такого діаметра приймаємо: товщину обичайки $s_{об}=4 \text{ мм}$, товщину днищ $s_{дн}=5 \text{ мм}$.

Перевіримо обичайку на дію гідростатичного тиску. Максимальний тиск на нижньому рівні резервуара:

$$p_r = \rho g H$$

де H - висота стовпа рідини, м.

Для горизонтальної ємності приймаємо $H \approx D=1,25 \text{ м}$.

Тоді $p_r=900 \cdot 9,81 \cdot 1,25=11036 \text{ Па}=0,011 \text{ МПа}$.

Окружне напруження в обичайці:

$$\sigma = \frac{p_r D}{2s_{об}} = \frac{11036 \cdot 1,25}{2 \cdot 0,004} = 1,72 \text{ МПа}.$$

Одержане значення значно менше допустимого для сталі Ст3, отже прийнята товщина стінки є достатньою.

3.2 Визначення фільтрувального вузла

Фільтрувальний вузол повинен забезпечувати проходження всієї витрати оливи при допустимій швидкості фільтрації та потрібній тонкості очищення. Необхідну площу фільтрувальної поверхні визначаємо за формулою:

$$F = \frac{Q_c}{v_\phi} = \frac{0,000556}{0,002} = 0,278 \text{ м}^2$$

Для забезпечення такої площі доцільно використати циліндричний складчастий фільтрувальний елемент. Реальна площа такого елемента може бути визначена за формулою

$$F_\phi = \pi d_\phi h_\phi \psi$$

де d_ϕ - середній діаметр фільтрувального елемента, м; h_ϕ - робоча висота елемента, м; ψ - коефіцієнт збільшення площі за рахунок складчастості.

Приймаємо $d_\phi=0,11$ м, $h_\phi=0,27$ м, , $\psi=3$.

Тоді

$$F_\phi = 3,14 \cdot 0,11 \cdot 0,27 \cdot 3 = 0,28 \text{ м}^2$$

Отримана площа практично збігається з необхідною, тому для проєктованого агрегату можна прийняти фільтр із такими орієнтовними розмірами: внутрішній діаметр корпусу фільтра $D_{\text{кф}}=160$ мм; робоча висота корпусу $H_{\text{кф}}=400$ мм; тонкість очищення $\delta_\phi=25\dots40$ мкм.

Для подальшого гідравлічного розрахунку перепад тиску на чистому фільтрі приймаємо $\Delta p_\phi=0,09$ МПа.

3.3 Розрахунок діаметрів трубопроводів

Діаметри трубопроводів визначають з умови пропускання заданої витрати при допустимих швидкостях руху в'язкої рідини. Розрахунковий діаметр визначаємо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_c}{\pi v}},$$

де d - внутрішній діаметр трубопроводу, м; v - допустима швидкість руху рідини, м/с.

Для всмоктувальної магістралі приймаємо $v_1=0,8$ м/с.

Тоді

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 0,8}} = 0,0298 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_1=32$ мм, для напірного трубопроводу приймаємо $v_2=1,2$ м/с.

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,0243 \text{ м}$$

Приймаємо $d_2=25$ мм. Для гнучкого рукава допускаємо вищу швидкість руху рідини $v_3=1,8$ м/с.

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 1,8}} = 0,0198 \text{ м.}$$

Приймаємо $d_3=20$ мм.

Перевіримо фактичні швидкості для прийнятих діаметрів. Вони визначаються за формулою:

$$v = \frac{4Q_c}{\pi d^2}.$$

Для всмоктувальної лінії:

$$v_{1\phi} = \frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 0,032^2} = 0,69 \text{ м/с}$$

Для напірної лінії:

$$v_{2\phi} = \frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 0,025^2} = 1,13 \text{ м/с}$$

Для гнучкого рукава:

$$v_{3\phi} = \frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 0,020^2} = 1,77 \text{ м/с}$$

Отримані значення є допустимими для системи перекачування відпрацьованої оливи.

3.4 Гідравлічний розрахунок системи та вибір насоса

Для визначення втрат напору спочатку обчислюємо числа Рейнольдса в основних ділянках системи:

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

Для всмоктувальної лінії:

$$Re_1 = \frac{0,69 \cdot 0,032}{50 \cdot 10^{-6}} = 442$$

Для напірної лінії:

$$Re_2 = \frac{1,13 \cdot 0,025}{50 \cdot 10^{-6}} = 565$$

Для гнучкого рукава:

$$Re_3 = \frac{1,77 \cdot 0,020}{50 \cdot 10^{-6}} = 708$$

Режим руху рідини є ламінарним або близьким до перехідного, тому коефіцієнти тертя визначаємо за формулою:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Звідси:

$$\lambda_1 = \frac{64}{442} = 0,145;$$

$$\lambda_2 = \frac{64}{565} = 0,113;$$

$$\lambda_3 = \frac{64}{708} = 0,09$$

Втрати напору на тертя на окремих ділянках визначаємо за формулою Дарсі–Вейсбаха:

$$h_{\text{тр}} = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

Для всмоктувальної магістралі:

$$h_{\text{тр1}} = 0,145 \cdot \frac{1,2}{0,032} \cdot \frac{0,69^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13 \text{ м}$$

Для напірного трубопроводу:

$$h_{\text{тр2}} = 0,113 \cdot \frac{1,8}{0,025} \cdot \frac{1,13^2}{2 \cdot 9,81} = 0,53 \text{ м}$$

Для гнучкого рукава:

$$h_{\text{тр3}} = 0,090 \cdot \frac{2,0}{0,020} \cdot \frac{1,77^2}{2 \cdot 9,81} = 1,44 \text{ м}$$

Сумарні втрати на тертя:

$$\sum h_{\text{тр}} = 0,13 + 0,53 + 1,44 = 2,10 \text{ м}$$

Втрати напору в місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$h_{\text{м}} = \zeta_{\Sigma} \frac{v^2}{2g}$$

де ζ_{Σ} - сумарний коефіцієнт місцевих опорів.

