

НУБІП України

НУБІП України

**«Підвищення надійності механізмів  
комбайна «Скіф» в умовах експлуатації  
резервуванням»**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ  
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

01.12 – МР.463«С»28.03.2023.007 ПЗ

**Тарасенко Андрій Сергійович**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Форма № Н-9.02

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну  
УДК 681.533.-027.45

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
надійності техніки  
(назва кафедри)

НУБІП України

доц. Новицький А.В.  
(підпис) (ПІБ)  
2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на «Оцінка технічного стану та удосконалення технології відновлення  
корпусів гідророзподільників»

НУБІП України

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

Магістерська програма «Технічний сервіс машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»

НУБІП України

(назва)

освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

НУБІП України

К.Т.Н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

Новицький А.В.

(підпис)

(ПІБ)

Керівники магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Новицький А. В.

(ПІБ керівника)

Виконав

НУБІП України

(підпис)

(ПІБ студента)

Тарасенко А.С.

КИЇВ – 2023

Т  
Н  
Б  
О

Форма № Н-9.01  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри надійності техніки  
К.Т.Н., доцент Новицький А.В.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
20 року

ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТА

Тарасенку Андрію Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)

Спеціалізація  
(назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
(назва)

О (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Підвищення надійності механізмів комбайна  
«Скіф в умовах експлуатації резервуванням»

затверджена наказом ректора НУБіПУ від «28» 03. 2023 р. №463 «С»

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру 11.11.2023 р.  
(рік, місяць, число)

2.1 Структурна надійність зернозбирального комбайна 2.2 Забезпечення  
надійності зернозбирального комбайна структурним резервування 2.3  
Забезпечення надійності зернозбирального комбайна інформаційним  
резервування

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
вирозробити) 3.1 Методика проведення експериментальних досліджень

3.2 Методика оцінки основних видів пошкоджень деталей зернозбирального  
комбайна 3.3 Методика обробки експериментальних виробувань

і

п

НУБІП України  
Результати досліджень надійності зернозбирального комбайна 4.1. Результати оцінки пошкоджень деталей механізму. 4.2. Дослідження напрацювання між відмовою 4.3 Результат досліджень відмов комбайна  
Результати і впровадження досліджень. Висновки

НУБІП України  
Дата видачі завдання «22» жовтня 2022 р.

НУБІП України  
Керівники магістерської роботи  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Новицький А.В.

НУБІП України  
Завдання прийняв до виконання  
(підпис)

Тарасенко А.С.  
(прізвище та ініціали студента)

Тарасенко А.С.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ, МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	8
гротехнічні вимоги до сучасних зернозбиральних комбайнів.....	8
наліз конструкції зернозбиральних комбайнів.....	10
наліз конструкції зернозбирального комбайна Скіф-250.....	17
Особливості експлуатації та характерні відмови зернозбирального комбайна.....	22
наліз способів забезпечення працездатності надійності машин резервуванням.....	25
наліз методів і способів забезпечення надійності машин резервуванням.....	27
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА</b> .....	29
2.1 Структурна надійність зернозбирального комбайна.....	29
2.2 Забезпечення надійності зернозбирального комбайна структурним резервуванням.....	30
2.3 Забезпечення надійності зернозбирального комбайна інформаційним резервуванням.....	40
<b>РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	41
3.1 Методика проведення експериментальних досліджень.....	41
3.2 Методика оцінки основних видів пошкоджень деталей зернозбирального комбайна.....	42
3.3 Методика обробки експериментальних виробувань.....	49
<b>РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА</b> .....	50
4.1. Результати оцінки пошкоджень деталей механізму.....	50
4.2. Дослідження напрацювання між відмовою.....	50
4.3 Результат досліджень відмов комбайна.....	

Результати і впровадження досліджень.....	57
<b>РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА.....</b>	<b>60</b>
<b>РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....</b>	<b>66</b>
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72
ДОДАТКИ .....	79

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

Продуктивність сільськогосподарської галузі є ключовими аспектами для забезпечення продовольчої безпеки та вирішення глобальних проблем сучасного світу. В цьому контексті, роль комбайнів, які використовуються для збирання та обробки сільськогосподарських культур, стає вкрай важливою. Однак, висока навантаженість та інтенсивність експлуатації таких механізмів ставлять під загрозу їхню надійність та продуктивність.

Тема "Підвищення надійності механізмів комбайна в умовах експлуатації резервуванням" на сьогоднішній день стає особливо актуальною, оскільки сільськогосподарські підприємства впроваджують різні стратегії резервування з метою запобігання незапланованим зупинкам та витратам на ремонт. Резервування може включати запасні частини, забезпечення навчення персоналу та регулярну технічну підтримку, але його ефективність і вплив на надійність механізмів ще потребує детального вивчення.

У цьому рефераті ми дослідимо сучасний стан проблеми, визначимо фактори, що впливають на надійність механізмів комбайна, проаналізуємо різні методи підвищення надійності та подамо практичні приклади і рекомендації для оптимізації експлуатації комбайнів в умовах резервування. Цей дослідницький висновок допоможе глибше зрозуміти важливість підвищення надійності сільськогосподарських механізмів та сприятиме подальшому розвитку цієї галузі.

Запитання про підвищення надійності механізмів комбайна в контексті експлуатації резервуванням є справжньою викликаючою задачею для сучасного сільськогосподарського сектору. Наша робота спрямована на пошук практичних рішень та підходів, які сприятимуть оптимізації цього процесу та забезпеченню надійної роботи механізмів комбайна в умовах резервування.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ, МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

# НУБІП УКРАЇНИ

### агротехнічні вимоги до сучасних зернозбиральних комбайнів

Сільськогосподарські вимоги до комбайнів - це сукупність правил, рекомендацій та обмежень, які застосовуються до використання комбайнів у сільському господарстві з метою максимізації їх продуктивності та забезпечення найкращих результатів при збиранні різних видів сільськогосподарських культур. Ці вимоги спрямовані на забезпечення якісного збирання врожаю, зменшення втрат і запобігання пошкодженню техніки та навколишнього середовища.

Деякі з агрономічних вимог до комбайнів можуть включати: налаштування комбайна. Важливо правильно налаштувати комбайн для кожного типу культури та умов збирання врожаю. Це включає регулювання швидкості жатки, висоти ріжучого апарату, налаштувань барабана і решіт.

Таблиця 1.1

Основні параметри налаштувань комбайна для м'якого зерна

	Пшениця	Пшениця (тверда)	Ячмінь	Жито, тритикале	Овес
Частота обертання барабана (об/хв)					
Частота обертання вентилятора (об/хв)					
Зазор між планками підбарабання (мм)					
Зазори в решетах грубої очистки (мм)					
Зазори в решетах тонкої очистки (мм)					
Пальцевий брус	закритий режим	закритий режим	закритий режим	закритий режим	закритий режим

2. Правильна швидкість руху: Комбайн повинен рухатися з оптимальною швидкістю для кожного типу культури, щоб забезпечити найкращу якість врожаю та зменшити втрати.

3. Рекомендації щодо передзбиральної обробки: Деякі культури вимагають попереднього зрізання або обрізки перед збиранням для забезпечення оптимального врожаю.

4. Обслуговування та технічна підтримка: Регулярне технічне обслуговування і ремонт комбайна допомагає підтримувати його ефективність і термін служби.



Рис. 1.1 Щоденне технічне обслуговування комбайна

5. Безпека: Забезпечення безпеки оператора і навколишнього середовища також є важливою сільськогосподарською вимогою. Для цього необхідно дотримуватися всіх правил безпеки і носити відповідне захисне обладнання.

Аграрні вимоги до комбайнів можуть відрізнятися залежно від конкретних умов, культур і типів обладнання, а також регіональних або законодавчих вимог. Вони покликані оптимізувати процес збирання врожаю та забезпечити максимальну якість і кількість врожаю.

1. Висока продуктивність: Сучасні зернозбиральні комбайни повинні мати високу врожайність. Це досягається завдяки великій робочій ширині, високій швидкості руху та оптимальній потужності двигуна. На продуктивність також може впливати конструкція жаток і відповідний вибір налаштувань для різних культур.

2. Зменшення втрат зерна: Втрати зерна під час збирання врожаю небажані, оскільки вони призводять до фінансових втрат для фермера. Комбайни повинні

бути сконфігуровані таким чином, щоб мінімізувати втрати шляхом оптимізації роботи барабанів, жаток і системи видалення волокна.

3. Робоча якість зерна: Зерно, зібране комбайном, має відповідати вимогам якості. Це означає, що воно не повинно бути забрудненим, пошкодженим, відповідати стандартам за розміром і вологістю. Важливо налаштувати комбайн таким чином, щоб він не пошкодив зерно під час збирання.

4. Ефективне управління вологою: Зерно з різних частин поля може мати різну вологість. Сучасні комбайни оснащені системами вимірювання вологості і можуть автоматично регулювати режими сушіння, щоб забезпечити необхідну вологість зерна.

5. Мінімізація впливу на ґрунт: Збереження структури та родючості ґрунту є важливим завданням. Тому комбайни повинні бути легкими, а вага розподілена таким чином, щоб уникнути ущільнення та пошкодження ґрунту. Крім того, важливо вибрати оптимальний час для збирання врожаю.

### наліз конструкції зернозбиральних комбайнів

Зернозбиральний комбайн - це складна зернозбиральна машина, яка одночасно виконує наступні операції в послідовному і безперервному потоці: відкушує колосся і подає хліб до молотарки, обмолочує зерно, відокремлює його від вороху та інших домішок, транспортує чисте зерно в бункер і механічно вивантажує його [1].

НА



ІНІ

НА

ІНІ

Рис.1.2 Схема зернозбирального комбайна з поперечно-поточковим МСП і

КЛУБА  
НУБІП УКРАЇНИ

Класична молотарка, також відома як циліндрична молотарка, є одним з ключових компонентів сільськогосподарських комбайнів і використовується для обмолоту та очищення зерна від колосків та інших рослинних матеріалів.

ЧН  
НУБІП УКРАЇНИ

Переваги класичних молотарок:

1. Універсальність: Класичні молотарки можуть обробляти різні види зернових та інших культур. Вони добре пристосовані для роботи з різними типами культур.

М  
НУБІП УКРАЇНИ

2. Ефективність: Зазвичай класичні молотарки мають високу продуктивність і ефективність очищення зерна.

3. Простота налаштування: Ці молотарки зазвичай менш складні у використанні та налаштуванні, що полегшує роботу фермерів.

ОТ  
НУБІП УКРАЇНИ

4. Надійність: \*Класичні молотарки зазвичай досить надійні і довговічні, що дозволяє їм працювати в різних умовах [2].

Недоліки класичних молотарок:

1. Втрати зерна: У деяких ситуаціях звичайні молотарки можуть призвести до втрат зерна, оскільки частина зерна може бути викинута разом з рештою рослинного матеріалу.

НА  
НУБІП УКРАЇНИ

2. Вимоги до налаштування: Щоб досягти максимальної ефективності та запобігти втратам зерна, молотарка повинна бути налаштована відповідно до конкретного типу зерна та умов вирощування.

3. Простір і вага: Класичні молотарки можуть бути великими і важкими, що може вимагати більше місця на комбайні і впливати на загальну вагу машини.

4. Енергоспоживання: Класичні молотарки зазвичай потребують значної кількості енергії для роботи, що може вплинути на споживання палива та продуктивність комбайна.

Класичні молотарки залишаються популярними в сільському господарстві завдяки своїй універсальності та ефективності, але важливо правильно їх налаштувати і обслуговувати, щоб мінімізувати втрати і забезпечити надійну роботу.



Рис. 1.3 Схема роторного зернозбирального комбайна Case IH

Роторний зернозбиральний комбайн - це тип сільськогосподарського комбайна, який використовує ротор для обмолоту та очищення зерна.

Висока продуктивність: Роторні комбайни зазвичай мають високу продуктивність і можуть швидко збирати і переробляти великі обсяги врожаю.

2. Ефективність обмолоту: Роторні системи сприяють ефективному обмолоту зерна, що допомагає зменшити втрати і забезпечує високу якість зерна.

3. Здатність працювати в різних умовах: Роторні комбайни можуть працювати з різними видами зерна і в різних погодних умовах, що робить їх універсальними.

4. Надійність: Такі комбайни зазвичай дуже надійні та довговічні, що дозволяє їм працювати протягом тривалого періоду часу.

Мінуси роторних зернозбиральних комбайнів:

1. Висока витрата палива: Роторні комбайни можуть вимагати значної кількості палива, особливо при роботі на великих площах.

2. Великі розміри та вага: Це можуть бути великі та важкі машини, які можуть потребувати особливих умов для транспортування та збергання.

3. Складність обслуговування: Роторні комбайни можуть бути складнішими в обслуговуванні та налаштуванні порівняно з іншими типами комбайнів.

4. Вартість: Вони можуть бути дорожчими у придбанні та обслуговуванні порівняно з іншими типами комбайнів.



Рис. 1.4. Схема зернозбирального комбайна з поперечно погоковим МСП і роторним соломовідокремлювачем на комбайні Massey Ferguson

Зернозбиральні комбайни з перехресним потоком SMT (перехресна сепараторна молотарка) популярні в сільському господарстві завдяки своїй

здатності ефективно збирати та переробляти зерно. Ось деякі з переваг і недоліків цих комбайнів:

Плюси зернозбиральних комбайнів з перехресним потоком:

1. Здатність працювати з різними типами зерна: Ці комбайни можуть працювати з різними типами зерна і культур, що робить їх універсальними у використанні.

2. Менші втрати при обмолоті: МСП з перехресним потоком сприяють зменшенню втрат зерна під час обмолоту, оскільки зерно не викидається разом з рештою матеріалу.

3. Зменшення кількості дрібних частинок: МСП дозволяє ефективно відокремлювати дрібні частинки і бруд від зерна, що покращує якість зерна.

Недоліки зернозбиральних комбайнів з перехресним потоком МСП:

1. Великі розміри і вага: Ці комбайни можуть бути великими і важкими, що може вимагати спеціального транспорту для транспортування і особливих умов для зберігання.

2. Складність в налаштуванні: Для досягнення максимальної ефективності перехресно-потоківі МСП можуть потребувати певного налаштування та калібрування.

3. Споживання палива: Робота зернозбиральних комбайнів може вимагати великої кількості палива, особливо при роботі на великих площах.

4. Вища закупівельна ціна: Вони можуть коштувати дорожче в порівнянні з іншими типами комбайнів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБ

НУБ



ИИ

ИИ

Рис.1.5 Схема роторного зернозбирального комбайна з двома поєздовжніми роторами і аксіальною подачею на комбайні New Holland

Зернозбиральні комбайни з двома поєздовжніми роторами та осьовою подачею зерна - це особливий тип зернозбиральних комбайнів, які використовують два ротори для обмолоту та обробки зерна. Ось деякі з плюсів і мінусів цих комбайнів:

Переваги зернозбиральних комбайнів з двома поєздовжніми роторами та осьовою подачею зерна:

1. Висока продуктивність: Такі комбайни зазвичай мають високу продуктивність і швидко збирають і переробляють великі обсяги врожаю завдяки двом роторам.
2. Ефективний обмолот: два ротори сприяють більш ефективному обмолоту зерна, що допомагає зменшити втрати і поліпшити якість зерна.
3. Осьова подача: Осьова подача зерна дозволяє рівномірно подавати зерно в ротори, що покращує обмолот і знижує ризик утворення заторіє.
4. Можливість роботи з різними культурами: Ці комбайни можуть працювати з різними видами зерна і культур, що робить їх універсальними у використанні.

Недоліки зернозбиральних комбайнів з двома поєздовжніми роторами та осьовою подачею:

1. Великі розміри та вага: Ці комбайни можуть бути великими і важкими, що може вимагати спеціального транспорту для транспортування і особливих умов для зберігання

2. Складність регулювання: Для досягнення максимальної ефективності двоторні комбайни можуть потребувати більше налаштувань і калібрування, що може бути складно.

3. Вища закупівельна ціна: Вони можуть коштувати дорожче в порівнянні з іншими типами комбайнів.



Рис. 1.6 Схема зернозбирального комбайна з поперечно-потсковим МСП і барабанним соломовідокремлювачем з одним барабаном на комбайні ACROS

Зернозбиральний комбайн з поперечно-потковою молотаркою SME (молотарка з поперечним сепаратором) і однобарабним соломотрясом - це сільськогосподарська техніка, яка використовується для збирання та переробки зерна, а також для відділення соломи від зерна.

Переваги:

Ефективне відділення соломи: Барабанный сепаратор соломи допомагає відокремити солому від зерна, що покращує якість зібраного зерна та зменшує втрати [6].

2. **Перехресний потік МСП:** Перехресний потік МСП дозволяє ефективно відокремлювати зерно від решти рослинного матеріалу, зменшуючи втрати і покращуючи якість зібраного зерна.

3. **Універсальність:** Зернозбиральні комбайни з перехресним потоком SME і барабанним соломотрясом можуть працювати з різними типами зерна і культурами.

