

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**бакалавр**

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення технології вирощування кукурудзи з розробкою  
універсального пристосування для збирання зернової частини врожаю**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41

спеціальності 208

**Агроінженерія**

(шифр і назва спеціальності)

Плюта В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Комар Р.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль

2023

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Бабій А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Плюті Валентину Віталійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології вирощування кукурудзи з розробкою універсального пристосування для збирання зернової частини врожаю

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » січня 2023 року № 4/7-35

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Базові конструкції зернозбиральних агрегатів, продуктивність – 3,4 га/год,

ширина захвату – 5,6 м, робоча швидкість – до 9 км/год.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина. 2. Рекомендації з покращення технологій.

3. Проектна частина. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Огляд технічних пропозицій для збирання кукурудзи. – 1А4. 2. Технологічна схема роботи

комбайну Дон-1500 з універсальним пристроєм – 1А4. 3. Протягуючий пристрій пристосування

для збирання кукурудзи. – 1А4. 4. Качановідокремлюючий пристрій – 1А4. 5. Розрахункові

схеми – 1А4. 6. Операційно –технологічна карта збирання кукурудзи – 1А4.

7. Універсальне пристосування для збирання кукурудзи – 1А4. 8. Охорона праці – 1А4.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання

25.01.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядова частина	02.02.2023 р.	
2	Рекомендації з покращення технологій.	10.02.2022 р.	
3	Проектна частина.	10.05.2023 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	15.05.2023 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	01.06.2023 р.	
6	Ілюстративна частина. Специфікації	15.06.2023 р.	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Плюта В.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олексюк В.П.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** – Плюта Валентин Віталійович.

**Тема роботи** – «Удосконалення технології вирощування кукурудзи з розробкою універсального пристосування для збирання зернової частини врожаю».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Керівник роботи** – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

### **Актуальність теми роботи**

У господарствах нашої країни, кукурудза, при вирощуванні на зерно, займає 2-3 поля в рамках десятипільної сівозміни і є доволі пластичною культурою, тобто при застосуванні інтенсивних агроприйомів забезпечується отримання стійкого високого урожаю навіть в богарних умовах. Аналізуючи технологію та організацію вирощування кукурудзи в невеликих господарствах України, можна зробити висновок, що сама технологія та система використовуваних машин в деяких випадках є застарілою. Тому актуальність удосконалення технології вирощування даної культури не викликає сумнівів.

В Україні кукурудза і соняшник вирощуються єдиним комплексом подібних машин. Різниця в ньому є тільки в тім, що збирання кукурудзи проводять зернозбиральними комбайнами, обладнаними приставками ППК-4, КМД-6, КМР-6, а соняшника – ПСП-10, ПСП-1,5 та ін.

Однак, ці приставки мають два дуже енергомістких робочих органи – роторний ріжучий апарат та барабанний подрібнюючий апарат. Присутність цих двох апаратів ускладнює конструкцію пристосувань. При застосуванні універсального пристосування для збирання зернової частини врожаю з відділенням качанів, направленням їх на обмолот в молотильний пристрій зернозбирального комбайну, а також з подрібненням та розкиданням

листочкової маси по ширині захвату пристосування була б можливість значно зменшити металоємність конструкції.

Тому розробка такого універсального пристрою для збирання кукурудзи є актуальною науково-практичною задачею.

### **Мета роботи**

Основною метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології вирощування кукурудзи, а також є розробка пристрою, який дозволить збирати зернову частину врожаю кукурудзи з мінімальними витратами енергії на подрібнення стебел, а також за потреби може бути використаний для збирання насіння соняшника.

### **Об'єкт, методи та джерела дослідження**

*Об'єкт дослідження.* Технології вирощування кукурудзи.

*Предмет дослідження.* Пристосування для збирання зернової частини врожаю кукурудзи.

*Методи дослідження.* Економіко-статистичний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

### **Отримані результати:**

- проведено аналіз існуючих технологій збирання кукурудзи та здійснено огляд технологічних рішень для розробки універсальних пристосувань для збирання врожаю кукурудзи;
- запропоновано удосконалення технології вирощування кукурудзи;
- розглянуто універсальний пристрій, який забезпечує одночасне подрібнення та розкидання стебла кукурудзи по поверхні поля в ширину захвату жатки комбайну під час збирання зернової частини врожаю;
- обґрунтовані приблизні параметри універсального пристосування для збирання кукурудзи, проведені розрахунки, що підтверджують ширину захвату жатної частини пристосування;
- проведені розрахунки головного валу приводу робочих органів мисів;
- обґрунтовані геометричні розміри роторів для протягування стебла та відділення зернової частини врожаю;

- розроблені заходи щодо охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки. Виділені небезпечні зони, які пов'язані з роботою кукурудзо-збирального агрегату.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Запропоновано удосконалення технології вирощування кукурудзи, яка передбачає застосування спеціального пристосування для збирання зернової частини врожаю.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 46, додатки – 1 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 9 арк. формату А4.

