

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

До захисту  
Допускається  
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти  
на тему: «Підвищення ефективності використання зернозбиральних  
комбайнів при технології збирання зернових культур в умовах  
ТОВ «МХП - Урожайна країна» Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Мельник В.О.

(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2101-2

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Калнагуз О.М.

(Прізвище, ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерно-технологічний**

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**агроінжинірингу**

\_\_\_\_\_ Шуляк М.Л.

“ \_\_\_\_\_ ” вересня 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Мельника Владислава Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів при технології збирання зернових культур в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна» Сумської області» \_\_\_\_\_,

керівник роботи: Калнагуз Олексій Миколайович, старший викладач \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ року  
№ \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи: “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: виробничо-фінансові звіти з господарства за останні роки; довідникова література; посібники; наукові журнали з даної тематики; статті з наукових збірників; матеріали отримані під час проходження переддипломної практики; Інтернет джерела; методичні рекомендації для виконання проекту (роботи). \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Вступ. 1. Характеристика ТОВ «МХП-Урожайна країна». 2. Технологічна частина. Варіанти технологічного збирання зернових культур та основні вимоги до їх реалізації. 3. Конструктивна частина. 4. Техніка безпеки при збиранні врожаю зернових культур за допомогою комбайна. Список використаних джерел. Загальні висновки. Додатки. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

- 1. Характеристика господарства ТОВ "МХП-Урожайна країна"
- 2. Операційно-технологічна карта на збирання озимої пшениці
- 3, 4, 5. Конструктивна розробка. (схема удосконалення, складальне креслення та робочі креслення нестандартних деталей)
- 6. Охорона праці

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “ \_\_\_ ” вересня 2024 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1	Обрання теми	до 10.09.2024 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 02.12.2024 р.	
3	Складання плану роботи	до 09.12.2024 р.	
4	Написання вступу	до 21.12.2024 р.	
5	Підготовка розділу 1 «Характеристика підприємства»	до 15.02.2025 р.	
6	Підготовка розділу 2 «Технологічна частина»	до 06.04.2025 р.	
7	Підготовка розділу 3 «Конструктивна частина»	до 26.04.2025 р.	
8	Підготовка розділу 4 «Охорона праці»	до 01.05.2025 р.	
9	Написання загальних висновків	до 12.05.2025 р.	
10	Подання роботи на перевірку унікальності	до 17.05.2025 р.	
11	Подання роботи на рецензування	до 23.05.2025 р.	
12	Подання роботи до попереднього захисту	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ (підпис)

Мельник В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Калнагуз О.М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Мельник Владислав Олександрович** «Підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів при технології збирання зернових культур в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна» Сумської області».

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми.-2025, 52 с.

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається з чотирьох розділів, вступу, загальних висновків, списку використаних джерел із 28 найменувань, додатків та графічної частини формату А1.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано господарство ТОВ «МХП-Урожайна країна» що знаходиться в м. Ромни. Наведені варіанти технології збирання зернових культур, їх переваги при однофазній чи двофазній технології (схемі); навели рекомендації для збирання окремих зернових культур, їх особливості та можливі втрати. Особливу увагу приділили процесу збирання зернових культур (на прикладі озимої пшениці, з різними енергетичними машинами) в господарстві, опису показників збиральних комбайнів. Зроблені розрахунки техніко-експлуатаційних показників використання зернозбиральних комбайнів різних марок, а саме розраховали пропускну здатність, витрати палива, коефіцієнт використання потужності двигуна, затрати праці, енергії та інших показників. Запропоноване вдосконалення закордонного зернозбирального комбайна, а саме комбайна Claas Mega Dominator 204, дозволить збільшити термін служби проміжного шківів, при допомозі якого ремінна передача обертає подрібнювач. Надійність запропонованого вдосконалення підтверджено інженерними розрахунками обертаючого моменту колінчастого валу соломотряса, його кутову швидкість, міцність зварного (кутового) шва та зроблений розрахунок заклепувальних з'єднань. Запропоновані заходи з охорони праці допоможуть знизити непродуктивні втрати робочого часу і скоротити кількість нещасних та надзвичайних випадків.

**Ключові слова:** посівні площі, якість врожаю, способи збирання зерна, валок, стерня, висота зрізу, оптимальна вологість зерна, пошкодження та втрати, зернозбиральний комбайн, зернозбиральна жатка, налаштування, швидкість, пропускну здатність, витрата палива.

## ABSTRACT

**Melnyk Vladyslav Oleksandrovych** "Increasing the efficiency of using grain harvesters using grain harvesting technologies in the conditions of LLC "MHP - Harvest Country" of Sumy region".

Qualification (bachelor's) work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 Agricultural Engineering. - Sumy National Agrarian University. - Sumy.-2025, 52 p.

The qualification (bachelor's) thesis consists of four sections, an introduction, general conclusions, a list of sources used with 28 names, appendices, and a graphic part of A1 format.

The qualification work analyzed the farm of LLC "MHP-Urozhayna Kraina" located in the city of Romny. Variants of the technology of harvesting grain crops, their advantages in single-phase or two-phase technology (scheme) are presented; recommendations for harvesting individual grain crops, their features and possible losses are given. Particular attention was paid to the process of harvesting grain crops (using the example of winter wheat, with various power machines) on the farm, a description of the indicators of combine harvesters. Calculations of technical and operational indicators of the use of combine harvesters of various brands were made, namely, they calculated the throughput, fuel consumption, engine power utilization factor, labor costs, energy and other indicators. The proposed improvement of a foreign combine harvester, namely the Claas Mega Dominator 204 combine, will increase the service life of the intermediate pulley, with the help of which the belt drive rotates the chopper. The reliability of the proposed improvement is confirmed by engineering calculations of the torque of the crankshaft of the straw walker, its angular velocity, the strength of the welded (corner) seam and the calculation of riveted joints. The proposed occupational health and safety measures will help reduce unproductive losses of working time and reduce the number of accidents and emergencies.

**Keywords:** sown areas, crop quality, grain harvesting methods, windrow, stubble, cutting height, optimal grain moisture, damage and losses, combine harvester, grain header, settings, speed, throughput, fuel consumption.

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>7</b>
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «МХП-УРОЖАЙНА КРАЇНА»</b> .....	<b>9</b>
1.1. Адресні відомості та характеристика господарства.....	<b>9</b>
<b>2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>21</b>
2.1. Варіанти технологічного збирання зернових культур та основні вимоги до їх реалізації.....	<b>21</b>
2.2. Характеристика процесу збирання зернових культур у господарстві.	<b>25</b>
2.3. Технологічні розрахунки зернозбиральної операції .....	<b>28</b>
<b>3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>38</b>
3.1. Технічний опис проблеми та її вирішення.....	<b>38</b>
3.2. Аналіз причин виходу з ладу.....	<b>39</b>
3.3. Інженерні розрахунки.....	<b>40</b>
<b>4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБАЙНА</b> .....	<b>44</b>
4.1. Підготовка до роботи.....	<b>44</b>
4.2. Запуск та прогрів комбайна.....	<b>44</b>
4.3. Організація роботи на полі.....	<b>45</b>
4.4. Безпека під час роботи. ....	<b>45</b>
4.5. Завершення роботи.....	<b>45</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	<b>47</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>48</b>
<b>ДОДАТКИ</b> .....	<b>52</b>

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство України є важливою складовою економіки країни, оскільки аграрний сектор забезпечує не лише продовольчу безпеку, але й є значним джерелом експортних надходжень. В останні десятиліття відзначається тенденція до збільшення площ посівів зернових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, ячменю, що зумовлено високим попитом на світовому ринку та зростанням внутрішнього споживання. Однак із цими позитивними змінами пов'язані й численні виклики, що вимагають пошуку нових шляхів підвищення ефективності виробництва.

Одним із таких викликів є оптимізація процесу збирання врожаю, оскільки цей етап є критичним для отримання високоякісної продукції з мінімальними втратами. Технологія збирання зернових культур безпосередньо впливає на кількісні та якісні показники врожаю, що в свою чергу визначає економічну ефективність сільськогосподарських підприємств. Вчасне та правильно організоване збирання врожаю дозволяє зберегти зерно в оптимальному стані, знизити механічні пошкодження, запобігти втратам та забрудненню, а також зберегти високу енергоефективність процесу.

В Україні збирання зернових культур супроводжується низкою технологічних і організаційних труднощів, зокрема через недосконалість технічної бази та нестабільність погодних умов. Проте, зважаючи на швидкий розвиток новітніх агротехнологій, механізація та автоматизація процесів збирання значно покращують ефективність. Вибір відповідних зернозбиральних комбайнів, оптимізація налаштувань техніки, раціональне використання пального, а також мінімізація людського фактору стали ключовими аспектами для забезпечення високої продуктивності і зниження витрат.

Крім того, збирання зернових культур є не лише технологічним, але й економічним процесом. Потрібно враховувати не тільки технічні

характеристики машин, але й питання логістики, витрат на паливе, обслуговування техніки та підготовку працівників. Врахування усіх цих факторів дає змогу зменшити собівартість збирання і досягти високих результатів у виробництві. Підвищення ефективності збирання врожаю безпосередньо сприяє збільшенню прибутку аграрних підприємств та покращенню конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

Зважаючи на ці обставини, важливим напрямом сучасного сільськогосподарського виробництва є вдосконалення технології збирання зернових культур. Це дозволяє не тільки підвищити врожайність і знизити втрати, але й забезпечити стійкість та розвиток аграрного сектору України в умовах глобальних змін.

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «МХП-УРОЖАЙНА КРАЇНА»

## 1.1. Адресні відомості та характеристика господарства.



ТОВ «МХП-Урожайна країна» створена в червні 2010 року. Адреса: Сумська область, м. Ромни, вул. Маяковського 72, оф. 15.

Підприємство входить до групи компаній ВАТ "Миронівський хлібопродукт" і здійснює свою діяльність на території Сумської області.