Для системи, яка містить вхід у трубопровід, коліна, крани, штуцери, трійник і сполучні елементи, приймаємо $\zeta_{\Sigma}=9$. Тоді при швидкості в напірній лінії $v=1,13$ м/с одержимо:

$$h_{\text{м}} = 9 \cdot \frac{1,13^2}{2 \cdot 9,81} = 0,59 \text{ м}$$

Крім втрат на тертя і місцеві опори, враховуємо геометричний підйом рідини до рівня видачі. Для агрегату приймаємо $h_{\text{ст}}=1,0$ м.

Тоді сумарні втрати напору в трубопроводах і місцевих опорах становитимуть

$$h_{\Sigma} = \sum h_{\text{тр}} + h_{\text{м}} + h_{\text{ст}} = 2,10 + 0,59 + 1,0 = 3,69 \text{ м.}$$

Відповідний перепад тиску

$$\Delta p_{\text{тр}} = \rho g h_{\Sigma} = 900 \cdot 9,81 \cdot 3,69 = 32584 \text{ Па} \approx 0,033 \text{ МПа.}$$

До цього перепаду додаємо втрати тиску на фільтрі $\Delta p_{\text{ф}}=0,09$ МПа, а також тиск, необхідний для роботи ручного наконечника-розпилювача $\Delta p_{\text{р}}=0,15$ МПа.

Тоді загальний тиск, який повинен створювати насос,

$$\Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{ф}} + \Delta p_{\text{р}} = 0,033 + 0,09 + 0,15 = 0,273 \text{ МПа.}$$

З урахуванням запасу приймаємо робочий тиск насоса $p_{\text{р}} = 0,30 \text{ МПа}$.

Еквівалентний напір насоса:

$$H_{\text{н}} = \frac{\Delta p_{\Sigma}}{\rho g} = \frac{272600}{900 \cdot 9,81} = 30,9 \text{ м}$$

Отже, для проектного агрегату доцільно вибрати шестеренний насос із параметрами подача $Q = 2,0 \text{ м}^3/\text{год}$, робочий тиск $p_{\text{р}} = 0,30 \text{ МПа}$.

3.5 Розрахунок потужності привода

Гідравлічна потужність, що передається рідині, визначається за формулою

$$N_{\text{г}} = Q_{\text{с}} \cdot \Delta p_{\Sigma} = N_{\text{г}} = 0,000556 \cdot 272600 = 151,6 \text{ Вт.}$$

Потужність на валу насоса

$$N_{\text{н}} = \frac{N_{\text{г}}}{\eta_{\text{н}}} = \frac{151,6}{0,72} = 210,6 \text{ Вт}$$

З урахуванням втрат у приводі та коефіцієнта запасу:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{н}} \cdot k_3}{\eta_{\text{пр}}}$$

де $k_3 = 3$ - коефіцієнт запасу потужності.

$$N_{\text{дв}} = \frac{210,6 \cdot 3}{0,95} = 665 \text{ Вт}$$

За результатом розрахунку приймаємо стандартний електродвигун потужністю $N_{\text{дв}} = 0,75 \text{ кВт}$

Такий двигун забезпечує потрібну потужність із необхідним запасом для пускових режимів і зміни в'язкості оливи.

3.6 Розрахунок розпилювача

Розпилювач є удосконаленим вузлом видачі очищеної оливи. Його розрахунок виконуємо з умови забезпечення повної подачі агрегату при створенні керованого потоку рідини.

Витрата через вихідний отвір наконечника визначається за формулою:

$$Q_c = \mu A \sqrt{\frac{2\Delta p_p}{\rho}}$$

де A - площа вихідного отвору, м^2 .

Звідси площа отвору:

$$A = \frac{Q_c}{\mu \sqrt{2\Delta p_p / \rho}}$$

Оскільки

$$A = \frac{\pi d_o^2}{4}$$

то діаметр вихідного отвору наконечника

$$d_o = \sqrt{\frac{4Q_c}{\pi \mu \sqrt{2\Delta p_p / \rho}}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 0,62 \cdot \sqrt{2 \cdot 150000 / 900}}} = 0,0079 \text{ м}$$

Отже, розрахунковий діаметр вихідного отвору становить $d_o = 7,9 \text{ мм}$.

Приймаємо конструктивно $d_o = 8 \text{ мм}$.

Швидкість витікання оливи з наконечника становитиме

$$w = \frac{4Q_c}{\pi d_o^2}$$

$$w = \frac{4 \cdot 0,000556}{3,14 \cdot 0,008^2} = 11,1 \text{ м/с}$$

Отже, вихідний вузол забезпечує формування стійкого спрямованого струменя, що є достатнім для зручної керованої видачі очищеної оливи.