**Ключові слова:** кукурудзозбиральний агрегат, стебло, качан, універсальний пристрій, технологія вирощування.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	8
<b>1. Оглядова частина</b> .....	10
1.1 Особливості вирощування кукурудзи .....	10
1.2 Способи збирання кукурудзи .....	13
<b>2. Рекомендації з покращення технологій</b> .....	16
2.1 Аналіз технології і організації вирощування кукурудзи в господарствах .....	16
2.2 Розробка технології вирощування кукурудзи .....	17
<b>3. Проектна частина</b> .....	23
3.1 Огляд технічних пропозицій для збирання кукурудзи .....	23
3.2 Обґрунтування конструкції універсального пристосування для збирання кукурудзи .....	26
3.3 Обґрунтування протягуючого пристрою .....	30
3.4 Обґрунтування подрібнюючого пристрою .....	34
3.5 Розрахунок головного вала привода робочих органів для відділення зернової частини та подрібнення листостеблової маси .....	35
<b>4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b> .....	38
4.1 Правила техніки безпеки при роботі на самохідних машинах та комбайнах .....	38
4.2 Заходи пожежної безпеки .....	39
4.3 Вимоги безпеки при роботі комбайну на збиранні кукурудзи .....	41
<b>Загальні висновки</b> .....	43
<b>Перелік посилань</b> .....	44
<b>Додатки</b> .....	46

## ВСТУП

У господарствах нашої країни, кукурудза, при вирощуванні на зерно, займає 2-3 поля в рамках десятипільної сівозміни, і повертається на попереднє поле не раніше, як через 9-10 років.

Кукурудза є доволі пластичною культурою, і застосуванням інтенсивних агроприйомів забезпечує отримання стійкого високого урожаю (до 50-55 ц/га) навіть в богарних умовах. Зерно кукурудзи має багатогранне використання, і вирощування цієї культури стає достатньо рентабельним лише при досягненні високої врожайності.

При аналізі технологічних карт вирощування кукурудзи встановлено, що ця культура високо чутлива до попередника, системи основних обробітків ґрунту, системи добрив та методів догляду. Для досягнення кращих результатів вирощування цієї культури рекомендується використовувати зернові колосові або ранньостиглі гібриди кукурудзи на зерно як попередників. Глибока зяблева оранка має позитивний вплив на ріст цієї культури, тоді як спосіб її реалізації має менший ефект.

Кукурудза добре реагує на застосування органічних та мінеральних добрив. Щодо збирання кукурудзи, застосовуються технічні засоби, такі як пристосування КМД-6, ППК-4, які можуть бути агреговані з зернозбиральними комбайнами, такими як ДОН-1500, КЗС-9, СК-5М. Також використовуються комбайни Херсонєць 200, або пристосування ККП-3, ККП-2С, які можуть бути агреговані з тракторами.

Під час збирання кукурудзи на зерно або в качанах процес включає в себе зрізання листо-стеблової маси, її подрібнювання і подальше збирання з подальшим силосуванням. Дослідження проведені інститутом кукурудзи, та іншими сільськогосподарськими науково-дослідними закладами показали, що подріблена маса з вологістю 30-35% не силосується добре і не має високих цінностей як корм. У зв'язку з цим рекомендується подрібнювати масу і



розкидати по поверхні поля, використовуючи її в якості додаткового джерела органічних добрив.

В Україні кукурудза і соняшник вирощуються з міжряддям 700 мм. Оскільки технічні засоби для вирощування кукурудзи і соняшника подібні і відрізняються тільки машинами для збирання зерна кукурудзи і насіння соняшника, є можливість розробки універсального пристосування для збирання цих культур. Враховуючи це, метою даної роботи є розробка пристрою, який дозволить збирати зернову частину кукурудзи з мінімальними витратами енергії на подрібнення стебел, а також за потреби може бути використаний для збирання насіння соняшника.

