

УДК 631
№ держреєстрації 0116U002743

Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
(ТДАТУ)
72312, Запорізька обл. м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
тел. (0619) 42-02-74

**НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**Відділ “Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК”
Науково-дослідна лабораторія “Технічний сервіс і надійність с.г. техніки”**



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор з НР д.т.н., проф.
Володимир НАДИКТО
” 12 2020 р.

**ЗВІТ
ПРО РОБОТУ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ
“Технічний сервіс і надійність с.г. техніки”
(заключний)**

Програма: «Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК»

Завідувач відділу:
д.т.н., проф.





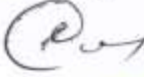










Володимир ДІДУР

Завідувач лабораторією:
д.т.н., проф.

Володимир ДІДУР

ТДАТУ, 2020
Результати роботи розглянуто НТР НДІ,
протокол №7 від 30.12.2020р.

СПИСОК АВТОРІВ

Доктор технічних наук		Володимир ДІДУР (участь в 1; 2; 3; 4 висновки)
Доктор технічних наук		Дмитро ЖУРАВЕЛЬ (участь в 2, 3; висновки)
Доктор технічних наук		Ігор НАЗАРЕНКО (участь в 3; висновки)
Кандидат технічних наук		Ігор СІРИЙ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук		Андрій СМЕЛОВ (участь в 1; висновки)
Кандидат технічних наук		Юрій СОРВАНДІ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук		Валерія ПАНІНА (участь в 1; висновки)
Кандидат технічних наук		Андрій ЧЕБАНОВ (участь в 2; висновки)
Кандидат технічних наук		Галина ДАШИВЕЦЬ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук		Олександр ШОКАРЕВ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук		Андрій БОНДАР (участь в 4; висновки)
Інженер		Ігор ГРИЦАЄНКО (участь в 4; висновки)
Інженер		Олексій НОВІК (участь в 1; висновки)
Інженер		Костянтин ПЕТРЕНКО (участь в 3; висновки)
Аспірант	 Вер-г	Олексій ВЕРЕЩАГА (участь в 2; висновки)

УДК 631

№ держреєстрації 0116U002743

Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
(ТДАТУ)
72312, Запорізька обл. м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
тел. (0619) 42-02-74

**НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**Відділ “Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК”
Науково-дослідна лабораторія “Технічний сервіс і надійність с.г. техніки”**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з НР д.т.н., проф.

Володимир НАДИКТО

“ ” 2020 р.

**ЗВІТ
ПРО РОБОТУ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ
“Технічний сервіс і надійність с.г. техніки”
(заключний)**

Програма: «Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК»

Завідувач відділу:
д.т.н., проф.

Володимир ДІДУР

Завідувач лабораторією:
д.т.н., проф.

Володимир ДІДУР

ТДАТУ, 2020
Результати роботи розглянуто НТР НДІ,
протокол від

СПИСОК АВТОРІВ

Доктор технічних наук	Володимир ДІДУР (участь в 1; 2; 3; 4 висновки)
Доктор технічних наук	Дмитро ЖУРАВЕЛЬ (участь в 2, 3; висновки)
Доктор технічних наук	Ігор НАЗАРЕНКО (участь в 3; висновки)
Кандидат технічних наук	Ігор СІРИЙ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук	Андрій СМЕЛОВ (участь в 1; висновки)
Кандидат технічних наук	Юрій СОРВАНІДІ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук	Валерія ПАНІНА (участь в 1; висновки)
Кандидат технічних наук	Андрій ЧЕБАНОВ (участь в 2; висновки)
Кандидат технічних наук	Галина ДАШИВЕЦЬ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук	Олександр ШОКАРЕВ (участь в 4; висновки)
Кандидат технічних наук	Андрій БОНДАР (участь в 4; висновки)
Інженер	Ігор ГРИЦАСНКО (участь в 4; висновки)
Інженер	Олексій НОВІК (участь в 1; висновки)
Інженер	Костянтин ПЕТРЕНКО (участь в 3; висновки)
Інженер	Олексій ВЕРЕЩАГА (участь в 2; висновки)

Реферат

Звіт про НДР 43 с., 20 рисунків, 5 таблиць, 30 літературних джерел.

Об'єктом досліджень є технологічний процес відновлення валів; процес віджиму мезги насіння рицини в розгорнутому каналі, що імітує пресуючий виток шнекового пресу; процеси електрофлотації при очищенні пресової касторової олії; взаємозв'язок між організацією пункту для діагностування елементів паливної апаратури та збільшенням наробітку до відмови, зниження витрат на експлуатацію, збільшення строку служби двигунів з розподільним упорскуванням палива за рахунок організації діагностування, гарантійного і післягарантійного технічного обслуговування.

Предмет дослідження – вал ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та вал ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН-3,3; закономірності взаємозв'язку конструктивно-технологічних параметрів шнекового преса з якісними показниками мезги насіння рицини; закономірності процесу електрофлотації при очищенні пресової касторової олії з попередньою гідратацією фосфатидів; пункт для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива.

Мета роботи – підвищення надійності машин та обладнання сільськогосподарського виробництва і переробки біологічної сировини шляхом удосконалення технологічних процесів та оптимізації конструктивно-технологічних параметрів обладнання.

Місце проведення досліджень: ПНВП “Кермек”, ПП «Мединський М.І.», ТОВ «Кавітек», лабораторії ТДАТУ.

Методи досліджень – поставлені задачі вирішувались з використанням теоретичних методів дослідження, що дозволили досягти основних результатів роботи і підтвердити їхню вірогідність методом активних експериментів. Використовувались методи диференційного та інтегрального обчислення, основні положення теоретичної механіки, аналітичної геометрії, математичного аналізу і математичної статистики.

Ключові слова: ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС, НАДІЙНІСТЬ, ЗМІЦНЕННЯ, РОБОЧИ РІДИНИ, ШНЕКОВИЙ ПРЕС, КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, МЕЗГА НАСІННЯ РИЦИНИ, ЕЛЕКТРОФЛОТАЦІЯ, ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ, НАРОБІТОК, ВІДМОВА, ПУНКТ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	6
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	7
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
1. Розробка технологій та технологічного обладнання для відновлення елементів сільськогосподарської техніки при ремонті.....	11
1.1 Розробка технологічного процесу відновлення валу ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та валу ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН- 3,3.....	11
2. Розробка технологій та технологічного обладнання при переробці олійних культур.....	17
2.1 Оптимізація конструктивних параметрів шнекового преса для віджимання мезги насіння рицини.....	17
3. Розробка технологій та апаратів для очищення і контролю від забруднення поливної води, робочих та мастильних рідин.....	21
3.1 Експериментальні дослідження процесу очищення рицинової олії в електричному полі.....	21
4. Інноваційні шляхи забезпечення технічного сервісу аграрного виробництва.....	25
4.1 Обґрунтування доцільності створення пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива	25
ВИСНОВКИ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36

ВСТУП

Відомо, що енергетична незалежність України - це запорука подальшого соціально-економічного розвитку держави.

Для аграрного сектора економіки ця проблема полягає в дефіциті і дорожнечі нафтопродуктів, які використовуються для забезпечення функціонування мобільної енергетики (тракторів, комбайнів тощо).

Враховуючи те, що Україна забезпечує свою потребу нафти на 85-90% за рахунок імпорту, а ціна на світовому ринку на неї постійно росте, це не могло не позначитися на критичному збільшенні собівартості сільськогосподарської продукції, зокрема продуктів харчування. Тому першочерговою проблемою нині виступає необхідність пошуку шляхів заміни нафтової сировини для виробництва пально-мастильних матеріалів на сировину з поновлювальних джерел.

В сучасних умовах джерела інформації пропонують різні способи забезпечення зносостійкості деталей, тому виникає потреба провести пошук способів підвищення зносостійкості деталей.

На всіх етапах розвитку сільського господарства здійснювалися і будуть здійснюватися заходи щодо удосконалення і розвитку ремонтної бази, підвищенню якості ремонту і технічного обслуговування машин і обладнання (технічного сервісу) при раціональному використанні матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

Основна і найважливіша задача при використанні с.г. техніки – повне використання надійності машини в процесі її експлуатації, а ремонтників – якісне відновлення надійності до оптимального рівня.

Програма досліджень

1. Розробити технологічний процес відновлення валу ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та валу ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН- 3,3 та провести експериментальні дослідження технологічного процесу наплавлення валів.
2. Встановити оптимальний закон стиснення при пресуванні мезги насіння рицини в шнековому пресі.
3. Запропонувати метод та технічні засоби очищення рицинової олії з використанням електрофлотації з попередньою гідратацією фосфатидів. Для підтвердження працездатності запропонованого методу розроблено математичну модель, яка заснована на динаміці діелектричних частинок в електричному полі та розв'язанні відповідного диференційного рівняння їх руху.
4. Обґрунтувати схеми розміщення технологічного обладнання на пункті для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива.

Методика досліджень

1. Після розробки технологічного процесу метою експериментальних досліджень технологічного процесу відновлення валів робочих органів агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного агрегату АГН- 3,3 є визначення впливу факторів процесу наплавлення на якість відновлення шляхом аналізу експериментальних зразків.

Відповідно програмі досліджень необхідно:

- підготувати дослідні зразки;
- дослідні фактори наплавлення;
- підготувати прилади для дослідження та вимірювання зразків;
- провести наплавлення та механічну обробку зразків відповідно до експериментальних режимів;
- проаналізувати оброблені зразки, встановити залежності між факторами процесу наплавлення та якістю відновлення..

Дослідження процесу наплавлення були проведені в лабораторних умовах з використанням основних наукових, математичних, статистичних, аналітичних та графічних методик у три етапи:

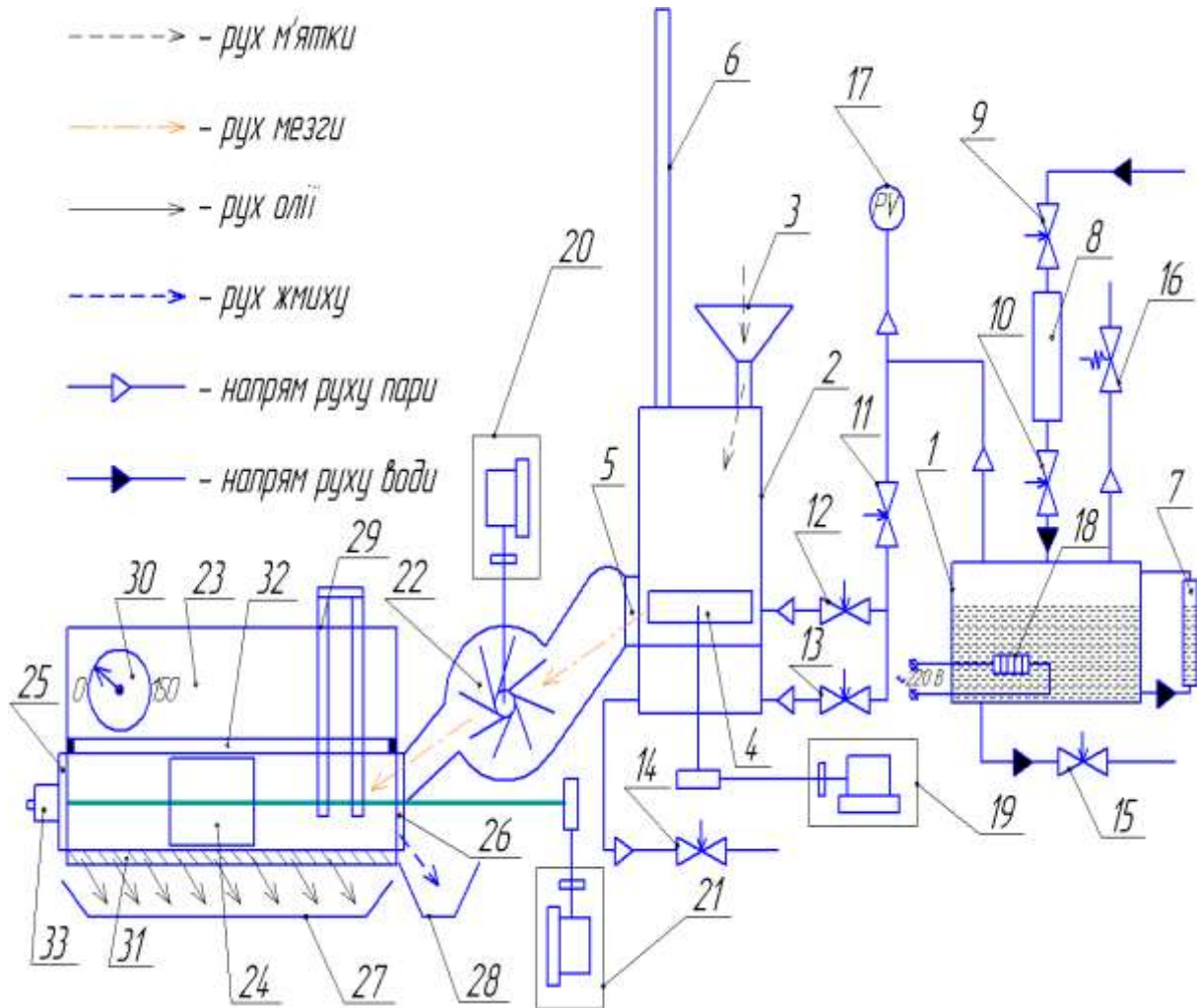
Перший етап – підготовчий, визначення дослідних зразків (матеріал, конструктивні особливості), підбір вимірювального інструменту (діапазони, точність), теоретична підготовка експериментальних режимів.