4. **Простота в обслуговуванні:** Ці комбайни зазвичай мають просту конструкцію, що робить їх легкими в обслуговуванні та ремонті.

Мінуси:

1. **Менша продуктивність:** Однобарабанні комбайни можуть мати меншу продуктивність і переробляти менші обсяги зерна за один раз порівняно з деякими великими комбайнами.

2. **Більше втрат при великому врожаї:** При обробці великих площ зернових культур може бути більше втрат зерна через обмолот і сортування.

3. **Більша витрата палива:** Зернозбиральним комбайнам може знадобитися більше пального, особливо при роботі на великих площах.

4. **Вартість обладнання:** Вони можуть бути менш доступними, ніж деякі інші типи комбайнів.

### **наліз конструкції зернозбирального комбайна Скіф-250**

У 2012 році був представлений комбайн КЗС 9-2-«250 Скіф», який є покращеною версією моделі КЗС 9-2-«230 Скіф» з двигуном потужністю 250 кінських сил. Цей комбайн розроблено для ефективного збору зернових колосових культур як прямим, так і роздільним методом. Крім того, за наявності спеціальних пристосувань він може використовуватися для збору різноманітних сільськогосподарських культур. Комбайн може бути обладнаний різним жатним устаткуванням, таким як КМС-8, ПЗС-8 [9].

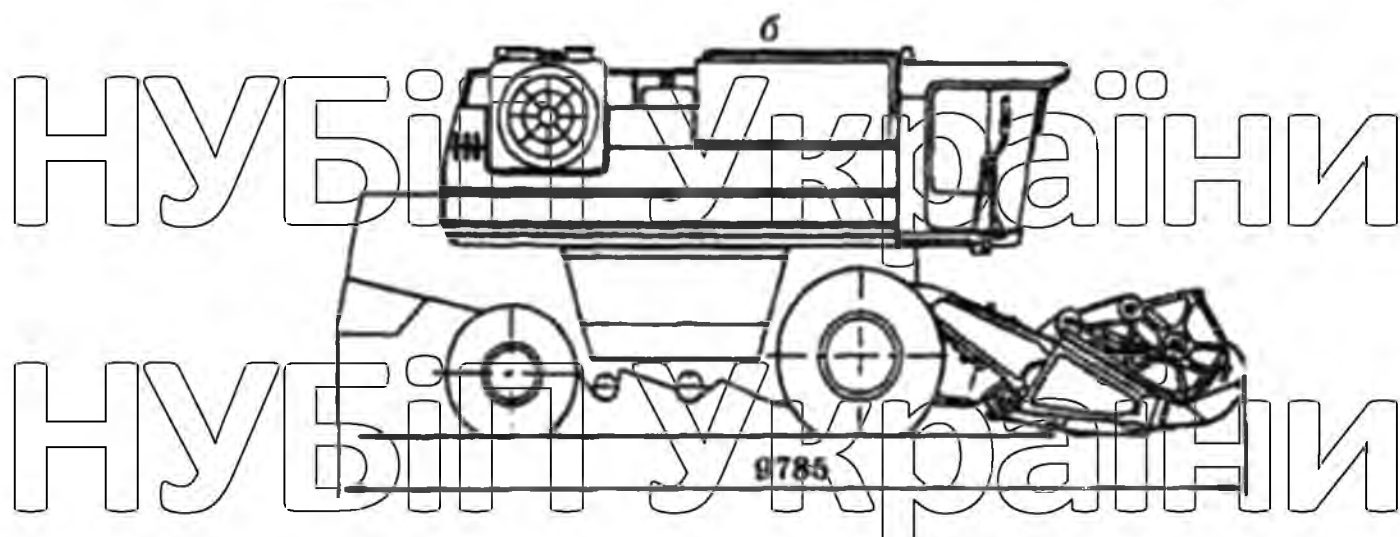
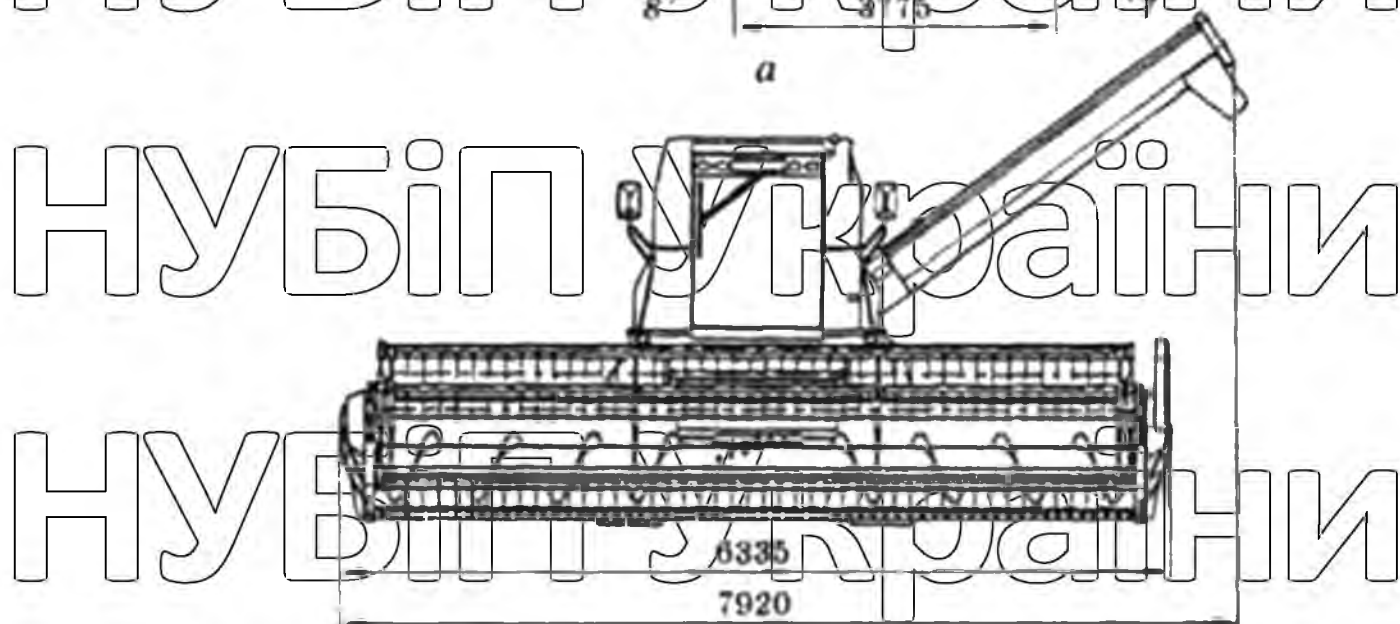
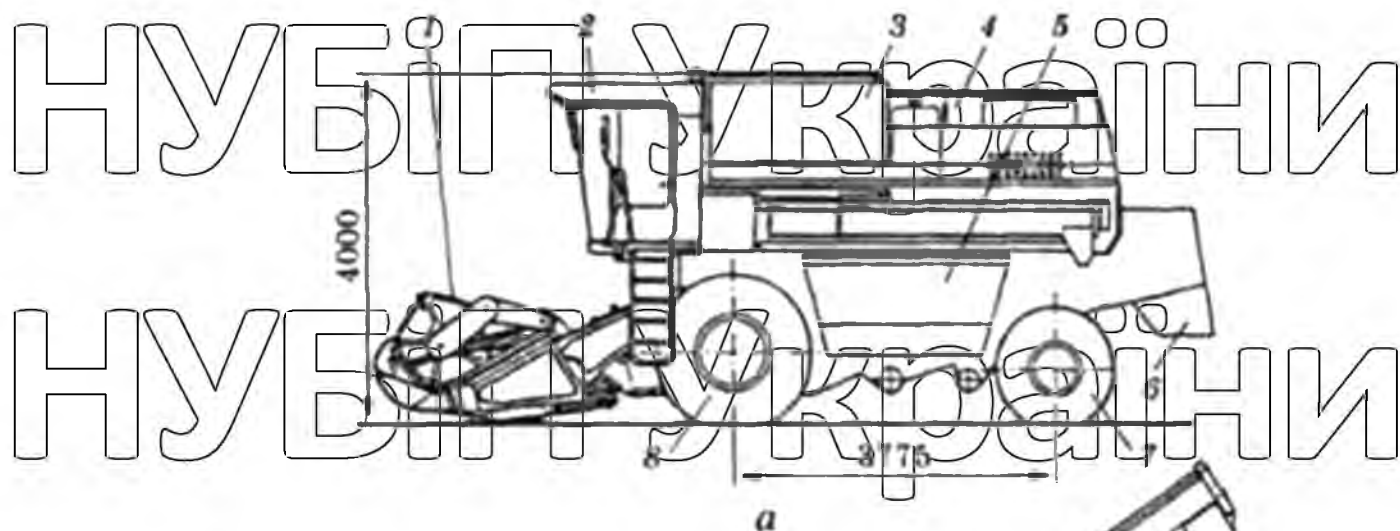


Рис. 1.6 Зерновий комбайн самохідний КЗС 9-2 «Скіф-250»:

а-вид з ліва ; б-вид з переду, в-вид з права; 1-катна частина комбайна ; 2-кабіна КЗС ; 3-бункер ; 4-двигун (250к.с); 5-молотарка ; 6, 7, 8-коліса.

Жатна частина даного комбайна складається з :

1-привідний шків; 2-транспортёр похилої камери; 3-бітер; 4-копіювальні  
 5-шнек; 6-пальцевий шнек; 7-ріжучий апарат; 8-мотовило; 9-дільник;  
 А-жатка; Б-проставка; В-похила камера.

Н  
 Н

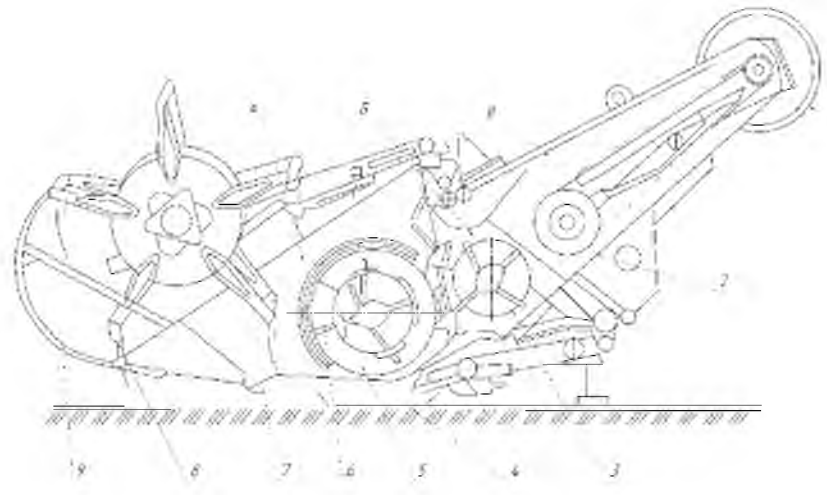


Рис. 1.7. Жатна частина

Корпус жатної частини шарнірно з'єднаний з корпусом проставки у трьох  
 місцях центральним шарніром і двома підвісками.

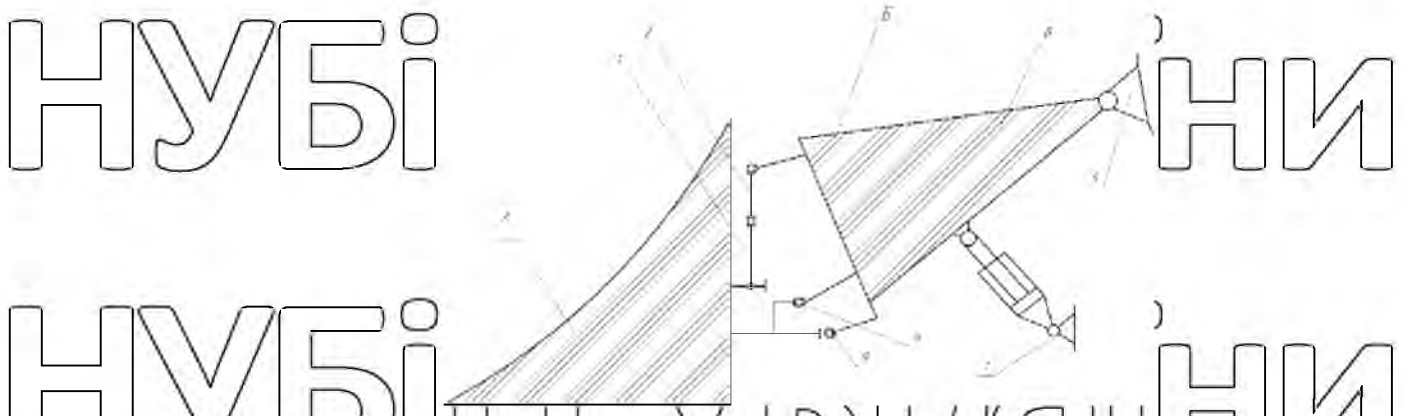


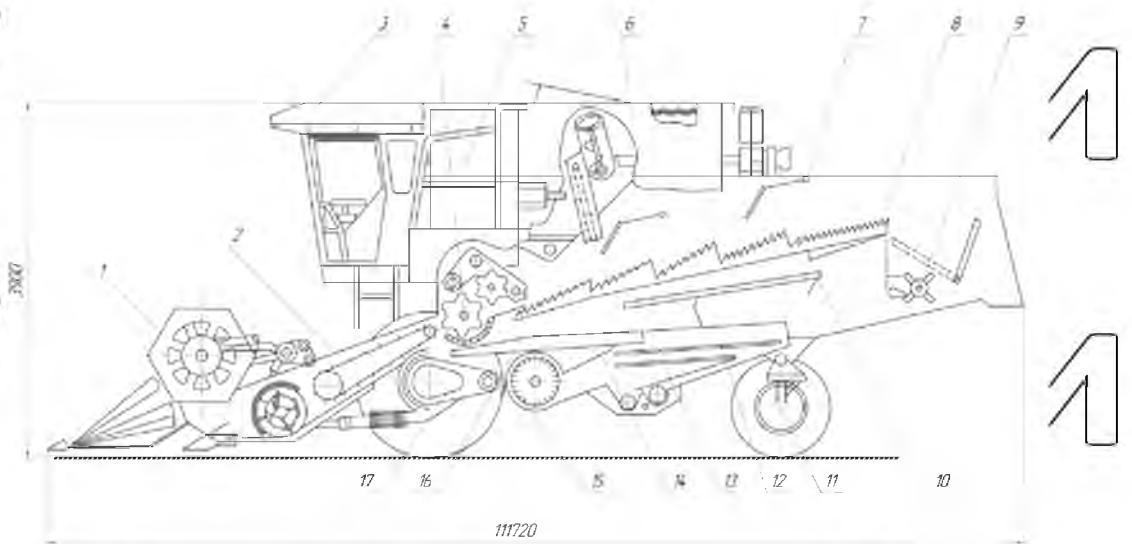
Рис. 1.8 схема підйомного механізму жатки

А-корпус; Б-корпус проставки; В-похила камера корпус; 1-важіль; 2-  
 підвіска; 3 і 4 упори; 5-молотарка; 6-гідроциліндри; 7-балка моста ведучих  
 циліндрів; 8-центральный шарнір; 9-ролик; 10-шпилька.

Н  
 Н  
 Н  
 Н

НУ

НУ



# НУБІП України

Рис. 1.9 Конструктивно-компанувальна схема зернозбирального комбайна

1-моторило; 2-похила камера; 3-кабіна; 4-бітер; 5-паливний бак; 6-бункер подачу зерна у бункер; 7- 8-соломотряси; 9-подрібнювач; 10-стрижна дошка; 11-міст керуваних коліс; 12- 13- 14-15-вентилятор; 16- 17- передній міст ведених коліс.

НУ України

НУ України

Рис.1.10 Капот комбайна: 1-капот, 2-щиток, 3-логік, 4-причіп, 5-тяга, 6-опора.

НУБІП України

Причіп, тяга та опора не належать до капота комбайна вони призначені для приєднання візка жатки при транспортуванні.

Комбайн має пристрій для збирання НЗВ який призначений для подрібнення соломи або укладання її у валки по полю. Він складається з капота так званого валко укладача та подрібнювача.

Подрібнювач має такі основні робочі органи барабан, противорізальні ножі, противорізальні пласти, розкидальні щитки.