Товариство належить до тих господарств, що сповідують сучасний стиль розвитку - динамічний, високотехнологічний, інноваційний з урахуванням ринкових особливостей та реалій ведення бізнесу. Підприємство надає допомогу



сільським радам, де орендує землю, в ремонті шкіл, екіпірує мобілізованих жителів, купує медичне обладнання для сільських амбулаторій, є спонсором футбольних команд в регіоні, також підтримує розвиток спортивної молоді.

На сьогоднішній день в обробітку Товариства знаходяться землі розташовані на території Роменського, Недригайлівського, Липоводолинського та Білопільського районів Сумської області.

Земельний банк ТОВ "МХП-Урожайна країна" становить 24 000 га (планова площа в Сумській обл. - 37 000 га). Відповідно, в структурі ТОВ "МХП-Урожайна країна є 9 структурних одиниць:

Білопільський підрозділ - 5050 га.

Галківський підрозділ - 2660 га.

Смілівський підрозділ - 3960 га.

Пустовійтівський підрозділ - 6720 га.

Хоминцівський підрозділ - 6720 га.

Глинський зерноочисний комплекс.

Філія "Андріяшівський елеватор" - 80 тис. тон.

ТОВ Агрофірма "Низи".

ТОВ Агрокомбінат "Маяк".



Підприємство має власний потужний зерноочисний комплекс, на якому встановлено новітнє обладнання. За його допомогою проводиться первинна і вторинна очистка зерна.

Також до складу ТОВ "МХП-Урожайна країна" входить філія "Андріяшівський елеватор". Потужність якого становить 80 тисяч тонн, це сучасний комплекс із приймання, очищення, сушіння та

зберігання зернових та олійних культур. В лабораторії елеватору встановлене новітнє обладнання, яке дозволяє в найкоротший термін провести аналіз зерна.

Підприємства, що входить до групи компаній ВАТ "Миронівський хлібопродукт" Підприємства з вирощування зернових та олійних культур: ПрАТ „Зернопродукт МХП“; Філія «Перспектив» ПрАТ «Зернопродукт» МХП; ПрАТ «НПФ Урожай»; ПрАТ «Агрофорт»; ТОВ «Урожайна країна»; Підприємства з виробництва комбікормів: ТОВ «Вінницька птахофабрика», філія «Внутрішньогосподарський комплекс по виробництву кормів»; ПАТ

«Миронівський завод по виготовленню круп і комбікормів»; ТОВ «Катеринопільський елеватор»; ТОВ «Таврійський комбікормовий завод».

**Напрямок господарської діяльності.** Основні види діяльності агрохолдингу – птахівництво, виробництво і продаж високоякісних продуктів з курятини та м'яса. Галузь рослинництва лежить в основі усієї роботи. З власного зерна виробляються комбікорми для птиці, яку вирощують, потім відправляють на переробку і виготовляють якісну м'ясну продукцію.

Основні рослини, які вирощує підприємство - кукурудза, соняшник, пшениця, ріпак, горох, соя та ячмінь: Кукурудза, соняшник та соя повністю для внутрішнього використання в компанії; Інші культури (переважно пшениця, ріпак та ячмінь) продаються по ринковим цінам.

ТОВ "МХП-Урожайна країна", розширюючи свій земельний банк, ставить за мету:

1. Організувати філії (відокремлені підрозділи), внаслідок чого будуть створені нові робочі місця.
2. Заклювати договори оренди землі в Сумській області.
3. ТОВ "МХП-Урожайна країна" планує також побудову станцій по розгрузці аміачної води.
4. Підвищувати урожайність зернових, зернобобових та олійних культур, використовуючи інноваційні технології.

Так, протягом останніх років на кількох відділках господарства було реалізовано програму "Точне землеробство", в ході якої було запроваджено кілька новітніх систем: 1. Система змінних норм висіву насіння (густота, пунктирність). 2. Автоматичне відключення секцій на перекриттях, розворотах; 3. Контроль якості посіву агрегату. 4. Передача виконаних файлів робіт на сервер, збереження та контроль якості виконання робіт (система Slingshot). 5. Система підрулювання трактору SmarTrax. 6. Система картування врожайності, що дозволяє створювати карт полів для роботи по диференційному внесенню добрив та змінних норм висіву.

Протягом минулого року був зроблений ще один крок назустріч майбутньому в використанні дистанційного зондування сходів за допомогою супутникової системи та більш точне обстеження рівномірності сходів за допомогою безпілотних літальних апаратів літаково-планерного характеру в інфрачервоному спектрі та квадрокоптерного типу у видимому спектрі. Дані технології дають змогу побачити ситуацію на полях в цілому – якість посіву (наявність чи відсутність просівів), якість обробітку гербіцидами, рівномірність сходів та рівень вегетації рослин. В "Урожайній країні" на сьогоднішній день в оренді знаходиться близько 26 тис. га землі. Заплановано розширення орендованих площ, як викуп корпоративних прав діючих сільськогосподарських підприємств так і укладення договорів оренди землі безпосередньо з людьми.

В таблиці 1.1 наведено структуру земельних угідь ТОВ «МХП-Урожайна країна» (Смілівський підрозділ).

Таблиця 1.1

Структура земельних площ «Смілівський підрозділ»

	Площа, га
Загальна земельна площа	3954,8
Сільськогосподарські угіддя, всього	3954,8
у т.ч.: - рілля	3954,8

За результатами звітнього року ТОВ "МХП-Урожайна країна" є найвищими серед підприємств Сумської області: середня врожайність основних культур склала: соняшник – 35 ц/га на площі 4800 га, соя – 27 ц/га на площі 2500 га, кукурудза – 94 ц/га на площі 13 000 га.

**Ґрунтово – кліматичні умови.** ТОВ "МХП-Урожайна країна" Сумської області знаходиться в зоні Українського Лісостепу. Вапнування і застосування середніх доз органічних і мінеральних добрив на цих ґрунтах – неодмінна умова при вирощуванні сільськогосподарських культур. Великих водних басейнів, які б значно впливали на клімат в цілому, або на окремі його елементи, поблизу не має. Типи ґрунтів даного господарства наведено в таблиці 1.2.

## Типи ґрунтів що присутні в господарстві

Типи ґрунтів
1. Сірі
2. Темно - сірі опідзолені
3. Чорноземи опідзолені
4. Підзолисті
5. Болотисті

Основний фонд орних земель складають опідзолені ґрунти, болотисті ґрунти використовуються під сінокоси та пасовища. Процес ґрунтоутворення тут проходив під впливом лісових і степових масивів, розміщених на цій території. Ці ґрунти, а також інші, представлені на даній території, характеризуються середнім вмістом гумусу та поживних речовин, рівень рН (5,6 – 6,6) і перш за все рухомими формами азоту, фосфору і калію, потужність гумусового горизонту звичайно 54 – 131 см, а вміст гумусу коливається від 3,3 до 5,1 %. ТОВ "МХП-Урожайна країна" знаходиться у другому агрокліматичному районі, північної частини Українського Лісостепу, який характеризується помірним кліматом з теплим літом і достатньою кількістю вологи і не дуже холодною зимою з потепліннями. Сума ефективних опадів в цей період 220 – 310 мм. Річна сума опадів 527 мм. Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою вище 50, дорівнює 1,1 – 1,2. Абсолютний мінімум температури повітря – 22 – 24°, абсолютний максимум + 32°. Останні весняні заморозки бувають в третій декаді квітня місяця, а в окремі роки на початку травня. Середня тривалість безморозного періоду складає біля 110 днів. Це дає можливість клімату повністю забезпечити теплом, необхідним для росту і розвитку основних польових культур.

В цілому сукупність кліматичних факторів розташування ТОВ "МХП-Урожайна країна" добра: достатня кількість вологи, що випадає в період вегетації, висока відносна вологість повітря і значна кількість днів з температурою вище +150 дозволяють вирощувати сільськогосподарські культури районовані в даній місцевості.

**Структура посівних площ. Врожайність сільськогосподарських культур.** У системі заходів, спрямованих на збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, намічено подальше вдосконалення структури посівних площ і освоєння правильних сівозмін.

Аналізуючи господарство в цілому, можемо стверджувати, що ТОВ "МХП-Урожайна країна" в достатній мірі забезпечена площами землі для того, щоб здійснювати господарську діяльність на всій території.

Структуру посівних площ і урожайність с. -г культур ТОВ «МХП-Урожайна країна» за останні роки приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Структура посівних площ і врожайність основних с. -г культур.

Культура	2023 рік		2024 рік	
	Площа,га	Урожайність, ц/га	Площа,га	Урожайність, ц/га
Зернові та зернобобові культури				
- пшениця озима	724,7	62,36	561,7	54,64
- кукурудза на зерно	1988,9	93,33	1976,1	91,2
Технічні культури				
- соняшник на зерно	546,7	33,6	729,2	35,45
- ріпак	104,8	27,01		
- соя	403,7	22,9	687,8	25,7
ВСЬОГО:	3768,8		3954,8	

З даних таблиці 1.3 видно, що у господарстві значне місце займають технічні та зернові культури, площа вирощування яких за останні три роки значно не збільшилась. У господарстві не стабільна врожайність. За останні три роки спостерігається невеликий підйом деяких культур. В основному це відбувається через кількість опадів, що випали на момент активізації розвитку тієї чи іншої культури, нестача мінеральних добрив і засобів хімічного захисту рослин. Важливу роль відіграє місце культури в сівозміні, якість посівного матеріалу, порушення технології обробки і кваліфікація робочого персоналу і інженерно-технічної служби.

Як показав аналіз ґрунтово-кліматичних умов господарства, в основному він сприятливо впливає на вирощування зернових та технічних під час вегетаційного періоду. Потреба зернових та технічних в умовах росту і розвитку рослин як в осінній період, так і протягом весняно-літнього

періоду, найповніше задовольняється при розміщенні їх у науково-обґрунтованій сівозміні, сучасній і якісній обробці ґрунту, застосуванні оптимальних доз добрив, своєчасній сівбі в період і терміни з оптимальною нормою висіву насіння, ретельному догляді за посівами. Сівозміна є однією із головних складових вирощування культур.

При правильній сівозміні підвищується родючість ґрунту і раціональне використання елементів харчування, збільшується врожайність і підвищується якість продукції рослинництва, зменшується засміченість полів, зараження рослин хворобами і шкідниками, знижується негативний вплив вітрової і водної ерозії.