Другий етап – експериментальний, безпосереднє проведення експерименту з наплавлення дослідних зразків та наступною механічною обробкою..

Третій етап – аналітичний, проведення аналізу отриманих експериментальних результатів, обробка інформації та встановлення конкретних технологічних режимів відновлення, формулювання висновків та рекомендацій.

2. Дослідження віджиму олії здійснювалося у експериментальному пресі (рис. 2.1). Принцип дії пресу наступний. Мезга насіння рицини через вивантажувальне вікно подається у бітер 22, який обертається електродвигуном з редуктором 20. У свою чергу, бітер 22, який обертається, заштовхує мезгу у канал пресу 23 в необхідній кількості. При цьому, поршень 24 відведений у крайнє ліве положення. З метою підтримання постійної температури мезги після її жаріння, за допомогою нагрівального елемента 29, канал пресу 23 попередньо нагрівається до заданої температури, що контролюється за допомогою терморегулятора 30. Після наповнення каналу пресу 23 мезгою, закривається вставка каналу 26, включається електродвигун з редуктором 21, який призводить поршень 24 до руху. Поршень 24, рухаючись вправо, здавлює мезгу. Олія, що віджимається при стисненні, через зерні пластини 31 (знаходяться в нижній частині пресу) потрапляє в ємність для збору олії 27. Частина жмиху під час стиснення виходить

через вихідну щілину, яка виконана за допомогою напівоборотного крану 33, що встановлений на вставці каналу 25. Контроль зусилля при стисненні здійснюється за допомогою тензорезистрів, що встановлені на вставці 26. Далі слід видалити з каналу пресу 23 жмих. Для цього, знімають вставку 26, включають електродвигун з редуктором 21 для переміщення поршня 24. Відпрацьована мезга вичавлюється поршнем і виходить в нижню частину бітера 22, який має проріз для вивантаження. Олію, що потрапляє у ємність 27, вивантажують у бокси для подальшого зважування.



1 – парогенератор; 2 – жаровня; 3 – завантажувальний бункер; 4 – мішалка; 5 – вивантажувальне вікно; 6 – труба для відведення парів; 7 – мірне скло парогенератору; 8 – додаткова ємність для води; 9-15 – прохідний регулюючий вентиль; 16 – зворотній клапан; 17 – манометр; 18 – нагрівальний елемент; 19-21 – електродвигун з редуктором; 22 – бітер; 23 – канал пресу; 24 – поршень пресу; 25-26 – знімна вставка каналу; 27 – ємність для збирання олії; 28 – ємність для збирання жмиху, 29 – нагрівальний елемент; 30 – терморегулятор; 31 – зерні пластини, 32 – планка, що прижимає; 33 – напівоборотний кран.

Рисунок 2.1 – Технологічна схема експериментального комплексу для віджиму олії з олійної сировини

При проведенні досліджень, максимальна кількість олії із насіння рицини буде забезпечуватися тільки при оптимальних значеннях конструктивно-технологічних параметрах пресування мезги насіння рицини. Для визначення оптимальних параметрів, використана методика математичного планування експерименту з подальшим пошуком статистичної математичної моделі об'єкту дослідження у вигляді рівняння регресії першого або другого ступеню [1]. Етапи побудови і безпосередньо подальше дослідження математичних моделей повинно виглядати у наступному [2]:

- попереднього дослідження об'єкту;
- вибору критеріїв оптимізації, впливовості чинників;
- побудови статистичної математичної моделі та оцінки її адекватності і відтворюваності;
- використання моделі для оптимізації досліджуваного процесу.

Функцією відгуку є параметр, за яким буде оцінено об'єкт, що досліджується і який буде зв'язувати чинники в математичну модель. За функцію відгуку обрано критерій ефективності – відносну масу олії (μ , в.о.), яка визначається як відношення маси олії, що отримано в окремому експерименті при дії встановлених значень факторів до маси мезги, що завантажувалася до розгорнутого каналу перед пресуванням. Факторами, що діють на процес пресування мезги насіння рицини встановлено наступні: ступінь стиснення мезги, що визначався відношенням першопочаткового об'єму мезги, яку завантажували до розгорнутого каналу до кінцевого об'єму матеріалу для відповідного пресуючого витка, що обумовлений визначеним тиском при стисненні; температура мезги всередині каналу, величина зазору у зеерних пластинах розгорнутого каналу, швидкість руху валу гвинтового механізму, ширина вихідної щілини, довжина та висота каналу початкова вологість насіння рицини, величина подрібнення насіння у рушанку, технологічні режими волого-теплової обробки м'ятки насіння рицини.

Після фіксації значень чинників, що є базовими та менш впливовими, виділено три, що визначають процес: ступінь стиснення мезги кожного пресуючого витка ε , в.о.; температура мезги всередині каналу та величина зазору у зеерних пластинах розгорнутого каналу.

Порядок проведення дослідів був наступним. Для трифакторного експерименту згідно стандартної матриці [2] на експериментальному розгорнутому каналі фіксували одне із значень факторів на нижньому або верхньому рівні. Потім, попередньо підготовлену мезгу після проведеної волого-теплової обробки поміщали до розгорнутого каналу з постійно однаковою масою та здійснювалося її пресування. За одержаними даними після пресування мезги визначали критерій оптимізації – відносну масу олії.

При визначених оптимальних ступенях стиснення кожного пресуючого витку при пресуванні мезги насіння рицини, закон стиснення мезги шнекового валу пресу можна описати ступеневою функцією [3]:

$$\varepsilon = \frac{V_{1n}}{V_{nn}} = n^\lambda, \quad (2.1)$$

де V_{1n} - вільний об'єм першого завантажувального пресуючого витка, см³;

V_n - вільний об'єм наступних пресуючих витків, см³;

n – порядковий номер пресуючого витка шнекового валу;

λ - значення ступеню, що описує стиснення мезги для кожного пресуючого витка шнекового валу преса.

Якщо врахувати рівняння (1), то конструктивні параметри шнекових пресів для віджимання олії із насіння рицини для будь-якої продуктивності можна визначити через вільні об'єми між пресуючими витками за формулою:

$$V_n = \frac{V_1}{n^\lambda}. \quad (2.2)$$

3. На підставі чисельного розв'язання диференціального рівняння руху частинок отримані залежності швидкості осадження крапель води на електроди електрофлотатора від відстані до електроду та напруги на електродах, що дозволило визначити час видалення води разом із домішками з олії та конструктивні параметри системи електродів, а також продуктивність електрофлотатора.

4. Обґрунтування доцільності створення пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним вприском палива на першому етапі вирішується на підставі обґрунтування загального критерію ефективності діяльності пункту методом структуризації загальної мети у вигляді дерева цілей і критеріїв. На другому етапі на підставі психологічного експерименту будуємо середню діаграму рангів розподілення факторів, що впливають на організацію виробничої бази з обслуговування паливної апаратури. На основі апріорного ранжування, для подальшого опрацювання, обираються чотири фактори що найбільш сильно впливають на показник ефективності підприємства. Обґрунтування схеми розміщення технологічного обладнання на пункті для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним вприском палива базується на результатах техніко – економічного аналізу технологічних процесів та засобів діагностування елементів паливної апаратури.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Розробка технологій та технологічного обладнання відновлення елементів сільськогосподарської техніки при ремонті

1.1 Розробка технологічного процесу відновлення валу ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та валу ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН- 3,3

Перший етап - розробка технологічного процесу відновлення валу

Досліджувана деталь вал ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та вал ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН- 3,3 (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Агрегат дисковий ґрунтообробний напівнавісний АГН- 3,3.

Агрегат дисковий ґрунтообробний напівнавісний АГН-3,3 призначений для основної і передпосівної підготовки ґрунту під посів зернових та технічних культур, шляхом розпушування поверхні поля на задану глибину з питомим опором ґрунту до 0,9 кгс/см², твердістю 35 кгс/см² (3,5 МПа) і вологістю до 27%.

Основний робочий орган – диск закріплений на відповідному валу який знаходиться у робочому корпусі, що не обслуговується (Рисунок 1.2). Схема монтажу наведена на рисунку 1.3.



Рисунок 1.2 - Робочий корпус, що не обслуговується, в зборі

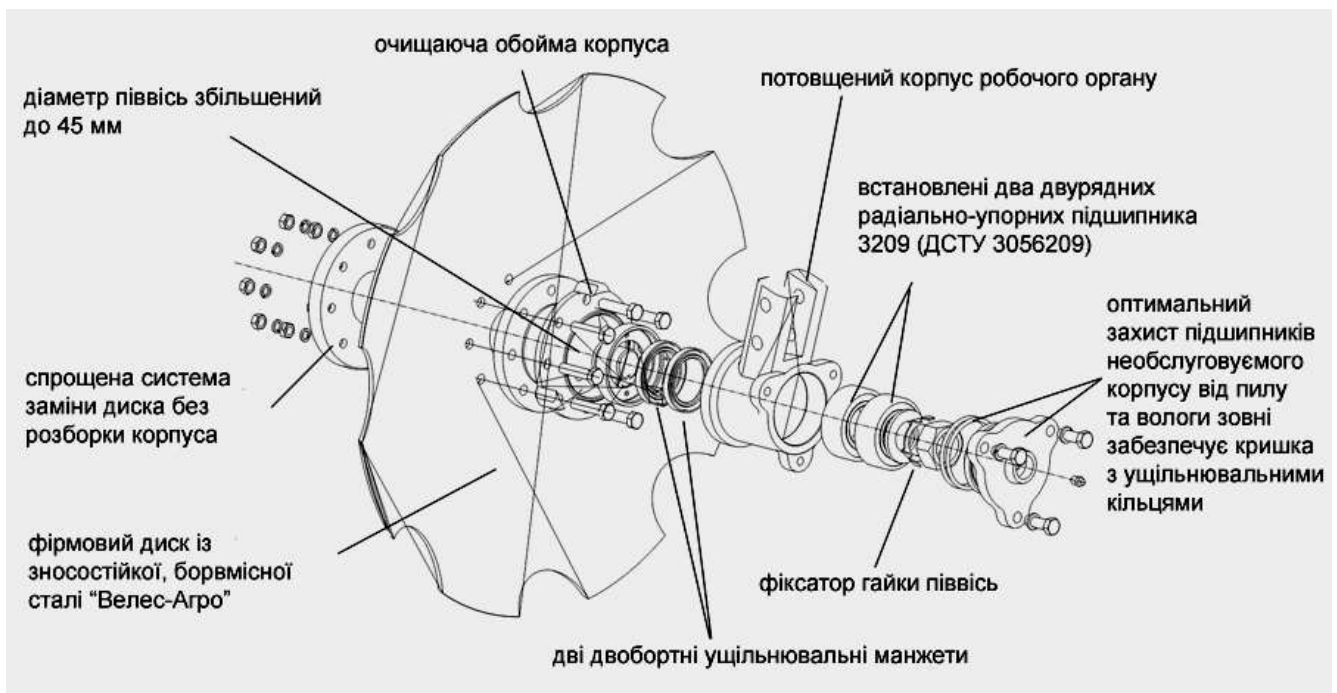


Рисунок 1.3 – Схема монтажу робочого органу ПД-2,5-71.000 (ПД-2,5-71. 000-01)

Згідно опису робочий корпус не обслуговується. Нажаль в процесі експлуатації він потребує ремонту в першу чергу за рахунок зношення двобортних ущільнювальних манжет.

1.1.1 Вихідна інформація про деталь, що відновлюється

Вал ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та вал ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН- 3,3 виготовлений зі сталі 40Х

Термообробка: загартування в маслі при температурі 840-860°С

Твердість поверхонь під підшипник HRC 50

Маса вала 12 кг

Дефекти деталі:

1. Знос поверхні під шарикопідшипники 3209 до розміру менше ніж 44,93мм;
2. Знос поверхні під манжету до розміру 49,6 мм;
3. Знос поверхні під потовщений корпус робочого органу до діаметра менше ніж 40,9 мм;
4. Знос різьби

Технічні вимоги на прийомку відремонтованої деталі:

Биття поверхонь під шарикопідшипники не більше 0,04 мм. На 1 см² поверхні під підшипники не більше 3-х раковин величиною по найбільшому виміру до 1 мм та глибиною не більше 0,5 мм [4].