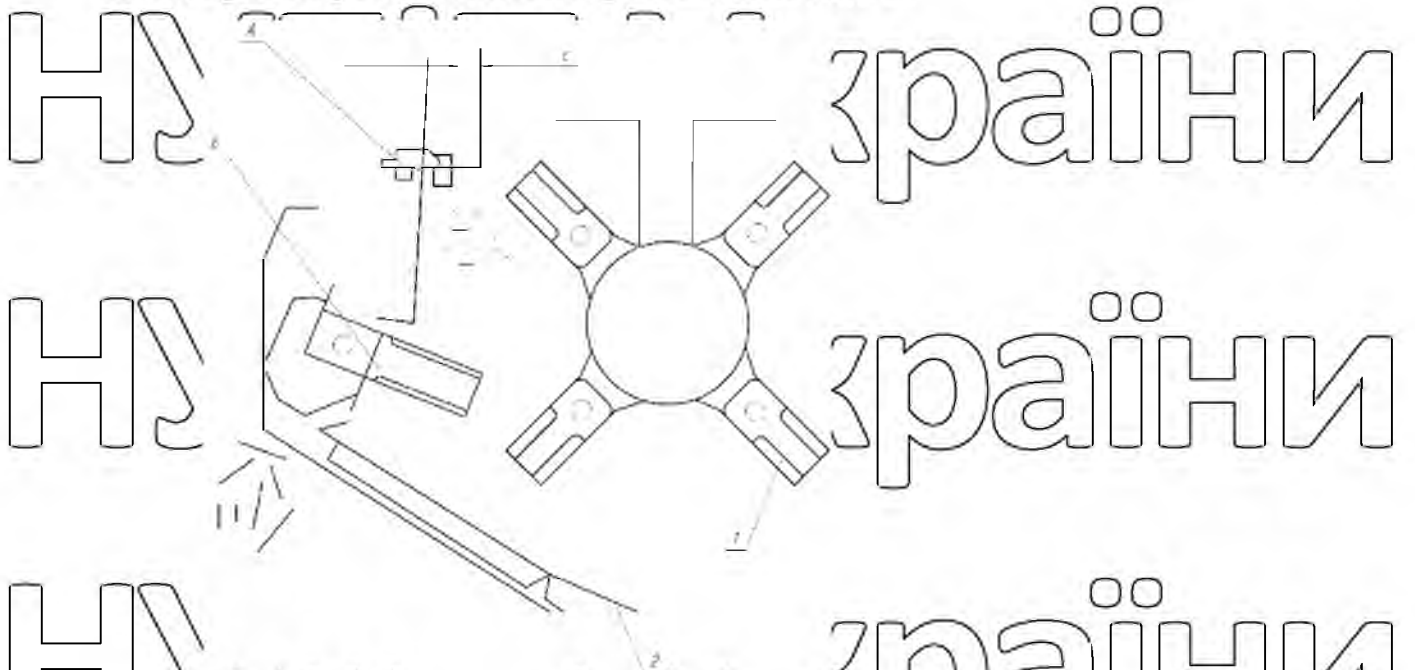


Рис. 1.11 Схема подрібнювача. 1-подрібнювальний барабан, 2-піддон, 3-повздовжні противорізальні ножі, 4-противорізальні пластини, А і В- напрям противорізальних пластин, А-довжина різання, В- довжина подрібнених частин, С-встановлюваний зазор.

В подрібнювачі необхідно налаштовувати зазори у різальній парі та контролювати ширину розкидання подрібненої соломи. У валкоутворювача є задній ковпак, дві боковини, перекидний щиток і дві напрямні решітки.

Для переходу в режим роботи валкоутворювача необхідно опустити розподільну лійку подрібнювача, відключити привід подрібнювального барабана, закрити подачу соломи у подрібнювач перекидним щитком і закріпити напрямні решітки.

НУБІП України

## Особливості експлуатації та характерні відмови зернозбирального комбайна

Експлуатація зернозбирального комбайна – складний і важливий процес у сільському господарстві. Цей процес включає в себе роботу комбайна під час збирання та переробки зерна. Нижче наведені деякі особливості експлуатації та типові несправності зернозбирального комбайна:

Особливості експлуатації:

1. Підготовка оператора: Ефективна робота комбайна вимагає від оператора знань і навичок. Оператор повинен бути навчений працювати з конкретною моделлю комбайна і розуміти її особливості та можливості.

Напаштування та підготовка: Комбайн потребує регулярного налаштування та підготовки перед кожним сезоном збирання врожаю. Це включає регулювання різних систем комбайна, таких як система жатки, сепаратор та інші компоненти.

3. Планування роботи: Оператор повинен планувати роботу комбайна з урахуванням погодних умов, типу зерна та розміру поля. Він повинен визначити оптимальну швидкість руху комбайна та інші параметри для забезпечення максимальної продуктивності та якості врожаю.

4. Обслуговування та заміна зношених деталей: Регулярне технічне обслуговування комбайна, своєчасна заміна зношених деталей і вузлів є важливим аспектом експлуатації. Недбале обслуговування може призвести до поломок і дорогого ремонту.

Основні несправності зернозбиральних комбайнів можуть включати різноманітні проблеми, які призводять до зупинки або обмеження продуктивності комбайна. Ось деякі з найпоширеніших несправностей:

1. Втрата зерна: Втрата зерна під час збирання врожаю може статися через несправність жатки, нерівномірність врожаю, погане налаштування комбайна або поганий контроль оператора [12-16].

2. Несправність жатки: Жатка, яка збирає врожай, може застрягти або зупинитися з різних причин, наприклад, через блокування іншими матеріалами, механічні пошкодження або несправності.

3. Поломка роторів і барабанів: Ротори та барабани комбайна можуть вийти з ладу через зношування, великі навантаження або механічні пошкодження.

4. Вихід з ладу силового агрегату: Втрата силового агрегату (наприклад, двигуна) може призвести до зупинки комбайна і необхідності капітального ремонту.

5. Системи жатки та сепаратора: Проблеми з регулюванням жатки та сепаратора можуть призвести до неефективного обмолоту та сепарації зерна і соломи.

6. Електричні та електронні несправності: Проблеми з електричними та електронними системами комбайна можуть призвести до збоїв в управлінні та діагностиці.

7. Пошкодження ременів, шестерень і ланцюгів: Механічні компоненти комбайна, такі як ремені та шестерні, можуть зношуватися або пошкоджуватися під час роботи.

8. Погодні умови: Погодні умови, такі як дощ, сильний вітер, снігопад або спека, можуть вплинути на ефективність роботи комбайна і призвести до несправностей.

Основними дефектами комбайнів є:

- Зноси і дефекти різальних апаратів ;
- Затуплення та викришення лез ножі;
- Знос мотовила, вм'ятини шнека ( тріщини) ;
- Зноси пасових передач , шківів, підшипників;
- Зноси рами та конструкційних деталей ;
- Затуплення та викришення лез ножі;
- Розбалансування валів, барабанів, роторів, шківів;
- Знос шпонкових пазів;

НУБІП України

- Знос рейок підбарабання
- Механічні пошкодження підбарабання (прогини рейок, вигини)
- Знос бинів на барабані
- механічні пошкодження барабана

НУБІП України

- розбалансування барабана дл
- Знос планок решіт
- Знос, пошкодження вузлів транспортера
- Пошкодження, знос ущільнювачів



а

б

в



г

д

Рис. 1.11 Приводна двостороння зірочка скребкового зернового та колосового елеватора зернозбирального комбайна.

П  
о  
з  
н  
а  
ч  
е  
н  
н  
я  
:

# Аналіз способів забезпечення працездатності надійності машин резервуванням

Забезпечення доступності та надійності обладнання шляхом резервування

- це стратегічний підхід, який передбачає використання додаткових ресурсів для запобігання відмов обладнання. Розглянемо цей процес більш детально:

## 1. Забезпечення доступності обладнання:

- Регулярне обслуговування та ремонт:

- Розробіть графік регулярного технічного обслуговування для

кожного комбайна.

- Перевірка та заміна мастила, фільтрів та інших зношених деталей.

- Виправлення дрібних дефектів і поломок під час технічного

обслуговування.

- Навчання та кваліфікація операторів:

- Забезпечити навчання операторів правильній експлуатації та технічному обслуговуванню комбайна.

- Забезпечити доступ операторів до інструкцій та документації

виробника.

- Моніторинг та діагностика:

- Встановлення систем моніторингу та діагностики, які включають датчики для вимірювання параметрів машини.

- Безперервний моніторинг і аналіз показників стану машини в режимі

реального часу.

- Системи автоматичного сповіщення про аномалії або поломки.

## 2. Надійність машини за рахунок резервування:

- Запасні частини та комплектуючі:

- Створення складу запасних частин, що включає різні компоненти, які

можуть знадобитися для ремонту комбайна.

- Маркування та каталогізація запасних частин для швидкого доступу.

- Резервування машин:

НУБІП України

- Підготовка резервних комбайнів, які можуть бути використані в разі поломки основної машини.
- Забезпечення належного технічного обслуговування та підтримки резервних машин, щоб вони завжди були готові до роботи.

НУБІП України

- Планування резервного копіювання:
- Розробка стратегій і планів використання ресурсів резервного копіювання.
- Визначте критичні моменти для активації резервних машин або компонентів.

НУБІП України

- Управління запасами:
- Систематичне оновлення інформації про наявність запасних частин і резервних машин.
- Автоматизуйте процес замовлення нових запчастин, коли вони закінчуються.

НУБІП України

- Планування ремонтів:
- Плануйте регулярні ремонти та перевірки, щоб запобігти поломкам і знизити ризик виникнення непередбачуваних проблем.

НУБІП України

Забезпечення доступності та надійності машин з резервуванням вимагає детального планування, систематичного технічного обслуговування та ефективного управління ресурсами. Такий підхід допомагає підвищити ефективність зернозбиральних комбайнів і забезпечити безперервну роботу в сільському господарстві[19]

НУБІП України

**Аналіз методів і способів забезпечення надійності машин резервуванням**

З попереднього розділу стає зрозумілим, що одним із методів забезпечення надійності системи є введення резервних [12] (дублюючих) елементів. Резервні елементи включаються в систему практично "паралельно" тим, надійність яких недостатня.

НУБІП України

Резервування - це метод підвищення надійності об'єкта за допомогою введення додаткових елементів та функціональних можливостей, що перевищують мінімально необхідні для нормального виконання задач об'єктом.

У цьому випадку відмова відбувається лише після відмови основного елемента і всіх резервних елементів.

Систему можна уявити як послідовність рівнів, які виконують окремі функції. Задача резервування полягає в тому, щоб знайти таку кількість резервних екземплярів обладнання на кожному рівні, яка буде забезпечувати

визначений рівень надійності системи за найменшою вартістю.

Основний елемент - це елемент основної фізичної структури об'єкта, мінімально необхідний і достатній для нормального виконання поставлених перед об'єктом завдань. Резервний елемент - це елемент, призначений для забезпечення працездатності об'єкта в разі відмови основного елемента [20].

Типи резервування. Структурне (елементарне) резервування - це метод підвищення надійності об'єкта, який передбачає використання запасних елементів, що входять в фізичну структуру об'єкта. Забезпечується підключенням резервного обладнання до основної таким чином, щоб при відмові основного обладнання резервне продовжувало виконувати його функції.

Структурне резервування дозволяє створювати системи, показники надійності яких вищі, ніж показники надійності їх складових елементів.

Функціональне резервування - це метод підвищення надійності об'єкта, який передбачає використання здатності елементів виконувати додаткові функції замість основних і поруч з ними.

Тимчасове резервування - це метод підвищення надійності об'єкта, який передбачає використання запасного часу, виділеного для виконання завдань.

Іншими словами, тимчасове резервування - це таке планування роботи системи, при якому створюється резерв робочого часу для виконання визначених функцій.

Резервний час може бути використаний для повторення операції або усунення несправності об'єкта.

Інформаційне резервування - це метод підвищення надійності об'єкта, який передбачає використання зайвої інформації, що перевищує мінімально необхідну для виконання завдань.

Навантажувальне резервування - це метод підвищення надійності об'єкта, який передбачає використання здатності його елементів сприймати додаткові навантаження сверх номінальних.

З точки зору розрахунку і забезпечення надійності технічних систем слід розглядати структурне резервування[21].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

### Структурна надійність зернозбирального комбайна

Проведене дослідження зернозбирального комбайна підкреслило важливість резервування двох ключових компонентів: пасів та фільтрів. Знос пасів, обумовлений пилом, вологою та іншими факторами полів, виявився суттєвим чинником, який впливає на продуктивність комбайна. У той же час, ефективність фільтрації важлива для запобігання зносу двигуна та інших систем.

Таким чином, резервування пасів та фільтрів стає необхідним заходом для забезпечення безперебійної роботи комбайна та максимізації його тривалості служби. Крім того, варто враховувати інші ключові елементи, такі як запчастини для жатки, оскільки їх резервування сприятиме не тільки стабільності роботи комбайна, а й підвищить ефективність збирання врожаю. Такий підхід дозволяє оптимізувати роботу сільськогосподарського обладнання та гарантує надійність під час інтенсивного сезону збору урожаю.

Рис. 2.1 Схема забезпечення надійності

Визначення часу на доставку ЗЧ зі пересувного складу ЗТК -  $T_{д1}$ , год.:

де  $L_{д1}$  - середня відстань доставки ЗЧ, км

де  $T_{рух1}$  - час руху транспортного засобу (ТЗ), год.;  $T_{в1}$  - час видачі ЗЧ зі складу, год.

$$T_{д1} = T_{рух1} + T_{в1} \quad (2.4)$$

Тоді час доставки ЗЧ для однієї відмови буде:  $T_{д1}$

$$Z_{д1} = T_{рух1} + T_{в1} \quad (2.5)$$

$$L_{д1} / V_{д1} \quad (2.3)$$

Визначення часу на доставку ЗЧ -  $T_1$ , год. для всіх відмов першої групи складності: де  $n_{від1}$  - всі відмови першої групи складності

$$T_1 = T_{д1} * n_{від1} \quad (2.6)$$

де  $T_{рух2}$  - часу руху транспортного засобу ( $T_3$ ), год.;  $T_{в2}$  - час видачі ЗЧ зі складу, год.

$$T_{рух2} = L_{д2} / V_{д2} \quad (2.7)$$

де  $V_{д2}$  - середня швидкість руху  $T_3$  по доставці ЗЧ, км/год.

$$T_{д3} = T_{рух2} + T_{в3} \quad (2.8)$$

Визначення різниці в часі  $\Delta T$ , год. при існуючій і пропонованій організації

$$T_{д заг} = T_1 + T_2 + T_3 \quad (2.9)$$

$T_{дн}$  - денний наробіток на один ЗК, год

Визначення часу  $\Delta T_{дн}$ , діб на яке скоротиться тривалість збирання:

=

$$T_{д зч} - T_{д заг} \quad (2.10)$$

$$T_{дн} = \Delta T / T_{дн} \quad (2.11)$$

Перше, на що я б хотів звернути увагу, - це знос рімнів. Працюючи на полі, вони постійно взаємодіють з пилом, брудом та вологою. Результат? Збільшений знос, що прямо впливає на ефективність комбайна. Таким чином, моя рекомендація - резервувати запасні рімні. Це не просто запобігання зупинкам, а й збереження продуктивності.

Друга складова - фільтри. Умови на полі, зокрема пил та дрібні частки, ставлять їхню ефективність під серйозне питання. І ось вирішення - покращення системи фільтрації та резервування ефективних фільтрів. Таким чином, ми мінімізуємо ризик зносу двигуна та інших важливих систем.

Не менш важливим є й резервування запчастин для жатки. Це враховуємо, оскільки ці елементи також вносять свій внесок у продуктивність комбайна.

Резервування рімнів, фільтрів і запчастин для жатки - це не лише забезпечення безперебійної роботи комбайна, а й збільшення його тривалості служби. Такий

комплексний підхід максимізує ефективність нашого сільськогосподарського обладнання, забезпечуючи успішний сезон збору врожаю.

# НУБІП УКРАЇНИ

**Забезпечення надійності зернозбирального комбайна структурним резервуванням**

# НУБІП УКРАЇНИ

Зернова жатка є надзвичайно важливою складовою сільськогосподарської техніки, і її призначення полягає у важливому завданні – зборі зернових культур.

Ця жатка є надзвичайно універсальною, оскільки вона призначена для збору різних видів зернових культур, таких як пшениця, ячмінь, овес, рис і багато інших.

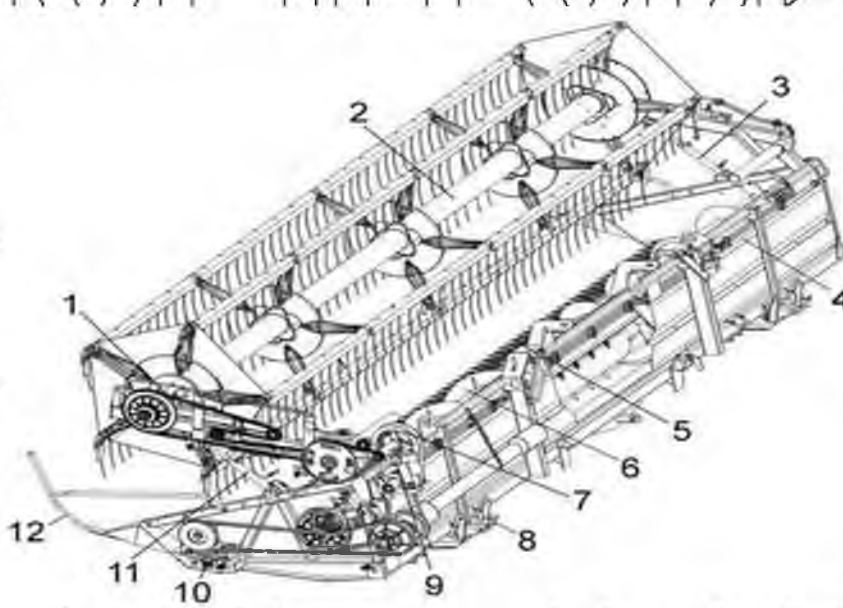
# НУБІП УКРАЇНИ

Основна мета зернової жатки полягає в тому, щоб максимально оптимізувати процес збору зерна та ефективно подати його до молотильно-сепаруючої системи сільськогосподарського комбайна. Це дуже важливо для забезпечення максимальної продуктивності та ефективності при зборі врожаю.