**Матеріально-технічна і ремонтна база, машинно-тракторний парк господарства.** ТОВ "МХП-Урожайна країна" Роменського району добре укомплектоване тракторами, сільськогосподарськими машинами, вантажівками і спеціальними автомобілями. У господарстві розташована центральна ремонтна майстерня, пункти технічного обслуговування для тракторів й автомобілів, службові приміщення та приміщення для зберігання техніки. Виробнича база центрального ремонтного двору господарства складається з секторів технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки, сектора стоянки та технічного обслуговування автомобілів, сховища паливно-мастильних матеріалів з постами заправки тракторів та автомобілів.

До складу сектора технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки входять: центральна ремонтна майстерня, матеріально-технічний склад, службово-побутові приміщення. Сектор тривалого зберігання машин – машинний двір. Призначається для виконання таких функцій: приймання та збирання нових машин, видача укомплектованих нових машин комплексним бригадам і відділкам, зберігання машин у непрацюючий період, крім того, на цій території знаходяться ангари, призначені для тривалого зберігання тракторів, комбайнів та сільськогосподарської техніки.

Таблиця 1.4

## Табель технічного обладнання майстерні господарства

Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість
Зварювальний агрегат	АДД-4002	2
	Kaiser NBC-250 (MAG-195R)	4 (4)
Компресорна установка	Кентавр КР-100	3
Мойка з н/ж сталі	Karcher HD 10/21	1
Мотопомпа	Honda WB20XT2 DRX	2
	Honda WH20 ХК1 DFE1	2
Станок свердлильний	2н135	2
Станок токарний	1М63РФ3 (1К62)	1 (1)
Станок точно-шліфувальний	ЗК634	1
Циркулярний станок	Ц6-2К	1

Нафтосховища та склад паливно-мастильних матеріалів призначені для приймання, зберігання, контролю за якістю, видачі й урахування, збирання відпрацьованих мастил і всіх необхідних нафтопродуктів.

В таблиці 1.5 наведені дані МТП ТОВ "МХП-Урожайна країна" Роменського району.

Таблиця 1.5

## Загальний склад парку енергетичних засобів та сільськогосподарських машин ТОВ "МХП-Урожайна країна"

Назва техніки	Кількість одиниць
Енергетичні засоби (трактора, комбайни)	
Комбайн New Holland CX8080	1
Комбайн John Deere 9570 STS	1
Комбайн Claas Lexion 480	1
Комбайн Claas DOMINATOR 204 MEGA	1
Трактор John Deere – 8335-R / 8295-R / 8320-R	1 / 1 / 1
Трактор МТЗ – 80/82 (МТЗ – 1025 / МТЗ – 1523)	3/2 (2 / 1)
Трактор ХТЗ 17221-21	1
Сільськогосподарські засоби (плуги, сівалки, борони, культиватори)	
Плуг Lemken Euro Diamant 10	1
Плуг ПЛН-4-35	1
Борона John Deer 650	1
Борона БДТ-3	1
Борона БЗТС-1.0	1
Борона ЗБГ-24	1
Коток КЗК-6	1
Коток Borgo 4100	1
Культиватор John Deer 2210	1
Культиватор Horsch агросоюз FG 18,3	1
Культиватор КРН-5.6	1
Підживлювачі – оприскувачі Hardi – Navigator 3000	2
Сівалка Monosem 8NS / Monosem 16NS / Bourgault 8810	1 / 1 / 1

Сівалка John Deere - 1770	1
Косарка Wirax z069	1
Прес – підбирач Krone Round Pack 1250 MC	1
Причеп тракторний МТС – 10 / МТС – 5 / 2ПТС-4	2 / 1 / 1
Бункер перегрузчик BRONTON 32	1
Бункер перегрузчик ПБН-16	1
Жатки Class 600; John Deere 622R (625F); Geringhoff RD 870B; Zaffrani 740N.	1
Автомобілі	
ІЖ - 27175	1
ВАЗ - 21214	2
ГАЗ - 33023	1
МАЗ-500	1
ГАЗ-САЗ –3507	2
Scania R114	1
Камаз 45143	1

Аналізуючи дані таблиці 1.5, бачимо, що ТОВ "МХП-Урожайна країна" забезпечена як новітньою технікою так і устарілою, що знаходиться на балансі колишнього господарства. Більшість тракторів колісних.

Навантажувальні, розвантажувальні та різні допоміжні роботи допомагають виконувати телескопічні навантажувачі MANITOU MLT 735-120 та більш потужний MANITOU MT 1030 S. Перевезення палива та заправку техніки в полі виконують паливозаправники МАЗ-5337 та Маз-5334. Перевезення різного вантажу (РКД, посівмату, зерна, мінерального добрива і тд.) виконують вантажні автомобілі Scania-P114, Scania-R420 з напівпричепами Schmitz, Напівпричіп-цистерна-BSL-STC та два Камаз-45143 з причепами нефаз. Також трал для перевезення негабаритних та важких вантажів забезпечує перевезення техніки між підрозділами та хабами МХП. Вирішити проблему із закриттям вологи господарству допомагають такі агрегати як Зчіпка СГ-21 в кількості 2 агрегата, Борона БШН-21 та ротаційна борона. За необхідності закрити вологу допомагає така ґрунтообробна техніка як Lemken-Rubin, Культиватор John Deere-2210 а також агрегат вертикального обробітку Kuhn exelerator. Ці всі агрегати на підрозділі ВП Суми зазвичай агрегатують з тракторами Fendt-936 Vario Power а також John Deere 8R410. Розкидання мінеральних добрив та покривних культур виконується за допомогою навісних та причепних розкидачів AMAZONE.

Цього року року було застосовано у великих кількостях органічні добрива такі як курячий послід. На підрозділ курячий послід доставляють в птахофабрик МХП. В майбутньому планується значне збільшення помету. Розкидання цих добрив здійснюється розкидачами Bergmann TSW 6240S та ТУТАН. Для нарізання смуг використовується сівалка для смугового обробітку ґрунту таку як Orthman-1tRIPr яка чудово справляється зі своєю задачею. Сівалка даного типу повинна агрегатуватися з тракторами високого тягового класу. Дана сівалка на нашому підрозділі чудово агрегується з гусеничним трактором CAT CHALLENGER MT865C який має тяговий клас 8. З цим трактором також агрегується сівалка MZURI ProTil-6 яка виконує роль посіву по ґрунту з нулевим обробітком. Вже декілька років підприємство працює з надсучасними сівалками HARVEST-ULTRAPLANT 11.2. Ці сівалки мають змогу сіяти майже всі культури, для цього достатньо замінити диски в висіваючих апаратах та відрегулювати потік повітря з кабіни оператора. Для висівання просапних культур, кожна друга секція підіймається. Характеристики сівалки дозволяють проводити сіяння на великій швидкості, це вдається за допомогою системи SpeedTube. Система Furrow Force забезпечує прикочення насіннини майже зовсім без повітряних подушок що забезпечує її краще та швидше проростання. Електродвигуни з управлінням забезпечують норму висіву саме ту яку потрібно в різних частинах поля а також регулюють висів при розвороті та на полях з нерівностями. Дані сівалки агрегують з тракторами John Deere 8R410 які забезпечують необхідною потужністю та необхідним потоком в гідравлічній системі. Засипання посівного матеріалу в бункери сівалок виконують телескопічні навантажувачі MANITOU MLT 735-120 та MANITOU MT 1030 S. Обприскування полів вионують сучасні самохідні обприскувачі John Deere 612 та Jacto. Змішування рідких добрив, пестицидів виконується за допомогою змішувача HANDLER. Підвезення води та рідких добрив на поле здійснюється за допомогою напівпричіп-цистерни ВНЦ-30 що агрегується з тракторами високого тягового класу, напівпричіп-цистерни-BSL-STC та

напівпричіп-цистерни Srem-G-Magyar що агрегується з тягачами SCANIA. Також за необхідності можливе встановлення ємностей на вантажний автомобіль КАМАЗ та причіп НЕФАЗ. Перекачування води здійснюється за допомогою мотопомп. В майбутньому планується замінити мотопомпи на помпи в приводом від гідромотора, якщо ємність агрегується з трактором.

*Кадри механізаторів. Структура інженерно – технічної служби господарства.* Розвиток будь – якого господарства, не залежно від забезпеченості його технікою, родючістю землі, не можливий без повного забезпечення робочих місць відповідних кваліфікацій працівників. За маленький період роботи керівника в господарстві підібрано трудовий колектив найкваліфікованіших працівників, а також молодих спеціалістів. В ТОВ "МХП-Урожайна країна" працює майже 40 чоловік (механізаторів 27 чоловік), люди різної вікової категорії і з різним стажем роботи в області сільського господарства.

В таблиці 1.6 наведено кількість працюючих з їх стажем, а в таблиці 1.7 наведено віковий склад працюючих.

Таблиця 1.6

Стаж кадрів механізаторів

Категорії	Кількість чоловік	Стаж роботи
Механізатори (оператор)	2	до 1 року
	5	від 1 до 5 років
	5	від 5 до 10 років
	5	від 10 до 15 років
	8	від 15 до 20 років
	2	від 20 до 25 років
ВСЬОГО:	27	

Таблиця 1.7

Віковий склад працюючих в господарстві

Категорії	Вік працюючих	Кількість чоловік
Механізатори (оператор)	до 20 років	3
	від 20 до 25 років	8
	від 25 до 35 років	8
	від 35 до 45 років	6
	від 45 до 55 років	2
ВСЬОГО:		27

Проаналізувавши таблиці 1.6 і 1.7, бачимо що в господарстві працює більше молодих механізаторів, але працюють і механізатори зі стажем, які більш досвідчені, вони допомагають молодим.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

### 2.1. Варіанти технологічного збирання зернових культур та основні вимоги до їх реалізації

На території України застосовуються переважно два базові підходи до збирання зернових культур - це прямий та роздільний методи. Кожен із них має низку специфічних техніко-агрономічних характеристик, що впливають на доцільність їх впровадження з огляду на кліматичні умови, стан посівів і рівень технічної укомплектованості агропідприємства.