Твердість наплавленого слою на поверхні під підшипники не менш HRC 47.

1.1.2 Вибір типового технологічного процесу відновлення деталей подібного класу

Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – вали гладенькі та ступінчаті представимо в таблиці 1.1 [5-7].

Таблиця 1.1 - Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – вали гладенькі та ступінчаті

Найменування операції	Стислий зміст операцій	Призначення операції
Токарна	Виправлення центрових отворів	Токарна
Слюсарна	Виправлення вигину деталі	Слюсарна
Зварювальна	Зварювання шпонкових пазів, отворів з дефектами різьби	Зварювальна
Наплавочна	Наплавлення різьбових кінців, опорних шийок і шліців	Наплавочна
Термічна	Нормалізація наплавлених поверхонь	Термічна
Токарна	Проточування різьбових кінців, нарізання різьби. Проточування опорних шийок	Токарна
Фрезерна	Фрезерування шпонкових пазів, шліців і лисок на різьбовому кінці	Фрезерна
Слюсарна	Виправлення дефекту внутрішньої різьби та інше	Слюсарна
Термічна	Термічна обробка деталі.	Термічна

1.1.3 Вибір раціонального способу усунення дефекту

Вибір раціонального способу усунення дефекту проведемо для дефекту: знос поверхні валу під шарикопідшипник 3209.

Вибір раціонального способу усунення дефекту виконується за трьома критеріями:

- технологічному (застосування);
- технічному (довговічності);
- техніко-економічному (доцільності).

Підсумки вибору представимо у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вибір способу усунення зносу поверхні валу під шарикопідшипник

Спосіб відновлення по технологічному критерію	Технологічна характеристика					Питома вартість відновлення грн./м ²	Коефіцієнт техніко-економічної ефективності
	Коефіцієнт				Мікротвердість, МПа		
	стійкість до спрацювання	витривалість	зчеплення	довговічності			
Наплавлення електродугове	0.7	0.6	1.0	0.4	3000	84	210
Наплавлення в середовищі CO ₂	1.3	0.85	1.0	1.1	3200	37	33,6
Вібродугове наплавлення	0.8	0.6	0.8	0.5	3000	68	136

Раціональним способом усунення дефекту поверхні валу під шарикопідшипник буде наплавлення в середовищі CO₂.

На інші дефекти призначимо способи відновлення виходячи з типового технологічного процесу.

1.1.4 Упорядкування плану операцій відновлення деталі

В наслідок аналізу деталі та її дефектів та вибраних способів відновлення можливо зробити наступні висновки:

- центрові отвори не зношуються, тому не потребують відновлення;
- після наплавлення в середовищі CO₂ поверхневий шар металу має невелику твердість HRC<35, тому немає необхідності проводити нормалізацію поверхні
- внутрішньої різьби у деталі немає, тому не потрібна операція 040 «слюсарна».

Виходячи з цих міркувань складемо план операцій відновлення валу в формі таблиці 1.3 [8, 9].

Таблиця 1.3 - План операцій технологічного процесу відновлення валу

№операції	Найменування операції	Стислий зміст операцій
005	Токарна	Виправлення центрових отворів
010	Слюсарна	Виправлення вигину деталі та встановлення захисної стрічки на різьбу.
015	Наплавочна	Наплавлення поверхонь під манжети, підшипники
020	Токарна	Проточування наплавлених поверхонь, калібрування різьби
025	Термічна	Термічна обробка деталі
030	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні під манжети та шарикопідшипники
035	Контрольна	Контролювати розмір та взаємне розташування відновлених поверхонь

1.1.5 Вибір засобів технологічного оснащення

Наплавочна – Установа для наплавлювання УД-209,

Інверторний напівавтомат SSVA-180-P

Токарна – верстат токарно-гвинторізний 1К62.

Термічна – установка СВЧ ЛПЗ-67

Шліфувальна – верстат круглошліфувальний 3А151

Контрольна – стіл контрольний СД-3708

Другий етап

Для застосування оптимальних параметрів процесу наплавлення використовувались розроблені програма, методика та дослідження які надані у Звіті про роботу науково-дослідної лабораторії “Технічний сервіс і надійність с.г. техніки” (проміжний). Програма: «Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК», 2017 р. [10].

Згідно цих досліджень найкращі результати наплавлення виявилися на наступних режимах:

- частота обертання валу 0,315 об/хв.

або $V_{\text{напл}} = 3,14 \cdot 125 \cdot 0,315 / 1000 = 0,124 \text{ м/хв} = 124 \text{ мм/хв}$.

- швидкість подачі електродного дроту $V_{\text{др}} = 30 \text{ дм/хв}$.

- напруга $U = 23 \text{ В}$.

- режим інвертора 4

Дріт марки Нп-30ХГСА діаметром 1,2 мм. Наплавлювання на зворотній полярності. - виліт електроду – 8 мм, - витрата газу – 8 л/хв.

При цьому отримуємо товщину наплавленого валика $h = 4...5$ мм, ширина валика $b = 6$ мм. В зв'язку з тим що перекриття по ширині попереднього валика повинна бути $(1/3)b$ приймаємо величину повздовжньої подачі $S = b/3$, $S = 6/3 = 2$ мм/об.

На рисунку 1.4 наведений робочий процес наплавлювання, а на рисунку 1.5 – наплавлений вал підготовлений для проточування.



Рисунок 1.4 – Процес наплавлення на установці УД-209

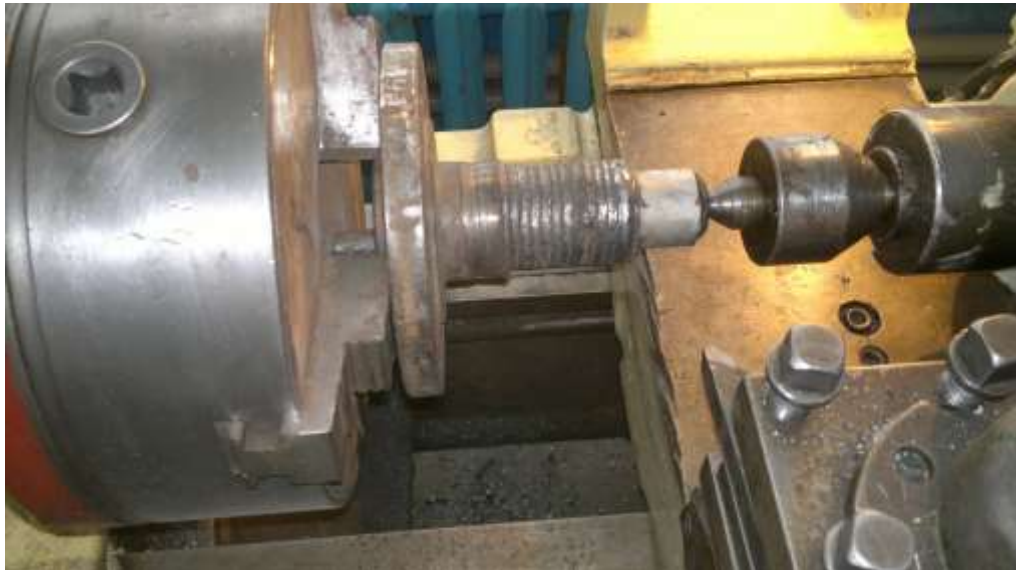


Рисунок 1.5 – Наплавлений вал підготовлений для проточування

Після наплавлення діаметр поверхні валу під підшипники збільшується до діаметру не менш 49 мм що є достатнім для наступної механічної обробки. На рисунку 1.6 наведений вигляд валу після чорнового точіння. Як видно поверхня валу під підшипники суцільна, пропуски та раковини відсутні що доказує працездатність обраного методу відновлення на визначених режимах.



Рисунок 1.6 - Вигляд валу після чорнового точення
(різьба закрита захисною стрічкою)

2. Розробка технологій та технологічного обладнання при переробці олійних культур

2.1 Оптимізація конструктивних параметрів шнекового преса для віджимання мезги насіння рицини

Визначення закону стиснення виконувалось з урахуванням методик. Відповідно до цих методик отримано загальну залежність номеру витку шнекового пресу від оптимізованого ступеню стиснення, який повинен бути на даному витку, що пресує (рис. 2.2).

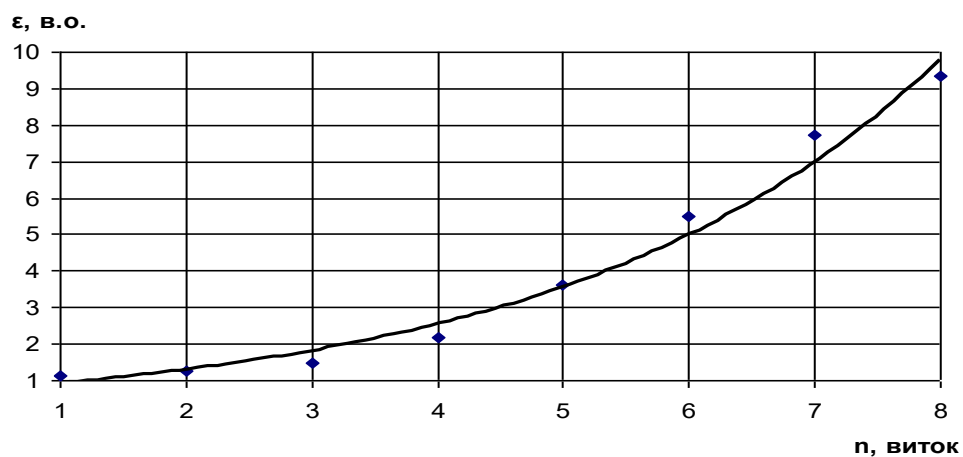


Рисунок 2.2 – Залежність ступеня стиснення від номера пресуючого витка шнекового пресу

Відповідно, застосувавши обробку залежності (рис. 2.2) в EXCEL, змінення ступеня стиснення в залежності від номера витка можна підпорядкувати деякій закономірності (закон стиснення):

$$\varepsilon = 0,659e^{0,337 \cdot n}, \quad (2.3)$$

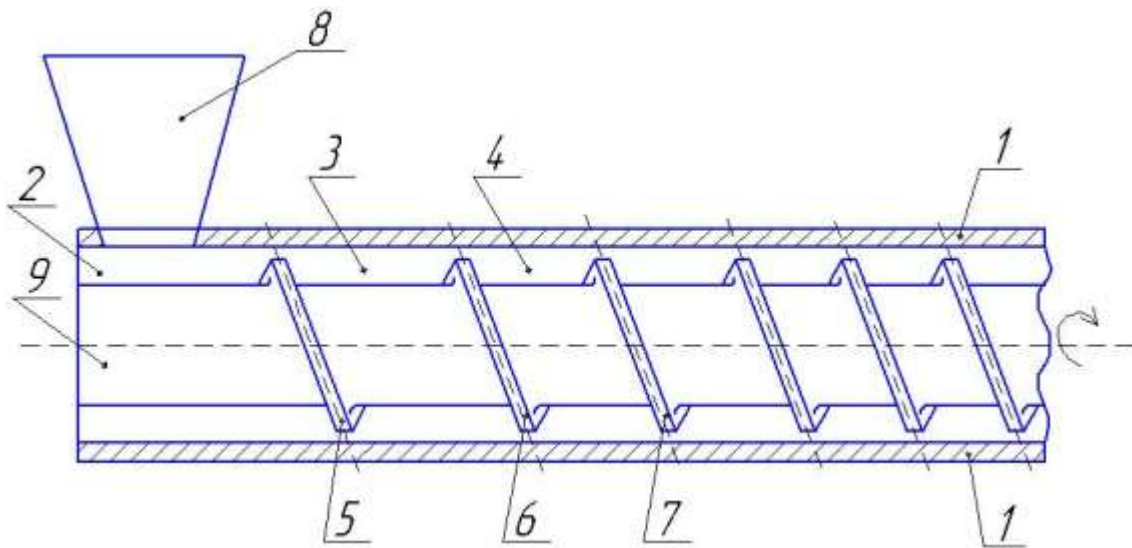
де n - номер пресуючого витка.

Якщо врахувати те, що ступінь стиснення окремо на кожному витку шнекового пресу це відношення об'єму мезги у першому витку до об'єму мезги у кожному наступному витку відповідно, вільні об'єми між пресуючими витками за формулою:

$$V_n = \frac{V_1}{0,659e^{0,337 \cdot n}}, \quad (2.4)$$

де V_1 - об'єм мезги що завантажується у перший пресуючий виток шнекового пресу, м³;

V_n - об'єм мезги, що може знаходитися у n -ному пресуючому витку шнекового пресу, м³.