# НУБІП УКРАЇНИ

Зернова жатка використовується для вирізання і збирання стебел зернових культур та подачі їх до комбайна для подальшої обробки. Вона обладнана різними технічними рішеннями, такими як ріжучі пластини, ланцюгові конвеєри та інші механізми, які сприяють швидкому та ефективному збору зерна.

# НУБІП УКРАЇНИ



# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

Рис. 2.2 Жатка для збирання зернових культур: 1-гідолциліндр; 3-11-гідроциліндр підйому мотовила; 5-ріжучий апарат; 8-копіюючий башмак; 9-електромеханізм; 10-конічна передача

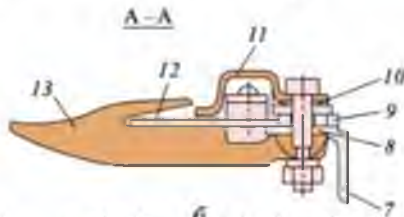
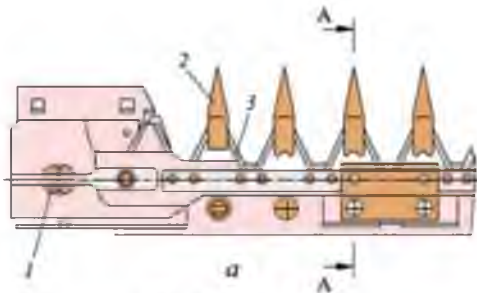


Рис. 2.3 Різальний апарат жатки комбайна

1 — головка ножа; 2 — пальцевий брус; 3, 5 — ніж; 4 — палець закритого

Також надійність конструкції зернозбирального комбайна включає в себе не тільки сам комбайн, але і його компоненти, в тому числі жатку. Надійність жатки є ключем до ефективності та продуктивності збирання врожаю. Ось деякі проблеми надійності жатки зернозбирального комбайна:

Викришення або знос сегментів; 6

Знос противорізів

Знос приводних пасів;

Спрацювання шліцевих з'єднань приводів коси

Спрацювання зубів шестерень;

Спрацювання шнека

Вигин, викришення, облом приймальних пальців шнека;

Обрив, привода жатки;

Вихід із ладу підравлічної системи жатки

Механічні пошкодження стола жатки,

Вихід з ладу електромеханізму; а

ч

;

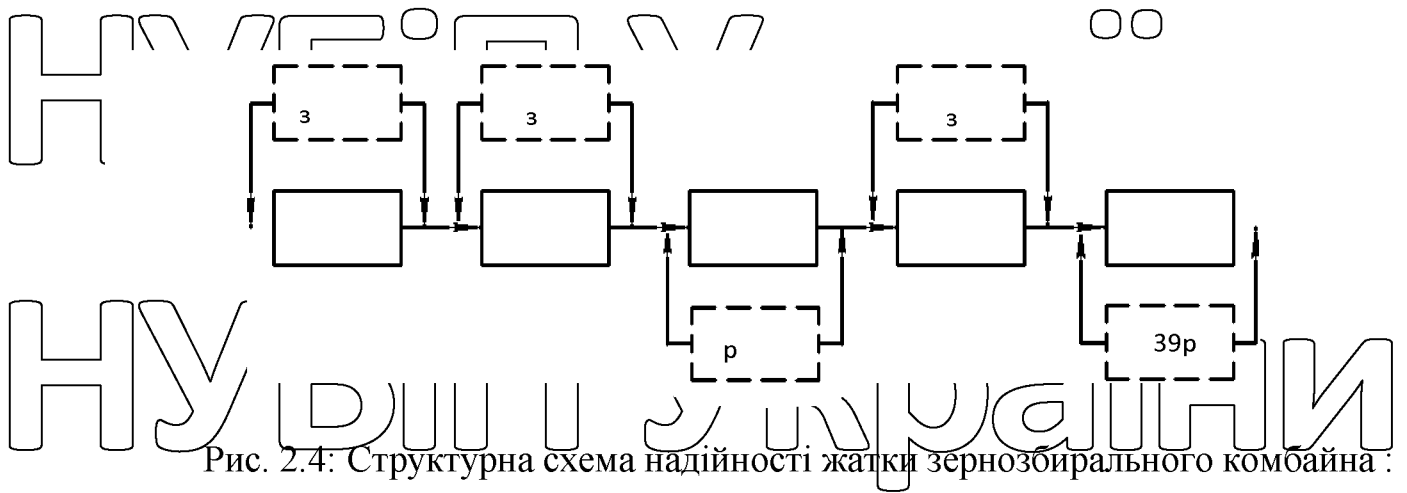


Рис. 2.4: Структурна схема надійності жатки зернозбирального комбайна :

1-Сегменти ; 2-противорізи; 3-заклепки ; 4-регулюючі пластини ; 5-тягач коси ;

Формула для розрахунку спрацювання ножів жатки комбайна зазвичай залежить від кількох факторів, включаючи властивості матеріалу ножів, тип жниварського барди, швидкість руху комбайна, глибину зрізу та інші параметри.

Ось загальна формула, яка враховує ці фактори:

#### Спрацювання ножів

де: -  $L$  - довжина ножа або довжина різі (в метрах)

= -  $V$  - швидкість руху комбайна (в метрах на секунду).

-  $d$  - глибина зрізу (в метрах), тобто товщина стебла, яку ножі різуть.

-  $\rho$  - густина стебла або матеріалу, який різуть (в кількостях на кубічний метр або кількість маси на об'єм).

-  $\sigma$  - міцність матеріалу ножа (наприклад, в мегапаскалях або іншій відповідній одиниці міцності).

Ця формула виражає спрацювання ножів як функцію довжини різі, швидкості руху комбайна, глибини зрізу, густини матеріалу та міцності ножа. Зношування ножів буде пропорційним цим факторам. Точна форма та коефіцієнти в цій формулі можуть змінюватися в залежності від конкретних умов і параметрів жниварки та комбайна.

Важливо враховувати, що для отримання точних результатів потрібно проводити вимірювання і дослідження на місці роботи комбайна, оскільки

зношування ножів може бути впливовано різними факторами, такими як вологість стебел, структура ґрунту та інші

Важливість різних типів фільтрів у зернозбиральному комбайні та їх

періодична заміна:

1. Паливний фільтр: Паливний фільтр відповідає за очищення палива від домішок і забруднень, які можуть потрапити в двигун комбайна. Це необхідний елемент для забезпечення продуктивності двигуна та попередження поломок.

Зазвичай рекомендується замінювати паливний фільтр кожні 200-300 годин роботи або відповідно до рекомендацій виробника комбайна.

2. Масляний фільтр: Масляний фільтр відповідає за очищення масла в системі змащення двигуна. Чиста олива важлива для попередження зносу внутрішніх деталей двигуна. Заміна масляного фільтра зазвичай рекомендується при заміні оливи, кожні 100-200 годин роботи або відповідно до рекомендацій виробника.

3. Повітряний фільтр: Повітряний фільтр відповідає за очищення повітря, яке надходить в двигун для згоряння палива. Чисте повітря сприяє оптимальній продуктивності двигуна та зменшенню викидів шкідливих речовин. Повітряний фільтр може потребувати заміни через кожні 100-150 годин роботи або відповідно до рекомендацій виробника.

З огляду на зміни клімату, такі як підвищення температури та зменшення кількості опадів під час жнив, рекомендується зменшити періодичність заміни фільтрів на 50%. Підвищена температура може спричиняти більший нагрів двигуна, що може негативно позначитися на якості палива та мастила. Відсутність опадів може призвести до збільшення заиленості робочої площі, що може призвести до засміченості повітряних фільтрів.

Тому важливо ретельно перевіряти стан фільтрів і замінювати їх заздалегідь. Поганий стан фільтрів може призвести до проблем з комбайном та збільшити ризик виникнення несправностей.

НУ

НУ

НУ

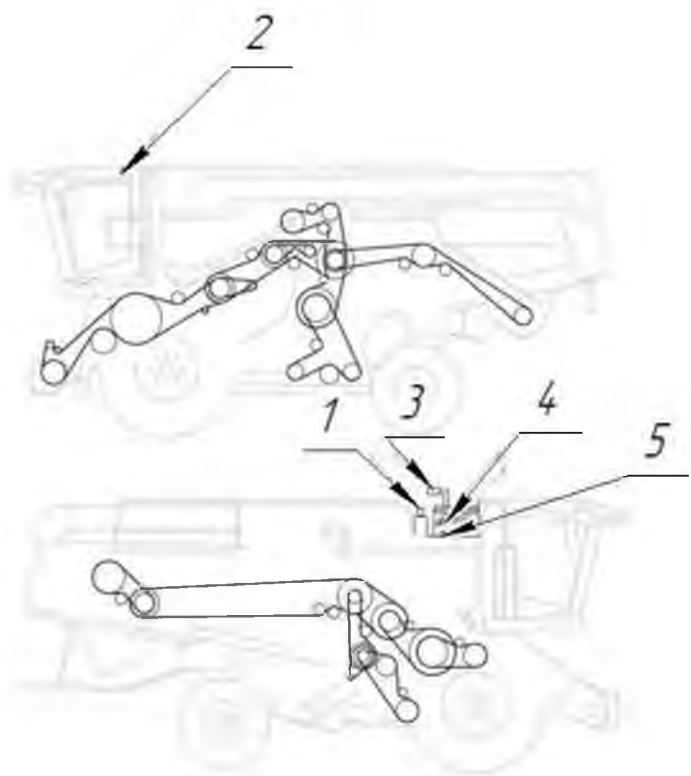


Рис 2.4 Кінематична схема розміщення фільтрів

1-масляний фільтр; 2-фільтр салону; 3-повітряний фільтр; 4-паливний фільтр труби очистки; 5-паливний фільтр тонкої очистки

Беручи до уваги всі ці фактори, зазначені інтервали заміни фільтрів можуть бути виправдані в умовах високої запиленості та високих температур. Однак, також рекомендується стежити за станом фільтрів під час роботи і регулярно перевіряти їх. Якщо ви помітите будь-які відмінності в стані фільтрів або погіршення продуктивності комбайна під час роботи, це може свідчити про те, що їх необхідно замінити раніше запланованого терміну.

НУБІП Україна

Таблиця 2.1

Специфікація фільтрів зернозбирального комбайна

Н	Шифр фільтра	Періодичність заміни, год	Зо
а			бр
з			аж
в			ен

НУБІП УКРАЇНИ

ня  
фі  
ль  
тр  
а

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

а  
ф  
і  
л  
ь  
г  
р  
а  
М  
а  
с  
і  
я  
н  
м  
й  
ф  
і  
л  
ь  
г  
р  
Ф  
і  
д  
ь  
т  
р  
с  
а



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

д  
о  
п  
у

п  
а  
л  
и  
в

н  
и  
й  
ф

і  
л  
ь  
т  
р

м  
а  
є  
л

я  
н  
и  
й  
ф

і  
л  
ь

Т  
р  
у  
о  
в  
і  
т  
р  
я  
н  
и  
й  
ф  
і  
л  
ь  
т  
р

42208E

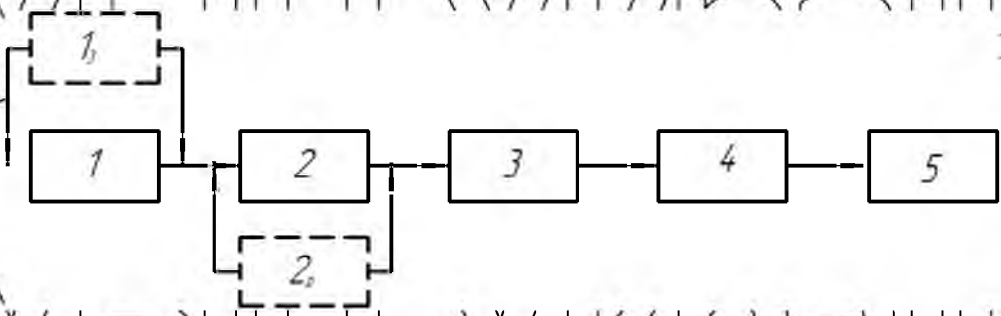


Рис. 25 Структурна схема резервування фільтрами зернозбирального комбайна де : 1) повітряний фільтр; 2) паливний фільтр

. Розслаблення та об'єднання клинопасів. Несправне підтримання або надмірне навантаження можуть призвести до об'єднання або розслаблення клинопасів, що може призвести до втрати потужності та нестабільності роботи.



НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Н  
я  
п  
р  
и  
в  
і  
д  
н  
о  
г  
о  
п  
а  
с  
у  
П  
а  
с  
н  
а  
в  
м  
и  
к  
а  
н  
н  
я  
м  
о  
л  
о  
т  
а  
р  
к  
и  
П  
а  
с  
п  
р  
и  
в  
о  
д  
а  
ж  
а  
т  
к  
и  
П  
а  
с  
п



НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

В і т р у  
П а с п  
О р и в о д у  
П а с м о л о т и с ь  
О н о п а р у в а л ь н о г о п р и с т р о ю  
П а с о р о з п р а

SPC-3820

Ld

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

В  
Л  
я  
ч  
а  
с  
о  
л  
о  
М  
и  
П  
а  
с  
п  
р  
и  
В  
о  
д  
а  
М  
о  
т  
о  
в  
и  
П  
л  
а  
П  
а  
с  
п  
р  
и  
В  
о  
д  
а  
П  
а  
с  
з  
е  
р  
н  
о  
в  
о  
г  
о  
е  
л  
е  
в  
а  
т

40\*13\*0924

SPC-3000

НУБІП УКРАЇНИ

C-3589

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

C8278

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

О  
р  
а  
П  
е  
р  
е  
х  
і  
д  
н  
и  
й  
П  
а  
с  
д  
л  
я  
с  
о  
л  
о  
м  
о  
п  
о  
д  
р  
і  
б  
н  
ю  
в  
а  
ч  
а  
П  
р  
и  
в  
і  
д  
с  
о  
л  
о  
м  
о  
п  
о  
д  
р  
і  
б  
н  
ю

# НУБІП України

Коли розглядаєш питання клінопасових передач, можна стикнутися з різними неполадками. Серед загальних проблем – це знос і поломки, які можуть виникати через тривале використання та велике навантаження. Якщо паси не належно натягнуті чи неправильно вирівняні, це може викликати ковзання та нерівномірне розподіл навантаження. Перевантаження системи також може стати чинником виривання передач. Важливо виконувати регулярний технічний огляд, слідкувати за правильним натягуванням та налаштуванням системи, а також своєчасно замінювати зношені деталі для підтримки ефективної роботи та тривалості служби клінопасових передач.

# НУБІП України

Рис. 2.6 Схема розміщення клінопасових передач на комбайні Скіф-250

На даному рисунку виділено 3 паси 14) С-3589; 13) С48-2785; 14) С8278 де часто трапляються проблеми через умови експлуатації соломоподрібнювача. Ці місця найчастіше стають "жертвами" несправностей через забур'янені поля або помилки оператора. Тут особливо важливо дотримуватися правильних технік управління та бути уважним під час роботи з обладнанням.

# НУБІП України

Забезпечення надійності зернозбирального комбайна інформаційним резервуванням

# НУБІП України

В сучасному сільському господарстві інформаційне резервування для зернозбирального комбайна стає невід'ємною складовою забезпечення ефективності та надійності обладнання. Збір та збереження необхідних даних виявляються критичними для вчасного та точного управління процесами збирання врожаю, що в свою чергу підсилює продуктивність та оптимізує роботу комбайна в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

Обслуговування зернозбирального комбайна включає в себе декілька ключових аспектів, які необхідно ретельно враховувати для забезпечення ефективності та тривалості його роботи.

Почнемо з фільтрів – важливої частини системи обслуговування. Повітряні фільтри, що забезпечують чисте повітря для охолодження та роботи двигуна, потребують регулярної перевірки та, при необхідності, заміни. Паливні фільтри також мають свій термін служби та вимагають уваги для уникнення засмічення системи пального.

Важливим елементом є пася, які ведуть рух комбайна. Регулярна перевірка нетяжених пасів та їх своєчасна заміна є ключовою для забезпечення ефективної передачі потужності та уникнення зносу.

Не менш важливою є система змащення, яка гарантує оптимальну роботу рухомих частин. Регулярне додавання мастила до точок змащення позбавляє їх від тертя та забезпечує безперебійну роботу.