Мета даної роботи полягає в досягненні наступних завдань:

- Вдосконалення існуючих технологій вирощування кукурудзи.
- Розробка пристрою для протягування стебел кукурудзи, а також для відокремлення качана.
- Розробка пристрою, який буде виконувати подрібнення стебел в рамках єдиного технічного рішення для їх протягування.
- Обґрунтування кінематичної схеми та геометричних параметрів пристрою.
- Проведення необхідних інженерних розрахунків.
- Розробка операційної технології роботи пристрою під час збирання кукурудзи з обмолотом качанів.

Ці завдання спрямовані на досягнення основної мети роботи, яка полягає в покращенні процесу збирання кукурудзи шляхом впровадження нового пристрою, що забезпечує ефективне протягування стебел, відокремлення качанів і подрібнення стебел, а також оптимізацію кінематики та геометрії пристрою.

# 1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

## 1.1 Особливості вирощування кукурудзи

Кукурудза є теплолюбною культурою, і оптимальна температура повітря для її росту і розвитку становить  $+20\dots+23^{\circ}\text{C}$ . За температури повітря  $+15^{\circ}\text{C}$  спостерігається значне уповільнення росту культурних рослин, а при  $+10^{\circ}\text{C}$  їх розвиток припиняється. Однак, після весняних заморозків, коли значення температури знижується до  $5\dots6^{\circ}\text{C}$ , кукурудза може відростати, оскільки її точка росту знаходиться в ґрунті і не пошкоджується [14].

Осінні заморозки є більш небезпечними для кукурудзи. За температури повітря  $-3^{\circ}\text{C}$  листя замерзає, а недозрілі зерна пошкоджуються та загнивають, втрачаючи свою кормову цінність. Цей факт потрібно враховувати при виборі гібридів кукурудзи, визначенні оптимальних строків сівби та збирання, а також тривалості процесу збирання.

У перших 30 днів свого росту кукурудза має повільний приріст і витрачає невелику кількість води і поживних речовин з ґрунту. Проте в кінці червня вона починає швидко рости, і добовий приріст рослин досягає 5 см або більше.

Найбільша кількість вологи споживається кукурудзою протягом критичного 30-денного періоду, який починається за 10-12 днів до викидання волоті. Недостатність вологою в цей період може спричинити в'янення рослин впродовж дня, порушення розвитку і оплодотворення, а також суттєве зниження врожайності. Сумарна втрата вологи на кукурудзяному полі протягом вегетаційного періоду становить 3000-4500 тонн на гектар.

При вирощуванні кукурудзи в умовах з достатньою вологою, важливо застосовувати комплекс агротехнічних заходів, зокрема систему обробки ґрунту та догляду за посівами, з метою збереження ґрунтової вологості.

Кукурудза проявляє чутливість до попередників. При вирощуванні кукурудзи для отримання зерна рекомендується розміщувати її в сівозмінах,

передуючи зерновим колосовим культурам, силосним культурам та картоплі. Зважаючи на те, що кукурудза майже не зменшує врожайність при багаторазовому посіві, її можна вирощувати три-чотири роки поспіль на одному полі в спеціалізованих сівозмінах короткої ротації або більш тривалих періодах беззмінних посівів.

Кукурудза також реагує на використання добрив на своїх плантаціях. З органічних добрив широко використовують гній, який вносять під час оранки у кількості 20-40 тонн на гектар.

Загальноприйняті науково-дослідні заклади рекомендують оптимальні дози мінеральних добрив для степової зони України: N60-90, P30-45, K30-45; для лісостепної зони: N120, P90, K60; для полісся і західних областей: N130, P100, K100.

Один із основних агротехнічних прийомів у технології вирощування кукурудзи - це основна обробка ґрунту. Системи та методи цієї обробки визначаються залежно від умов у зоні вирощування, місця кукурудзи у сівозміні та особливостей поля.

Після ранніх попередників проводять обробку ґрунту дисковими лущильниками та дисковими боронами. Після цього виконують оранку на глибину 22-30 см. Після пізніх попередників стебла проводять ретельне подрібнення при допомозі важких дискових борін, а потім здійснюють оранку на глибину 27-30 см.

Перед посівом кукурудзи, враховуючи її обмежену здатність боротися з бур'янами, проводять раннє весняне боронування. Одну-дві обробки культивуації та внесення ґрунтових гербіцидів також здійснюють перед посівом.

Оскільки кукурудза має високі вимоги до тепла, сівбу проводять тільки при стійкому прогріванні ґрунту на глибині закладення насіння до 10-12 °С середньодобової температури.