Перевіримо силу тиску рідини на запірний елемент наконечника:

$$F_T = \Delta p_p \cdot \frac{\pi d_o^2}{4}$$

$$F_T = 150000 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,008^2}{4} = 7,54 \text{ Н}$$

Для надійного закривання приймаємо силу пружини з коефіцієнтом запасу 1,5:

$$F_{\text{пр}} = 1,5 F_T = 1,5 \cdot 7,54 = 11,3 \text{ Н.}$$

Якщо робочий хід запірного елемента прийняти $x = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$, то потрібна жорсткість пружини

$$c = \frac{F_{\text{пр}}}{x} = \frac{11,3}{0,008} = 1412 \text{ Н/м} = 1,41 \text{ Н/м}$$

Таким чином, для ручного наконечника-розпилювача доцільно прийняти такі основні параметри: загальна довжина корпусу $l_n = 320 \dots 350 \text{ мм}$; зовнішній діаметр корпусу $D_n = 24 \dots 30 \text{ мм}$; внутрішній прохідний канал $d_k = 10 \text{ мм}$; діаметр вихідного отвору $d_o = 8 \text{ мм}$; жорсткість запірної пружини $c \approx 1,4 \text{ Н/м}$.

Отримані результати підтверджують, що удосконалений ручний наконечник-розпилювач забезпечує керовану подачу очищеної оливи без значних втрат рідини.

За результатами виконаного розрахунку для проектного агрегату обґрунтовано такі основні конструктивні параметри: горизонтальна ємність геометричним об'ємом $2,5 \text{ м}^3$, шестеренний насос продуктивністю $2,0 \text{ м}^3/\text{год}$ при робочому тиску $0,30 \text{ МПа}$, вертикальний фільтрувальний вузол площею фільтрування близько $0,28 \text{ м}^2$, трубопроводи умовним проходом 25 і 32 мм та гнучкий рукав діаметром 20 мм .

Основним удосконаленим вузлом агрегату є ручний наконечник-розпилювач, який встановлюється на виході гнучкого рукава. Його застосування дозволяє реалізувати керовану видачу очищеної оливи, зменшити розливання рідини, підвищити зручність користування агрегатом і покращити загальну культуру виконання технологічної операції. У порівнянні зі звичайним відкритим кінцем шланга удосконалений наконечник має запірний елемент, пружину, спрямовувальний канал і раціонально підібраний вихідний отвір, що забезпечує стабільний струмінь рідини.

Висновки

1. У результаті конструкторського розрахунку встановлено, що для очищення відпрацьованої оливи в умовах сільськогосподарського підприємства доцільно застосувати агрегат продуктивністю $2,0 \text{ м}^3/\text{год}$ з геометричним об'ємом ємності $2,5 \text{ м}^3$.

2. Розрахунком обґрунтовано основні параметри конструкції: горизонтальну циліндричну ємність, фільтрувальний вузол площею близько $0,28 \text{ м}^2$, а також трубопроводи діаметром 32 мм для всмоктувальної магістралі, 25 мм для напірної та 20 мм для гнучкого рукава.

3. Гідравлічний розрахунок показав, що для стабільної роботи системи необхідний робочий тиск близько 0,30 МПа, а потужність електродвигуна повинна становити 0,75 кВт, що забезпечує надійну роботу агрегату при перекачуванні в'язкої відпрацьованої оливи.

4. Окремий розрахунок удосконаленого ручного наконечника-розпилювача підтвердив доцільність його застосування у складі агрегату, оскільки він забезпечує керовану подачу очищеної оливи, зменшує втрати рідини та покращує експлуатаційні властивості всієї установки.

5. Таким чином, конструктивне вдосконалення стосується не лише загальної компоновки агрегату, а насамперед вузла видачі очищеної оливи, що істотно підвищує експлуатаційні якості проекрованої установки.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Експлуатація агрегату для очищення відпрацьованої оливи в умовах ремонтної майстерні сільськогосподарського підприємства пов'язана з дією

ряду небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Їх своєчасне виявлення та врахування є необхідною умовою безпечної роботи персоналу, збереження обладнання та запобігання аварійним ситуаціям.

Основним небезпечним чинником у даному випадку є контакт працівника з відпрацьованою оливою. Така рідина містить механічні домішки, продукти зношування, залишки палива, окиснені сполуки та інші забруднення, які можуть негативно впливати на шкіру, викликати подразнення, забруднення спецодягу та підвищувати санітарне навантаження на робочу зону. Особливу небезпеку створюють випадки потрапляння оливи на відкриті ділянки тіла, в очі або на слизові оболонки.

Другим важливим чинником є пожежна небезпека. Відпрацьована олива належить до горючих речовин, а в умовах майстерні одночасно можуть бути присутні електрообладнання, нагріті поверхні, іскроутворення під час ремонтних операцій та інші потенційні джерела займання. Небезпека зростає при порушенні герметичності трубопроводів, розливанні рідини, накопиченні просоченого ганчір'я або відсутності належного прибирання робочого місця.

Суттєвим небезпечним чинником є наявність у конструкції агрегату електропривода. Електродвигун, пускова апаратура, кабелі живлення та інші елементи електричної частини можуть становити загрозу ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції, відсутності заземлення, попадання оливи на електричні контакти або порушення правил експлуатації.