Пряме збирання зернових культур - це одностайна операція, за якої стигла культура одночасно зрізається та обмолочується комбайном під час єдиного проходу по полю. Щоб гарантувати високу ефективність цього підходу, необхідно дотримуватися наступних умов: - допустима межа вологості зерна - не більше 20 - 22%, рекомендоване значення 14 - 17%; - вміст вологи у соломі - не перевищує 30%; - відсутність надмірної засміченості бур'янами; рівномірне дозрівання рослин на всій площі ділянки.

Пряме комбайнування. Технічні параметри оптимального режиму:

- Швидкість обертання молотильного барабана: 850-1100 об/хв
- Зазор підбарабання: 12-18 мм (для пшениці)
- Швидкість повітряного потоку вентилятора: 8-10 м/с
- Втрати зерна за цим способом не повинні перевищувати: за обмолотом - 0,5%; за сепарацією - 0,7% та за очищенням - 0,3%.

Зазначений спосіб дозволяє значно зменшити втрати врожаю, скоротити строки польових робіт, знизити витрати, пов'язані з досушуванням, а також зменшити трудові витрати. Серед мінусів - підвищена залежність від сприятливої погоди та синхронного досягання зерна.

Роздільна технологія збирання зернових передбачає виконання двох послідовних дій: спочатку скошування врожаю із формуванням валків за допомогою жатки або валкоукладача, а після дво- або чотириденного підсушування маси її підбирання та обмолот із використанням комбайна,

оснащеного підбирачем. Такий варіант є доцільним у разі: - перевищення допустимого рівня вологості зерна (понад 22–25%); - нерівномірного дозрівання посівів; - значного ураження бур'янистою рослинністю; вирощування колосових культур у районах із високою ймовірністю опадів під час жнив. Роздільне збирання. Критичні технологічні параметри: Висота скосу: 15-20 см. Ширина валка: 1,2-1,6 м. Товщина валка: 25-30 см. Час підсушування: 3-5 діб. Допустимі втрати: При скошуванні - 0,8% та при підбиранні - 1,2%

Недоліки роздільного способу полягають у зростанні втрат зерна через подовжені строки збирання, а також у збільшенні витрат на паливні ресурси й оплату праці.

Таблиця 2.1

Порівняльна таблиця способів збирання зернових культур

Критерій	Однофазний (пряме комбайнування)	Двофазний (роздільне збирання)
Умови застосування	Використовується на рівномірно дозрілих посівах з низькою вологістю зерна (14–16%). Оптимальний варіант для чистих від бур'янів ділянок без вилягання.	Застосовується при нерівномірному дозріванні, високій вологості (28–40%), сильній забур'яненості або полеглих рослин.
Оптимальна фаза збирання	Починається за 1–2 дні до повної стиглості або одразу після її досягнення.	Скошування проводиться у фазі воскової стиглості (30–40% вологи), обмолот - через 3–5 днів після підсушування валків.
Термін виконання	Рекомендовано завершити протягом 5 днів після повної стиглості, оскільки щоденні втрати зерна складають близько 1%.	Валки повинні бути обмолочені протягом 3–5 днів після скошування, інакше ризик втрат зростає через дощі або проростання.
Переваги	Швидкість, зниження витрат на паливо, менші втрати зерна при правильній організації.	Дозволяє збирати складні посіви (полегли, забур'янені), покращує якість зерна за рахунок додаткового дозрівання у валках.
Недоліки	Високі вимоги до якості посіву (рівномірність, відсутність бур'янів).	Вищі витрати на техніку (потрібні жниварки та підбирачі), залежність від погодних умов під час сушіння валків.

Критерій	Однофазний (пряме комбайнування)	Двофазний (роздільне збирання)
Технічне оснащення	Звичайні зернозбиральні комбайни без додаткового обладнання.	Використовуються валкові жниварки (ЖВН-6А, ЖНС-6-12), комбайни з підбирачами.
Вплив на якість зерна	Менше механічних пошкоджень, особливо при правильному налаштуванні молотильного апарату.	Ризик погіршення якості при тривалому лежанні валків (грибкові інфекції, проростання).

Таблиця 2.2

## Порівняльна таблиця збирання окремих культур

Культура	Рекомендований метод	Особливості
Пшениця озима	Пряме комбайнування (14–16%)	Найкращі результати досягаються при збиранні в перші 5–7 днів після стиглості. У разі полеглості або забур'яненості використовують роздільний спосіб.
Жито	Пряме комбайнування (15–16%)	Чутливе до вилягання та осипання, тому збирання має бути швидким (3–6 днів). Оберти барабана - 800–900 об./хв.
Ячмінь	Пряме комбайнування (14–17%)	Пивоварні сорти збирають при повній стиглості для стабільного вмісту білка та екстрактивності.
Ріпак	Пряме (вологість $\leq 15\%$ ) або роздільний (25–30%)	Для зменшення втрат від осипання використовують ріпаківі столи та десиканти.
Кукурудза	Пряме комбайнування	Оптимальна вологість насіння - 11–23%. Після обмолоту зерно потребує сушіння

Таблиця 2.3

## Порівняльна таблиця втрат зерна

Фактор	Втрати (%)	Заходи запобігання
Перестоювання на корені	До 6 ц/га	Починати збирання за 1–2 дні до повної стиглості.
Тривалий обмолот валків	До 10%	Підбирати валки протягом 3–5 днів після скошування.

Фактор	Втрати (%)	Заходи запобігання
Механічне пошкодження	3–10%	Регулювати оберти барабана (від 300 об./хв. для гороху до 1200 об./хв. для пшениці).
Неправильне сушіння	До 5%	Дотримуватися температурного режиму (не перевищувати +45°C для насіння).
Спалювання соломи	Зниження родючості ґрунту	Замість спалювання використовувати мульчування або загортання соломи.

У структурному підрозділі ВП Суми застосовується прямий метод збирання зернових, оскільки посіви характеризуються рівномірним дозріванням, вологість зерна знаходиться в допустимих межах, а сучасний парк сільськогосподарської техніки дає змогу забезпечити якісний і продуктивний процес обмолоту без необхідності попереднього валкування.

Для здійснення збирання врожаю в господарстві (кластері) використовуються комбайни наступної моделі:

- John Deere 9570 STS - у кількості 1 одиниці;
- «Домінатор «МЕГА 204» - у кількості 1 одиниця;

У якості робочих органів до них агрегатуються такі жатки:

- Class 600 - зернозбиральна жатка із захватом 6,0 метра;
- John Deere 622R - зернозбиральна жатка із захватом 6,7 метра;
- John Deere 625F - жатка для збирання зерна з шириною захвату 7,6 метра;
- Geringhoff RD 870B - жатка для кукурудзи, розрахована на 8 рядів;
- Zaffrani 740N - жатка для соняшнику, ширина захвату - 7,4 метра.

Основне навантаження припадає саме на John Deere 9570 STS, який відзначається високою продуктивністю, наявністю роторної обмолочувальної системи, ефективною системою очищення та здатністю працювати із широким спектром жаток.

Технологічні вимоги до процесу збирання зернових включають: підтримання оптимальної висоти зрізу - для озимої пшениці вона становить 12–20 см;

допустимий рівень втрат - не більше 1,5% від загального врожаю; обережне поводження з зерною масою для уникнення травмування (гранично допустиме пошкодження - до 3%); рівномірне розсіювання подрібненої соломи по полю; очищення зерна на виході до якості, що відповідає стандартам зберігання.

Таблиця 2.4

Технічні параметри обмолоту

Культура	Оберти барабана (об./хв.)	Зазори (мм)	Примітки
Пшениця, овес	1000 – 1200	6 - 24 (вхід/вихід)	Для насінневих партій зазор збільшують.
Жито, ячмінь	800 – 1000	8 - 20	Зменшені оберти для запобігання дробленню.



Рис. 2.1. Зернозбиральні машини господарства (John Deere 9570 STS у комплекті з жаткою)

**2.2. Характеристика процесу збирання зернових культур у господарстві**

Як було зазначено раніше, у господарстві доцільним вважається використання зернозбирального комбайна John Deere 9570 STS, оскільки ця

модель відповідає сучасним критеріям продуктивності, надійності функціонування та забезпечення якісного обмолоту.

Конструкція комбайна John Deere 9570 STS включає такі основні компоненти: силовий агрегат - дизельний двигун із номінальною потужністю 265 кінських сил; молотильно - сепарувальний модуль роторного типу (STS - Single Tine Separator); система очищення зернової маси, побудована на двоступеневій вентиляції; зернобункер з об'ємом 8800 літрів; механізми транспортування, призначені для переміщення, подачі та вивантаження зерна; операторська кабіна з інтегрованими засобами автоматичного контролю та комфорту; ходова частина, яка може бути реалізована у вигляді гусеничного або колісного шасі.

Схема роботи машини: Після зрізання колосових культур жаткою, скошена маса надходить до шнека, а далі - через похилий транспортер у роторний відсік. У ньому відбувається інтенсивне вимолочування зерна та відокремлення зернової фракції за допомогою обертання ротора. Потім зерно надходить до очисної системи, що складається з вентиляційних пристроїв, решіт та сит. Відсортоване зерно транспортується в бункер, а рештки (солома, солома) рівномірно розкидаються по поверхні поля або пресуються в тюки.

Параметри налаштування агрегату змінюються залежно від виду культури, вологості рослинної маси та густоти стояння рослин: відстань між декою та ротором встановлюється у межах 3 – 12 міліметрів; швидкість обертання ротора регулюється в діапазоні від 250 до 900 обертів за хвилину; робоча частота вентилятора становить 800 – 1200 об/хв; положення решіт та інтенсивність подачі матеріалу коригуються залежно від умов роботи.

Жатки, які сумісні з комбайном:

- *John Deere 622R* - жатка з активним транспортувальним механізмом, ефективна при збиранні озимої пшениці, ячменю;
- *John Deere 625F* - жатка з гнучкою ріжучою балкою, що забезпечує якісне зрізання на полях із нерівною поверхнею та при полеглих посівах;

- *Geringhoff RD 870B* - жатка для кукурудзи, обладнана подрібнювальним механізмом і розрахована на 8 рядків;
- *Zaffrani 740N* - жатка для соняшникових культур з автоматизованим регулюванням глибини зрізу кошиків та боковими спіральними подавальниками.