Збирання кукурудзи має бути завершено протягом 17-18 календарних днів. Продовження строків збирання призводить до значного збільшення втрат, які пов'язані з опаданням качанів на стеблах та втратами зерна через механічні

пошкодження. Наприклад, довготривалі дані інституту кукурудзи (м. Дніпропетровськ) показують, що втрати на 30-й день збирання становлять до 22% від біологічного врожаю, що є значною перевищенням агротехнічно допустимих показників [14].

Дані про рослини кукурудзи будуть використовуватись для обґрунтування якісних параметрів прибирання зернової частини урожаїв і подрібнення незернової частини рослин [3].

1. Качани кріпляться на висоті від рівня землі в діапазоні від 700 до 2000 міліметрів. Кількість качанів на 100 рослинах може варіюватися від 95 до 140, залежно від типу гібрида, рівня виконання інтенсивних технологій та погодних умов.

2. Висота рослин може коливатися від 1400 до 3200 міліметрів.

3. Кількість листків на стеблі перед збиранням становить від 14 до 18 штук, залежно від типу гібрида.

4. Вологість листо-стеблової маси для ремонтантних видів кукурудзи становить 65-70%, а для інших видів - 30-35%.

5. Зусилля, необхідне для відокремлення качана при повній зрілості, складає від 100 до 150 Н.

6. Діаметри качанів для кукурудзи фуражних напрямків знаходиться в діапазоні від 25 до 60 міліметрів, довжина - від 100 до 400 міліметрів, а кількість зерен в качані - від 200 до 1200 штук.

7. У відсутності прогалин між зернами, зернини щільно прилягають одна до одної. Сила, необхідна для вилущування першого зерна, становить 30-40 Ньютонів і зменшується до 20-30 Ньютонів по мірі зменшення кількості зерен на качані.

8. Оболонка качана щільно прилягає до зерна, а сила, необхідна для її відокремлення вранці (коли є вологий шар), становить 5-6 Н, а по мірі підсихання зменшується до 8-12 Н.

9. Верхня частина стебел рослин закінчується волоттю, і цей факт враховується при розробці пристрою для відокремлення качанів.

10. Густота рослин при збиранні може коливатися від 25 до 110 тисяч штук на гектар, залежно від типу гібрида.

11. При досяганні качанів і зерна, кукурудза характеризується збільшенням кута між качаном і стеблом. Оптимальний кут для збирання з мінімальними втратами становить від 45 до 550. При збільшенні значення кута, обвислі качани потрапляють у пристрій для відокремлення качанів і, зазвичай, розрізаються на дві частини, що призводить до незворотних втрат. Опорні колеса збиральних агрегатів вминають розрізані качани в ґрунт.

12. Кукурудза, яка повністю дозріла і має оптимальну втрату вологості, стає схильною до полягання, що ускладнює збирання без втрат.

13. Відстань між рядками кукурудзи має бути рівною відстані між руслами пристрою з точністю до плюс-мінус 10 см. Виходячи за ці межі, втрати збільшуються в 5-6 разів з агротехнічно допустимих значень.

14. Ранньозрілі гібриди кукурудзи досягають зрілості в кінці серпня - на початку вересня, пізньозрілі - в кінці жовтня - на початку листопада. Оскільки ці гібриди збираються під час різних періодів, пристрої для збирання кукурудзи повинні забезпечувати якісне збирання в діапазоні вологості ґрунту від 18% до 30%.

## **1.2 Способи збирання кукурудзи**

Збирання врожаю кукурудзи є найважливішим, складним і працезатратним процесом. Труднощі збирання цієї культури обумовлені тим, що вона дозріває пізніше, коли непередбачувані осінні погодні умови впливають на тривалість цього процесу. Дуже часто збирання кукурудзи співпадає за термінами зі збиранням соняшнику, що призводить до зростання потреб в технічних засобах для проведення збирання, транспортування і обробки врожаю [3].

Залежно від спеціалізації господарства, ґрунтово-кліматичних умов, наявності техніки та інших факторів, збирання кукурудзи може виконуватися одним із наступних способів [7]:

1. З обмолочуванням качанів, подрібнюванням і збиранням листо-стеблової маси.
2. З обмолочуванням качанів, подрібнюванням і розкидуванням листо-стеблової маси по полю.
3. З відокремлюванням качанів та очищуванням їх від обгорток, подрібнюванням і збиранням листо-стеблової маси.
4. З відокремлюванням качанів з їх наступним очищуванням від обгортки, подрібнюванням і розкиданням по полях листо-стеблової маси.
5. З обмолочуванням качанів або ж із прибиранням в качанах і залишанням незрізаних рослин на полі.