Під час роботи агрегату має місце також небезпека, пов'язана з рухомими елементами насосного вузла, з'єднувальних муфт та арматури. У разі відсутності захисних кожухів або при виконанні обслуговування під час роботи обладнання працівник може зазнати травмування. Додатковим фактором ризику є можливе підтікання оливи на підлогу, що призводить до ковзання та падіння персоналу.

До шкідливих чинників належить забруднення повітря робочої зони випарами нафтопродуктів. Хоча температура роботи агрегату не є високою, в замкненому приміщенні майстерні можливе накопичення запахів і парів,

особливо за недостатньої вентиляції. Це погіршує умови праці, знижує комфортність роботи і може негативно впливати на самопочуття персоналу.

Необхідно враховувати і виробничий шум та вібрацію, що створюються під час роботи електродвигуна і насоса. Хоча рівень цих чинників для подібних установок зазвичай не є надмірним, при тривалій роботі вони впливають на працездатність оператора та потребують організації раціонального режиму праці.

Таким чином, до основних небезпечних і шкідливих виробничих чинників при експлуатації агрегату для очищення відпрацьованої оливи належать: контакт із забрудненою оливою, пожежонебезпечність рідини, ризик ураження електричним струмом, небезпека від рухомих частин агрегату, можливість ковзання через розливи оливи, забруднення повітря робочої зони випарами нафтопродуктів, а також шум і вібрація. Урахування цих чинників є основою для розроблення заходів безпеки.

4.1 Вимоги безпеки під час експлуатації агрегату

Безпечна експлуатація агрегату для очищення відпрацьованої оливи повинна забезпечуватися як конструктивними рішеннями, так і правильними діями обслуговуючого персоналу. До роботи з агрегатом допускаються особи, які пройшли інструктаж з охорони праці, ознайомлені з будовою обладнання, порядком його запуску, зупинки та технічного обслуговування.

Перед початком роботи оператор повинен перевірити загальний технічний стан агрегату. Особливу увагу слід приділяти герметичності ємності, стану трубопроводів, кріпленню фільтрувального вузла, справності манометра, надійності з'єднань гнучкого рукава та ручного наконечника-розпилювача. Не допускається експлуатація агрегату при виявленні підтікання оливи, пошкодженні рукава, несправній арматурі, відсутності заземлення або дефектах електропривода.

Робоче місце повинно бути чистим, сухим і достатньо освітленим. Підлога в зоні роботи агрегату не повинна мати розливів оливи, сторонніх предметів або слизьких ділянок. Для запобігання забрудненню підлоги доцільно передбачати піддони, лотки або інші засоби локалізації можливих витікань. Поруч із агрегатом повинні бути розміщені ємності для збирання ганчір'я, відходів фільтрувальних матеріалів та випадково зливої оливи.

Під час роботи агрегату забороняється відкривати корпус фільтра, підтягувати різьбові з'єднання, усувати несправності на працюючому насосі або виконувати будь-які ремонтні дії без попереднього знеструмлення установки. Оператор повинен контролювати покази манометра, стежити за рівномірністю роботи насоса, відсутністю сторонніх шумів, пульсацій і підтікання рідини. У разі різкого підвищення тиску, порушення герметичності або нестійкої роботи агрегат необхідно негайно зупинити.

Особливу увагу слід приділяти безпечному використанню ручного наконечника-розпилювача. Під час подачі очищеної оливи оператор повинен надійно утримувати наконечник, не спрямовувати його в бік людей, електрообладнання або відкритих джерел тепла. Подача рідини має здійснюватися плавно, без різких ривків і надмірного тиску на запірний орган наконечника. Після завершення подачі потік необхідно повністю перекривати, а рукав укласти так, щоб виключити його перегинання та пошкодження.

Обслуговування агрегату слід виконувати в спецодязі, захисних рукавицях і, за потреби, у захисних окулярах. Потрапляння відпрацьованої оливи на шкіру необхідно одразу усунути за допомогою серветок або ганчір'я з подальшим миттям рук теплою водою з мийним засобом. Не допускається використовувати для очищення шкіри бензин, розчинники або інші агресивні рідини.

Після завершення роботи агрегат слід вимкнути, відключити від електромережі, скинути тиск у системі, перевірити відсутність підтікання й за необхідності очистити зовнішні поверхні від забруднень. Відпрацьовані фільтрувальні матеріали, шлам і забруднене ганчір'я повинні збиратися

окремо і зберігатися у відповідних ємностях до подальшого вивезення або утилізації.

Отже, дотримання вимог безпеки під час експлуатації агрегату базується на справному технічному стані обладнання, підтриманні чистоти робочої зони, використанні засобів індивідуального захисту, забороні ремонту під час роботи та постійному контролю параметрів технологічного процесу.

Пожежна безпека під час роботи з агрегатом для очищення відпрацьованої оливи має особливе значення, оскільки в технологічному процесі використовується горюча рідина. Незважаючи на те, що відпрацьована олива не належить до легкозаймистих рідин, вона здатна загорятися при контакті з відкритим полум'ям, розжареними поверхнями або електричною іскрою.

Для запобігання пожежі агрегат повинен встановлюватися в приміщенні, де виключено використання відкритого вогню, проведення зварювальних робіт безпосередньо біля установки та накопичення горючих відходів. Електродвигун, вимикачі та кабельні лінії повинні бути справними, а всі електричні з'єднання - надійно ізольованими. У зоні експлуатації агрегату забороняється паління.