Перевірки електричної системи та системи охолодження є обов'язковими етапами обслуговування. Стан акумулятора, проводки та електричних з'єднань потребує уваги, а очищення радіатора та регулярна перевірка рівня антифризу є важливими аспектами.

Такий комплексний підхід до обслуговування допоможе зберегти продуктивність та тривалість служби зернозбирального комбайна.

### **РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **3.1 Методика проведення експериментальних досліджень**

Наше дослідження спрямоване на підвищення ефективності та надійності роботи зернозбирального комбайна шляхом виявлення та усунення несправностей. Основною метою є оптимізація роботи комбайна шляхом впровадження системи резервування, яка дозволить запобігти відмовам та підвищити продуктивність зернозбирального комбайна.

Завдання дослідження:

- Аналіз поломок: Провести детальний аналіз інцидентів та поломок, що виникають під час роботи комбайна, виявити їх причини та типи.

Розробка системи резервування: Розробити систему, яка дозволить виявити можливі загрози і проблеми на ранній стадії та надати рекомендації щодо запобігання поломкам.

- Ефективність резервування: Оцінити ефективність системи резервування шляхом порівняння інцидентів до і після її впровадження.

Підвищення надійності: Розробка рекомендацій з технічного обслуговування та профілактики поломок, які допоможуть підвищити надійність комбайна.

- Зниження витрат: Визначити, як оптимізація продуктивності комбайна резервуванням можуть зменшити час на ремонт і заміну деталей.

Очікувані результати:

В результаті дослідження ми очікуємо досягти наступних результатів:

- Збільшення продуктивності та часу роботи комбайна за рахунок пришвидшені віднови несправностей комбайна.

- Зниження часу на ремонт і заміну деталей.

- Знизити час на доставку запасних частин.

Це дослідження спрямоване на підвищення якості та продуктивності зернозбиральних комбайнів, що зробить їх більш надійними та економічно вигідними для сільськогосподарських підприємств.

Метою наших досліджень, як експериментальних, так і теоретичних, було встановлення кількості необхідних запасних частин для заміни вузлів, агрегатів та деталей комбайнів в разі їх відмови. Ми розглядали ці запасні частини з різних

точок зору та груп складності відмов для різних рівнів зберігання. Крім того, ми визначали час доставки запасних частин з різних рівнів зберігання з метою забезпечення терміну збирання, який відповідав би агротехнічним нормам. Для досягнення цієї мети ми використовували спеціально розроблену методику, результати якої наведені в далішому викладі.

Запропонований метод резервування деталей може бути реалізований наступним чином:

- Аналіз і планування: Провести аналіз історії відмов та ремонтів, щоб ідентифікувати ключові деталі, які найчастіше потребують заміни. На основі цього аналізу розробити план замовлення та запасів.

- Забезпечення резервів: Вести облік запасів деталей на складі, які можуть бути використані для ремонтів. Забезпечити наявність додаткових деталей для найбільш критичних компонентів комбайна.

- Моніторинг стану запасів: Розробити систему моніторингу, яка слідкуватиме за кількістю запасних деталей на складі та автоматично видачі нового замовлення після зменшення запасів до критичного рівня.

- Оптимізація ланцюга поставок: Підтримувати ефективний ланцюг поставок з постачальниками, щоб забезпечити швидку доставку

- запасних частин
- За допомогою цієї системи резервування деталей можна зменшити час простою комбайна під час складних ремонтів, що покращить продуктивність та тривалість служби комбайна

### **3.2 Методика оцінки основних видів пошкоджень деталей зернозбирального комбайна**

Виявлені несправності та відмови в роботі зернозбирального комбайна відображають важливий аспект взаємодії та взаємозалежності різних систем і компонентів машини. На перший погляд, багато з цих несправностей можуть

здатися ізольованими подіями, але аналіз показує, як вони можуть бути взаємопов'язані і викликати одна одну.

Наприклад, вихід з ладу датчиків навантаження і несправність генератора електрообладнання можуть призвести до зниження продуктивності моніторингу навантаження і електропостачання системи. І навпаки, вихід з ладу електронних датчиків може призвести до перевантаження елеваторів і гідравлічного приводу, оскільки комбайн не зможе вчасно виявити навантаження і відповідно відреагувати.

Перевантаження норій може призвести до сильного перевантаження, оскільки подача зерна в бункер буде припинена через всю вагу, що залишилася на притискній пластині. Несправні датчики та несправна генерація електроенергії можуть призвести до неконтрольованої роботи комбайна під навантаженням, коли він мав би зупинитися. Це призведе до подальшого пошкодження струшувального столу.

Несправний вал струшувального столу, в свою чергу, має значні наслідки для функціональності комбайна, оскільки ця частина має вирішальне значення для збирання та переробки зерна.

Таким чином, цей ланцюжок взаємопов'язаних відмов починається з простих проблем з електрикою і датчиками, але може мати серйозні наслідки для надійності і продуктивності зернозбирального комбайна. Ретельний аналіз і вдосконалення кожного компонента системи, а також покращений моніторинг і діагностика можуть допомогти запобігти таким ланцюговим реакціям відмов і підтримувати надійність машини.

Тут розглянуті науково-інженерні підходи до вирішення проблеми підвищення надійності жнивварського комбайна, який є складною багатоопераційною системою. Показники надійності цієї техніки мають вирішальне значення при виборі конструктивних рішень і покупці вже готової техніки.

Зернозбиральний комбайн можна розглядати як комплексну технічну систему, призначену для збору та обробки зернових культур. Цей складний

механізм може бути адаптований для збирання врожаю різних культур завдяки використанню різноманітних додаткових пристроїв.

Сучасний етап розвитку комбайнобудування характеризується постійним зростанням продуктивності машин, що передусім пов'язане з скороченням строків збирання врожаю. В управлінні та контролі технологічних процесів все

Залежно від методу збору врожаю, комбайни можуть комплектуватися різними агрегатами. Наприклад, безпосереднє збирання (однофазний метод)

включає в себе викос, збір хлібної маси та її подачу до рубально-сепаруючого

пристрою комбайна, сепарацію обмолоту продукту, очищення зерна, збір зерна

в бункер і утворення соломи. Роздільний (двофазний) метод передбачає

роздільний збір, коли спочатку викосують хлібну масу в купи, а потім

відбирають їх спеціальними підбирачами, встановленими на комбайнах, і

обмолочують їх.

Останнім часом проводяться інтенсивні дослідження з метою

впровадження нового способу збору зернових, який передбачає очищення

рослин на корені. У цьому методі використовується спеціальний пристрій для

очищення, який встановлюється спереду, в напрямку руху комбайна (на відміну

від традиційних методів, коли уся хлібна маса разом із бур'янами подається в

молотильно-сепаруючий пристрій комбайна). Сутність цього методу полягає в

очищенні колосся без обрізання стебла рослин. Це допомагає зменшити

технологічну масу, яка потрапляє в комбайні

Покращення технологій збору призводить до удосконалення жнивварської

техніки. Тенденція до підвищення продуктивності машин та якості збору врожаю

при мінімальних втрагах завжди призводить до ускладнення конструкції машин,

збільшення швидкості та навантаження на окремі вузли та агрегати. З

урахуванням цих факторів і багатоопераційності зернозбиральних машин

проблема забезпечення їх надійної роботи в обмежений термін збору врожаю

набуває особливої актуальності. Крім того, показники надійності стають

диріжальним чинником при виборі конкретної марки машини.

р

а

в

Сучасний жнивварський комбайн - це складна технічна система, яка виконує безліч послідовних технологічних операцій. З огляду на це, можна виділити основні робочі органи комбайна.

- жнивварка, яка включає в себе подільник, вітрове колесо і ріжучий пристрій,

- ланцюговий плаваючий транспортер,
- молотильний барабан із групою бітерів,
- очисні та сепаруючі органи.

Крім цього, комбайн має двигун, розгалужений привід для різних вузлів і агрегатів, гідросистему, електронні пристрої контролю та управління, а також інші конструкційні елементи, які забезпечують його нормальну функціональність.

Для об'єктивного та обґрунтованого аналізу надійності з подальшим прогнозом залишкового ресурсу машин і планування сервісних робіт, потрібна всебічна оцінка стану комбайнів, причин, закономірностей та наслідків втрат їхньої працездатності. При цьому передбачається розгляд комбайна як складної системи, що складається з різних підсистем, об'єднаних певними функціональними зв'язками. З свого боку, підсистеми в загальному випадку

можуть перебувати в різних станах, що регламентують ступінь їхньої працездатності.

У рамках даного дослідження щодо визначення основних показників надійності зернозбиральних комбайнів можна умовно розділити на наступні етапи:

1. Розчленування структури комбайна як складної електрогідромеханічної системи на окремі функціонально пов'язані підсистеми з точки зору забезпечення надійності їх функціонування. Кожна з підсистем також може бути розчленована на взаємопов'язані компоненти, включаючи окремі деталі.

2. Аналіз причин втрати працездатності окремими елементами (деталлями), а також підсистемами (агрегатами, вузлами) або системою (машинами) в цілому. При цьому виділяються раптові відмови, пов'язані з руйнуванням, втратою

міцності, поривами, закручуванням, згинанням, роз'єднанням збірок і так далі. Визначаються поступові відмови, обумовлені зносом окремих деталей, особливо робочих органів, а також інших деталей приводів, гідросистем, систем управління, контролю тощо. Виділяються деталі, які піддаються корозії, де встановлюються вид і причини руйнування. Звертається увага на інші види прояву поступових функціональних відмов: забивання, відкладення та інше.

Для поступових відмов важливо визначити припустимі та максимальні їх значення.

Відмови комбайнів передусім пов'язані з такими аспектами:

- втратою загальної працездатності;
- втратою ефективності роботи (продуктивності, якості обмолоту та втратами зерна);
- втратою стійкості у роботі.

Далі, складаючи логічні структурні схеми для аналізу та розрахунку надійності комбайна та його підсистем. Такі схеми створюються в залежності від видів відмов та відображають зв'язки між елементами конструкції у відповідності до вимог забезпечення надійності. Вони показують функціональні зв'язки між елементами конструкцій і, в загальному, можуть бути:

- послідовними (основні з'єднання);
- паралельними;
- містковими;
- комбінованими.

Побудова структурних схем надійності базується на аналізі конструктивних, функціональних та інших схем, що розкривають сутність конструкції, взаємозв'язки елементів і можливі їхні з'єднання під час експлуатації.

Далі, визначення характеристик надійності підсистем і елементів основного з'єднання. Тут важливо виділити відновлювані та невідновлювані підсистеми, для яких є власний підхід. Визначення характеристик надійності впливає на виявлення відмов, чи то поступових, чи раптових.

Далі, визначення характеристик відновлення для відновлених агрегатів, вузлів і деталей основного з'єднання під час експлуатації і втрати ними працездатності.

Нарешті, визначення характеристик надійності окремих підсистем комбайна і машини в цілому, розглядаючи їх як єдину систему з урахуванням можливостей резервування при застосуванні тимчасової та структурної надмірності.

Ця послідовність дослідження та аналізу надійності зернозбиральних комбайнів, як складних систем, відображає складність і багатофакторність підходів до оцінки функціонування сучасної сільськогосподарської техніки. Явно, лише поєднуючи всі етапи аналізу, можливо отримати бажані технічні характеристики машин, виявляючи таке складне та приховане властивість, як надійність.

Група деталей першої складності: Ці компоненти важко зберігати безпосередньо на комбайні або поруч з працюючими замкнутими контурами. Це означає, що ці деталі необхідні для нормальної роботи обладнання і повинні бути доступні в будь-який час, оскільки поломка може призвести до зупинки машини.

Група деталей другої складності: Ці компоненти зберігаються на складі бригади або фермерського господарства. Це може означати, що вони не настільки критичні для безперебійної роботи обладнання, але все одно потребують заміни або ремонту в разі поломки.

Група деталей третьої складності: Ці компоненти зберігаються на складі районного рівня. Це означає, що вони менш важливі або рідко використовуються, а їх заміна або ремонт не є нагальною і може бути організована на районному рівні. Ця класифікація допомагає визначити, як можна усунути кожен тип несправності і які заходи необхідно вжити для забезпечення безперебійної роботи комбайна в кожному з цих сценаріїв.

Кількість відмов зернозбирального комбайна за період сезону

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУВБІП України

Група деталей першої складності: Ці компоненти важко зберігати безпосередньо на комбайні або поруч з працюючими замкнутими контурами. Це означає, що ці деталі необхідні для нормальної роботи обладнання і повинні бути доступні в будь-який час, оскільки поломка може призвести до зупинки машини.

Група деталей другої складності: Ці компоненти зберігаються на складі бригади або фермерського господарства. Це може означати, що вони не настільки критичні для безперервної роботи обладнання, але все одно потребують заміни або ремонту в разі поломки.

Група деталей третьої складності: Ці компоненти зберігаються на складі районного рівня. Це означає, що вони менш важливі або рідко використовуються, а їх заміна або ремонт не є нагальною і може бути організована на районному рівні. Ця класифікація допомагає визначити, як можна усунути кожен тип несправності і які заходи необхідно вжити для забезпечення безперервної роботи комбайна в кожному з цих сценаріїв.

## Методика обробки експериментальних випробувань

Виходячи з таблиці 3.3 робимо висновки що найбільша частота відмов припадає на жатку та молотарку тож побудуємо їх структурні схеми з запасними та резервними запчастинами.

1. Потребується наявність підшипників та сальні блоків для елементів молотарок. Це вказує на важливість належного забезпечення цими деталями, які, ймовірно, важливі для безперервної роботи молотарок.

2. Потрібно мати на резерві паси та фільтри. Це означає, що окрім основного запасу, також важливо забезпечити резервні комплекти пасів та фільтрів, щоб можливо було швидко замінити їх у разі необхідності і уникнути припинення роботи молотарок.

Виходимо з того що в наявності були сальні блоки, пази та фільтри, і також відзначає важливість резервування останніх двох компонентів для забезпечення надійності процесу роботи молотарок.

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

### 4.1. Результати оцінки пошкоджень деталей механізму

Молотильно сепарувальний пристрій при дослідженні було виявлено 9 відмов та несправностей цього механізму це : 1) дві відмови валу який тримає стряшну дошку ; 2) знос салінблоків; 3) пошкодження привідних ланцюгів елеваторів ; 4) знос втулок варіатора ; 5) пошкодження підшипників вала соломотряса ; 6) пошкодження привода вала соломотрясу ; 7) знос пасу, 8) пошкодження варіатора вітру.

Жатка- при проведенні дослідження було зафіксовано 4 відмови жатки:

1) Пошкодження приводного валу жатки ; 2) знос втулок мотовила; 3) знос сегментів ; 4) пошкодження противорізів

Ходова частина - при проведенні дослідження було зафіксовано відмови:

1) Знос валів приводних колес; 2) заміна ходових пасів ; 3) пошкодження заднього лівого колеса ; 4) деформація троса ручних гальм .

Гідравлічні системи – було зафіксовано всього дві несправності : 1) знос сальника на гідронасосі; 2) тріщини на маслє проводі.

ДВЗ- зафіксовано одну відмову та несправність : 1) Западання клапана на ПНВТ; 2) вихід з ладу підкачки палива на ДВЗ

Електрообладнання- зафіксовано 3 несправності : 1) відмова датчиків навантаження на соломотряси; 2) некоректна робота генератора; 3) відмова вентилятора .

Та інші несправності такі як : відмова роботи кондиціонера та розрив магістралі холодоагенту

Визначення часу, потрібного для доставки запасних частин із складу регіонального рівня, позначається як  $T_{ДЗ}$ , в годинах:

$$T_{ДЗ} = T_{рух} + T_{в} \quad (4.1)$$

Де  $T_{рух}$  вказує на час, протягом якого транспортний засіб (ТЗ) перебуває в русі, в годинах, і  $T_{в}$  представляє час видачі запасних частин із складу, також в годинах.

$$T_{рух} = L_{д} / V_{д} \quad (4.2)$$

Де  $L_{д}$  визначає середню відстань(140 км) , на яку доставляються запасні частини, виражену в кілометрах, а  $V_{д}$  позначає середню швидкість руху транспортного засобу при доставці запасних частин, виражену в кілометрах на годину. Тут  $V_{д} = 140$  км/год. вказує на рух з урахуванням зупинок і інших факторів.

$$L_{ДЗ} = L_{др} + D_{др} \quad (4.3)$$

Де  $L_{др}$  вказує на середню відстань, на яку доставляються запасні частини зі складу на районному рівні, виражену у кілометрах.

відстань  $L_{др} = 140$  км визначається до складу господарства

$$L_{ДЗ} = 140 + 7,62 = 147,62 \quad (4.4)$$

тоді:  
 $T_D = 147,62 \div 13 = 11,3$  (4.5)

Запасні частини доставляються транспортними засобами господарства, що означає, що ці транспортні засоби рухатимуться до складу в одному напрямку

та повертатимуться назад. Таким чином:

$$T_D = 11,3 \cdot 2 = 22,6 \quad (4.6)$$

Визначення часу, необхідного для доставки запасних частин для всіх відмов третьої групи складності.