Перші два способи прибирання кукурудзи (з обмолочуванням качанів) виконуються за допомогою самохідних зернозбиральних комбайнів, таких як СК-5М, КЗС-9, ДОН-1500 та інші, які оснащені спеціальними кукурудзозбиральними пристроями струмкового типу, наприклад, ППК-4, КМД-6. У першому способі подрібнена листо-стеблова маса завантажується до транспортних засобів, що супроводжують збиральні агрегати, і транспортується до місць силосування. Однак, як вже зазначалося раніше, якість отриманого "жовтого" силосу при цьому способі є дуже низькою, тому цей спосіб майже не використовується на практиці.

При застосуванні другого способу, подрібнена листо-стеблова маса розкидується по поверхні поля, що призводить до внесення органічних речовин у ґрунт. У степовій зоні України цей спосіб використовується для збирання 65-75% кукурудзи на зерно.

Третій та четвертий способи виконуються за допомогою самохідного комбайна "Херсонєць 200" і причіпних комбайнів ККП-3 та ККП-2С. Ці способи застосовуються в зонах з високою вологістю і короткими періодами

теплих погодніх умов, а також в господарствах, які займаються відгодівлею свиней і збиранням качанів на ділянках гібридизації.

П'ятий спосіб, який передбачає обмолот качанів зі залишенням стебел на полі, використовується лише в умовах тривалих безморозних періодів та високої кількості опадів, особливо в тропічних і субтропічних регіонах. Цей спосіб реалізується за допомогою самохідних зернозбиральних комбайнів від фірми John Deere, які оснащені спеціальними адаптерними пристосуваннями.

## **2. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ**

### **2.1 Аналіз технології і організації вирощування кукурудзи в господарствах**

Аналізуючи технологію та організацію вирощування кукурудзи в невеликих господарствах України, можна зробити висновок, що сама технологія та система використовуваних машин в деяких випадках є застарілою.

Кукурудза має свої біологічні особливості, які впливають на специфіку її вирощування. Ці особливості спричиняють низьку і нестійку врожайність культури. Причиною цього є, насамперед, ущільнення та ерозія ґрунту, неповноцінне та неналежне внесення поживних речовин, а також недостатнє використання передового досвіду.

Технології вирощування більшості сільськогосподарських культур, як правило, передбачають повторні проходи важких тракторів по полю. Це призводить до зменшення врожайності культур, збільшення щільності ґрунту та зниження ефективності використання мінеральних добрив.

З метою зменшення кількості проходів машин по полю, рекомендується використовувати широкозахватні агрегати. Наприклад, для більш раціонального проведення луцення стерні можна використовувати дискові луцильники ЛДГ-15М в агрегаті з тракторами типу Т-150.

У випадку культиваторів, замість КПС-4 рекомендується використовувати широкозахватні КПС-8.

Для підвищення врожайності рекомендується вносити органічні добрива, які вже є в наявності в господарстві. Внесення добрив можна проводити за допомогою модернізованих машин, наприклад, РОУ-6 або їх закордонних аналогів.

Щодо збирання врожаю, доцільно використовувати спеціалізовані кукурудзозбиральні комбайни, наприклад, КСКУ-6А "Херсонець-200", які



можна взяти в оренду в сусідніх господарствах або ж застосовувати зернозбиральні комбайни в комплексі із кукурудзозбиральними пристосуваннями, такими як ППК-4, КМД-6 та ін.

## **2.1 Розробка технології вирощування кукурудзи**

Кукурудза є однією з найцінніших кормових культур, займаючи провідні позиції за врожайністю зерна та зеленої маси серед інших кормових культур. У світовому землеробстві вона посідає третє місце за посівними площами та валовим збором зерна, випереджаючи багато інших культур, окрім пшениці та рису.

Зерно кукурудзи має високі поживні якості. Кожен кілограм зерна містить 1,34 кормової одиниці, що є одним з найвищих показників серед концентрованих кормів. Відсоткове співвідношення складових зерна кукурудзи таке: вуглеводи - 65-70%, білок - 9-12%, жир - 4-5%, клітковина - близько 2%. Це дозволяє зерну кукурудзи бути важливим компонентом концентрованих кормів. Ці корми широко використовуються при годівлі різних видів худоби та птахів, займаючи в раціоні свиней близько 60%, а у птахів - 80-90%. Варто зауважити, що зернові корми мають неповноцінний протеїн, оскільки вони не містять достатньо незамінних амінокислот, таких як лізин, метіонін та триптофан. Крім того, зернові корми є бідними на каротин, вітаміном D та кальцієм. Тому при плануванні раціону, особливо для свиней і птахів, слід використовувати спеціальні добавки.