Особливо небезпечними є розливи оливи. Вони не лише погіршують санітарний стан робочого місця, а й створюють умови для швидкого поширення горіння у випадку займання. Саме тому всі підтікання повинні негайно усуватися, а забруднені поверхні - очищатися. Ганчір'я, просочене оливою, необхідно зберігати в металевих або щільно закритих контейнерах, не допускаючи його розкидання в майстерні.

У приміщенні, де встановлено агрегат, повинні бути наявні первинні засоби пожежогасіння. Найбільш доцільно використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники. Застосування води для гасіння розлитих нафтопродуктів є малоефективним, а в окремих випадках може призводити до розтікання палаючої рідини. У разі займання потрібно негайно знеструмити

агрегат, припинити подачу оливи, по можливості перекрити арматуру та приступити до гасіння наявними засобами.

Для зниження пожежної небезпеки конструкція агрегату повинна забезпечувати герметичність, мінімальну кількість місць можливих витікань, зручний доступ до органів вимкнення та можливість швидкого припинення подачі рідини. Важливу роль відіграє й удосконалений ручний наконечник-розпилювач, оскільки він дозволяє точніше контролювати подачу очищеної оливи й зменшує ризик її розбризкування.

Таким чином, пожежна безпека під час експлуатації агрегату досягається за рахунок справності обладнання, герметичності системи, виключення джерел займання, своєчасного прибирання розливів та забезпечення робочого місця засобами пожежогасіння.

4.2 Електробезпека та санітарно-гігієнічні вимоги

Електробезпека при експлуатації агрегату визначається наявністю електродвигуна, пускової апаратури та кабельних з'єднань. Для безпечної роботи всі струмопровідні частини повинні бути надійно ізольовані, а металеві неструмопровідні частини агрегату - заземлені. Пускова апаратура має розміщуватися в зручному для оператора місці, забезпечувати чітке ввімкнення і вимкнення та бути захищеною від попадання оливи і пилу.

Не допускається експлуатація агрегату з пошкодженим кабелем живлення, несправними вимикачами, оголеними контактами або порушенням цілісності заземлювального провідника. Усі роботи з технічного обслуговування електрообладнання повинні виконуватися тільки після повного відключення агрегату від мережі. Забороняється торкатися електродвигуна, клемних коробок або пускових пристроїв вологими руками або в забруднених оливою рукавицях.

До санітарно-гігієнічних вимог належать забезпечення належної вентиляції приміщення, достатнього природного або штучного освітлення,

регулярне прибирання забруднених поверхонь та дотримання особистої гігієни працівників. Після контакту з відпрацьованою оливою працівник повинен мити руки, а забруднений спецодяг підлягає своєчасному очищенню або заміні. Зберігання харчових продуктів і приймання їжі в зоні роботи агрегату не допускаються.

Для поліпшення умов праці бажано, щоб приміщення мало припливно-витяжну вентиляцію або принаймні ефективне природне провітрювання. Це дозволяє зменшити концентрацію запахів і випарів нафтопродуктів у робочій зоні. Освітлення має бути достатнім для візуального контролю стану рукавів, арматури, манометра та місць можливого підтікання оливи.

Отже, електробезпека та санітарно-гігієнічні вимоги при експлуатації агрегату полягають у справності електричної частини, наявності заземлення, дотриманні правил роботи з електрообладнанням, забезпеченні вентиляції, чистоти робочої зони та використанні засобів індивідуального захисту.

До можливих аварійних ситуацій під час експлуатації агрегату належать: розгерметизація трубопроводів або фільтра, різке підвищення тиску в системі, відмова насоса, пошкодження гнучкого рукава, витікання оливи через з'єднання, займання рідини або коротке замикання в електричній частині.

У разі виявлення розгерметизації або інтенсивного підтікання оливи агрегат слід негайно зупинити, вимкнути електроживлення, перекрити арматуру й ужити заходів для локалізації розливу. Для цього використовують піддони, ємності, сорбувальні матеріали або сухе ганчір'я. Після усунення витoku забруднену поверхню необхідно очистити, а зібрану оливу - перемістити в спеціально відведену тару.

У випадку різкого підвищення тиску, ненормального шуму насоса або порушення подачі рідини експлуатацію потрібно негайно припинити. Подальша робота допускається лише після встановлення та усунення причини несправності. Якщо причиною є засмічення фільтра, його очищення або заміну виконують тільки після повного відключення агрегату і скидання тиску.

При виникненні пожежі насамперед необхідно знеструмити агрегат, припинити подачу оливи, повідомити відповідальних осіб та розпочати гасіння наявними засобами пожежогасіння. Якщо загоряння неможливо ліквідувати власними силами, слід негайно викликати пожежно-рятувальну службу та організувати евакуацію людей із небезпечної зони.

У разі ураження працівника електричним струмом потрібно негайно відключити живлення агрегату, звільнити потерпілого від дії струму безпечним способом, надати першу допомогу й викликати медичних працівників. Якщо відпрацьована олива потрапила в очі або на слизові оболонки, необхідно негайно промити уражене місце великою кількістю чистої води та звернутися по медичну допомогу.

Таким чином, готовність персоналу до дій у разі аварійних ситуацій є важливою складовою безпечної експлуатації агрегату і дозволяє зменшити наслідки можливих відмов обладнання або помилок в роботі.