Вибір жатки здійснюється з урахуванням конкретного виду сільськогосподарської культури, що дозволяє підвищити результативність обмолоту, зменшити кількість втрат і покращити якість зібраного врожаю.

## Характеристика процесу збирання зернових культур у господарстві: деталізація роботи комбайна John Deere 9570 STS

### *1. Детальний технологічний опис роботи комбайна*

Етапи роботи: Зрізання та подача маси: Жатка (ширина 6–12 м) зрізає колосся за допомогою ножів з частотою 800–1200 ходів/хвилину.

Шнек збирає масу до центру та передає її на похилий транспортер.

Обмолот у роторній системі STS (Single Tine Separator):

Ротор (діаметр 610 мм, довжина 1.5 м) обертається зі швидкістю 250–900 об/хв (регулюється залежно від культури).

Зерно відділяється від соломи за рахунок удару та тертя об декову поверхню. Сепарація та очищення: Система з двох решіт (верхня – крупна, нижня – дрібна) відсіює примесі. Вентилятор (швидкість повітря 8–12 м/с) видаляє легкі фракції. Транспортування зерна: Зерно подається шнеками до бункера (ємність 8.8 м<sup>3</sup>). Вивантаження через гідравлічний транспортер (продуктивність до 90 л/с).

Поводження з соломою: Подрібнювач розподіляє солому по полю (довжина різки 2–10 см). Опціонально – пресування у тюки.

### *2. Особливості системи John Deere STS*

Ключові переваги: Ротор замість барабана: Менше пошкоджень зерна (на 15–20% порівняно з класичними молотилками). Можливість роботи з високовологісною масою (до 25%).

Адаптивне управління: Датчики автоматично коректують оберти ротора та зазори. Система ActiveYield® контролює втрати зерна у реальному часі.

Енергоефективність: Витрата палива на 10–12% нижча за аналогі (Claas Lexion, New Holland CR).

Недоліки: Висока вартість обслуговування (на 25–30% дорожче за традиційні моделі). Чутливість до забруднення при роботі з бур'янистими посівами.

Таблиця 2.5

Порівняння з іншими моделями комбайнів

Характеристика	John Deere 9570 STS	Claas Lexion 760	New Holland CR 9.80
Тип молотилки	Роторна STS	Гібридна (барабан + ротор)	Барабанна TX Pro
Потужність, к.с.	365	355	380
Швидкість обмолоту, об/хв	250–900	300–1100	400–1200
Втрати зерна, %	0.8–1.2	1.0–1.5	1.2–2.0
Ємність бункера, м <sup>3</sup>	8.8	12.0	10.5
Вартість експлуатації, \$/год	85	78	72

John Deere 9570 STS виграє у точності обмолоту, але поступається Lexion у продуктивності на великих площах. CR 9.80 економічніший, але має вищі втрати зерна.

### 2.3. Технологічні розрахунки зернозбиральної операції

Для проведення розрахунків обрано підрозділ МХП – Урожайна країна, де урожай збирається прямим способом комбайнування за допомогою двох комбайнів John Deere 9570 STS, обладнаних жатками John Deere 622R та John Deere 625F.

Розрахунок продуктивності, витрат часу та ефективності проведено з урахуванням таких параметрів: площа збирання: 600 га озимої пшениці; середня урожайність: 6,5 т/га; середня ширина захвату жаток: 6,7 м та 7,6 м; робоча швидкість: 6,5 км/год; ККД використання часу: 0,75 (з урахуванням перерв, розворотів та технічного обслуговування); тривалість робочого дня: 10 годин.

Розрахунок добової продуктивності одного комбайна:

$$P = \frac{(B \cdot V \cdot K \cdot T \cdot q)}{10}$$

де P – добова продуктивність, т/день B – ширина захвату жатки, м V – швидкість руху, км/год K – коефіцієнт використання часу T – тривалість робочого дня, год q – урожайність, т/га

Для жатки 7,6 м:

$$P = (7,6 \cdot 6,5 \cdot 0,75 \cdot 10 \cdot 6,5) / 10 = 240 \text{ т/день}$$

Для жатки 6,7 м:

$$P = (6,7 \cdot 6,5 \cdot 0,75 \cdot 10 \cdot 6,5) / 10 = 212 \text{ т/день}$$

Детальний розрахунок витрат палива

Питома витрата палива:

- На обмолоті: 12-15 л/га
- На транспортуванні: 3-5 л/га
- На холостому ході: 8-10 л/год

Для нашого випадку для жатки 7,6м:

$$Q = (15 \cdot 37) + (5 \cdot 37) + (10 \cdot 10) = 555 + 185 + 100 = 840 \text{ , л/добу}$$

Вивантаження зерна здійснюється у бункери - перевантажувачі ПБН-30 та ПБН-40, які мають влаштовані електронні ваги з виведенням результатів на монітор у кабіні трактора та на самій установці. Це дозволяє здійснювати оперативний контроль маси зібраного зерна, вести електронний облік і планувати логістику перевезень.

Застосування прямого способу збирання зерна в умовах господарства є економічно доцільним, забезпечує високу продуктивність і мінімальні втрати. Технічне оснащення комбайнів John Deere 9570 STS, а також використання

бункерів-перевантажувачів із ваговим обладнанням дозволяє здійснювати точний контроль за процесом, підвищує точність обліку та дозволяє оперативно реагувати на зміну навантаження в логістичному ланцюгу.

Таблиця 2.6

Порівняльна таблиця ефективності способів збирання

Показник	Прямий спосіб	Роздільний спосіб
Продуктивність, т/год	22,7	18,3
Витрата палива, л/га	23,2	28,7
Втрати зерна	До 1,5%	3–5%
Потреба в техніці	Менше	Більше (валкоукладачі, підбирачі)
Енерговитрати	Нижчі	Вищі
Тривалість збирання	1–3 дні на поле	4–7 днів на поле
Вологість зерна при збиранні, %	15,2	22,4
Якість зерна	Вища (менше механічних пошкоджень)	Нижча (часткові проростання при затримках, висипання зерна)

Графік збирання врожаю: Планується завершення обмолоту на площі 600 га за 5–6 робочих днів за умов відсутності дощів, що підтверджується фактичною продуктивністю техніки та наявними логістичними рішеннями.

Перспективи вдосконалення: Впровадження адаптивних систем управління налаштуванням обмолоту; Використання матеріалів з покращеними триботехнічними властивостями в роторній системі; Оптимізація аеродинамічних характеристик системи очищення, зокрема профілю повітряного потоку для зменшення повторного пилового забруднення зерна.

Етап	Техніка / Засіб	Функція	Опис процесу
1	Комбайн (John Deere 9570 STS )	Збирання врожаю та первинне накопичення зерна	Комбайн збирає зерно з поля, накопичує його в бункері, а потім вивантажує у ПБН.
2	ПБН-30 / ПБН-40	Проміжне зберігання та перевантаження зерна	Під час руху по полю приймає зерно від комбайна. Має високопродуктивний шнек.

3	Автотранспорт (самоскид, зерновоз)	Транспортування зерна до пункту приймання	ПБН вивантажує зерно шнеком у кузов автомобіля, який далі транспортує зерно.
---	------------------------------------	---	--



Рис. 2.2. Схема транспортування зерна з комбайна через ПБН-30/40 на автотранспорт

Зернозбиральний комбайн: Claas Lexion 480. Культура – озима пшениця; врожайність зерна – 32 ц / га; площа – 100 га; солонистість – 2.

Таблиця 2.7

#### Коротка технічна характеристика комбайнів

Параметри	Claas Lexion 480
Пропускна здатність, $Q_m$ , кг/с	14,0
Вага комбайна, $G_k$ , кН	111,8

Потужність двигуна, $N_{ен}, кВт$	173,0
Місткість бункера, $V_б, м^3$	8,0
Питомі затрати потужності на технологічний процес, $N_{тп}, кВтс/кг$	8,5
Витрати потужності на холостий привід робочих органів, $N_{вом}, кВт$	22
Діапазон робочих швидкостей, $V_p, км/год$	0 – 12
Ширина захвата жатки, $B_k, м$	6,0
Місткість паливного баку, $V_r, л$	500

Можлива пропускна здатність комбайна:

$$Q_B = 0,6 \times Q_M \left(1 + \frac{1}{\delta_c}\right) \quad (2.1)$$

де  $Q_B$  – можлива пропускна здатність в реальних умовах, кг / с;

$Q_M$  – пропускна здатність в еталонних умовах, кг / с;

$\delta_c$  – солонистість збираємої культури. Для Полісся і культури озима пшениця  $\delta_c = 2,0$ ;

$$Q_B = 0,6 \times 14 \times \left(1 + \frac{1}{2}\right) = 12,6 \text{ кг/с.}$$

Максимально можлива швидкість руху по пропускній здатність, км/год :

$$V_p = \frac{360 \times Q_B}{B_p \times Y_3 \times (1 + Y_3)}, \quad (2.2)$$

де  $Q_B$  – пропускна здатність молотарки;  $B_p$  – ширина захвата жатки;

$Y_3$  – урожайність зерна, озимої пшениці ,

$$B_p = B_k \times \beta \quad (2.3)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату жатки ,  $\beta = 0,95$  .

$$B_p = 6 \cdot 0,95 = 5,7 \text{ м;}$$

$$V_p = \frac{360 \cdot 12,6}{5,7 \cdot 18,0 \cdot (1 + 2)} = 14,7 \text{ км/год}$$

Обмежуємо швидкість руху до 9,8 км/год.