1 – зерний циліндр; 2 – вільний об'єм першого пресуючого витка ; 3, 4 - вільні об'єми наступних пресуючих витків; 5 – перший пресуючий виток; 6, 7 – наступні пресуючі витки; 8 – завантажувальний бункер; 9 – шнековий вал

Рисунок 2.3 – Конструктивне виконання шнекового пресу на прикладі пресу зі змінним кроком гвинта

Вільний об'єм (поз.2 рис. 2.3) мезги першого пресуючого витка (поз. 5, рис. .23) визначає подальшу продуктивність шнекового пресу, необхідної для задоволення потреб виробника продукції. Знаючи такий об'єм (поз. 5, рис. 2.3) і номер пресуючого витка,

можна визначити всі інші вільні об'єми (поз. 3, 4, і т.д. рис. 2.3) між іншими пресуючими витками (поз. 6, 7, і т.д. рис. 2.3) і далі, не змінюючи встановлені вільні об'єми між пресуючими витками, розрахувати всі інші конструктивні параметри такого шнекового пресу з урахуванням відповідної продуктивності.

Наприклад, виробник бажає отримати продуктивність шнекового пресу за рициною 15 тон на добу. При 8-часовому робочому дні, така продуктивність буде складати 1880 кг/год. При середньому часі перебування мезги у шнекових пресах близько 1,5 хвилини (0,025 години), вільний об'єм першого пресуючого витка повинен бути таким, щоб помістити 47 кг мезги насіння рицини. Після встановлення конструктивних параметрів вільного об'єму першого пресуючого витку, всі інші – розраховуються за рівнянням (2.4)

При встановленому законі стиснення (рівняння 2.3), вихід олії окремо на кожному витку шнекового пресу відображений у залежності відносної маси олії від номеру витка (рис. 2.4). Як бачимо найбільший вихід олії відбувається на другому витку. На восьмому пресуючому витку вихід олії практично знижується до нуля. Тобто збільшення кількості витків більше вісьмох призведе тільки до зростання тиску в шнековому пресі та збільшення витрат потужності на пресування. Таким чином при пресуванні мезги насіння рицини достатня кількість пресуючих витків повинна складати витків

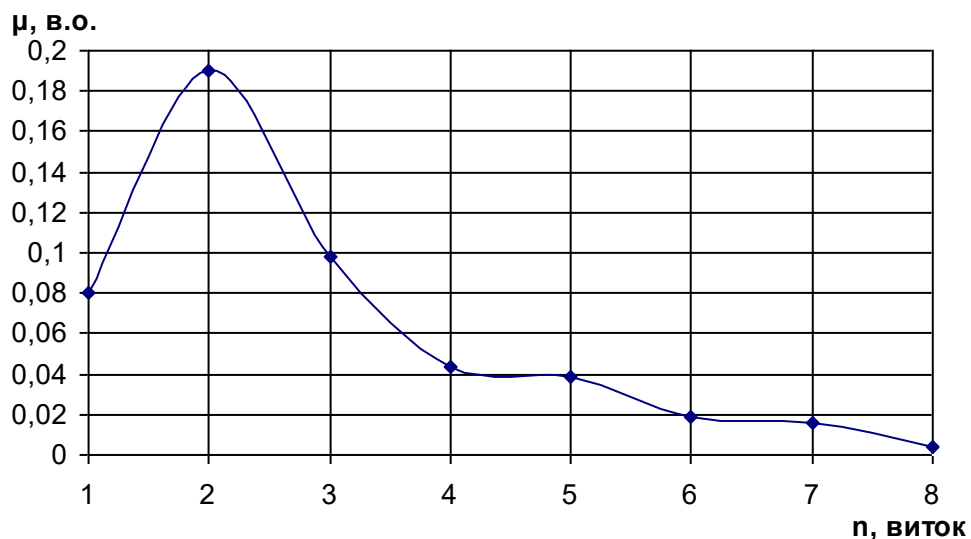


Рисунок 2.4 – Залежність відносної маси олії від номеру витка

Якщо використати залежність ступеня стиснення від номера пресуючого витка (рис. 2.2), отримаємо залежність відносної маси олії, що отримується на кожному ступені стиснення шнекових пресів (рис. 2.5). Як бачимо, конструктивне виконання витків, що пресують таким чином, щоб забезпечити ступінь стиснення вище позначки $\varepsilon = 9,4$ здійснювати непотрібно, так як вихід олії практично зупиняється.

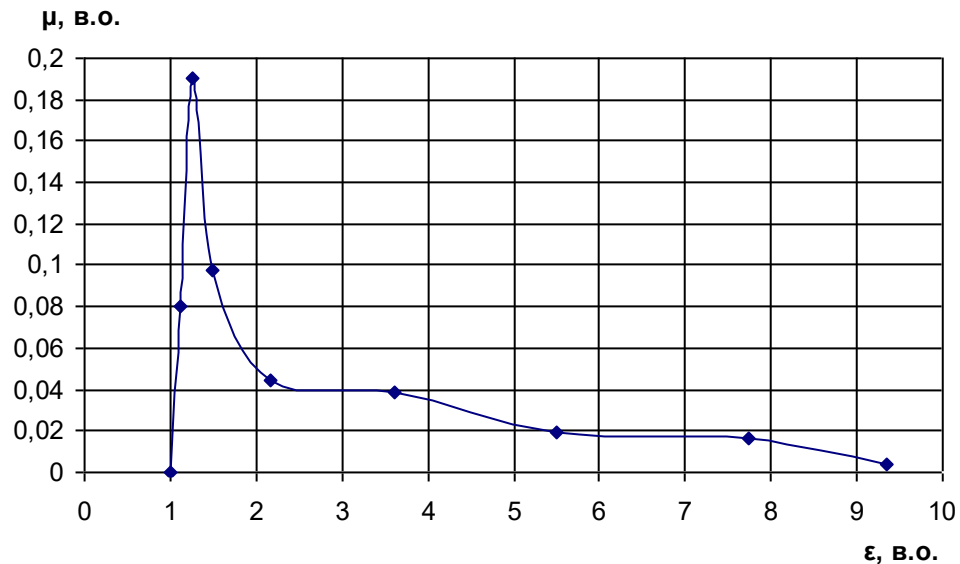


Рисунок 2.5 – Залежність відносної маси олії від ступеня стиснення

З урахуванням (рис. 2.4 та рис. 2.5), загальна відносна маса олії що отримано після пресування на вісьмох витках шнекового пресу складає $\mu = 0,496$. Максимальна ж олійність насіння рицини складає 55% [11] або можна записати як $\mu_{\max} = 0,55$. Відповідно, кількість олії після пресування, що залишилася у матеріалі буде визначено як:

$$\Delta\mu = \mu_{\max} - \mu = 0,55 - 0,496 = 0,054.$$

Якщо це значення помножити на 100 %, то отримаємо остаточну олійність жмиху, яка складає 5,4%. У відповідності з [12], після першого пресування, остаточна олійність жмиху рицини повинна складати 8,5%. Тобто, завдяки оптимізації конструктивно-технологічних параметрів шнекових пресів, показник олійності жмиху рицини вдалося зменшити ще на $8,5 - 5,4 = 3,1\%$.

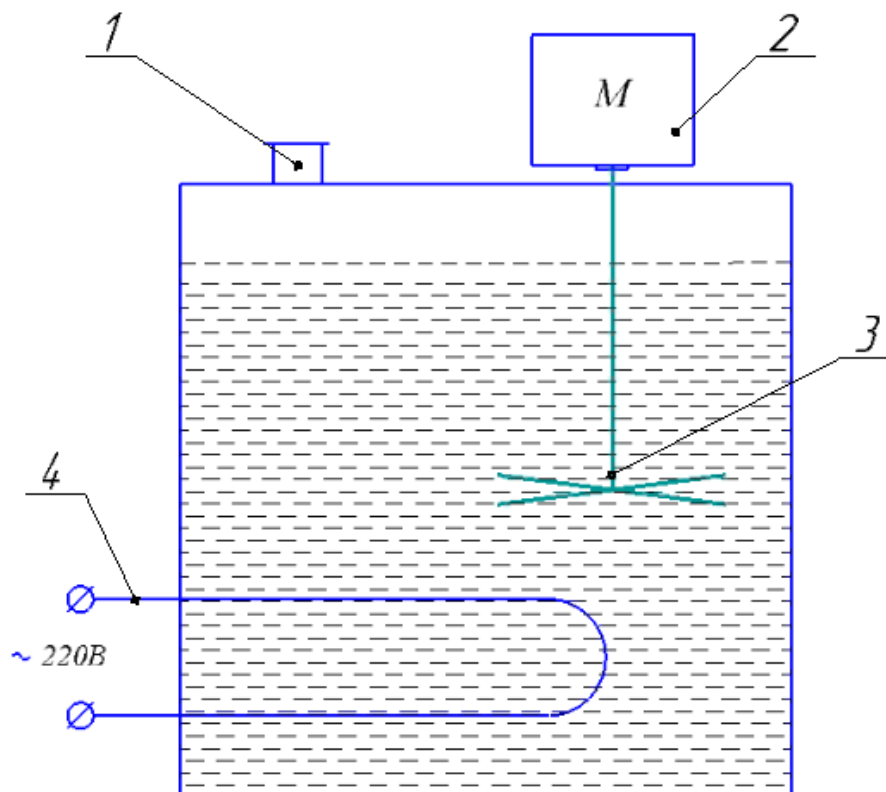
Також потрібно зазначити, що на ефективність пресування, впливає і ряд додаткових конструктивних параметрів, які забезпечують необхідний вільний об'єм між пресуючими витками: крок гвинта; діаметр робочої камери, висота пресуючих витків та їх поєднання [13, 14]. При встановленому законі стиснення для мезги насіння рицини (формула 3), визначення оптимальних додаткових конструктивних параметрів є предметом подальших досліджень.

3 Розробка технологій та апаратів для очищення і контролю від забруднення поливної води, робочих та мастильних рідин

3.1 Експериментальні дослідження процесу очищення рицинової олії в електричному полі

3.1.1 Розробка експериментальної установки

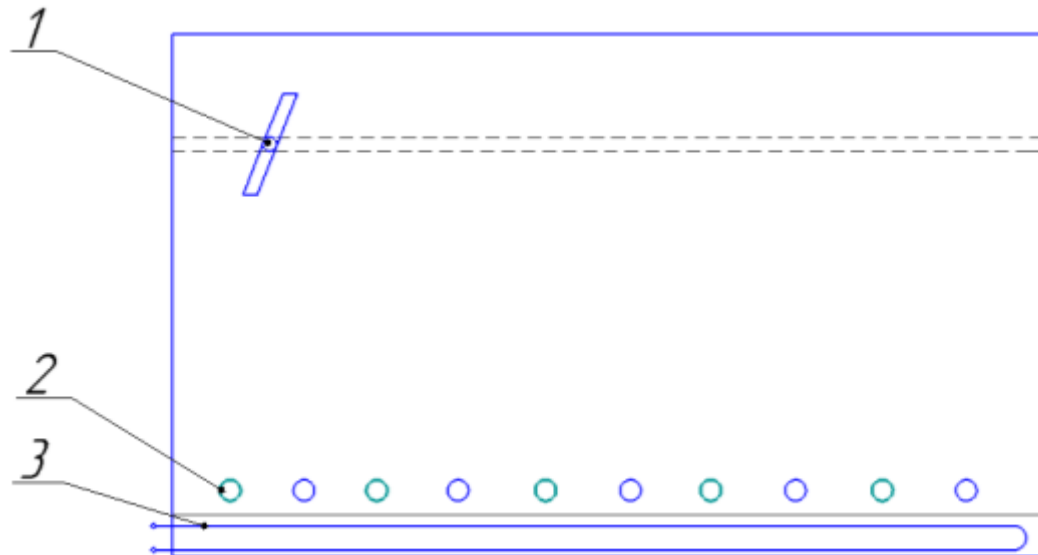
Установка складається з двох ємностей. У першій ємності йде підготовка олії до очищення (рис.3.1). В середині неї розташований електронагрівач та привід від електродвигуна для розмішування масла. Швидкість обертання електродвигуна 7000 об/хв. Регулювання температури відбувалася за допомогою регулятора напруги. В середині неї проходить процес підігріву та змішування касторової олії з водою. Після підготовки рицинова олія зливається в другу ємність (рис.3.2).