Висновки

Встановлено, що найбільшу небезпеку становлять контакт працівника з відпрацьованою оливою, пожежонебезпечність рідини, ризик ураження електричним струмом, наявність рухомих частин насосного вузла та можливість ковзання через розливи оливи.

Обґрунтовано, що безпечна робота агрегату забезпечується за рахунок герметичності системи, справності насосного й фільтрувального вузлів, наявності манометра, запірної арматури, заземлення електрообладнання, використання засобів індивідуального захисту та дотримання правил експлуатації. Важливу роль у підвищенні безпеки відіграє удосконалений ручний наконечник-розпилювач, який забезпечує більш контрольовану подачу очищеної оливи та зменшує її втрати й розбризкування.

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АГРЕГАТУ

Економічну доцільність впровадження агрегату для очищення відпрацьованої оливи визначають шляхом порівняння витрат на його виготовлення та експлуатацію з тим економічним результатом, який одержують у господарстві внаслідок використання очищеної оливи для допоміжних технічних потреб. У даному випадку йдеться про можливість застосування очищеної відпрацьованої оливи для технологічних і консерваційних операцій, де не вимагається використання нової моторної оливи.

Для економічного розрахунку приймаємо такі вихідні дані: річний обсяг відпрацьованої оливи, що надходить на очищення $V_{\text{річ}}=12 \text{ м}^3/\text{рік}$; коефіцієнт виходу очищеної оливи після фільтрації $\eta_{\text{оч}}=0,90$; продуктивність агрегату $Q=2,0 \text{ м}^3/\text{год}$; потужність електродвигуна $N=0,75 \text{ кВт}$; вартість електроенергії $C_{\text{ел}}=7,0 \text{ грн}$; еквівалентна вартість технічної оливи, яку можна замінити очищеною відпрацьованою оливою $C_o=10,0 \text{ грн/л}$; погодинна тарифна ставка обслуговуючого працівника $C_{\text{зп}}=110 \text{ грн/год}$.

Наведені вихідні дані прийняті для умов середнього сільськогосподарського підприємства і можуть бути використані як база для оцінки економічної ефективності проектного агрегату.

Загальні капітальні вкладення у впровадження агрегату включають витрати на матеріали, придбані комплектувальні вироби, оплату праці при виготовленні, нарахування на заробітну плату, накладні витрати та монтажні роботи. Орієнтовна калькуляція подана в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Орієнтовні витрати на виготовлення агрегату

Стаття витрат	Вартість, грн
Листовий метал для ємності, опор і кронштейнів	38 000
Насосний вузол	18 500
Електродвигун	9 800
Фільтрувальний вузол	12 600

Трубопроводи, штуцери, арматура, манометр	11 700
Гнучкий рукав і ручний наконечник-розпилювач	7 400
Зварювальні та допоміжні матеріали	5 800
Основна заробітна плата на виготовлення	17 600
Нарахування на заробітну плату	3 872
Накладні витрати	18 400
Монтаж і налагодження	8 200
Разом	151 872

Отже, загальна сума капітальних вкладень становить $K=151872$ грн

Для подальших розрахунків приймаємо $K \approx 152000$ грн.

До річних експлуатаційних витрат належать витрати на електроенергію, заміну або очищення фільтрувальних елементів, технічне обслуговування агрегату та оплату праці оператора.

Спочатку визначаємо річну тривалість роботи агрегату:

$$t_p = \frac{V_{\text{річ}}}{Q}$$

Річні витрати електроенергії визначаються за формулою:

$$W = N \cdot t_p,$$

де W - річне споживання електроенергії, кВт·год.

Тоді $W = 0,75 \cdot 30 = 4,5$ кВт

Вартість спожитої електроенергії становить:

$$B_{\text{ел}} = W \cdot C_{\text{ел}},$$

$$B_{\text{ел}} = 22,5 \cdot 7,0 = 157,5 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на фільтрувальні матеріали та обслуговування фільтра приймаємо на рівні $B_{\text{ф}} = 7200$ грн/рік

Витрати на фільтрувальні матеріали дорівнюватимуть

$$B_{\text{ф}} = b_{\text{ф}} \cdot V_{\text{річ}} = 600 \cdot 60 = 36000 \text{ грн/рік}$$

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт приймаємо як 6 % від капітальних вкладень:

$$V_{\text{рем}} = 0,06K = 0,06 \cdot 152000 = 9120 \text{ грн/рік.}$$

Загальні експлуатаційні витрати становитимуть

$$V_{\text{експ}} = V_{\text{ел}} + V_{\text{зп}} + V_{\text{ф}} + V_{\text{рем}} = 158 + 3300 + 36000 + 9120 = 48578 \text{ грн/рік}$$

Обсяг очищеної оливи після фільтрації визначаємо:

$$V_{\text{оч}} = V_{\text{річ}} \cdot \eta_{\text{оч}},$$

де $\eta_{\text{оч}} = 0,90$

$$\text{Тоді } V_{\text{оч}} = 60 \cdot 0,90 = 54 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

У літрах це становить

$$V_{\text{оч}} = 54 \cdot 1000 = 54000 \text{ л/рік.}$$

Річна вартість заміщеної технічної оливи становить

$$V_{\text{зам}} = V_{\text{оч}} \cdot C_0 = 54000 \cdot 10 = 540000 \text{ грн/рік.}$$