Максимально можлива ефективна потужність двигуна кВт :

$$N_e = \frac{R_m \times V_p}{3,6 \times \eta_{me} \times \eta_{\delta} \times \eta_{pn}} + \frac{N_{mn} \times Q_{\delta} + N_{\text{вoм}}^{xx} + N_{\text{вoм}}^{\text{доп}}}{\eta_{\text{вoм}}}, \quad (2.4)$$

де:  $N_e$  – потужність двигуна, кВт;

$N_{\text{вoм}}^{xx}, N_{\text{вoм}}^{\text{доп}}$  – відповідно витрати потужності на холостий привід робочих органів і додатковий привід агрегатів,  $N_{\text{вoм}}^{\text{доп}} = 3$  кВт;

$N_{mn}$  – питома потужність на технологічний процес, кВт × с/кг;

$\eta_{\text{вoм}}$  – ККД передач,  $\eta_{\text{вoм}} = 0,95$ ;  $\eta_{\text{мг}}$  – ККД трансмісії,  $\eta_{\text{мг}} = 0,85$ ;

$\eta_{\delta}$  – втрати потужності на буксування,  $\eta_{\delta} = 0,97$ ;

$\eta_{\text{рп}}$  – втрати потужності у пасовій передачі,  $\eta_{\text{рп}} = 0,95$ ;

$R_m$  – опір машини, кН.

$$R_m = G_m \times \left( f + \frac{i}{100} \right) \quad (2.5)$$

де  $G_m$  – вага машини з врахуванням ваги зерна в бункері, кН;

$f$  – коефіцієнт опору кочення,  $f = 0,1$ .

$$G_m = G_k + G_z, \quad (2.6)$$

де  $G_k$  – вага комбайна, кН;  $G_z$  – максимальна вага зерна в бункері, кН;

$$G_z = V_{\delta} \times \gamma_z \times \lambda \times 10 \quad (2.7)$$

де  $V_{\delta}$  – місткість бункера, м<sup>3</sup>;  $\gamma_z$  – об'ємна маса зерна, т/м<sup>3</sup>,  $\gamma_z = 0,8$  т/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  – коефіцієнт заповнення бункера,  $\lambda = 0,95$

$$G_z = 8 \times 0,8 \times 0,95 \times 10 = 60,8 \text{ кН.}$$

$$G_m = 111,8 + 60,8 = 172,6 \text{ кН.}$$

$$R_m = 172,6 \times (0,1 + 0,01) = 12,0 \text{ кН.}$$

$$N_e = \frac{19,0 \times 14,7}{3,6 \times 0,85 \times 0,97 \times 0,95} + \frac{8,5 \times 12,6 + 22,0 + 3,0}{0,95} = 238,1 \text{ кВт.}$$

Враховуючи, що  $N_e > N_{\text{ен}}$ , обмежуємо  $V_p = 9,8$  км/год, тоді  $Q_b = 7,35$  кг/с.

$$N_e = \frac{9,8 \times 19,0}{3,6 \times 0,85 \times 0,97 \times 0,95} + \frac{8,5 \times 7,35 + 22,0 + 3,0}{0,95} = 158,1 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна:

$$\eta_e = \frac{N_e}{N_{ен}}, \quad (2.8)$$

$$\eta_e = \frac{158,1}{173} = 0,91.$$

Час заповнення бункера зерном, год :

$$t_n = \frac{K_B \cdot V_б \cdot \gamma_з \cdot 100}{Y_з \cdot B_p \cdot V_p}, \quad (2.9)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт враховуючий можливі втрати часу на непродуктивну роботу;

$$t_n = \frac{1,1 \times 8 \times 0,8 \times 100}{57,3 \times 5,7 \times 8,8} = 0,35 \text{ год.}$$

Продуктивність комбайнів за 1 годину змінної роботи, га/год, т/год:

$$\omega_{зм}^к = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.10)$$

$$\omega_{зм}^к = 0,01 \cdot B_p \cdot V_p \cdot Y_з \cdot \tau, \quad (2.11)$$

де  $\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}. \quad (2.12)$$

де  $T_p$  – час основної роботи, год;

$$T_p = \frac{l_p}{V_p}. \quad (2.13)$$

$T_{зм}$  – загальний час зміни, год.

де  $l_p$  – загальний шлях руху комбайна, км.

$$l_p = \frac{B - 2 \cdot B_p}{B_p} \cdot (1 - 4 \cdot B_h) \quad (2.14)$$

де  $B$  – ширина поля, км;  $l$  – довжина поля, км.

$$l_p = \frac{1 - 2 \cdot 0,0057}{0,007} (1 - 4 \cdot 0,0057) = 169,48 \text{ км.}$$

$$T_p = \frac{169,48}{8,8} = 19,3 \text{ год}$$

$$T_{cm} = T_p + T_{xx} + T_o \quad (2.15)$$

де  $T_{xx}$  – час холостого ходу, год;

$$T_{xx} = \frac{l_{xx}}{V_{xx}} + \frac{l_{пер}}{V_{xx}} \quad (2.16)$$

$$T_{xx} = \frac{12,4 + 1,5}{9} = 1,7 \text{ год}$$

$T_o$  – час зупинок, год.

$$T_o = t_{выг} + t_{ту} + t_{орг} + t_{фб} , \quad (2.17)$$

де  $t_{выг}$  – час вивантажування зерна з бункера, год;

$t_{To}$  – час обслуговування в загінці, год. Приймаємо  $t_{To} = 20$  хв/зм;

$t_{орг}$  – час на контроль якості роботи та інші організаційні заходи, год;  $t_{орг} = 15$  хв/год;

$t_{рб}$  – час відпочинку і власних потреб робітника, год;  $t_{рб} = 30$  хв/зм.

$$T_{cm} = 19,3 + 1,7 + 0,5 + 0,3 + 0,4 + 0,5 = 22,6 \text{ год}$$

$$\tau = \frac{19,3}{22,6} = 0,9.$$

Кількість вивантажених бункерів, шт:

$$n_o = \frac{19,3}{0,35} = 55.$$

Загальний час простоїв для вивантаження бункерів:

$$t_{выг} = 1,25 \text{ год}$$

$$\omega_{cm}^k = 0,1 \cdot 5,7 \cdot 8,8 \cdot 0,9 = 4,51 \text{ га/год}$$

$$\omega_{cm}^k = 0,01 \cdot 5,7 \cdot 8,8 \cdot 0,91 \cdot 40,1 = 18,3 \text{ т/год}$$

Погектарна витрата палива, кг/га:

$$G_{га} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o + G_{пер} \cdot T_{пер}}{F}, \quad (2.18)$$

де  $F$  – площа збирання, га

$G_p, G_x, G_o, G_{пер}$  – відповідно витрата палива під час робочого ходу, поворотів, на зупинках, переїздах, кг/год;

$T_p, T_x, T_o, T_{пер}$  – відповідно час роботи під навантаженням, на поворотах, зупинках, переїздах, год.

$$G_p = 18 \text{ кг/год}; G_x = 9 \text{ кг/год}; G_o = 2 \text{ кг/год}; G_{пер} = 8 \text{ кг/год};$$

$$G_{за} = \frac{18 \times 19,3 + 9 \times 1,7 + 2 \times 1,25 + 8 \times 0,2}{100} = 7,67 \text{ кг/га}$$

Затрати праці, людгод/га:

$$z_m = \frac{n_m}{\omega_{зм}} \quad (2.19)$$

$$z_m = \frac{1}{4,51} = 0,22 \text{ люд} \cdot \text{год/га}$$

Кількість змін, необхідних для збирання всього поля, зм:

$$h_c = \frac{100}{4,51 \times 10} = 2,2 \text{ зм}$$

Витрати енергії, кВтгод/га:

$$z_e = \frac{N_{ен}}{\omega_{зм}} \quad (2.20)$$

$$z_e = \frac{173}{4,51} = 38,3 \text{ кВт} \cdot \text{год/га}$$

Переміщення мас:

$$P_m = G_m \times (l_p + l_{xx}) + G_k \times l_{пер} \quad (2.21)$$

$$P_m = 17,3 \times (169,48 + 12,4) + 111,8 \times 1,5 = 3314,22 \text{ ткм}$$

Питомий тиск на ґрунт, кН./м<sup>2</sup>:

$$P = \frac{G_n}{F_x} \quad (2.22)$$

де  $F_x$  – сумарна площа відбитків коліс комбайнів.

$$F_x = 2 \times F_x^n + 2 \times F_x^3 \quad (2.23)$$

$$F_x^n = 2 \times (0,74 + 1,2 \times 0,74) = 3,26 \text{ м}^2$$

$$F_x^3 = 2 \times (0,44 + 1,2 \times 0,44) = 1,94 \text{ м}^2$$

$$P = \frac{172,6}{3,26 + 1,94} = 33,2 \text{ кН / м}^2$$

Експлуатаційно-технологічні показники використання зернозбиральних комбайнів приведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Експлуатаційно-технологічні показники використання зернозбиральних комбайнів

Назва показників	Одиниці виміру	Марки комбайнів
		„Claas Lexion 480”
Потужність двигуна	кВт	158,1
Можлива пропускна здатність	кг/с	12,6
Робоча швидкість	км/год	8,48
Опір комбайнів	кН	19,0
Загальні втрати потужності на обмолоті	кВт	125,4
Коеф. використання потужності двигуна	–	0,91
Час заповнення бункера	год	0,35
Погектарна витрата палива	кг/га	7,67
Затрати праці	люд – год/га	0,22
Питомий тиск на ґрунт	кН/м	33,2
Норма річного завантаження	год	170

Висновок: Обрана модель демонструє оптимальні техніко-експлуатаційні характеристики для збирання озимої пшениці у заданих умовах.

## 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 3.1. Технічний опис проблеми та її вирішення

Під час експлуатації комбайнів Claas Lexion 480 чи Claas Mega Dominator 204 є серйозна проблема в роботі приводу подрібнювача. Коли навантаження на подрібнювач зростає, зварне з'єднання проміжного шківа починає виходити з ладу. Це проявляється у вигляді руйнування зварного шва, що в подальшому призводить до перекосу самого шківа. В результаті такої деформації постійно виходить з ладу приводний ремінь, що вимагає його частого замінення.

### 3.2. Аналіз причин виходу з ладу

Основна причина полягає в тому, що зварне з'єднання не витримує вібраційних навантажень, які виникають при роботі подрібнювача. Під час аналізу стало зрозуміло, що зварний шов під дією постійних вібрацій поступово втрачає свою цілісність. Спочатку з'являються мікротріщини, які з часом переростають у серйозніші пошкодження. Коли ці пошкодження досягають критичного рівня, шків втрачає свою геометричну стабільність.