1 – патрубок; 2 – електродвигун; 3 – мішалка; 4 – електронагрівач

Рисунок 3.1 – Ємність для підготовки рицинової олії до очищення

В цій ємності розташований електронагрівач, електроди та лопатка для зняття пінки. Розміщена система електродів у вигляді паралельних циліндричних електродів діаметром 2 мм загальна довжина яких складала 1 м, а відстань між ними 1 см. На електроди подається напруга до 7кВ.



1 – лопатка; 2 – електроди; 3 – електронагрівач

Рисунок 3.2 – Ємність з електродами для очищення рицинової олії

Електроди виготовлені зі сталюого дроту. Електронагрівач використовується для підтримання температури близько 100°C.

3.1.2 Розробка методики експериментальних досліджень

Для очищення рицинової олії від фосфатидів попередньо здійснюють їх гідратацію при концентрації води 1,5 ... 2 %. Видалення гідратованих фосфатидів пов'язане з певними особливостями: велика в'язкість рицинової олії та її спроможність утримувати гідратовані фосфатиди в майже колоїдному стані. Крім того після очищення олія потребує видалення остатків води [14-28].

Технологія електричного очищення олії полягає в наступному. Після проведення гідратації емульсія підігрівається до температури близько 100 °С. і надходить в ємність, в якій встановлено систему електродів у вигляді паралельних циліндрів. На електроди подається змінна висока напруга до 7 кВ, що створює в між електродному просторі електричне поле. Величина напруги повинна бути якомога високою, але такою, щоб не виник електричний пробій рідини. Після подачі напруги з'являються бульбашки пару і проходить процес схожий на "кипіння". Домішки, які присутні в олії поляризувались і рухались до електродів утворюючи між ними "містки". Частина домішок виходить разом з бульбашками пара, утворюючи темну пінку. Її ми знімаємо за допомогою спеціальної лопатки.

3.1.3 Результати експериментальних досліджень

Після підігріву на електроди подавалась висока напруга. Через кожні 200 секунд відбирались проби для аналізу вмісту води та гідратованих фосфатидів. Вміст води визначався ваговим методом після випарювання, а вміст гідратованих фосфатидів після центрифугування. На рис. 3.3 та рис. 3.4 представлено отримані експериментальні залежності.

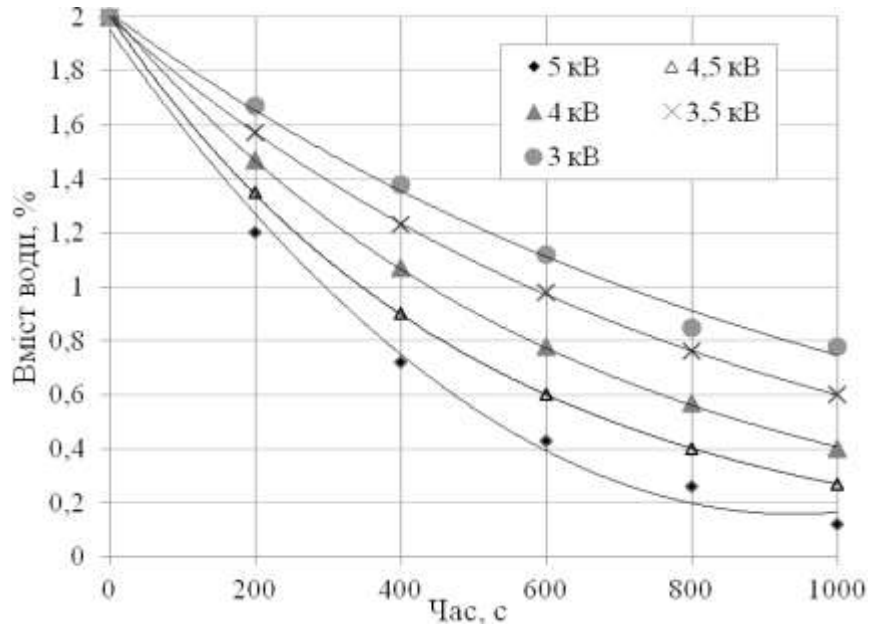


Рисунок 3.3 – Експериментальні залежності вмісту води від часу при різних напругах на електродах

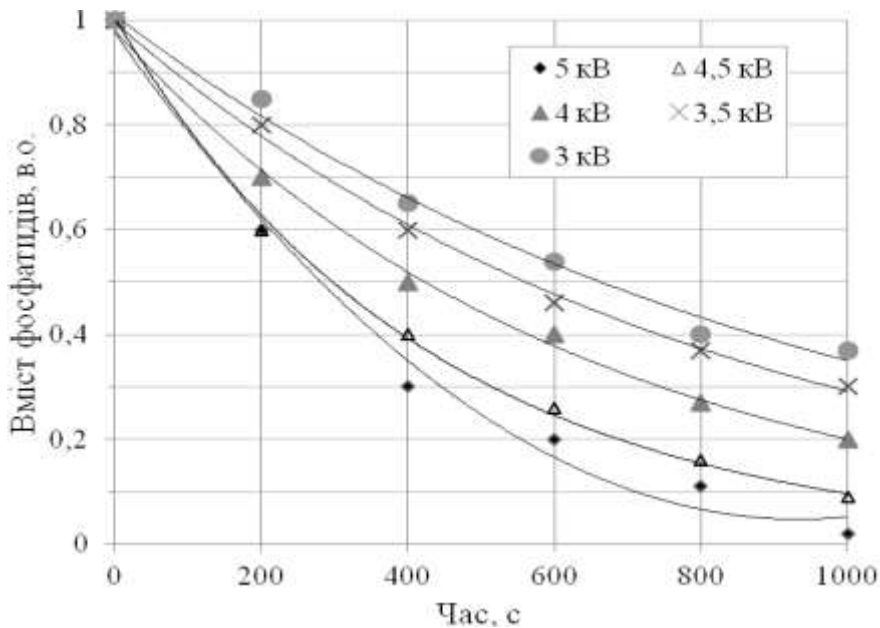


Рисунок 3.4– Експериментальні залежності вмісту фосфатидів від часу при різних напругах на електродах

Ступінь очищення рицинової олії від гідратованих фосфатидів розраховано за формулою:

$$C_{оч.} = \frac{(X_1 - X_2) \cdot 100}{X_1}, \quad (3.1)$$

де X_1 - масовий вміст частинок гідратованих фосфатидів в суспензії до очищення, %;

X_2 - масовий вміст частинок гідратованих фосфатидів в суспензії після очищення, %.

Розрахунок показав, що запропонований спосіб забезпечує ступінь очищення рицинової олії від гідратованих фосфатидів за час 1000 с при напрузі на електродах 5 кВ на рівні 97%.

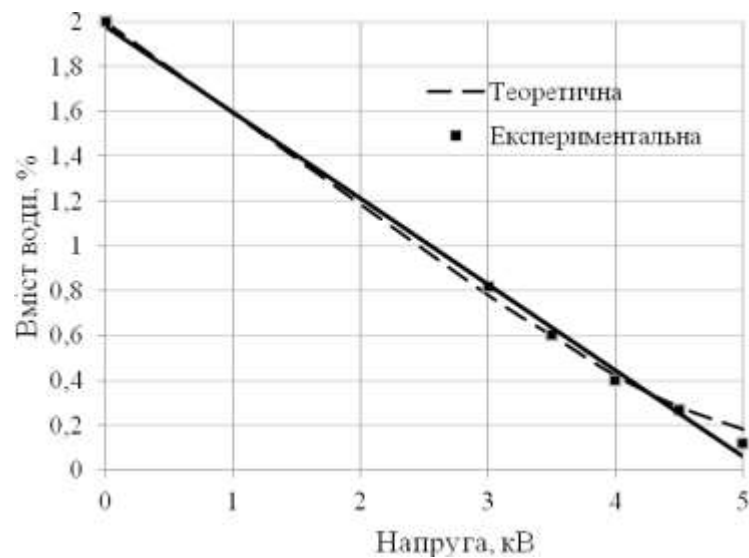


Рисунок 3.5 – Теоретична та експериментальна залежності вмісту води від напруги на електродах за час 1000 с.

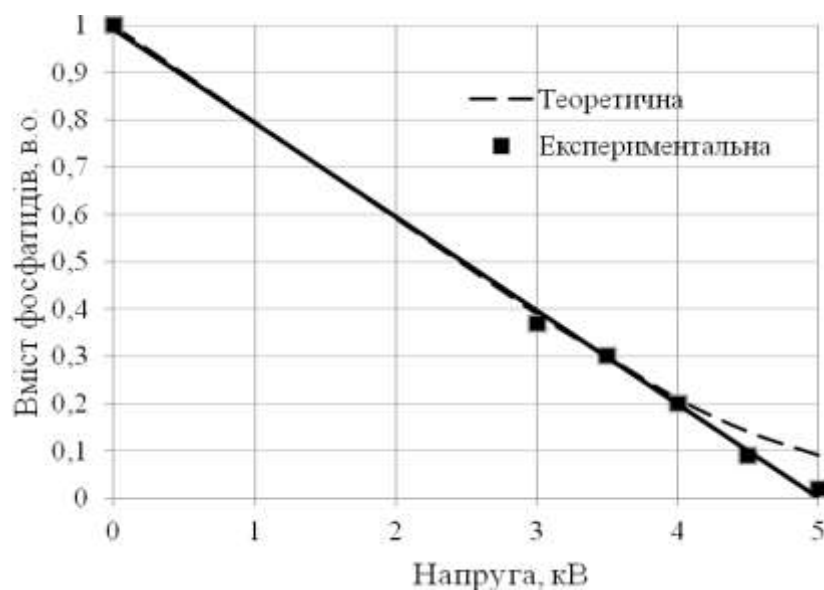


Рисунок 3.6 – Теоретична та експериментальна залежності вмісту фосфатидів від напруги на електродах за час 1000 с.



Рисунок 3.7 – Фото експериментальної установки

4. Інноваційні шляхи забезпечення технічного сервісу аграрного виробництва

4.1 Обґрунтування доцільності створення пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива

4.1.1. Обґрунтування загального критерію ефективності діяльності пункту з діагностування та обслуговування паливної апаратури

Критерій ефективності діяльності спеціалізованого виробництва з діагностування та обслуговування паливної апаратури є кількісно вимірною цілю. Хоча варто зазначити, що при обґрунтуванні рішень лише в простих випадках вдається цілю виразити за допомогою одного критерію. При системному обґрунтуванні рішень така умова виконується рідко.

Кількісний вимір критерію обумовлює наявність певного його математичного виразу, який називається цілювою функцією. Спочатку загальні цілю ефективності діяльності спеціалізованого виробництва з діагностування та обслуговування паливної апаратури формуються на змістовому рівні і дають можливість визначити лише

напрямок дій. Так, мета обґрунтувати доцільність створення спеціалізованого виробництва з діагностування та обслуговування паливної апаратури ще не розкриває тих показників, які були б мірою наближення до неї.

Тобто ціль повинна бути вимірником для порівняння альтернативних варіантів і прийняття кращого з можливих рішення. Для цього здійснюють структурування загальної мети у вигляді дерева цілей.

На рисунку 4.1 представлено дерево цілей та критеріїв ефективності діяльності спеціалізованого виробництва з діагностування та обслуговування паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива.

Критерій, що використовується при обґрунтуванні рішень, можна поділити на оптимізаційні та обмежуючі.

До оптимізаційних ставиться додаткова вимога, щоб цільова функція мала екстремум, який відповідав би кращому з можливих рішень. Обмежуючий критерій встановлює гранично допустимі значення бажаних характеристик системи для того, щоб при обґрунтуванні рішення вилучити ті варіанти, що не забезпечують заданих обмежень.

Відповідальність критерію поставленій цілі значною мірою пов'язана з рівнем узагальнення результатів рішення.

У наведеному на рисунку 4.1 прикладі нижній рівень цілей містить такі показники, як коефіцієнт довговічності (k_d), прямі затрати праці (Z_{np}), витрати коштів на діагностування та обслуговування (S_p), втрати коштів від простою виробництва (U_e), програма діагностування та обслуговування (N_{np}).

Проте ці показники є лише частковими складовими ефективності робіт. Більш загальним показником є, наприклад, техніко-економічний критерій. Його можна приймати як критерій при оптимізації вибору технології діагностування та обслуговування. Проте його недоліком є те, що не враховуються витрати на виконання робіт.

Мінімізація приведених витрат ($S_N \rightarrow \min$) на одиницю виконаних робіт широко використовується як цільова функція при проектуванні, плануванні і організації виробничих процесів. Проте він не відображає впливу на кінцеві результати (продукцію).