тоді  $T_{ДК} \cdot n_{від.}$  (4.7)

На підставі отриманих даних та аналізу роботи зернозбирального комбайна, необхідно звернути увагу на проблему тривалого часу доставки запасних частин. Загальний час, витрачений на доставку всіх необхідних деталей, становить 158,2 годину. Це серйозно обмежує продуктивність комбайна та може призвести до значних втрат у врожаї.

Тому для оптимізації процесу відновлення та ремонту зернозбирального комбайна пропонується розробити методику запасання деталей.

Ця методика полягає у попередньому визначенні ключових компонентів та деталей, яким найчастіше потребуються ремонт або заміна, на основі історичних даних про ремонти та аналіз. Згідно з цим планом, такий вид запасання передбачає зарезервоване майданчик для цих компонент і їх швидко-доступне використання у разі потреби.

Метою цієї методики є скорочення часу простою комбайна під час ремонтних робіт, забезпечуючи наявність необхідних компонент і деталей на майданчику та зменшуючи витрати часу на їх доставку. Це допоможе поліпшити продуктивність комбайна та забезпечить більш ефективне збирання врожаю, сприяючи успішному функціонуванню сільського господарства.

### • Дослідження напрацювання на відмову

З урахуванням даних імовірність безвідказної роботи становить приблизно 11,8%, а імовірність відмови протягом дня становить приблизно 3,7%.

На основі проведених розрахунків можна зробити наступні висновки щодо надійності зернозбирального комбайна:

1. Середній час між відмовами (MTBF) становить приблизно 0,596 години на відмову. Це означає, що комбайн має відносно невеликий середній інтервал між відмовами, що може вимагати частого та швидкого ремонту.

2. Імовірність безвідказної роботи (P) становить близько 11,8%. Це означає, що комбайн має невелику імовірність безвідказної роботи, і його можуть часто відзначати відмови.

3. Імовірність відмови за день (Pf) становить приблизно 3,7%. Це вказує на те, що щодня є висока ймовірність відмови комбайна, що може призводити до затрат на ремонт та зупинки в роботі.

## Показники відмов механізмів КЗС "Скіф-250"

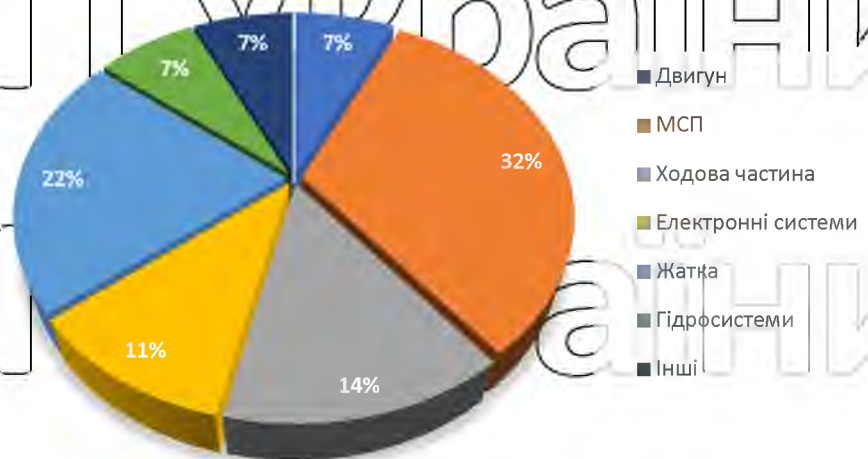


Рис. 4.1 Відсоток показників відмов на зернозбиральний комбайн

5. Імовірність безвідказної роботи з урахуванням ступеня навантаження (Р) становить приблизно 6,2%. Це вказує на певне покращення надійності комбайна за умови профілактичного обслуговування та обмеженого навантаження.

Відмови ріжучого механізму жатки згідно рис.(4.5) :

- 1)Затуплені леза; леза внаслідок удару чи зіткнення з іншими об'єктами;
- 4)Неправильне вирізання лезами через відсутність або неправильне налаштування стійки;
- 5)Проблеми з регулюванням висоти жатки;
- 6)Забиття або застрягання рослинністю або іншими матеріалами в ріжучому апараті;
- 7)Неправильно налаштовані або зношені пристосування для подрібнювання стебел;
- 8)Пошкодження або зламання валу ріжучого апарату;
- 9)Неправильна робота гідравлічних циліндрів, що відповідають за кут нахилу жатки;
- 10)Пошкодження або неправильна робота

піддону жатки. Знос чи пошкодження кріплення ріжучого апарату до основної конструкції; 11) Пошкодження або знос редуктора приводу ріжучого апарату;

Несправності гідравлічної системи, що відповідає за рух ріжучого апарату; змащення або відсутність змащення на важливих точках ріжучого апарату;

апаратом; 20) Недостатнє або надмірне навантаження на ріжучий апарат; апарату; 22) Пошкодження або знос системи керування ріжучим апаратом;

брусків, які утримують ріжучий апарат.

НУБІП України

НУБІП України

Час між відмовами

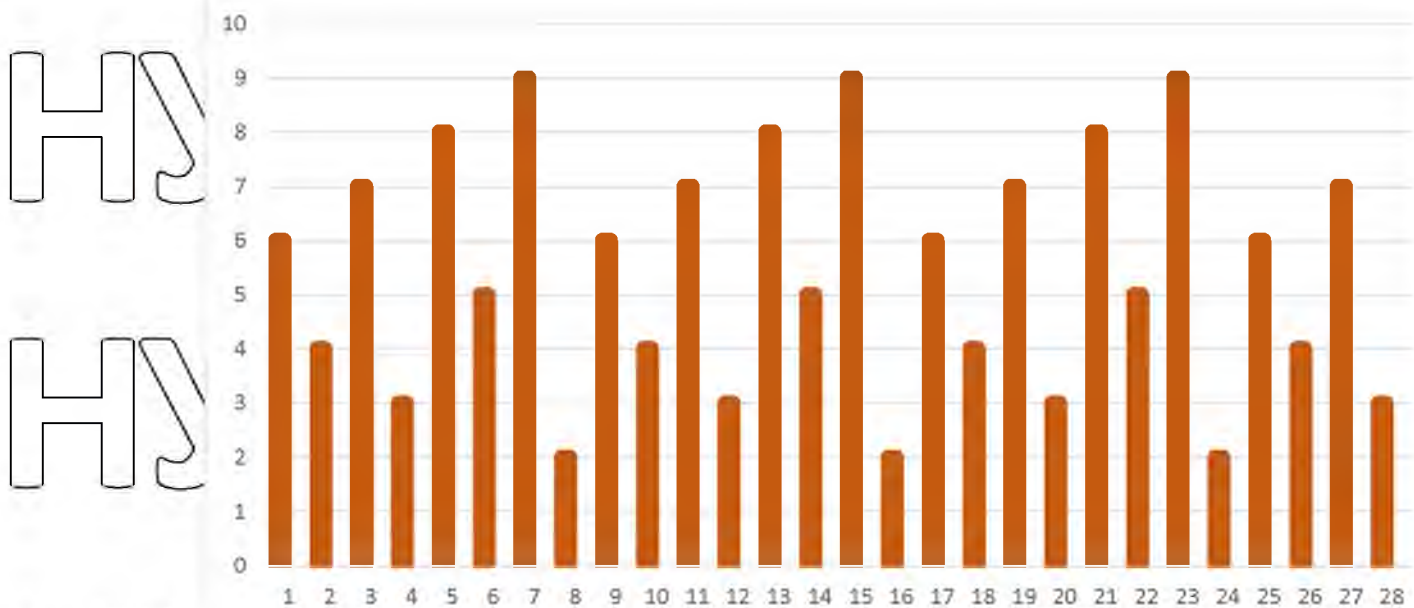


Рис. 4.2 Графік часу між відмовами

НУБІП України

**Висновок:** Зернозбиральний комбайн має обмежену надійність та високу імовірність відмови, особливо при інтенсивному використанні. Для підвищення надійності рекомендується проводити регулярне профілактичне обслуговування та обмежувати навантаження на комбайн. Додатково, стан полів і робочих умов також може впливати на тривалість роботи та надійність комбайна, тому слід приділяти увагу цим факторам для покращення його функціонування.

#### 4.3 Результат досліджень часу на усунення відмов відмов комбайна

Для розрахунку середнього напрацювання між відмовами спочатку потрібно знайти загальний час на відновлення (ЗГВ - загальний час на відновлення) і кількість відмов. Після цього можна знайти середнє напрацювання між відмовами за допомогою наступної формули:



Рис. 4.3 Графік витраченого часу на усунення несправності

Середнє напрацювання між відмовами =  $\frac{\text{Загальний час роботи} \cdot \text{ТГР}}{\text{Кількість відмов}}$   
 Давайте розрахуємо:

Загальний час роботи  $\omega = 315$  годин  
 Загальний час на відновлення (ЗЗГ)  $\mu = 74$  години  
 Кількість відмов  $\gamma = 28$  відмов

Визначимо середнє напрацювання між відмовами  $\mu$

$\mu = \frac{\omega}{\gamma} = \frac{315}{28} = 11,25$   
 Середнє напрацювання між відмовами  $\mu = 8,89$  години (або близько 8 годин і 53 хвилини)

Отже, середнє напрацювання між відмовами становить 8 годин і 53

хвилини.

Класифікація відмов

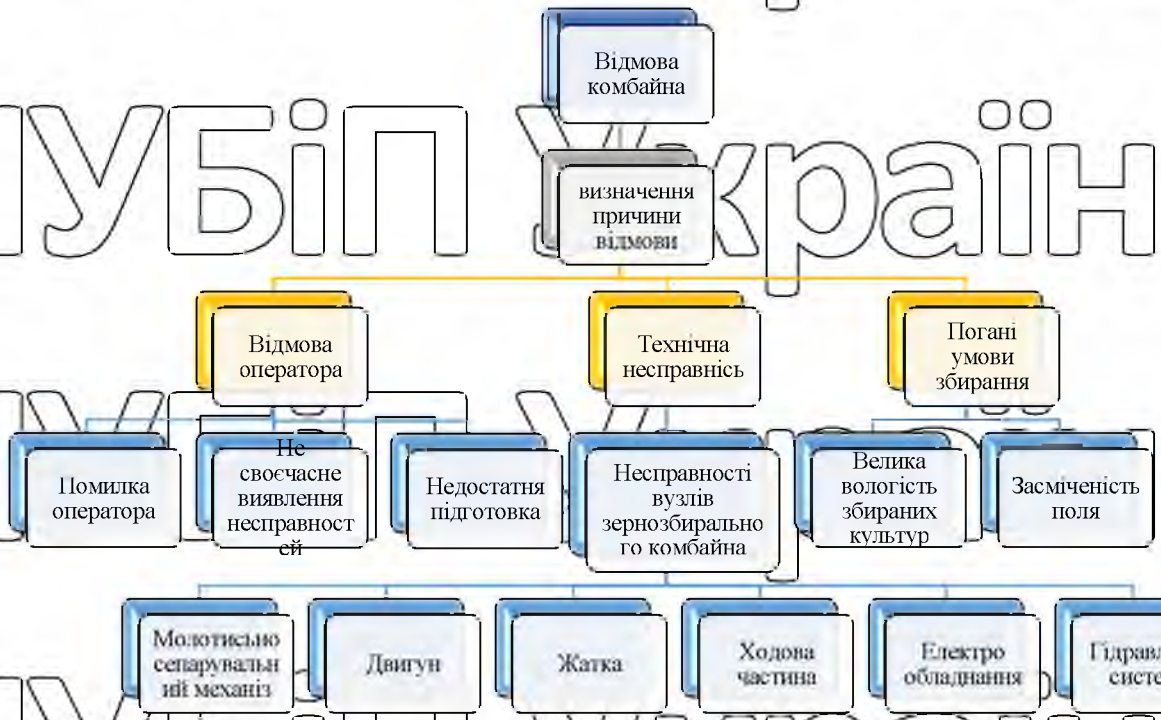


Рис. 4.4 Схема причин відмов

Результати і впровадження досліджень

Зазначена проблема полягає в тому, що час, який необхідний для виправлення відмов і зниження виробничої потужності, залежить від рівня ефективності служби, що відповідає за ліквідацію відмов та постачання необхідних запасних частин, які вийшли з ладу. Коли необхідні запасні частини доступні на місці або недалеко від місця виникнення проблеми, це значно спрощує і прискорює процес усунення відмов.

Для розв'язання цієї проблеми, необхідно провести більш детальний аналіз та планування щодо номенклатури запасних частин і місць їх зберігання.

Основні аспекти цього процесу включають:

1. Номенклатура запасних частин: Спростовуючи та актуалізуючи список необхідних запасних частин, можна забезпечити наявність всіх необхідних компонентів для виправлення відмов.

2. Місця зберігання: Розроблення ефективних місць для зберігання запасних частин. Це може бути централізоване сховище або розподілені пункти зберігання, які розташовані недалеко від виробничого об'єкта.

3. Стратегії постачання: Визначення оптимальних стратегій постачання запасних частин, включаючи забезпечення їх наявністю на місці або швидку доставку, коли вони потрібні.

4. Співпраця між різними підрозділами: Колаборація між різними командами і підрозділами, що відповідають за обслуговування, технічну підтримку та постачання, для спільної роботи над усуненням відмов.

5. Індивідуальний та груповий підхід: Розроблення планів для як індивідуальної, так і колективної роботи з виправлення відмов, залежно від обстановки та типу проблем.

Забезпечення належного управління запасними частинами та оптимізація процесу виправлення відмов може значно покращити ефективність виробництва і знизити витрати часу на усунення відмови.

Для швидкої доставки запасних частин ми пропонуємо наступні можливості зберігання:

1. Запасні частини першої групи складності можуть бути збережені на самому комбайні або в непосредній близькості до працюючих комбайнів. Це так званий "пересувний склад технічної служби".

2. Запасні частини другої групи складності можуть бути збережені на складі бригади або господарства.

3. Запасні частини третьої групи складності можуть бути збережені на складі районного рівня.

Продуктивність усунення наслідків відмов залежить від швидкості реагування служби, яка відповідає за виправлення відмов і постачання запасних деталей, вузлів і агрегатів, які стали причиною відмов. Можливість мати необхідні запасні частини безпосередньо на об'єкті або в його найближчій околиці значно зменшує час, необхідний для виправлення відмов. Для оптимізації процесу необхідно ретельно вивчити перелік необхідних запасних частин та місця їх зберігання з урахуванням можливостей як колективної роботи з участю різних команд і підрозділів, так і індивідуальної діяльності. Метою наших досліджень, як експериментальних, так і теоретичних, було визначити кількість запасних частин для вузлів, агрегатів та деталей комбайнів, які часто виходять з ладу і потребують заміни. Наша мета полягала в обґрунтуванні, якої саме номенклатури та кількості запасних частин потрібно мати на різних рівнях зберігання. Ми також досліджували час доставки запасних частин з цих рівнів зберігання, щоб забезпечити ефективну роботу зернозбиральних комбайнів відповідно до агротехнічно обґрунтованого графіку збирання. Наші дослідження включали експериментальні випробування, які виконувалися з використанням розробленої методики, і результати цих досліджень будуть наведені нижче

Таблиця 4.5

Кількість найменувань запасних частин агрегатів, вузлів і деталей  
комбайнів Скіф-250, затребуваних для усунення виникаючих відмов

№	Кількість ЗЧ в од.	Число відмов	Розподіл кількості найменувань ЗЧ, що відносяться до відмов по групах складності, од		
			I	II	III
			Кількість відмов	Кількість відмов	Кількість відмов
Ж					
а					
т					
к					
а					
ф					
і					
л					
ь					
т					
р					
и					
К					
л					
и					
н					
о					
-					
п					
а					
с					
о					
в					
і					
п					
е					
р					
е					
д					