Україна на сьогоднішній день має широке поширення наступних гібридів і сортів кукурудзи:

- Ранньо- і середньостиглі сорти: Буковинський 3ТВ, Буковинський 11Т, Дніпровський 438ТВ, Жеребківський 86МВ.
- Середньостиглі і середньопізні сорти: ВІР 42МВ, Одеський 50М,

Дніпровський 320АМВ.

– Пізньостиглі сорти: Дніпровський 90Т і Одеська 10.

У невеликих господарствах кукурудза вирощується на площах від 100 га, попередником її переважно є озимі сорти пшениці.

Технологією вирощування кукурудзи передбачається застосування наступних операцій [3, 7, 15].

*Лушчіння стерні.* Починають з лушчіння стерні, так як попередником є озима пшениця і на полі переважно є однорічні злакові й дводольні бур'яни, такі як мишій сизий і зелений, плоскуха звичайна, лобода біла, гречка витка, щиреця біла та інші. Цю операцію рекомендується проводити двічі, використовуючи дисковий лушчильник ЛДГ-15М в агрегаті з трактором Т-150, який має клас тяги 3.0 і працює на глибину 6-8 см.

*Оранка.* Для виконання оранки використовують агрегат ПЛН-5-35+Т-150, який працює на глибину 20-22 см.

*Весняний обробіток зябу.* Навесні, як тільки ґрунт дозволяє, проводять боронування зябу в один-два сліди в короткі терміни за допомогою тяжких борін (БЗТС-1,0+Т-150). Проведення боронування в суху та вітряну погоду небажане, оскільки це може призвести до втрати вологи. Глибина боронування становить 4-5 см.

Під кукурудзу слід провести два різноглибинних культивацій зябу з боронуванням, а також коткування в період засухи. Першу культивацію рекомендується виконати якомога раніше на глибину 10-12 см з боронуванням, другу культивацію провести безпосередньо перед висіванням на глибину 8-10 см з обов'язковим прикатуванням. Для цих операцій використовують культиватор КПС-8.

*Внесення добрив.* Під час вегетативного періоду кукурудза потребує значну кількість поживних речовин з ґрунту. На кожні 100 кг зерна рекомендується вносити наступну кількість добрив: 2,15-4,34 кг азоту, 0,61-1,56 кг фосфору, 1,7-2,55 кг калію.

Рослини витягують поживні речовини з ґрунту протягом більшості

вегетативного періоду. Поглинання азоту і калію відбувається найшвидше, а фосфор накопичується у рослині майже до моменту дозрівання. У фазі викиду стебел кукурудзи, вона споживає 33,7% азоту, 43,3% калію та 19,1% фосфору, а на початку молочної спілості – відповідно 55,8%, 64,3% і 40,9%. У фазі молочно-воскової стиглості, споживання азоту і калію припиняється, а спожита кількість фосфору становить 82,2% від загального його споживання.

*Внесення органічних добрив.* Для внесення органічних добрив використовують агрегат РОУ-6+МТЗ-80, а норма внесення перегною складає 35 тонн на гектар.

*Внесення мінеральних добрив.* Внесення мінеральних добрив має велике значення для збільшення врожайності кукурудзи. Після осіннього його внесення, на поля вносяться фосфорно-калійні добрива, а весною – азотні, дотримуючись норми N70P70K70. Для внесення добрив використовують агрегати МВУ-5+МТЗ-80.

*Передпосівний обробіток ґрунту.* При передпосівному обробітку ґрунту вирощування кукурудзи використовують сучасні технології, оскільки від цього процесу залежить ефективність застосування гербіцидів, рівномірність проростання насіння, повнота сходів, рівномірність росту стебел і врожай. При цьому передпосівний обробіток повинен бути орієнтованим на захист ґрунту, з мінімумом розпушувань на поверхні та з мінімальною допустимою глибиною. Це сприяє поліпшенню водного режиму та підвищує ерозійну стійкість ґрунту.

Дотримуючись оптимальних параметрів передпосівного обробітку за сучасною технологією, я розпушую верхній шар ґрунту до щільності 0,85-1 г/см<sup>3</sup>. Особлива увага приділяється створенню достатньо щільного насінневого ложа, яке має щільність від 1,1 до 1,5 г/см<sup>3</sup>, залежно від типу ґрунту. Пористість над насінним ложем повинна бути приблизно 50%, що забезпечує необхідну аерацію ґрунту.