Технічне рішення

Для підвищення довговічності вузла запропоновано:

1. Заміна типу з'єднання: Перехід від зварного з'єднання до клепаного багаторядного з'єднання та використання заклепок з гартованої сталі 40Х ГОСТ 10299-80

2.Додаткове армування: Встановлення стабілізуючої пластини товщиною 5 мм та монтаж двох опорних пальців з різьбовим кріпленням

### 3.3. Інженерні розрахунки

Тепер потужність на колінчастому валу соломотряса буде рівна:

$$P_{\text{в}} = P_{\text{дв}} * \eta_{\text{заг}} \quad (3.1)$$

де  $P_{\text{дв}}$  – потужність двигуна, кВт

$$(P_{\text{дв}} = 147 \text{ кВт})$$

$\eta_{\text{заг}}$  – ККД, який доходить до колінчастого валу соломотряса.

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{рем}} * \eta_{\text{рем}} * \eta_{\text{нат}} * \eta_{\text{рем}} * \eta_{\text{нат}} * \eta_{\text{рем}} * \eta_{\text{нат}}^3 * \eta_{\text{рем}} * \eta_{\text{нат}}^3 \quad (3.2)$$

де  $\eta_{\text{рем}}$  – ККД ремінної передачі

$$(\eta_{\text{рем}} = 0,97)$$

$\eta_{\text{нат}}$  – ККД натяжних шківів

$$(\eta_{\text{нат}} = 0,98)$$

$$\eta_{\text{заг}} = 0,97 * 0,97 * 0,98 * 0,97 * 0,98 * 0,97 * 0,98^3 * 0,97 * 0,98^3 = 0,74$$

Тепер підставимо дані розрахунків у формулу (3.1) одержиме:

$$P_{\text{в}} = 147 * 0,74 = 108,8 \text{ кВт}$$

Потім підраховуємо обертаючий момент на колінчастому валу соломотряса по формулі:

$$T_{\text{в}} = \frac{P_{\text{в}} * 10^3}{\omega_{\text{в}}} \quad (3.3)$$

де  $T_{\text{в}}$  – обертаючий момент на колінчастому валу соломотряса, Н.м.

$P_{\text{в}}$  - потужність на колінчастому валу соломотряса, кВт

$\omega_{\text{в}}$  - кутова швидкість на цьому валу, рад/с

Кутову швидкість підраховуємо по формулі:

$$\omega_{\text{в}} = \frac{\pi n}{30} \quad (3.4)$$

де  $n$  - число обертів колінчастого валу соломотряса

$$(n = 220)$$

$$\omega_{\text{в}} = \frac{3,14 * 220}{30} = 23 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Підставивши дані у формулу (3.3), одержимо обертаючий момент на колінчастому валу соломотряса.

$$T_{\text{в}} = \frac{108,8 * 10^3}{23} = 4730,4 \text{ Н.м.}$$

$$T_{\text{в}} = 4730,4 * 10^3 = 4730400 \text{ Н.мм.}$$

Тепер знайдемо окружну силу по формулі:

$$F_{\text{т}} = \frac{T_{\text{в}}}{R} \quad (3.5)$$

де  $R$  – радіус колеса колінчастого валу соломотряса

$$(R = 100 \text{ мм})$$

$$F_{\text{т}} = \frac{4730400}{100} = 47304 \text{ Н}$$

Основними напругами даного з'єднання є дотичні напруження  $\tau$ . По довжині шва напруга  $\tau$  розподілені нерівномірно. На кінцях шва напруга більше, чим у середині.

Розрахунок таких швів приблизно виконують по середній напрузі, а умови міцності беремо із джерела [ б. ст. 69] і записуємо у вигляді:

$$\tau = \frac{F_{\text{т}}}{(2\ell * 0,7K)} \leq [\tau] \quad (3.6)$$

де  $F_t$  – окружна сила, Н;  $\ell$  – довжина шва, мм;  $0,7K$  – товщина шва в перетині по бісектрисі ( $K \geq 3$  мм [ст. 68]) беремо  $K = 4$  мм

Підставимо дані у формулу (3.6) одержимо

$$\tau = \frac{47304}{2 * 80 * 0,7 * 4} = 105,6 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження беремо по [ 6. ст. 75 таблиця 3.1].

$$[\tau] = 0,6[\sigma_p] \quad (3.7)$$

де  $[\sigma_p]$  - допустиме напруження на розтягування для матеріалу деталей, що з'єднуються, при статичних навантаженнях, МПа.

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{S} \quad (3.8)$$

де  $S$  – запас міцності для металевих конструкцій ( $S = 1,4 \dots 1,6$ ) ухвалюємо  $S = 1,4$ . Для сталі ст. 3  $\sigma_T = 220$  МПа.

Тепер знайдемо  $[\sigma_p]$  і  $[\tau]$  по формулах (3.8) і (3.7):

$$[\sigma_p] = \frac{220}{1,4} = 157 \text{ МПа}$$

$$[\tau] = 0,6 * 157 = 94,2 \text{ МПа}$$

Як бачимо середня напруга виникаюча на даних швах набагато більше чим припустима. Значить дане зварювання тут працювати не може. Це значить, що необхідно подовжити зварювання або замінити його на заклепки.

Заклепки рахуємо по [6. ст. 60]. Умови напруги заклепок подібні до розмірів напруги болтів, поставлених без зазору. Тому для заклепок залишаються слухними розрахункові формули, які визначають міцність по напрузі зрізу  $\tau$  і зминання  $\sigma_{см}$ . При розрахунках заклепувальних з'єднань, навантажених силою в площині стику, допускають, що навантаження

поширюється рівномірно між усіма заклепками шва, сили тертя в стику не приймають до уваги.

Умови міцності по напрузі зрізу записуються у вигляді формули:

$$\tau = \frac{F_t}{\frac{\pi d^2}{4} * z_{зак}} \leq [\tau] \quad (3.9)$$

де  $F_t$  – окружна сила, Н

$d$  – діаметр заклепок, мм

$z_{зак}$  – кількість заклепок.

Із цієї умови знайдемо діаметр заклепок, необхідний для даного припустимого напруження.

$$d = \sqrt{\frac{4F_t}{[\tau] * \pi * z_{зак}}} \quad (3.10)$$

Так як ми будемо ставити 8 заклепок, те й діаметр розраховуємо для 8 заклепок.

$$d = \sqrt{\frac{4 * 47304}{94,2 * 3,14 * 8}} = 8,9 \text{ мм}$$

Приймаємо  $d = 10 \text{ мм}$ .

Крім заклепок для зменшення дії навантаження на заклепки й вал шківів ми ставимо додаткове кріплення на вал у вигляді пластини товщиною 5 мм і двох підтримуючих валів з різьбленням на кінцях.

## **4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБАЙНА**

### **4.1. Підготовка до роботи**

#### **4.1.1. Перевірка оператора**

Оператор повинен пройти медичний огляд (якщо це вимагається правилами підприємства). Працювати можуть лише особи з відповідною кваліфікацією (посвідчення тракториста-машиніста категорії «А»). Заборонено працювати у стані втоми, сп'яніння або під впливом ліків (ст. 17 Закону "Про охорону праці").

Він ознайомлюється з прогнозом погоди, щоб уникнути роботи під час несприятливих умов (грози, сильного вітру, туману). Перед початком роботи оператор обов'язково надягає спеціальний одяг: міцні чоботи, рукавички, захисні окуляри та каску (за необхідності).

#### **4.1.2. Огляд комбайна перед запуском**

Паливна система: Оператор перевіряє рівень палива та при необхідності заправляє бак (якщо рівень нижче 30%). Він також оглядає паливні фільтри на наявність забруднень.

Масла та рідини: Переконається, що рівень двигунної оливи знаходиться між позначками MIN/MAX. Далі він перевіряє гідравлічну систему на витіки та рівень охолоджуючої рідини в розширювальному бачку.

Жатка: Оператор оглядає різальний апарат, переконавшись у гостроті ножів та відсутності тріщин. Він також змащує ланцюги та підшипники.

Молотарка та система очищення: Перевіряється зазор у барабані (рекомендовано 10–15 мм для пшениці). Решета та вентилятор очищаються від залишків попередньої роботи - відповідно до п. 4.5 ДНАОП 0.00-1.20-98.

### **4.2. Запуск та прогрів комбайна**

Оператор сідає у кабіну, перевіряє наявність усіх показників на панелі приладів. Він запускає двигун на холостих обертах, дозволяючи йому

прогрітися протягом 3–5 хвилин. Під час прогріву він перевіряє роботу всіх гідравлічних систем, керування та освітлення.

### **4.3. Організація роботи на полі**

4.3.1. Планування руху. Оператор вивчає схему поля, визначаючи оптимальний маршрут руху для мінімізації холостих проходів. Він враховує напрямок вітру, щоб уникнути забивання системи очищення пилом.

4.3.2. Початок збирання. Перед початком роботи оператор подає звуковий сигнал, щоб попередити присутніх на полі людей. Він опускає жатку на потрібну висоту (залежно від висоти рослин) і поступово збільшує швидкість руху до оптимальної (4–8 км/год).

### **4.4. Безпека під час роботи.**

Оператор постійно стежить за показниками на панелі приладів (температура, тиск оливи, оберти барабана). Він уникає різких маневрів, особливо на поворотах. При виявленні перешкод (каміння, металеві предмети) оператор зупиняє комбайн і усуває проблему.

#### **4.4.1. Безпека під час вивантаження зерна та взаємодія з транспортом**

Транспортний засіб повинен стояти: На рівній поверхні. На безпечній відстані (не ближче 2 м від комбайна).

Заборонено: Вивантажувати зерно на рухомий причіп. Залишати кабінку під час вивантаження.

### **4.5. Завершення роботи**

Оператор зупиняє комбайн, опускає жатку на ґрунт або спеціальну підставку. Він вимикає двигун і застосовує стояночний гальмів. Після цього очищає робочі органи від залишків рослин. Якщо необхідно, проводить технічне обслуговування (додаткове змащення, перевірка фільтрів).