НУБІП України

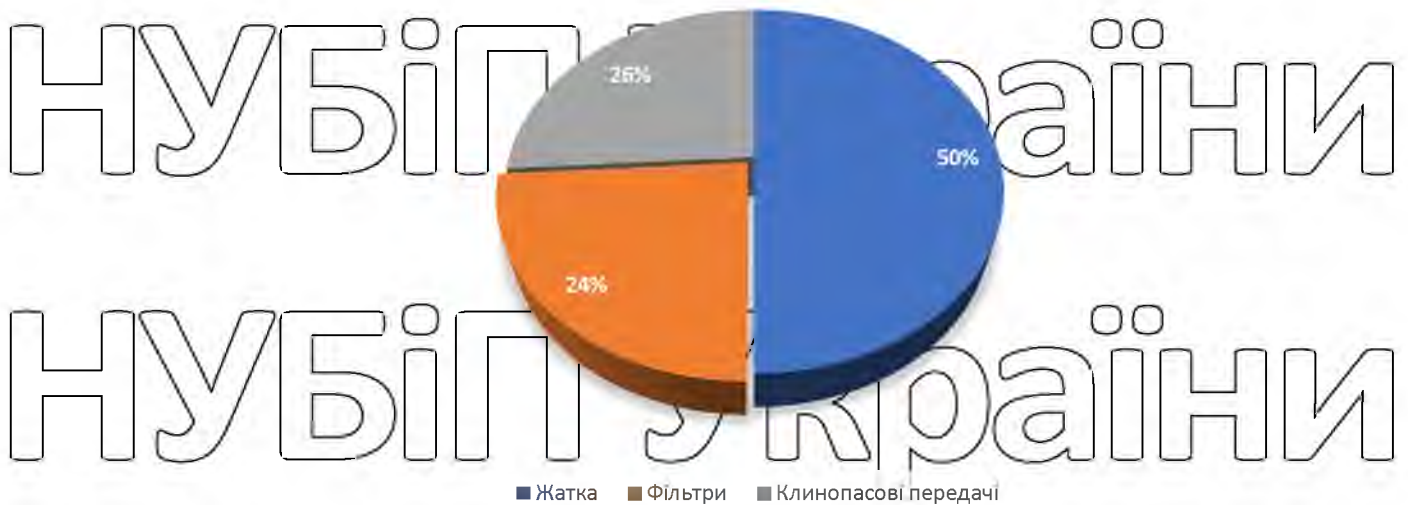


Рис. 4.5 Коефіцієнт поломки на запропоновані елементи

НУБІП України

1) Для рівня складу ЗТК:

$$T_{рух} = L_{д1} V_{д1} = 1.410 = 0,11 \text{ год}$$

НУБІП України

$$T_{д1} = T_{рух1} + T_{в1} = 0,14 + 0,05 = 0,19 \text{ год}$$

$$L_{д1} = T_{д1} * n_{відз} = 0,19 * 14 = 2,66 \text{ год}$$

2) Для рівня бригади або господарства:

НУБІП України

$$L_{д2} = L_{д62} + L_{дг2} = 15 + 13 = 28 \text{ км}$$

НУБІП України

$$T_{рух2} = \frac{L_{д2}}{V_{д2}} = \frac{28}{45} = 0,62 \text{ год}$$

$$T_{в2} = 0,1 \text{ год}$$

$$T_{д2} = T_{рух2} + T_{в2} = 0,62 + 0,1 = 0,72 \text{ год}$$

НУБІП України

$$T_2 = T_{д2} * n_{від2} = 0,72 * 7 = 5,04 \text{ год}$$

3) Для рівня районного рівня

$$L_{д3} = L_{дг3} = 15 \text{ км}$$

НУБІП України

$$T_{рух3} = \frac{L_{д3}}{V_{д3}} = \frac{15}{110} = 0,136 \text{ год (23)}$$

$$T_{в3} = 0,7 \text{ год}$$

$$T_{д3} = T_{рух3} + T_{в3} = 0,136 + 0,7 = 0,836 \text{ год}$$

НУБІП України

$$T_3 = T_{д3} * n_{від3} = 0,836 * 7 = 5,85 \text{ год}$$

4) Загальний час доставки з усіх рівнів зберігання:

НУБІП України

$$T_{д заг} = T_1 + T_2 + T_3 = 2,24 + 5,05 + 5,85 = 13,136 \text{ год}$$

5) Різниця в часі:

$$\Delta T = T_{д зч} - T_{д заг} = 44 - 13,136 = 30,864 \text{ год}$$

НУБІП України

6) Час, на який скоротиться тривалість збирання:

$$\Delta T_{дн} = \frac{\Delta T}{T_{дн}} = \frac{30,864}{11,9} = 2,59 \text{ днів}$$

Важливо було визначити різницю у часі доставки між існуючою та запропонованою організацією резервування та доставки запасних частин. Ми

НУБІП України

визначили, що існуючий час доставки складає 158 годин, а після впровадження запропонованої організації він скорочується до 68 годин.

Можемо зробити висновок, що запропонована організація резервування та доставки запасних частин значно оптимізує процес доставки, скорочуючи час

доставки більш ніж в 2 рази, з 158 годин до 68 годин. Це свідчить про підвищення продуктивності та ефективності процесу збору запасних частин, що може призвести до зменшення часу простою обладнання та зниження витрат.

Таким чином, впровадження запропонованої організації резервування та доставки запасних частин видається дуже доцільним з точки зору оптимізації

часових ресурсів та економії часу.

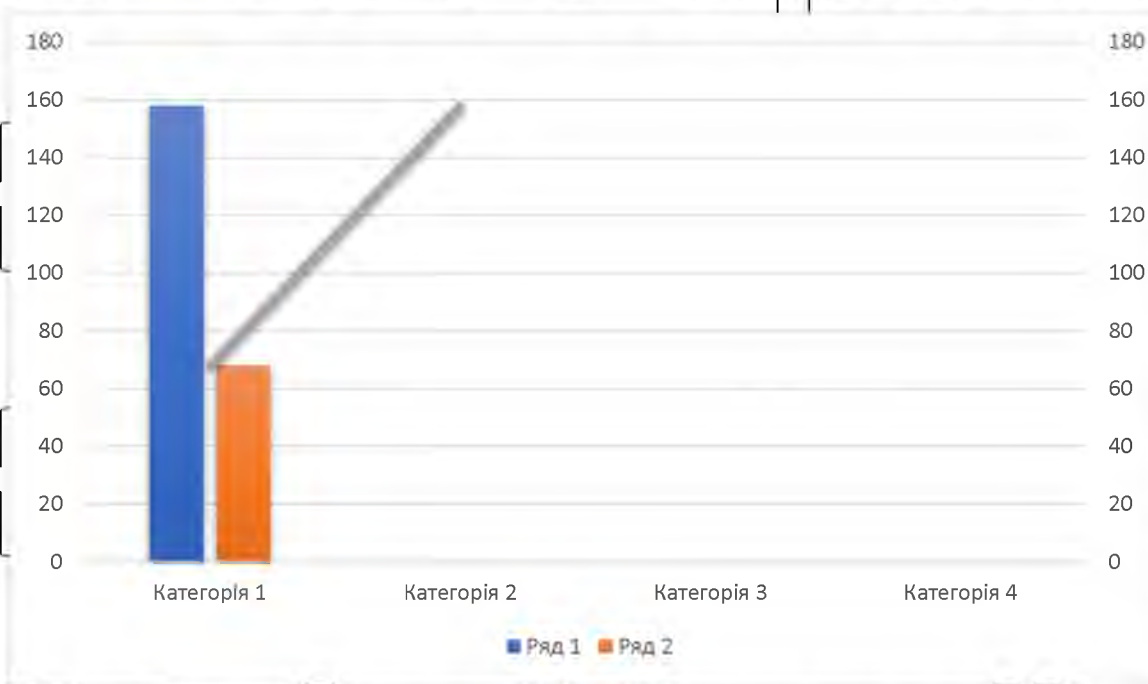


Рис. 4. / Результат впровадження резервування

# НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Ремонт зернозбирального комбайна - важлива частина забезпечення безпеки працівників у сільському господарстві. Щоб запобігти нещасним випадкам і забезпечити ефективний ремонт, необхідно розробити і дотримуватися заходів з охорони праці та техніки безпеки.

1. Аналіз ризиків: Перед початком ремонту слід провести оцінку ризиків, щоб виявити можливі небезпеки і визначити заходи щодо їх зниження.

2. Навчання працівників: Усі працівники, які беруть участь у ремонті, повинні бути належним чином проінструктовані та навчені з питань безпеки.

3. Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): Працівники повинні використовувати необхідні ЗІЗ, такі як каски, захисні окуляри, респіратори зі змінними фільтрами тощо.

4. Забезпечити безпеку при роботі з електрикою: Ремонт комбайна може бути пов'язаний з роботою з електричними системами. Необхідно використовувати ізоляційні матеріали та дотримуватися правил електробезпеки.

5. Вентиляція та знезараження: Щоб запобігти вдиханню шкідливих речовин, повітря повинно бути належним чином вентилязоване і, при необхідності, знезаражене.

6. Безпечне робоче середовище: Робоча зона повинна бути організована таким чином, щоб уникнути падінь, зіткнень і травм.

7. Перевірка та обслуговування інструментів та обладнання: Інструменти повинні бути в хорошому стані і регулярно перевірятися на безпеку.

НУБІП УКРАЇНИ

Забезпечення безпеки на робочому місці під час ремонту зернозбиральних комбайнів є важливим для запобігання травмам і нещасним випадкам. Дотримання цих заходів допоможе забезпечити ефективний і безпечний процес ремонту, знизити ризики для працівників і підвищити продуктивність сільського господарства.

НУБІП УКРАЇНИ

Ремонт зернозбирального комбайна також небезпечний через вагу робочих елементів і деталей машини. Комбайни мають великі металеві деталі, які можуть бути дуже важкими і незручними для роботи під час ремонту. Тому важливо, щоб:

НУБІП УКРАЇНИ

1. Використання підйомних механізмів: Для підйому важких деталей і зниження ризику травмування працівники повинні використовувати підйомні механізми, такі як лебідки, ланцюги і гідравлічні підйомники.

2. Командна робота: Ремонт комбайна вимагає командних зусиль. Важливо налагодити чітку комунікацію і визначити ролі та обов'язки кожного члена робочої групи.

НУБІП УКРАЇНИ

3. Особистий захист: Працівники повинні носити захисний одяг і взуття, щоб захиститися від можливих травм, пов'язаних з важкими робочими елементами.

НУБІП УКРАЇНИ

Через небезпечний характер і важкість робочих частин комбайна необхідно вжити додаткових заходів безпеки, щоб запобігти травмам і забезпечити безпечний ремонт.

НУБІП УКРАЇНИ

Безпека в полі в разі поломки комбайна є надзвичайно важливою, оскільки це може бути небезпечною ситуацією для працівників, які перебувають на відкритому повітрі. Для забезпечення безпеки в таких випадках рекомендуються наступні заходи:

НУБІП УКРАЇНИ

11. Вимкніть комбайн: При виявленні поломки або небезпечної ситуації негайно вимкніть двигун комбайна і витягніть ключ запуску, щоб запобігти ненавмисному запуску.

12. Встановлення попереджувальних знаків: Встановіть попереджувальні знаки, наприклад, трикутники, щоб попередити інших працівників або водіїв про небезпечну зону.

13. Інформація про надзвичайні ситуації: негайно повідомте відповідних керівників або службу безпеки про поломку та необхідність допомоги.

14. Безпечне видалення: Під час демонтажу пошкодженого комбайна необхідно дотримуватися обережності та використовувати спеціальні засоби для підйому та видалення обладнання.

15. Протипожежний захист: У зв'язку з можливою небезпекою витoku палива слід використовувати вогнегасники та інші засоби пожежогасіння.

16. Навчання та інструктаж: Переконайтеся, що працівники належним чином навчені та проінструктовані про те, як діяти в небезпечних ситуаціях, а також про те, як повідомляти про нещасні випадки та надавати першу медичну допомогу.

Забезпечення безпеки в полі під час поломки комбайна допоможе запобігти травмам і нещасним випадкам, а також забезпечить найбільш ефективне і безпечне управління ситуацією в сільському господарстві.

Загальний висновок полягає в тому, що дотримання правил охорони праці та техніки безпеки є надзвичайно важливим під час ремонту зернозбиральних комбайнів. Забезпечення безпеки працівників, використання засобів індивідуального захисту, дотримання правил електробезпеки, створення безпечного робочого середовища та навчання працівників - ключові аспекти, які допоможуть уникнути травм і нещасних випадків під час ремонту комбайнів

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Важливо розібратися з економічними цифрами, щоб зрозуміти, наскільки ефективно використовуються резерви. Сам процес вимагає ретельного аналізу наших фінансових справ та того, як ми управляємо резервами. Тут необхідно розглянути різні аспекти, такі як витрати, прибутковість і ліквідність.

Запитання перше - скільки ми витрачаємо на резерви? Включаючи купівлю, зберігання та обслуговування, а також можливі витрати на страхування або ті, що пов'язані з можливими збитками при використанні резервів.

Далі, треба з'ясувати, які можливості є для заробітку на резервах. Можна розглядати їх як інвестиції та дивитися, як вони можуть забезпечити стійкість фінансів компанії.

Ліквідність - це наскільки швидко ми можемо перетворити резерви в готівку, якщо раптово знадобиться. Це важливо для того, щоб мати фінансову стабільність у випадку несподіваних ситуацій.

І, нарешті, рентабельність резервів. Як вони можуть призвести до прибутку або захистити від можливих втрат. Це включає в себе думку про те, як використання резервів може впливати на загальний фінансовий результат господарстві.

Загалом, цей аналіз економічних показників допомагає зрозуміти, наскільки ефективно ми управляємо резервами і як можна оптимізувати фінансові процеси в господарстві.

Таблиця 6-1

Вихідні дані

№  
НУБІП України

Показники

Значення

НУБІП України

показники

НУБІП України

Термін простод.

158 год.

НУБІП України

до резервування

НУБІП України

Термін після

68 год.

НУБІП України

простору резервування

НУБІП України

простору резервування

НУБІП України	ння м Сер	60
НУБІП України	едн я	00 кг
НУБІП України	вро жа інн сть	/га
НУБІП України	кул ьгу ри	
НУБІП України	Втр ати вро жа ю	1 %/ дн 18 0 кг
НУБІП України		в дн
НУБІП України	Пл ощ а	40 8 га
НУБІП України	обр обі тку	
НУБІП України	Цін а на	4, 82 гр

зер	н/
но	кг
Сер	25
едн	,5
ій	га
нар	
обі	
ТОК	
в	
ден	
ь	

Визначмо втрати врожаю до резервування запчастинами :

Розрахуємо  $S_1$ -площа врожаю яку ми мали обробити під час простою комбайна. Де  $t_1$  - час простою комбайна до резервування,  $S_{щод}$  - площа середнього наробітку комбайна на день під час роботи.

$$S_1 = t_1 \cdot S_{щод} \quad (6.1)$$

$S_{щод}$  - площа середнього наробітку комбайна на день під час роботи.

$t_1$  - час простою комбайна до резервування  
 $S_1 = 6,68 \cdot 25,5 = 167$  га

Для визначення кількості втрат зерна за день  $M$ , розрахуємо : де  $P$  - середня врожайність культури.

$P$

середня врожайність культури.

$$M = 6000 - 1\% = 180 \text{ кг}$$

Визначимо загальну втрату культури за час простою комбайна до резервування:

$$M_{зг} = M \cdot S_1$$

$$M_{зг1} = 180 \cdot 167,8 = 30060 \text{ кг}$$

Визначимо вартість втрат  $K$ :

$$K = M_{зг} \cdot G$$

$G$  – ціна за кілограм культури

$$K_1 = 30060 \cdot 4,82 = 144673,37 \text{ грн}$$

Таким самим чином визначимо втрати врожаю після запровадження резервуванням

$$S_2 = 25,5 \cdot 3 = 76,5 \text{ га}$$

$$M = 6000 \cdot 1\% = 180 \text{ кг/га}$$

$$M_{зг2} = 180 \cdot 76,5 = 13770 \text{ кг}$$

$$V_2 = 13770 \cdot 4,82 = 66272,53 \text{ грн}$$

Розрахуємо фінансову вигоду  $W$

$$W = V_1 - V_2$$

$$W = 144673,37 - 66272,53 = 78401,37 \text{ грн}$$

Отже ми визначили що зменшивши час на простій в 2,58 рази шляхом резервування ми збільшимо об'єм намолоту на 16290 кг

Тепер підрахуємо ціну резервування запропонованих деталей

Таблиця 6.2

Ціна та кількість запасних частин для резервування

№	Деталь	Ціна, грн.	Кількість запасних частин	Вартість запасних частин
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			
НУБІП	України			

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

К  
И  
К  
Р  
І  
П  
Л  
Е  
Н  
Н  
Я  
К  
О  
С  
И  
Р  
Е  
Г  
С  
У  
П  
Ю  
Ю  
Ч  
А  
П  
Л  
А  
О  
С  
Т  
И

НУБІП УКРАЇНИ

Н  
а  
В

НУБІП УКРАЇНИ

а  
П  
а  
с  
Н

НУБІП УКРАЇНИ

а  
к  
о  
с  
а

НУБІП УКРАЇНИ

П  
а  
с  
с

НУБІП УКРАЇНИ

о  
Л  
о  
М

НУБІП УКРАЇНИ

о  
П  
о  
д

НУБІП УКРАЇНИ

р  
і  
о  
б  
н  
ю

НУБІП УКРАЇНИ

В  
а  
ч  
а

НУБІП УКРАЇНИ

П  
о  
в  
і  
т

НУБІП УКРАЇНИ

О  
р  
я  
н  
и

НУБІП УКРАЇНИ

й  
ф  
і  
л  
ь

НУБІП УКРАЇНИ

Ст  
р  
п  
а

НУБІП УКРАЇНИ

Л  
е  
в  
н  
и

НУБІП УКРАЇНИ

О  
й  
ф  
і

НУБІП УКРАЇНИ  
 П  
 р  
 П  
 а  
 с  
 П  
 а  
 с  
 НУБІП УКРАЇНИ

Отримаємо загальну суму витрат на запасні частини- $W_{3ч}$

$$W_{3ч} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} \quad (6.6)$$

НУБІП УКРАЇНИ  
 $W_{3ч} = 1260 + 1068 + 4,6 + 2100 + 7,5 + 7200 + 7150 + 2158 + 2027 +$   
 $1500 + 1250 = 23698,1$  грн

Підрахуємо рентабельність резервування:

НУБІП УКРАЇНИ  
 $R = 78401,37 - 23698,1 = 54703,27$

Висновок: Отже шляхом резервування пасів, елементів деталей жатки та фільтрів ми зекономимо 54703,27 грн або 16290 кг врожаю

НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП України

# НУБІП України

## ВИСНОВОК

Отже, ми ретельно розглянули сучасні зернозбиральні комбайни, присвячуючи увагу їхнім агротехнічним вимогам та конструкції. Особливу увагу ми приділили аналізу зернозбирального комбайна "Скіф-250", досліджуючи його особливості експлуатації та типові відмови.