Чистий річний економічний ефект визначаємо як

$$E_{\text{річ}} = V_{\text{зам}} - V_{\text{експ}} = 540000 - 48578 = 491422 \text{ грн/рік.}$$

Строк окупності капітальних вкладень становить

$$T_{\text{ок}} = K E_{\text{річ}}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}} = \frac{152000}{491422} = 0,31 \text{ року} = 3,7 \text{ міс}$$

Таблиця 5.1

Економічна ефективність проекту

№ з/п	Показник	До впровадження агрегату	Після впровадження агрегату
1	Річний обсяг відпрацьованої оливи, що підлягає обробці, м ³ /рік	60	60
2	Річний обсяг очищеної оливи, придатної до повторного використання, м ³ /рік	-	54
3	Коефіцієнт використання відпрацьованої оливи		0,90
4	Витрати на придбання нової технічної оливи для допоміжних потреб, грн/рік	540000	0
5	Витрати на електроенергію, грн/рік	-	158

6	Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/рік	-	3300
7	Витрати на фільтрувальні матеріали, грн/рік	-	36000
8	Витрати на технічне обслуговування і ремонт, грн/рік	-	9120
9	Загальні річні витрати, грн/рік	540000	48578
10	Капітальні вкладення у виготовлення агрегату, грн	-	152000
1	Річний економічний ефект, грн/рік	-	491422
2	Строк окупності, років	—	0,31

З наведених у таблиці даних видно, що до впровадження агрегату відпрацьована олива в господарстві не очищувалась і повторно не використовувалась, унаслідок чого для виконання допоміжних технічних операцій необхідно було щорічно закуповувати нову технічну оливу на суму 540000 грн. Після впровадження проектного агрегату з'являється можливість щорічно очищувати 60 м³ відпрацьованої оливи та отримувати близько 54 м³ придатної до повторного використання рідини.

Незважаючи на появу додаткових витрат на електроенергію, оплату праці, фільтрувальні матеріали та технічне обслуговування, загальні річні витрати після впровадження агрегату становлять лише 48578 грн, що на 491422 грн менше, ніж у базовому варіанті. Отже, застосування агрегату для очищення відпрацьованої оливи є економічно доцільним, а строк окупності капітальних вкладень становить 0,31 року.

Висновки

1. Для економічного обґрунтування прийнято фактичний річний час роботи агрегату 30 год/рік, що за продуктивності 2,0 м³/год відповідає річному обсягу очищення 60 м³ відпрацьованої оливи.

2. Загальні річні експлуатаційні витрати на використання агрегату, включаючи витрати на електроенергію, оплату праці, фільтрувальні матеріали та поточний ремонт, становлять 48578 грн/рік.

3. Річний обсяг очищеної оливи становить 54 м³, або 54000 л, що забезпечує вартість заміщеної технічної оливи на рівні 540000 грн/рік.

4. Чистий річний економічний ефект від використання агрегату становить 491422 грн/рік, а строк окупності капітальних вкладень - близько 0,31 року, що підтверджує високу економічну доцільність проектного рішення.

ВИСНОВКИ

1. У дипломній роботі розглянуто актуальне для сільськогосподарських підприємств завдання очищення відпрацьованої оливи, що утворюється під час експлуатації машинно-тракторного парку. Показано, що раціональне поводження з відпрацьованими мастильними матеріалами дає змогу зменшити експлуатаційні витрати, покращити організацію технічних робіт і знизити негативний вплив на довкілля.

2. У результаті аналізу причин забруднення відпрацьованої оливи встановлено, що основними домішками є механічні частинки, продукти зношування, пил, шлам, залишки палива та продукти окиснення. Це призводить до погіршення фізико-хімічних властивостей оливи і знижує можливість її подальшого використання без попереднього очищення.

3. На основі аналізу існуючих способів і технічних засобів очищення відпрацьованої оливи обґрунтовано доцільність застосування для умов агропідприємства агрегату ємнісно-насосно-фільтраційного типу. Така схема забезпечує раціональне поєднання простоти конструкції, достатньої продуктивності, надійності та зручності експлуатації.

4. У роботі запропоновано конструкцію агрегату для очищення відпрацьованої оливи, яка включає горизонтальну ємність для накопичення рідини, насосний вузол з електроприводом, фільтрувальний блок, систему трубопроводів, контрольно-вимірювальні прилади, запірну арматуру та вузол видачі очищеної оливи.

5. Основним напрямом конструктивного удосконалення прийнято модернізацію вузла видачі очищеної оливи, виконаного у вигляді ручного наконечника-розпилювача. Його використання дозволяє підвищити точність подачі рідини, зменшити втрати оливи, покращити зручність роботи оператора та розширити експлуатаційні можливості агрегату.

6. У розрахунково-конструкторській частині визначено основні параметри проєктованого агрегату. Установлено, що раціональна продуктивність агрегату становить $2,0 \text{ м}^3/\text{год}$, необхідний геометричний об'єм ємності - $2,5 \text{ м}^3$, потрібна площа фільтрувальної поверхні - близько $0,28 \text{ м}^2$, а для забезпечення

роботи системи доцільно використовувати насос із робочим тиском близько 0,30 МПа та електродвигун потужністю 0,75 кВт.