У ранньому весняному періоді рекомендується проводити боронування або шлейфування ґрунту. Глибше розпушення під час ранньої культивуації, коли бур'яни ще не проростають, не покращує умови для їх проростання,

вологообміну та температурного режиму верхнього шару ґрунту.

Для операції ранньовесняних вирівнювань ґрунту та його боронування використовують секційні вирівнювачі-волокуші, причіпні вирівнювачі ВП-8+Т-150, а також шлейф-борони ШБ-2,5+Т-150 та зубові борони БЗСС-1,0+Т-150.

*Сівба.* Сівба кукурудзи в нашому районі зазвичай проводиться пунктирним способом. При цьому оптимальна ширина міжряддя становить 70 см.

Ранньостиглі й середньоранні гібриди кукурудзи, які вирощуються в нашому районі, на високих агрофонах мають позитивну реакцію на певне збільшення густоти посадки, але не використовують усі свої урожайні можливості при ширині міжрядь 70 см.

За широких міжрядь навіть незначне згущення рослин в рядках призводить до погіршення освітлення, доступу повітря та живлення кореневої системи, а також збільшує дефіцит вологи поруч з рядками. Це призводить до збільшення кількості неплодних і полеглих рослин, а також втрат під час збирання урожаю.

В нашій країні та у світовій практиці ефективною вважається посадка кукурудзи на зерно і силос з використанням звужених міжрядь на високих агрофонах.

Оптимальний час для посіву настає, коли ґрунт на глибині, на якій закопується насіння, прогрівається до 10-12°C. Для найморозостійких гібридів, таких як Буковинський 3ТВ, Буковинський 11Т, Дніпровський 247МВ та інші, час посіву визначається раніше, коли ґрунт досягає стійкої температури 9-10°C.

Посів кукурудзи виконується за допомогою пневматичної пунктирної сівалки СУПН-8+МТЗ-80.

*Догляд за посівами.* Після посіву, в залежності від стану ґрунту, такого як щільність та вологість, поле піддається боронуванню або коткуванню.

Кільчасто-шпорове або гладке коткування ґрунту після посіву має позитивний вплив на досягнення оптимальної густоти рослин.

Боронування посівів є однією з найбільш ефективних стратегій для

боротьби з бур'янами на ранніх стадіях вегетації кукурудзи, особливо коли використовується механізована технологія та гербіциди.

Для боронування використовуються середні зубові борони моделі БЗС-1,0.

Міжрядні обробітки проводяться в залежності від рівня забур'яненості посівів, включаючи багаторічні бур'яни, а також з урахуванням стану ґрунту.

Міжрядний обробіток виконується за допомогою просапного культиватора моделі КРН-5,6А.

Для внесення гербіцидів використовуються розпилювачі, такі як ПОУ, ПОМ-630 та ОПШ-15, залежно від потреби.

Для підготовки робочого розчину гербіцидів використовується агрегат АПЖ-12.

Для ефективного захисту кукурудзи від бур'янів, крім агротехнічних заходів, науково обґрунтоване застосування гербіцидів відіграє важливу роль.

Для приготування робочого розчину гербіцидів використовується агрегат АПЖ-12.

*Збирання врожаю.* Починати збирання кукурудзи в качанах рекомендується при вологості зерна, яка не перевищує 40%, а при обмолоті зерна - 30%.

Збирання кукурудзи на зерно проводиться за допомогою комбайна КСКУ-6А "Херсоніць-200".

*Післязбиральна обробка кукурудзи та її зберігання.* Якість насіння, врожайність, поживність та кормова цінність зерна кукурудзи значно залежать від методів та технологій, застосовуваних для обробки та зберігання. Це пояснюється тим, що збирання врожаю відбувається восени за високої вологості зерна, а зернова маса має підвищену фізіолого-біологічну активність та нестабільну під час зберігання.

З урахуванням цих факторів, для обробки та зберігання врожаю застосовуються методи та технології, які забезпечують максимальне збереження високоякісного зерна, зниження витрат та втрат.

Зерно та качани кукурудзи, які поступають на механізовані токи з комбайнів, обов'язково потребують первинної обробки в потоковому режимі. Качани кукурудзи на спеціальних лініях очищаються від обгорток і проходять сортування. Під час сортування з партії видаляють недорозвинуті, недостиглі та уражені хворобами качани, а при обробці насіння - нетипові качани для того або іншого гібриду чи сорту. Зерно, призначене для технічної чи продовольчої мети, проходить первинну обробку (очищення) на агрегатах типу ЗАВ або комплексах типу КЗС.