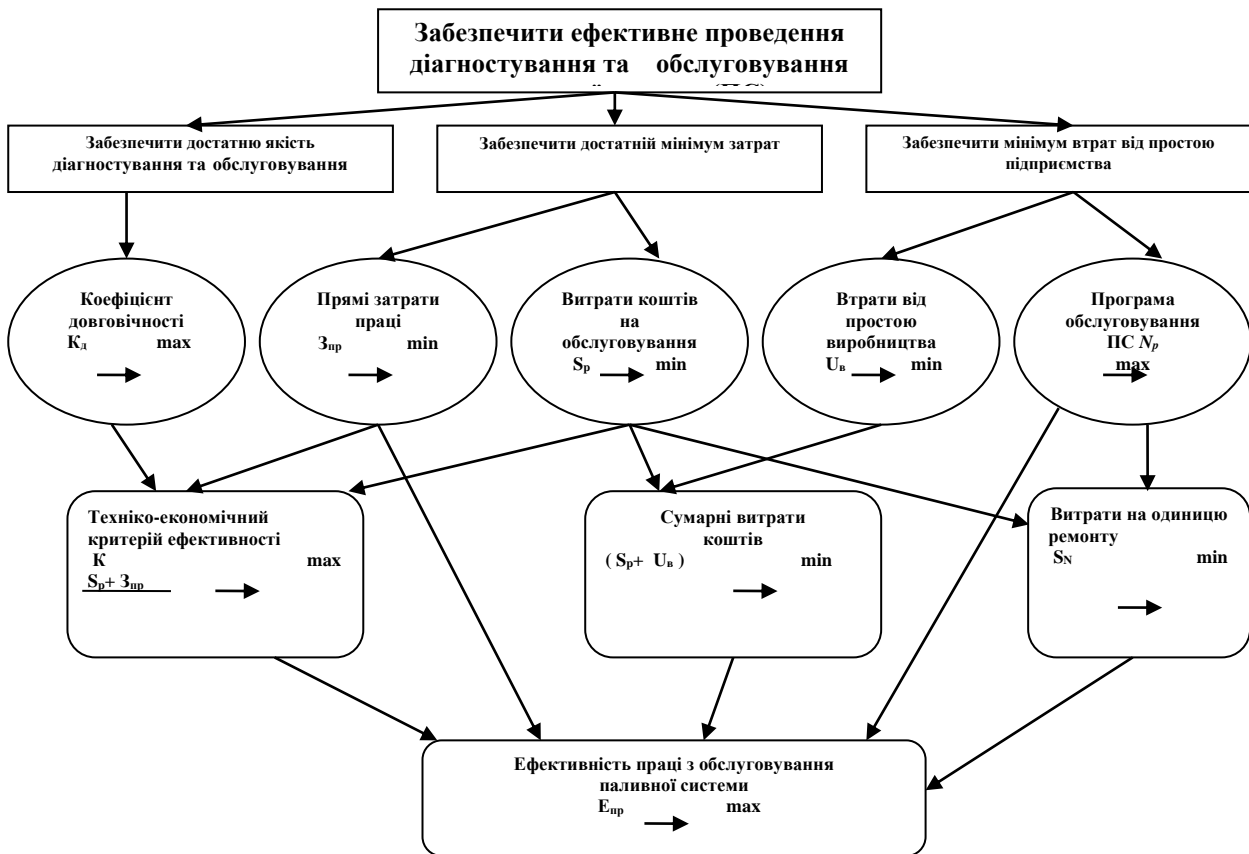


Рисунок 4.1 – Дерево цілей та критеріїв ефективності діяльності спеціалізованого виробництва з діагностування та обслуговування паливної апаратури

Найбільш загальним із приведених на схемі критеріїв є ефективність праці (E_n , грн./люд-год.):

$$E_{np} = \frac{[N_{np} \cdot C - (S_p + U_v)] \cdot k_d}{Z_{np}} \rightarrow \max; \quad (4.1)$$

де C – ціна діагностування та обслуговування комплексу паливної системи, грн.;

Критерій ефективності праці є інформативним для оцінки технологій, комплексів машин і виробничих процесів.

Варто зазначити, що вибір критерію суттєво залежить від виробничих обставин. Наприклад, при проведенні робіт в умовах дефіциту часу або робочої сили комплекс машин оптимізують за мінімумом затрат праці ($Z_n \rightarrow \min$).

Якщо більш суттєвою є економія коштів, то оптимізацію можна проводити за мінімумом приведених витрат на одиницю площі ($S_N \rightarrow \min$).

Витрати коштів на діагностування та обслуговування:

$$S_p = S_{ек} + \Delta K, \quad (4.2)$$

де $S_{ек}$ – експлуатаційні витрати на діагностування та обслуговування;

ΔK – додаткові капітальні витрати

Експлуатаційні витрати:

$$S_{ек} = S_{св} \cdot N_{np}, \quad (4.3)$$

де $S_{св}$ – собівартість діагностування та обслуговування

тоді:

$$E_{np} = \frac{[N_{np} \cdot C - (S_{св} \cdot N_{np} + \Delta K + U_e)] \cdot k_o}{m \cdot T_p} \rightarrow \max; \quad (4.4)$$

Таким чином для підвищення ефективності потрібно:

- оптимізувати програму діагностування та обслуговування паливної системи;
- зменшити собівартість діагностування та обслуговування;
- зменшити витрати від простою виробництва;
- підвищити коефіцієнт довговічності відремонтованих агрегатів
- зменшити трудомісткість діагностування та обслуговування агрегатів.

4.1.2. Визначення факторів, які впливають на доцільність створення спеціалізованого виробництва з діагностування та обслуговування паливної апаратури

Після детального вивчення виробничого процесу діагностування та обслуговування паливної апаратури були обрані наступні значення рівнів варіювання факторів, які подані в таблиці 4.1. Для проведення психологічного експерименту було складено анкету згідно форми. Анкети були заповнені шістьма спеціалістами. Згідно заповнених даних склали алгоритм для визначення коефіцієнту погодження між спеціалістами (конкордації), який представлений в таблиці 4.2. За кращий результат приймаємо найменше значення рангу i -го фактора у j -го спеціаліста. Визначаємо середню суму добутків кожного елементу i -ї стрічки на елементи вектор-стовпчика:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k}, \quad (4.5)$$

$$L = \frac{330}{10} = 33$$

Визначаємо коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{2 \cdot m \cdot \Delta_i^2}{m^2(k^3 - k)}, \quad (4.6)$$

$$W = \frac{12 \cdot 1942}{6^2(10^3 - 10)} = 0,65$$

Таблиця 4. 1 – Рівні варіювання факторів

№	Назва	X
1	Наявність обмінного фонду	X ₁
2	Час знаходження виробу на обслуговуванні	X ₂
3	Вартість нової паливної системи	X ₃
4	Наявність кваліфікованих кадрів	X ₄
5	Програма діагностування та обслуговування	X ₅
6	Діючий технологічний процес	X ₆
7	Транспортні витрати	X ₇
8	Наявність оборотних коштів	X ₈
9	Номенклатура агрегатів, що обслуговується	X ₉
10	Наявність конкуруючих підприємств	X ₁₀

Значимість коефіцієнта конкордації перевіряємо за критерієм Пірсона:

$$\chi^2 = m \cdot (k - 1) \cdot W, \quad (4.7)$$

$$\chi^2 = 6 \cdot (10 - 1) \cdot 0,65 = 35,1$$

З таблиць знаходимо, що для 5%-го рівня значимості при $f = 10 - 1 = 9$ ступенях вільності величина

$$\chi_{\delta\alpha\alpha\epsilon}^2 < \chi_{\delta i \zeta \delta}^2, \quad (4.8)$$

Так як табличне значення критерію Пірсона менше $\chi_{\delta\alpha\alpha\epsilon}^2 = 616,19 < \chi_{\delta i \zeta \delta}^2 = 35,1$ розрахункового, тому можна з 95%-ою ймовірністю стверджувати, що думка

спеціалістів відносно впливу факторів оцінюється коефіцієнтом конкордації $W=0,65$ та не є випадковою. Для наочності зображення результатів психологічного експерименту за даними таблиці 4.2 будуємо середню діаграму рангів розподілення факторів, що впливають на організацію виробничої бази з ремонту паливної апаратури (рис. 4.2).

Таблиця 4.2 – Алгоритм для визначення коефіцієнту конкордації (матриця рангів):

Фактори	Спеціалісти						$\sum_{j=1}^m a_{ij}$	$\Delta_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} - L$	Δ_{i^2}
	1	2	3	4	5	6			
X ₁	8	8	1	6	8	3	34	1	1
X ₂	5	6	4	7	9	7	38	5	25
X ₃	6	5	5	4	3	4	27	-6	36
X ₄	7	7	8	8	10	8	48	15	225
X ₅	1	1	2	1	1	1	7	-26	676
X ₆	2	4	6	5	2	2	21	-12	144
X ₇	4	3	3	2	7	6	25	-8	64
X ₈	3	2	7	3	6	5	26	-7	49
X ₉	9	10	9	10	4	10	52	19	361
X ₁₀	10	9	10	9	5	9	52	19	361
							330		1942

На основі апріорного ранжування для подальшого опрацювання було обрано чотири фактори, а саме:

X₅ – програма діагностування та обслуговування;

X₆ – діючий технологічний процес;

X₇ – транспортні витрати;

X₈ – наявність оборотних коштів, які займають на діаграмі найнижчі позиції, припускаючи, що вони найбільш сильно впливають на показник ефективності ремонтного підприємства.

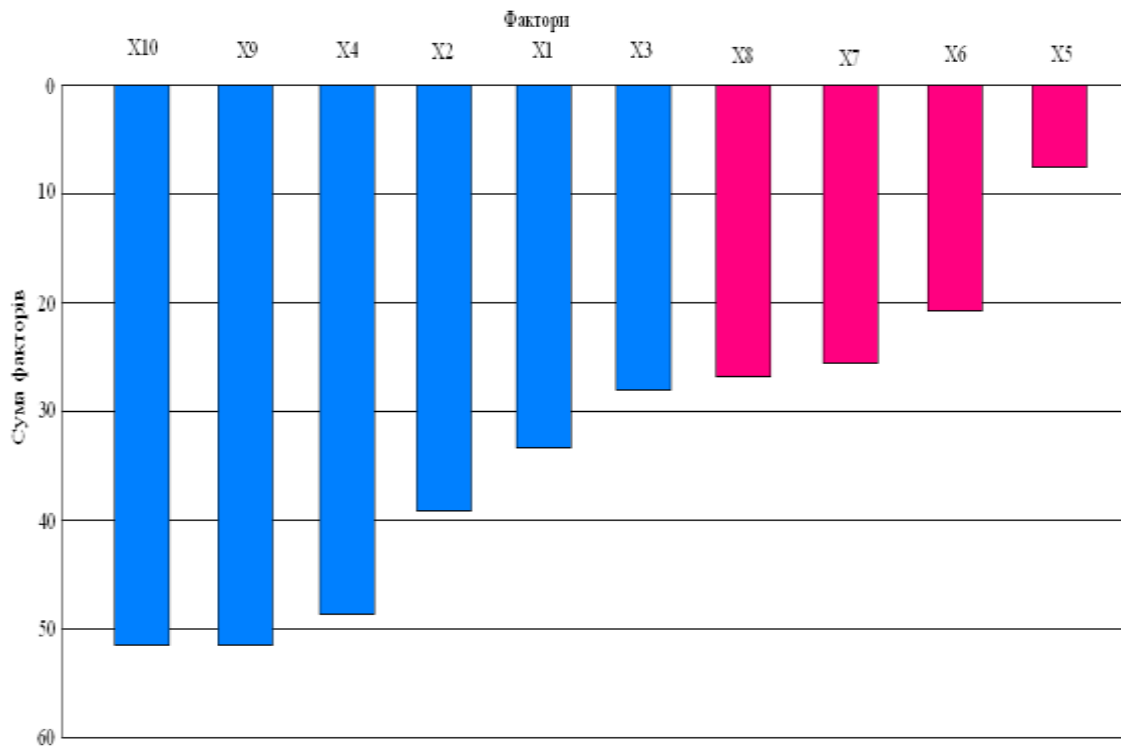


Рисунок 4.2 – Діаграма рангів розподілення факторів

Для проведення аналізу стану та використання агрегатів паливної системи в розрізі господарства, районів та області проводилося збирання матеріалів про наявність паливної системи та її стан.

Основними об'єктами досліджень прийняти діючі ремонтні підприємства, які виконують діагностування та обслуговування та повнокомплектний ремонт агрегатів паливної системи.

Для вивчення вибрані наступні питання:

- структура ремонтної бази;
- обсяг ремонтних робіт, що виконується майстернями;
- програма та номенклатура ремонтних об'єктів;
- організація виробничого та технологічного процесів діагностування, обслуговування та методи, що використовуються;
- спеціалізація та кооперація даних підприємств, зв'язок з господарствами, які експлуатують машини;
- трудові витрати на ремонті паливної системи та калькуляція собівартості діагностування та обслуговування;
- техніко-економічні показники майстерень.