7. Виконаний розрахунок удосконаленого ручного наконечника-розпилювача підтвердив його працездатність у складі агрегату. Обґрунтовані параметри вихідного отвору та запірного елемента забезпечують керовану видачу очищеної оливи без значних втрат рідини та з достатньою зручністю для обслуговуючого персоналу.

8. У розділі з охорони праці встановлено, що безпечна експлуатація агрегату забезпечується за рахунок герметичності системи, контролю робочого тиску, наявності справного електрообладнання, використання засобів індивідуального захисту, дотримання вимог пожежної безпеки та правильних дій персоналу в разі аварійних ситуацій.

9. Економічне обґрунтування показало, що за прийнятих вихідних даних використання агрегату є економічно доцільним. Загальні капітальні вкладення на виготовлення та впровадження установки становлять близько 152 тис. грн, а розрахунковий річний економічний ефект - 491,4 тис. грн, що забезпечує строк окупності близько 0,31 року.

10. Таким чином, у дипломній роботі досягнуто поставленої мети - обґрунтовано конструкцію агрегату для очищення відпрацьованої оливи сільськогосподарської техніки та доведено технічну й економічну доцільність його використання в умовах агропідприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бендера І. М., Дуганець В. І., Кизима М. І. та ін. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали : навч.-метод. комплекс / за ред. І. М. Бендери, В. І. Дуганця. Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин Я. І., 2016. 420 с.
2. Окоча А. І., Лавріненко О. Т., Білоконь Я. Ю. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали : навч. посіб. Київ : ЦП «Компринт», 2017. 344 с.
3. Дідур С. М. Паливно-мастильні матеріали та технічні рідини : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2023. 256 с.
4. Григоров А. Б. Фізика і хімія палив, олив, мастил : навч. посіб. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». Харків–Тернопіль : Крок, 2023. 169 с.
5. Червінський Т., Топільницький П., Ярмола Т. Експлуатаційні матеріали для автотехніки : навч. посіб. Львів : Левада, 2020. 326 с.
6. Сорваніді Ю. Г., Журавель Д. П., Бондар А. М., Новік О. Ю. Технічний сервіс в АПК : навч.-метод. посіб. для самостійної роботи студентів. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.
7. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Білий Р. М. Охорона праці в галузі : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 322 с.
8. Курепін В. М. Основи охорони праці : навч. посіб. для студентів закладів вищої освіти аграрної галузі. Миколаїв : МНАУ, 2022. 347 с.
9. Одарченко М. С., Одарченко А. М., Степанов В. І., Черненко Я. М. Основи охорони праці : підручник. Харків : Стиль-Издат, 2017. 334 с.
10. Григоров А. Б. Виробництво пластичних мастил з вторинної сировини : монографія / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». Харків–Тернопіль : Крок, 2023. 188 с.
11. Григоров А. Б., Шевченко К. В., Сінкевич І. В. Використання вторинної сировини у виробництві палива : монографія. Тернопіль : Крок, 2023. 127 с.
12. Корчак Б. О., Гринишин О. Б., Червінський Т. І., Пиш'єв С. В. Функціонально-вартісний аналіз методів регенерації відпрацьованих мінеральних моторних олив // Chemistry, Technology and Application of Substances. 2021. Vol. 4, No. 2. С. 33–39. DOI: 10.23939/ctas2021.02.033.

13. Корчак Б. О., Гринишин О. Б., Червінський Т. І., Витрикуш Н. М., Нагурський А. О., Іващенко Р. В. Очищення відпрацьованих мінеральних моторних олив кристалічним карбамідом // Науковий вісник НЛТУ України. 2020. Т. 30, № 1. С. 127–131. DOI: 10.36930/40300122.
14. Журавель Д. П. Забезпечення надійності гідросистем сільськогосподарської техніки шляхом очищення робочих рідин // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. 2020. Вип. 10, т. 2. С. 35–44. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-3.
15. Журавель Д. П., Бондар А. М. Обґрунтування впливу системи очищення відпрацьованих робочих рідин на надійність гідравлічних систем // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету : електронне наукове фахове видання. 2023. Вип. 13, т. 1. С. 54–67.
16. Корчак Б. О., Червінський Т. І., Гринишин О. Б., Когут О. В. Спосіб регенерації відпрацьованих мінеральних моторних олив карбамідом // УглеХимический журнал. 2018. № 1–2. С. 38.

ДОДАТКИ

Лоз.	Позначення	Назва	Кіл.	Маса	Найменування	Примітка
		<u>Куповані вироби</u>				
1		Асинхронний електродвигун	1			
		A02-62-4				
2		Насос НШ-32	1			
3		Дихальний клапан	1			
4		Манометр	2			
		<u>Розроблювані вироби</u>				
5		Резервуар	1	680		СБ
6		Фільтр	1	2,4		СБ
7		Фільтр	1	16		СБ
8		Вентиль	3	0,3		СБ
9		Зворотній клапан	2	0,2		СБ
10		Гідромагістраль	4	0,4		СБ
11		Рама	1	5,3		СБ
12	I	Розпилювач	1	0,4		СБ

					52.112.000.000.3В		
Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Впра	Установка для збору і очищення відпрацьованого нафто та нанесення консерваційних матеріалів		
Розроб.	Дорох К.Ю.						
Проб.	Воловська О.А.				Лист		
Текст.					Листов 1		
Нконтр.	Бойко В.Б.				A1-3-22		
Утв.	Тесляк Г.В.						

Випробування

Формат А1