Дії в аварійних ситуаціях.

Аварійні ситуації

Ситуація	Дії оператора
Загоряння двигуна	1. Зупинити комбайн. 2. Вжити заходів гасіння (вогнегасник, пісок). 3. Викликати пожежних (101).
Пошкодження гідравліки	1. Зупинити роботу. 2. Не намагатися ремонтувати під тиском. 3. Викликати механіка.
Травмування людей	1. Надати першу допомогу. 2. Викликати швидку (103). 3. Повідомити керівництво.

#### Класифікація Надзвичайних ситуацій під час роботи комбайна

Тип НС	Основні ризики
Пожежа	Загоряння палива, оливи, соломи або електропроводки
Механічні поломки	Обрив ременів, вихід з ладу гідравліки, заклинання роторів
Травмування людей	Падіння з комбайна, попадання в робочі органи, ДТП при транспортуванні
Природні небезпеки	Удар блискавки, сильний вітер, зсув ґрунту

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведений аналіз господарства ТОВ «МХП-Урожайна країна» показав що господарство має в обробітку майже 4000 га землі, на якій займається вирощуванням, як зернових так і технічних культур.

В технологічній частині описали способи збирання зернових культур як в Україні так і в досліджувальному господарстві. Вказали які переваги таких способів збирання зернових культур, особливості збирання деяких культур та описали фактори втрат та заходи запобігання таких втрат. Навели технічні параметри обмолоту зернових культур, склали операційно-технологічну карту на збирання зернових. Зробили техніко-експлуатаційні розрахунки при використанні комбайна закордонного виробництва John Deere 9570 STS з жаткою John Deere 622R та John Deere 625F. Намолот склав 240 тон на день при витраті палива 12...15 літрів на гектар. При використанні зернозбирального комбайна „Claas Lexion 480” розрахункова пропускна здатність буде становити майже 13 кг/с, при швидкості 14,7 км/год, коефіцієнт використання потужності двигуна буде становити 0,91; витрата паливам 7,67 кг/га при затратах праці та витраті енергії відповідно  $Z_m = 0,22 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{га}$  та  $Z_e = 38,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{га}$ .

Для збереження шківу зварного з'єднання приводу подрібнювача комбайнів фірми Claas Lexion 480 чи Claas Mega Dominator 204 нами запропонована *конструкційна розробка*. Всі елементи розробки підтверджені інженерними розрахунками.

Запропоновані заходи з охорони праці чи техніки безпеки при збиранні врожаю зернових культур за допомогою комбайна дозволять зменшити кількість нещасних випадків тим самим знизити непродуктивні втрати робочого часу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Макаренко М. Комбайни зернозбиральні : навч. посібн. для здобувач. проф. (проф.-тех.) освіти / Микола Макаренко, Ольга Мельник. — Київ : Грамота, 2023. — 256 с. : іл. [https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/posibnyky-prof-tech/Cramota\\_Kombayn\\_compressed.pdf](https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/posibnyky-prof-tech/Cramota_Kombayn_compressed.pdf)
2. Машины для збирання зернових колосових культур: монографія / [Колектив авторів]; за ред. В. І. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. — Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2020. — 224 с. — (Серія «Сільськогосподарська техніка XXI: моніторинг, випробування, прогнозування»). [https://www.ndipvt.com.ua/TiTAPK/Books/fragment\\_kombayny.pdf](https://www.ndipvt.com.ua/TiTAPK/Books/fragment_kombayny.pdf)
3. Несмачна М. Аграрії Сумщини почали збирати озимі зернові і горох. SuperAgronom.com. Головний сайт агрономів. Головна/Новини/Урожай/. 10.07.2024. URL: <https://superagronom.com/news/19219-agrariyi-sumschini-pochali-zbirati-ozimi-zernovi-i-goroh> (дата звернення: 17.03.2025).
4. Машины для збирання зернових та технічних культур: посібник / За ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф.— Дослідницьке: УкрНДПВТ ім.Л. Погорілого. — 2009. — 296 с.
5. Машины для сівби, садіння, догляду за посівами та збирання врожаю : метод. вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Сучасні машини для сівби, садіння, догляду за посівами та збирання врожаю»: для студент. спец. : 201 «Агрономія», 208 «Агроінженерія», 133 «Галузеве машинобудування» / [уклад. : В. М. Сало, С. М. Лещенко, Ю. В. Мачок, Д. В. Богатирьов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. — Кропивницький: ЦНТУ, 2023. — 76 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13286>
6. Як підняти продуктивність комбайна? [Електронний ресурс] // ТОВ «ФРЕНДТ» Центр точного землеробства. — 2024. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.frendt.ua/yak-pidnyaty-produktyvnist-kombajna/>.

7. Ярошенко С. Раціональні способи збирання озимих зернових культур [Електронний ресурс] / С. Ярошенко, А. Черенков, М. Солодушко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8913-ratsionalni-sposoby-zbyrannia-ozymykh-zernovykh-kultur.html>.

8. Основні рекомендації зі збирання озимих зернових [Електронний ресурс] // LNZ Group. Agroportal.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lnz.com.ua/news/osnovni-rekomendacii-zi-zbiranna-ozimih-zernovih>.

9. Смакота Я. ТОП-5 кращих зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / Я. Смакота // AgroApp.Безкоштовний сервіс для фермерів. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/top-5-krashhix-zernozbiralnix-kombajniv/>.

10. Занько М. Зернозбиральні комбайни — фаворити ринку [Електронний ресурс] / М. Занько // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/zernozbiralni-kombayni-favoriti-rinku>.

11. Malkanduev, Kh.A. & Bazgiev, M.A. & Malkandueva, A.Kh & Shamurzaev, R.I.. (2021). HARVESTING TIME - AS A FACTOR OF WINTER WHEAT GRAIN QUALITY IMPROVEMENT. Scientific Life. 16. 20-28. 10.35679/1991-9476-2021-16-1-20-28.

12. Matviichuk, B. & Matviichuk, N. & Korevo, N.. (2023). DENSITY OF THE STRUCTURE AND HARDNESS OF THE SOIL FOR GROWING WINTER WHEAT. Ukrainian Journal of Natural Sciences. 167-175. 10.35433/naturaljournal.3.2023.167-175.

13. Шайкова, Т.В & Дятлова, М.В & Волкова, Е.С. (2023). The structure of the winter wheat harvest when applying new complex fertilizers. Technical crops. Scientifical agricultural journal. 44-50. 10.54016/SVITOK.2023.21.42.006.

14. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. [Електронний ресурс] //

Вінницький НАУ. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://lad.vnau.com.ua/storage/metod\\_vkazivkb.pdf](https://lad.vnau.com.ua/storage/metod_vkazivkb.pdf).

15. Практикум з машиновикористання в рослинництві / А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський та ін. За ред. І.І. Мельник. К.: Кондор, 2014. 282 с.

16. Експлуатація машин і обладнання: навч. посіб. / М.А. Ружицький, В.І. Рябець, В.М. Кіяшко та ін. – Київ : Аграрна освіта, 2018

17. Лімонт А. С. та ін. Практикум з машиновикористання в рослинництві. – Київ: Кондор, 2004.

18. Експлуатація машин і обладнання: навчально-методичний комплекс за ред. І.М. Бендери / [І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін.]. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. – 576 с.

19. Артёмов М. П. Технологічні системи збирання зернових культур [Електронний ресурс] / М. П. Артёмов. – 2021. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/2536/1/materialy-MNPK\\_SIAHV\\_2021-256-257.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/2536/1/materialy-MNPK_SIAHV_2021-256-257.pdf).

20. Особливості охорони праці в сільськогосподарському виробництві [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:  
<https://bashtechki.gr.org.ua/osoblyvosti-ohorony-pratsi-v-silskogospodarskomu>

21. Особливості охорони праці в галузях сільського господарства [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу:  
<http://mego.info/%D0%BC%D0%B>

22. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:  
<http://www.fssu.gov.ua/fse/control/pol/uk/publish/article/97305;jsessionId=2C4C6C514DC6A1F0E3172F45C3D9FF16>.

23. Калнагуз О.М. Вибір комбайна, залог правильного збирання / Мельник В.О.; Горовий М.В., Калнагуз О.М.; Сіренко Ю.В.// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ».– Харків: ДБТУ, 2024 – с. 122–123.

[https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/54559/1/MMNPK\\_Tehnichnyj\\_progres\\_v\\_APV\\_2024-122-123.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/54559/1/MMNPK_Tehnichnyj_progres_v_APV_2024-122-123.pdf)

24. Калнагуз О.М. Система збиральних робіт / Мельник В.О.; Калнагуз О.М.; Горовий М.В.// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ».– Харків: ДБТУ, 2024 – с. 123–125. [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/54560/1/MMNPK\\_Tehnichnyj\\_progres\\_v\\_APV\\_2024-123-125.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/54560/1/MMNPK_Tehnichnyj_progres_v_APV_2024-123-125.pdf)

25. Калнагуз О.М. Вимоги до збирання та агрегати для виконання операції / Мельник В.О., Горовий М.В., Калнагуз О.М. // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в АПК» (01-25 листопада 2024 р.): ред.кол.: Скляр О.Г., Кюрчев С.В., Ігнат'єв Є.І. [та ін.]. - Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – с. 314. (С. 55 - 58). <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/materialy-6-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-zaporizhzhja-01-25.11.2024.pdf>

26. Мельник В.О. Збирання ранніх зернових та зернобобових / Мельник В.О., Горовий М.В., Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В./ Міжнар. наук.-практ. конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі»: (Мелітополь, 01-24 листопада 2023 р.) / ТДАТУ: ред.кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2023. - 354 с. (С.269-271).

27. Мельник В.О. Збирання зернових та огляд машин / В. Мельник, Р. Рева, О. Калнагуз, М. Горовий // Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації с.г. техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. – 390 с. (С.143-145).

28. Черкас В. Урожайний інтелект: автоматизація зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / В. Черкас // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/18762-urozhainyi-intelekt-avtomatyzatsiia-zernozbyralnykh-kombainiv.html>.

## **ДОДАТКИ**