Ми також провели вивчення різних методів та способів забезпечення працездатності та надійності машин, зокрема використовуючи резервування. В аналізі ми детально розглянули структурну надійність зернозбиральних комбайнів та важливість їхнього резервування, як структурного, так і інформаційного.

Для практичних експериментів ми розробили методику, яка дозволяє оцінити основні види пошкоджень деталей зернозбирального комбайна та обробляти отримані експериментальні дані. Результати наших досліджень, включаючи оцінку пошкоджень, дослідження напруження між відмовами та аналіз відмов, представлені в четвертому розділі.

Додатково, ми висвітлили розробку заходів з охорони праці при ремонті зернозбирального комбайна, а також надали техніко-економічне обґрунтування запропонованих удосконалень.

Усе це дозволяє нам зробити висновок, що наші дослідження мають на меті покращення надійності та ефективності зернозбиральних комбайнів, що може призвести до покращення їхньої роботи та спрощення процесу обслуговування.

Також важливо відзначити, що наше дослідження підтверджує економічну вигідність застосування резервування в експлуатації зернозбиральних

комбайнів. Цей підхід дозволяє ефективно зменшити час простою комбайна, підвищуючи його напрацювання, та, внаслідок цього, зменшити втрати зерна. Резервування виступає надійним засобом для підтримання працездатності машини та забезпечення безперебійної роботи в аграрному секторі.

Ця стратегія не лише забезпечує підвищену надійність зернозбиральних комбайнів, а й приносить економічні вигоди через оптимізацію часу роботи та зменшення втрат урожаю. Такий підхід відкриває перспективи для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва та зниження витрат в сільському господарстві.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

# НУБІП України

ослідження надійності зернозбиральних комбайнів. К. М. Думенко, К. Н. Думенко. 2010 р

омуці Д.П. Теоретичні та експериментальні дослідження по визначенню

## виробничих умов збирання зернових культур технологічними комплексами / Домумі Д.П., Пужар О.Я., Ліпін А.П. // Аграрний вісник Причорномор'я: 36 наук. пр. Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2018. – №90. – С.213–221

# НУБІП України

Визначення втрат роботоздатності машин в залежності від терміну

експлуатації" (В.Д. Войтюк, А.А. Демко, О.В. Надточій, П.М. Полозенко;

## Науковий вісник Національного аграрного університету, 2003, Вип. 60, с. 133-

# НУБІП України

Визначення експлуатаційного показника технічного стану зернозбиральних

комбайнів" (В.Д. Войтюк, А.А. Демко, О.В. Надточій, С.А. Демко; Науковий

## вісник Національного аграрного університету, 2005, Вип. 80, с. 171-178)

# НУБІП України

Визначення та прогнозування втрат урожаю" (О.А. Демко, А.А. Демко;

## Пропозиція, 2013, № 7, с. 128-130)

# НУБІП України

Вплив нерівномірності урожайності по полю на продуктивність

зернозбиральних комбайнів" (О.А. Демко, О.В. Надточій; Механізація та

## електрифікація сільського господарства, 2013, Вип. 97(2), с. 450-456)

# НУБІП України

Вплив строків експлуатації на модель зміни працездатності зернозбиральних

комбайнів" (В.Д. Войтюк, А.А. Демко, С.А. Демко; Техніка АПК, 2005, № 8, с.

## До визначення строків експлуатації і прогнозування роботоздатності зернозбиральних комбайнів" (А.А. Демко, С.А. Демко; Науковий вісник

# НУБІП України

Национального університету біоресурсів і природокористування України, 1997, Вип. 9, с. 238-245)

Дослідження фонду часу зміни при роботі зернозбиральних комбайнів через показники технічне і технологічне надійності" (А.А. Демко, С.А. Демко;

Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України, 1997, Вип. 9, с. 245-256)

Дослідження впливу використання зернозбиральних комбайнів Дон-1500 на їх експлуатаційні показники" (В.Д. Войтюк, А.А. Демко, О.А. Демко; Науковий

вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2009, Вип. 134, Ч. 2, с. 131-138)

Дослідження залежності продуктивності ЗК від начіпних втрат" (О.А. Демко, А.А. Демко, О.В. Надточій; Пропозиція, 2013, № 7, с. 32-35)

Ефективність використання мобільної сільськогосподарської техніки" (О.А. Демко, А.А. Демко; Пропозиція, 2009, № 7, с. 108-111)

Метод визначення пропускної здатності молотильно-сенарувального пристрою зернозбиральних комбайнів з урахуванням зміни техніко-експлуатаційних характеристик

Незавидна доля Українського комбайна" (О.А. Демко; Пропозиція, 2001, № 8-9, с. 106-108)

Рівень техніки та кваліфікації обслуговуючого персоналу" (О.А. Демко; Пропозиція, 2001, № 7, с. 92-94)

Український трактор: успіхи та прорахунки" (О.А. Демко; Пропозиція, 2001, № 11, с. 95-97)

Войтюк Д. П. Щодо обґрунтування перспективної схеми стеблелідіймачів жатки зернозбирального комбайна [Електронний ресурс] Д. П. Войтюк, С. В.

Смолінський // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – 2015. – Вип. 45 (1). – С. 77-81. – Режим доступу

: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zimntz\\_2015\\_45\(1\)\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zimntz_2015_45(1)_12). – Дата останнього доступу:

Кравчук В. Науково-методичні основи оцінювання зернозбиральних комбайнів

за показниками технічного рівня і пропускної здатності [Електронний ресурс] / В. Кравчук, М. Занько, В. Гусар // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\_2013\_17(1)\_40. – Дата останнього доступу: 28.02.2017

Ловейкін В. С. Дослідження динаміки руху молотильного барабана зернозбирального комбайна [Електронний ресурс] / В. С. Ловейкін, А. П. Сачик // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – Вип. 196 (2). – С. 57-63. – Режим

доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_tech\\_2014\\_196\(2\)\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2014_196(2)_9). – Дата останнього доступу: 28.02.2017. 96. Ловейкін В. С. Мехатронна система управління обертанням молотильного барабана зернозбирального комбайна: ідентифікація параметрів коливань приводу та їх лінійного регулятора зі зворотним зв'язком [Електронний ресурс] / В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, А. П.

Ляшко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – Вип. 156. – С. 341-348. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg\\_2015\\_156\\_54](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2015_156_54). – Дата останнього доступу: 28.02.2017

Непочатенко А. В. Економіко-математичне моделювання величини витрат під час збору врожаю залежно від потужності двигуна зернозбирального комбайну [Електронний ресурс] / А. В. Непочатенко, В. А. Непочатенко // Економіка та управління АПК. – 2013. – Вип. 11. – С. 130-136. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/есupark\\_2013\\_11\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/есupark_2013_11_33). – Дата останнього доступу:

Новий вимір у технологіях збирання від компанії New Holland // Аграрна техніка та обладнання. – 2014. – № 3. – С. 26-30

. Лінник М. К. Експериментальні дослідження втрат насіння ріпаку при збиранні зернозбиральними комбайнами прямим комбайнуванням посівів [Електронний ресурс] / М. К. Лінник, В. Ф. Сіренко, А. І. Жабко // Сільськогосподарські машини. – 2013. – Вип. 24. – С. 201-209. – Режим доступу:

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah\\_2013\\_24\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah_2013_24_31). – Дата останнього доступу:

Занько М. Д. Аналітичне моделювання втрат зерна за молотаркою в залежності від умов роботи зернозбирального комбайна [Електронний ресурс] / М. Д. Занько, В. І. Недовесов // Механізація і електрифікація сільського господарства.

– 2013. – Вип. 97 (1). – С. 483-488. – Режим доступу :  
[http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg\\_2013\\_97\(1\)\\_56](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg_2013_97(1)_56) – Дата останнього доступу:

ohn Deere - новий зернозбиральний комбайн серії S [Електронний ресурс]. –

Режим доступу : <http://1agro.com.ua/120>. – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

абич Л. О. Дослідження подрібнювача зернозбирального комбайна КЗС-9-1 "Славутич" [Електронний ресурс] / Л. О. Бабич, О. Є. Самарін, В. В. Артюшенко

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tavnv\\_2013\\_84\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tavnv_2013_84_5). – Дата останнього доступу:

орисюк Д. В. Тенденції розвитку та аналіз конструкції жаток зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / Д. В. Борисюк, В. В. Блащук // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2015. – № 1. – С. 10-12. – Режим доступу :

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetark\\_2015\\_1\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetark_2015_1_4). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

Занько М. Д. Аналітичне моделювання втрат зерна за молотаркою в залежності від умов роботи зернозбирального комбайна [Електронний ресурс] / М. Д. Занько, В. І. Недовесов // Механізація і електрифікація сільського господарства.

– 2013. – Вип. 97 (1). – С. 483-488. – Режим доступу :

омарницький С. П. Стан дослідження проектного середовища та організації використання зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / С. П.

Комарницький // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2014. – Вип. 22. – С. 415-418. – Режим доступу :

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu\\_2014\\_22\\_94](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2014_22_94). – Дата останнього доступу:

Кравчук В. Виробування комбайна CSX 7080 фірми New Holland на збиранні  
ранніх зернових колосових культур, сої та тритикале [Текст] / В. Кравчук, М.

Занько, О. Лисак // Техніка і технології АПК. - 2017. - № 1. - С. 8-13.

Кравчук В. Дослідження втрат зерна за молотаркою зернозбирального комбайна  
[Електронний ресурс] / В. Кравчук, М. Занько // Техніка і технології АПК. – 2013.  
– № 5. – С. 8-12. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark\\_2013\\_5\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark_2013_5_5). –

Дата останнього доступу: 28.02.2017

Кравчук В. Дослідження залежності питомих витрат палива від технічних  
параметрів та продуктивності зернозбирального комбайна [Електронний ресурс]  
/ В. Кравчук, М. Занько // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 6. - С. 7-10

Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark\\_2013\\_6\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark_2013_6_4). – Дата останнього  
доступу: 28.02.2017.

Кравчук В. Дослідження функціональних можливостей сучасної моделі  
зернозбирального комбайна фірми "Sampo Rosenlew"-SR-085 "Superior" // В.  
Кравчук, М. Занько // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 10. – С. 6-11.

Кравчук В. Експлуатаційна оцінка комбайна MF-7370 PL "BETA" компанії

MASSEY FERGUSON на збирання ячменю / В. Кравчук, М. Занько, О. Лисак //  
Техніка і технології АПК. – 2016. – № 4. – С. 10-17. Кухтов В. Г. До питання

нормування рівня надійності нових зернозбиральних комбайнів вітчизняного  
виробництва [Електронний ресурс] / В. Г. Кухтов, В. Г. Знайдюк, В. В. Погорілий

// Вісник Харківського національного технічного університету сільського  
господарства імені Петра Василенка. – 2014. – Вип. 151. – С. 5-12. – Режим

доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg\\_2014\\_151\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2014_151_3). – Дата останнього  
доступу: 28.02.2017.

Кравчук В. Експлуатаційна оцінка комбайна MF-7370 PL "BETA" компанії

MASSEY FERGUSON на збирання ячменю / В. Кравчук, М. Занько, О. Лисак //  
Техніка і технології АПК. – 2016. – № 4. – С. 10-17.

Кравчук В. Моделювання якості роботи зернозбирального комбайна

[Електронний ресурс] / В. Кравчук, М. Занько // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 4. – С. 7-10. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark\\_2014\\_4\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark_2014_4_4). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

Кравчук В. Ранжування зернозбиральних комбайнів залежно від їх продуктивності

[Електронний ресурс] / В. Кравчук, М. Занько // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2014. – Вип. 18 (1). – С. 133-149. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\\_2014\\_18\(1\)\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2014_18(1)_18). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

93. Літовка С. В. Продукт

Кухтов В. Г. До питання нормування рівня надійності нових зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва [Електронний ресурс] / В. Г. Кухтов, В. Г. Знайдюк, В. В. Погорілий // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2014. – Вип. 151.

– С. 5-12. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg\\_2014\\_151\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2014_151_3). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

Литвинюк Л. Деякі особливості підвищення продуктивності зернозбирального комбайна і покращення родючості ґрунту / Л. Литвинюк // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 10. – С. 25-27

Линник М. К. Експериментальні дослідження втрат насіння рпакі при збиранні зернозбиральними комбайнами прямим комбайнуванням посівів [Електронний ресурс] / М. К. Линник, В. Ф. Сіренко, А. І. Жабоко // Сільськогосподарські машини. – 2013. – Вип. 24. – С. 201-209. – Режим доступу :

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah\\_2013\\_24\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah_2013_24_31). – Дата останнього доступу:

Ловейкін В. С. Розробка конструкцій самоскидних вивантажувальних пристроїв / В. С. Ловейкін, Л. С. Шимко, В. І. Недовесов // Хран

Ловейкін В. С. Уточнена модель динаміки руху молотильного барабана зернозбирального комбайна [Електронний ресурс] / В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, А. П. Дямко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – Вип. 196 (3). – С. 82-92. – Режим

доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_tech\\_2014\\_196\(3\)\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2014_196(3)_13). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

ажейка О. Й. Розрахунок надійності зернозбиральних комбайнів за критерієм оптимальності ходової системи [Електронний ресурс] / О. Й. Мажейка, В. М.

Каліч, С. І. Маркович // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2016. – Вип. 29. – С. 53-58. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkntu\\_2016\\_29\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkntu_2016_29_10). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

едовесов В. І. Графічне і математичне моделювання показника "об'єм бункера зернозбирального комбайна" [Електронний ресурс] / В. І. Недовесов, М. Д.

Занько // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 2012. – Вип.

96. – С. 240-246. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg\\_2012\\_96\\_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg_2012_96_30). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

едовесов В. І. Графічне і математичне моделювання показника "об'єм бункера зернозбирального комбайна" [Електронний ресурс] / В. І. Недовесов, М. Д.

Занько // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 2012. – Вип.

96. – С. 240-246. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg\\_2012\\_96\\_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg_2012_96_30). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

авлюк І. Комбайн для невеличкого паю: як зібрати зерно з півгектара посівів?

[Електронний ресурс] / І. Павлюк // Рідне село. – 2014. – 12 лютого. – Режим

доступу : <http://ridneselo.com/node/11031>. – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

молінецький С. В. Контроль втрати зерна при роботі зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / С. В. Смолінський // Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування України. – 2012. – Вип. 170 (2).

– С. 207-213. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_tech\\_2012\\_170\(2\)\\_28](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2012_170(2)_28). – Дата останнього доступу: 28.02.2017.

аповалов В. І. Дослідження втрат зерна за зернозбиральними комбайнами [Електронний ресурс] / В. І. Шаповалов, С. Ф. Вольвак // Вісник Українського

відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – 2013. – Вип. 1. – С. 132-138.

– Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vuvmaao\\_2013\\_1\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vuvmaao_2013_1_19). – Дата останнього доступу: 28.02.2017

Шоповалов В. І. Дослідження втрат зерна за зернозбиральними комбайнами [Електронний ресурс] // В. І. Шаповалов, С. Ф. Вольвак // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – 2013. – Вип. 1. – С. 132-138.

– Режим доступу : [http:// nbuv.gov.ua/UJRN/vuvmaao\\_2013\\_1\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vuvmaao_2013_1_19).– Дата останнього доступу: 28.02.2017.

Шейченко В. Бункери - перевантажувачі зерна / В. Шейченко, М. Анеляк, А. Кузьмич // The Ukrainian Farmer. – 2016. – № 7. – С. 124-128.

Шейченко В. Бункери - перевантажувачі зерна / В. Шейченко, М. Анеляк, А. Кузьмич // The Ukrainian Farmer. – 2016. – № 7. – С. 124-128.

Шейченко В. Вызов принят! Как уменьшить себестоимость уборки зерновых культур современными комбайнами // В. Шейченко, М. Анеляк, А. Кузьмич // Зерно. – 2016. – № 4. – С. 114-116.

Шейченко В. Гнучке збирання / В. Шейченко, М. Анеляк, А. Кузьмич // The Ukrainian Farmer. – 2016. – № 11. – С. 122-124.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України