4.1.3 Обґрунтування схеми розміщення технологічного обладнання на пункті для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним впорскуванням палива.

Технологічний процес діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива є невід'ємною складовою діагностування двигунів з розподільним упорскуванням палива в цілому.

На підставі результатів діагностування працездатності двигунів з розподільним упорскуванням палива приймається рішення о перевірці працездатності елементів паливної апаратури.

Діагностичні карти й описи перевірок працездатності служать для виявлення несправності ланцюга або елемента системи за допомогою логіки, побудованої на методі виключення елемента відповідно до якого перевірка діагностичного ланцюга відсилає механіка до певних карт а ті, у свою чергу, можуть відіслати до інших.

Необхідно строго дотримуватися послідовності, зазначеної в діагностичних картах.

Технологічний процес діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним упорскуванням палива передбачає використання діагностичний стенд EPS 205 для перевірки дизельних інжекторів.

На стенді EPS 205 можна проводити перевірку як форсунок класичних систем уприску, так і інжекторів Common Rail двигунів тракторів, легкових і вантажних автомобілів. EPS 205 уможлиблює діагностику форсунок з робочим тиском понад 1800 бар.

Для роботи з п'єзоелектричними інжекторами передбачений автоматизований режим зі спеціалізованими процедурами, такими як імітація режиму пуску двигуна та корегування напруги, що надходить у інжектор.

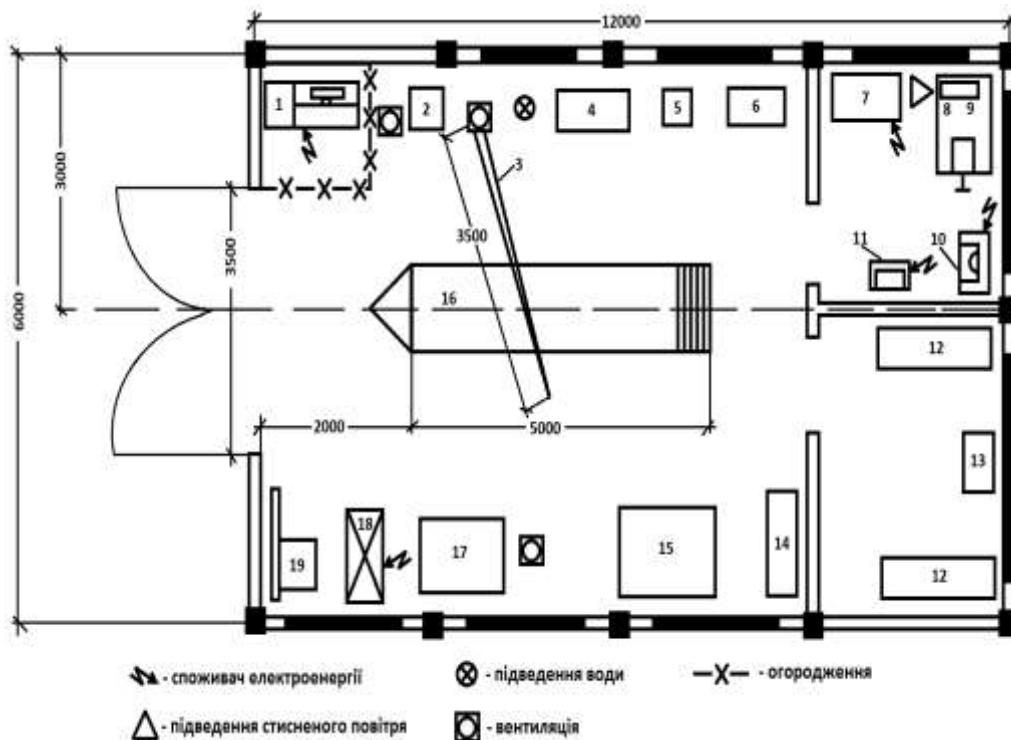
Тестування п'єзоелектричних інжекторів

Всі результати вимірювань відображаються графічно та у вигляді числових значень і зберігаються в загальній базі даних разом з інформацією про клієнтів.

Надалі ці дані можуть бути роздруковані у вигляді Протоколу перевірки. Значення контрольних параметрів для компонентів дизельних паливних систем Bosch доступні на компакт-диску.

До стенду можна підключити принтер, додатковий монітор, клавіатуру та мишу. Також створено можливість його підключення до комп'ютерної мережі. Використання EPS 205 дозволяє автосервісу проводити всі необхідні тести інжектору, як-от: перевірку на герметичність, тест поведінки при старті, перевірку кодів ISA та IMA, діагностику при повному навантаженні, вимірювання об'єму пального, що впорскується у режимі

холостого ходу та в режимі попереднього впрыску, перевірку в режимі емісійного впрыску та вимірювання опори обмотки електромагнітного клапану.



1 - компресор гаражний; 2 – тумбочка для приладів; 3 - кран консольно-поворотний; 4 - ванна мийна пересувна; 5 - солидолонагнетатель; 6 - піддон для зливу відпрацьованих масел та палива; 7 - стенд для діагностики і регулювання ПНВТ і форсунок Common Rail BOSCH EPS 708; 8 - прес гідравлічний; 9 - верстак слюсарний; 10 - стенд EPS 205 для діагностики паливної апаратури дизельних двигунів розподільним впрыском палива; 11 - пристрої перевірки працездатності дизельних форсунок EPS 100 (Bosch); 12 – обладнання для комп'ютерного діагностування керуючих систем дизельних двигунів; 13 - тестер BOSCH KTS; 14 - комплект діагностичних приладів; 15 - монтажний стіл; 16 - оглядова яма для технічного обслуговування; 17 - стіл для ремонтних робіт з відновлення насосів PDE і PLD; 18 - установка для ремонту ПНВТ; 19 - ящик з піском і протипожежний щит.

Рисунок 4.3 Технологічне планування пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним впрыском палива.

З традиційними форсунками можна проводити комбіновані тести (форсунки ДНК та UI), що включають перевірку факелу розпилу та герметичності, а також вимірювання тиску на початковому етапі.

На стенді виконується очищення форсунок ультразвуком і за допомогою присадок.

На рисунку 4.3 [29, 30] представлено технологічне планування пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним впрыском палива.

ВИСНОВКИ

1. Розроблений технологічний процес відновлення валу ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та валу ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН-3,3 та проведені експериментальні дослідження технологічного процесу наплавлення валів під підшипники в середовищі захисних газів. Визначені параметри процесу наплавлення валиків для отримання їх оптимальної форми та розмірів: $V_{\text{напл}} = 124$ мм/хв; швидкість подачі електродного дроту $V_{\text{др}} = 30$ дм/хв; напруга $U = 23$ В; режим інвертора 4; $S = 2$ мм/об. Дріт марки Нп-30ХГСА діаметром 1,2 мм. Наплавлення на зворотній полярності, виліт електроду – 8 мм, витрата газу – 8 л/хв. При цьому отримано товщину наплавленого валика $h = 4 \dots 5$ мм, ширина валика $b = 6$ мм.

2. Встановлено закон стиснення для шнекових пресів при пресуванні мезги насіння рицини. Встановлено, що достатня кількість пресуючих витків у шнекових пресах для пресування насіння рицини складає 8 штук. Відповідно, при застосуванні під час пресування такої кількості пресуючих витків, відносна маса олії складе $\mu = 0,496$. За рахунок оптимізації конструктивно-технологічних параметрів шнекових пресів, показник олійності жмиху рицини після першого пресування вдалося знизити на 3,1% (з 8,5 % до 5,4%).

3. Порівняння теоретичних та експериментальних залежностей часу видалення вологи та гідратованих фосфатидів з рицинової олії від напруги на електродах показало адекватність теоретичної моделі експериментальним даним (максимальне відхилення теоретичних величин від експериментальних не перевищує 7%) та доцільність використання запропонованого методу очищення пресової рицинової олії від фосфатидів і механічних домішок в електричному полі (ступінь очищення за час 1000 с складає 97%). Розроблена схема автоматизації електротехнологічного комплексу дозволяє здійснювати керування процесом по рівню рідини в камерах та температурі олії в заданих технологічних режимах.

4. Запропонований варіант пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів дозволяє з мінімальними видатками забезпечити підвищення ефективності застосування двигунів з розподільним упорскуванням палива в сільськогосподарському виробництві, збільшення наробітку до відмови, зниження витрат на експлуатацію, збільшення строку служби машин за рахунок організації діагностування, гарантійного і післягарантійного технічного обслуговування елементів паливної апаратури двигунів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Журавель Д.П., Чебанов А.Б., Верещага О.Л. Вимоги до підготовчих операцій при пресуванні мезги насіння рицини. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - С.673-678.
2. Журавель Д.П., Чебанов А.Б., Верещага О.Л. Аналіз способів отримання олійних матеріалів із насіння рицини. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - С.77-81.
3. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Рощин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. 2-е изд. Л.: Колос, 1980. – 168 с.
4. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин / В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин. – М.:ГОСНИТИ, 2003. – 487с.
5. Паніна В.В. Застосування багатокритеріальної оцінки для вибору способу відновлення ґрунтообробних робочих органів / В.В. Паніна, Г.І. Дашивець, О.Ю. Новік / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип. 17, т. 3. – С.130-137.
6. Паніна В.В. Обґрунтування вибору обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу/В.В. Паніна, Г.І. Дашивець, О.Ю. Новік/Збірник статей Всеукр. наук.-пр. конф. «Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України», м. Ніжин, 2019. – С.273-280.
7. Паніна В.В. Вибір обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу/В.В. Паніна/Матеріали I Міжнар. наук.практ. Інтернет-конференція «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі», м. Мелітополь, ТДАТУ. 2020. – С. 355-358.
8. Лялякин В.П. Состояние и перспективы упрочнения и восстановления деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методами/В.П. Лялякин, С.А. Соловьев, В.Ф. Аулов // Труды ГОСНИТИ.-2014.-том 115.- С. 96-104.
9. Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах / Изд. 2-е, переработанное. – К: «Екотехнология», 2007. – 192 с.
10. Розробка технології відновлення шнеків / Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК: звіт про науково-дослідну роботу НДЛ (проміжний). Програма: Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК /ТДАТУ,

НДІ МЗПУ; зав. відділу В. А. Дідур; викон. А.О. Смелов та ін. – Мелітополь, 2017. – С. 10-22.

11. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Кіровоград, 2016. 204 с.

12. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1974. 439 с.

13. Клещевина / под ред. В. А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. - 352 с.

14. Братішко В.В. Механіко-технологічні основи приготування повнораціонних комбікормів гвинтовими грануляторами. Дис. докт. техн. наук. Глеваха. 2017. – 372 с.

15. Теоретичні передумови використання електричного поля змінного струму в пристроях очищення соняшникової олії // Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК: звіт про науково-дослідну роботу НДЛ (проміжний). Програма: Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК / ТДАТУ, НДІ МЗПУ; зав. відділу В. А. Дідур; викон. Д. П. Журавель та ін. – Мелітополь, 2016. – С. 21-28.

16. Теоретичне обґрунтування способу контролю вологомісткості моторних олив//Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК: звіт про науково-дослідну роботу НДЛ (проміжний). Програма: Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК/ТДАТУ, НДІ МЗПУ; зав. відділу В. А. Дідур; викон. Д. П. Журавель та ін. – Мелітополь, 2017. – С. 23-32.

17. Розробка методики очищення рослинних олій за допомогою електротехнологічного комплексу // Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК: звіт про науково-дослідну роботу НДЛ (проміжний). Програма: Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК/ТДАТУ, НДІ МЗПУ; зав. відділу В. А. Дідур; викон. Д. П. Журавель та ін. – Мелітополь, 2018. – С. 19-23.

18. Дослідження процесу очищення пресової касторової олії методом електрофлотації // Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК: звіт про науково-дослідну роботу НДЛ (проміжний). Програма: Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК / ТДАТУ, НДІ МЗПУ; зав. відділу В. А. Дідур; викон. Д. П. Журавель та ін. – Мелітополь, 2019. – С. 21-32.

19. Дидур В. А. Надежность мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биологических топливо-смазочных материалов / В. А. Дидур, Д. П. Журавель // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і

природокористування України / НУБіП; відп. ред. Д. О. Мельничук. – К., 2016. – № 251. – С. 69-78. – (Техніка та енергетика АПК).

20. Журавель Д. П. Методологія оцінки надійності мобільної сільськогосподарської техніки при експлуатації на різних видах паливо-мастильних матеріалів / Д. П. Журавель // Вісник Сумського національного аграрного університету/СНАУ. – Суми, 2016. – Вип. 10/3(31). – С.66-71. – (Механізація та автоматизація виробничих процесів).

21. Журавель Д. П. Вплив забрудненості абразивом біопаливо-мастильних матеріалів на енергоємність поверхневих шарів металів вузлів і агрегатів мобільної техніки/Д. П. Журавель // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Херсон, 2017. – Вип. 5. – С.56-65.

22. Журавель Д. П. Методология обеспечения надежности мобильной техники при использовании биологических ТСМ/Д. П. Журавель // Енергозабезпечення технологічних процесів в агропромисловому комплексі України: матер. VI Міжнар. наук.-техн. конф./ТДАТУ. – Мелітополь, 2015. – С. 8 -10.

23. Журавель Д. П. Забезпечення надійності мобільної сільськогосподарської техніки при експлуатації на різних видах паливо-мастильних матеріалів / Д. П. Журавель//Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник тез доповідей XVII міжнародної наукової конференції/СНАУ. – Суми, 2016. – С. 163 - 164.

24. Журавель Д. П. Підвищення ефективності експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки при використанні біопаливо-мастильних матеріалів/Д. П. Журавель/Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2017: збірник тез доповідей XIII Міжнародної наукової конференції / НУБіП. – К., 2017. – С. 155 - 156.

25. Журавель Д.П. Триботехнічні властивості олій біологічного походження/Д.П. Журавель, В.Б Юдовинській // Праці ТДАТУ.- Вип. 11. т.4- Мелітополь, 2011.- С. 160 -166.

26. Журавель Д.П. Дослідження впливу присадок на експлуатаційні властивості олій/Д.П. Журавель, Б.В. Мітков // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 2. Т.1. ТДАТУ, Мелітополь 2012. - с.254-259.

27. Журавель Д.П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки/Д.П. Журавель // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти.Вип.2.-Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2014.- С.157-165.

28. Журавель Д.П. Обґрунтування пристрою для оцінки триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів/Д.П. Журавель // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 9. Том 1. - Мелітополь, 2019. – С.12-22.

29. Організація та технологія технічного сервісу машин: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей на освітніх рівнях «Бакалавр», «Магістр»/О. М. Шокарев, В. М. Кюрчев, С. В. Кюрчев, А. М. Побігун // за ред. О. М. Шокарева.– Мелітополь, ТОВ «ФОРВАРДПРЕСС», 2019, - 307с.

30. Дідур В.А. Проектування сервісних підприємств: посібник-практикум / В.А. Дідур, Г.І. Дашивець, А.М. Бондар. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 144 с.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 2016-2020

2016

1. Результати досліджень показали, що зношування робочих поверхонь циліндрів після зміцнюючої обробки в період припрацювання зменшилось в 1,1...1,8 рази, а інтенсивність зношування в процесі експлуатації зменшилась в 2 рази; мікротвердість поверхневого шару після вібронакатування збільшилась на 18...27%.
2. На основі експериментального методу визначення потенціалу масопереносу і ізотермічної масоємкості отримано основні залежності термодинамічних характеристик ядра, рушанки, лушпиння та 10%-вого вмісту лушпиння в ядрі рицини; визначені 12 рівнянь регресії, що може слугувати в якості довідкової інформації для вивчення процесів волого-теплової обробки рицинової сировини при виділенні касторової олії.
3. В результаті проведених досліджень встановлено, що при певних співвідношеннях характеристик частинки та середовища сила, що діє на частинку в постійному полі дорівнює 0. Сила, що діє на частинку в біжучому полі взагалі має максимум при певній частоті. Тому для живлення електродних систем пристроїв очищення потрібно вибирати джерело живлення з регульованою частотою.
4. Розроблена методика вибору засобів для діагностування сільськогосподарської техніки на прикладі діагностування елементів паливної апаратури двигунів з розподільним вприском палива дозволить підвищити ефективність експлуатації техніки на 14 % за рахунок зменшення строків проведення діагностування і технічного обслуговування на 10% та зменшити собівартість діагностування на 12 % при гарантованій якості проведення робіт.

2017

1. Проведені лабораторні експерименти по наплавленню ребра натурального шнека діаметром 125 мм на дообладнаній установці УД-209 показали роботоздатність конструкції. Найкращі результати наплавлення виявилися на наступних режимах:

- частота обертання шнека 0,315 об/хв.

або $V_{ел} = 3,14 * 125 * 0,315 / 1000 = 0,124 \text{ м/хв} = 124 \text{ мм/хв}$.

- швидкість подачі електродного дроту $V_{др} = 30$ дм/хв.
- напруга $U = 23$ В.
- режим інвертора 4

При цьому отримуємо товщину наплавленого валика $h = 4...5$ мм.

2. Розроблено математичну модель гідродинаміки руху частинок м'ятки в чані жаровні як єдиний процес переміщення потоків м'ятки по горизонтальним концентричним колам і вертикальним (меридіанними), що перетинають вісь чана. Гідродинаміка дозволяє визначити час руху частинок м'ятки по обігріваному днищу чана і в напрямі осі чана. Час проходження м'ятки по лопаті мішалки дозволяє обґрунтувати режими кондуктивного тепло- вологообміну.

3. Значення коефіцієнта поглинання ультразвуку α становлять: на чистій оливі в інтервалі 200 ... 1000 сек. – в межах 484 ... 278 m^{-1} , а на відпрацьованій оливі при аналогічному інтервалі – 539 ... 320 m^{-1} .

4. Проведені економічні розрахунки для парку в 10 комбайнів підтверджують доцільність організації постів діагностування з використанням досконалих методів прогнозування. Річний економічний ефект від втілення запропонованих заходів складає 2655 т.грн.

2018

1. За допомогою розробленого пристрою і відповідних режимів, які визначаємо за пропонованою номограмою, можливе отримання мікрорельєфу з повним перетинанням. Визначений мікрорельєф дозволяє збільшити кількість локацій в 2 рази, що надає додаткову зносостійкість та маслоутримуючу здатність поверхні деталі.

2. В результаті виконаного повнофакторного експерименту для процесу волого-теплової обробки м'ятки насіння рицини визначено наступні оптимальні параметри для віджимання олії з олійної сировини:

- кінцева вологість мезги для періоду зволоження $W_{к.з} = 9,144...10,662\%$;
- кінцева вологість мезги для періоду сушіння $W_{к.с} = 5,72...6,68\%$;
- тиск пари, що гріє $p_{сп} = 3,71...4,419$ кПа.

3. Розрахунок електротехнічних характеристики комплексу для очищення соняшникової олії та конструктивних показників технологічного блоку показали його високу ефективність, зокрема, споживана повна потужність технологічного блоку складає 6,5 ВА при продуктивності 0,1 $m^3/год$.

4. Невирішеність багатьох питань, пов'язаних з утилізацією, а також відсутність системного (комплексного) підходу до їх вирішення, робить актуальними дослідження по цим важливим напрямкам в АПК.

2019

1. Розроблена методика експериментальних досліджень мийної здатності технічного мийного засобу (ТМЗ) ТЕХМОС-2 для визначення впливу факторів процесу очищення на величину остаточного забруднення шляхом аналізу експериментальних зразків.

2. В результаті виконаних повнофакторних експериментів для процесу віджиму олії із мезги насіння рицини на вісьмох пресуючих витках шнекового валу встановлено:

- оптимальні ступені стиснення на відповідному пресуючому витку шнекового валу: перший пресуючий виток $\varepsilon = 1,42$; другий пресуючий виток $\varepsilon = 1,79$; третій пресуючий виток $\varepsilon = 2,09$; четвертий пресуючий виток $\varepsilon = 4,67$; п'ятий пресуючий виток $\varepsilon = 5,35$; шостий пресуючий виток $\varepsilon = 6,21$; сьомий пресуючий виток $\varepsilon = 7,29$; восьмий пресуючий виток $\varepsilon = 9,32$;

- оптимальні температури мезги на відповідному пресуючому витку шнекового валу: перший пресуючий виток $t = 105^\circ\text{C}$; другий пресуючий виток $t = 105^\circ\text{C}$; третій пресуючий виток $t = 104^\circ\text{C}$; четвертий пресуючий виток $t = 94^\circ\text{C}$; п'ятий пресуючий виток $t = 105^\circ\text{C}$; шостий пресуючий виток $t = 105^\circ\text{C}$; сьомий пресуючий виток $t = 105^\circ\text{C}$; восьмий пресуючий виток $t = 97^\circ\text{C}$;

- оптимальні зазори в зерних планках на відповідному пресуючому витку шнекового валу: перший пресуючий виток $\delta = 1,5$ мм; другий пресуючий виток $\delta = 1,5$ мм; третій пресуючий виток $\delta = 1,22$ мм; четвертий пресуючий виток $\delta = 1$ мм; п'ятий пресуючий виток $\delta = 1$ мм; шостий пресуючий виток $\delta = 1$ мм; сьомий пресуючий виток $\delta = 1,3$ мм; восьмий пресуючий виток $\delta = 1$ мм.

3. Отримано диференційне рівняння динаміки руху крапель води та гідратованих фосфатидів в рициновій олії в електричному полі, яке створено паралельною системою циліндричних електродів. Розв'язання цього рівняння дозволило визначити швидкість осадження крапель на електродах, яка становить для максимальних частинок: радіусом 300 мкм - $1,55 \times 10^{-4}$ м/с, і мінімальних частинок радіусом 50 мкм - $0,05 \times 10^{-4}$ м/с. Доведено, що швидкість осадження

не залежить від початкової координати початку руху крапель. Отримані теоретичні залежності швидкості осадження крапель від напруги на електродах дозволили розрахувати час видалення вологи та гідратованих фосфатидів з рицинової олії, а саме для отримання оптимального вмісту вологи в межах 0,15 - 0,25 %, за час 1000 с, напруга на електродах повинна складати не менше 5000 В.

4. Запропоновані варіанти комплексних пунктів технічного сервісу техніки та структури оптимального складу служби з технічного сервісу техніки дозволять з мінімальними видатками забезпечити підвищення ефективності застосування машин в сільськогосподарському виробництві, збільшення наробітку до відмови, зниження витрат на експлуатацію, збільшення строку служби машин за рахунок організації діагностування, гарантійного і післягарантійного технічного обслуговування, ремонту і зберігання техніки.

2020

1. Розроблений технологічний процес відновлення валу ПД-2,5-71.652-01 (ліва різьба) правого робочого органу ПД-2,5-71.000-01, та валу ПД-2,5-71.652 (права різьба) робочого органу ПД-2,5-71.000 агрегату дискового ґрунтообробного напівнавісного АГН- 3,3 та проведені експериментальні дослідження технологічного процесу наплавлення валів під підшипники в середовищі захисних газів. Визначені параметри процесу наплавлення валиків для отримання їх оптимальної форми та розмірів: $V_{\text{напл}} = 124$ мм/хв; швидкість подачі електродного дроту $V_{\text{др}} = 30$ дм/хв; напруга $U = 23$ В; режим інвертора 4; $S = 2$ мм/об. Дріт марки Нп-30ХГСА діаметром 1,2 мм. Наплавлення на зворотній полярності, виліт електроду – 8 мм, витрата газу – 8 л/хв. При цьому отримано товщину наплавленого валика $h = 4...5$ мм, ширина валика $b = 6$ мм.

2. Встановлено закон стиснення для шнекових пресів при пресуванні мезги насіння рицини. Встановлено, що достатня кількість пресуючих витків у шнекових пресах для пресування насіння рицини складає 8 штук. Відповідно, при застосуванні під час пресування такої кількості пресуючих витків, відносна маса олії складе $\mu = 0,496$. За рахунок оптимізації конструктивно-технологічних параметрів шнекових пресів, показник олійності жмиху рицини після першого пресування вдалося знизити на 3,1% (з 8,5 % до 5,4%).

3. Порівняння теоретичних та експериментальних залежностей часу видалення вологи та гідратованих фосфатидів з рицинової олії від напруги на електродах показало адекватність теоретичної моделі експериментальним даним (максимальне відхилення теоретичних величин від експериментальних не перевищує 7%) та доцільність використання запропонованого методу очищення пресової рицинової олії від фосфатидів і механічних домішок в електричному полі (ступінь очищення за час 1000 с складає 97%). Розроблена схема автоматизації електротехнологічного комплексу дозволяє здійснювати керування процесом по рівню рідини в камерах та температурі олії в заданих технологічних режимах.

4. Запропонований варіант пункту для діагностування елементів паливної апаратури двигунів дозволяє з мінімальними видатками забезпечити підвищення ефективності застосування двигунів з розподільним упорскуванням палива в сільськогосподарському виробництві, збільшення наробітку до відмови, зниження витрат на експлуатацію, збільшення строку служби машин за рахунок організації діагностування, гарантійного і післягарантійного технічного обслуговування елементів паливної апаратури двигунів.