При необхідності тимчасового зберігання вологої кукурудзи до остаточного сушіння, важливим є врахування позитивного впливу сонця та вітру. Качани розміщуються на повітряних потоках таким чином, щоб під дією цих факторів відбувалося їх поступове підсушування.

При зберіганні кукурудзи на майданчиках необхідно контролювати температуру качанів, за допомогою буртових термометрів. При нормальних умовах зберігання температура качанів та зерна повинна поступово знижуватися. Однак, якщо температура підвищується на 4-6°C вище середньодобових показників атмосферного повітря, необхідно негайно провести підсушування кукурудзи за допомогою сушильних устаткувань або активних вентиляторів.

Обробка та зберігання продовольчо-кормової кукурудзи здійснюється за допомогою трьох основних методів сушіння і обробки. Ці методи включають обробку і зберігання кукурудзи в качанах та зерні, обробку зерна та його зберігання в сухому стані, а також обробку і зберігання вологих зерен або качанів кукурудзи (консервування).

### 3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Огляд технічних пропозицій для збирання кукурудзи

Для отримання повністю дозрілої кукурудзи, яка використовується як продовольче або фуражне зерно, а також для обмолоту качанів і збирання листостеблової маси, використовуються різні пристрої, такі як КМД-6, ПЗКС-6, КМР-6 і ППК-4. Ці пристрої зазвичай використовуються в поєднанні зі зернозбиральними комбайнами, такими як ДОН-1500, РСМ-10, КЗС-9, КТР-10, СК-5М, Єнісей-1200 та інші [5].



Рисунок 3.1 – Пристрій для збирання кукурудзи КМД-6

Пристрій КМД-6 [10] призначено для збирання повністю дозрілої кукурудзи на продовольче та фуражне зерно з використанням комбайна ДОН-1500. Цей пристрій монтується на молотарку комбайна замість жатки.

Основні складові пристрою включають миси, пристрої для відокремлення качанів, ротаційний різальний апарат, шнек для качанів, похилукамеру, подрібнювальний апарат з трубопроводом. КМД-6 монтується

спереду на комбайн ДОН-1500.

Для збирання кукурудзи з одночасним обмолотом качанів також можна використовувати кукурудзозбиральний пристрій ППК-4.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд кукурудзозбиральної приставки ППК-4

Це пристосування призначене для збирання повністю дозрілої кукурудзи з одночасним обмолотом качанів на полі і подрібненням листостеблової маси. Цей метод використовується, якщо вологість зерна під час збирання не перевищує 30-32%.

За своєю структурою, приставка ППК-4 (зображена на рис. 3.2), схожа на жатку комбайна "Херсонєць-200". Вона має ширину захвату в чотири рядки (2,8 м). Стебла кукурудзи ріжуться роторним різальним апаратом. Потім листостеблова маса перекачується шнеком до приймального бітера і потім до подрібнювального барабану.

Самохідний кукурудзозбиральний комбайн "Херсонєць-200" (модель КСКУ-6АС) [9] забезпечує повний збір біологічного врожаю кукурудзи за один прохід. Цей комбайн розроблений для збирання повністю дозрілої кукурудзи з врожайністю до 200 ц/га качанів на продовольче і фуражне зерно. Він



застосовується практично у всіх зонах вирощування кукурудзи на полях з ухилом до 8°, з міжряддям 70 см, при вологості зерна на етапі повної стиглості не більше 30% і вологості листостебельної маси 60%. Комбайн забезпечує виконання таких технологічних операцій: збирання кукурудзи з очищенням качанів від обгорток, подрібнювання і збір листостебelloвої маси; збирання качанів молочно-воскової стиглості для проведення роздільного силосування з подрібнюванням і збиранням листостебelloвої маси; збирання кукурудзи для силосу.

Цей комбайн пройшов модернізацію, в результаті чого був встановлений двигун ЯМЗ-238АК. На жатці встановлено подрібнювачі стебел. Комбайн відділяє качани, очищує їх від обгорток, а стебла подрібнює і розкидає по поверхні поля.



Рисунок 3.3 – Комбайн самохідний кукурудзозбиральний КСКУ-6АС  
"Херсонь-200"

**Висновок.** Як видно з короткого огляду сучасних пристосувань для збирання кукурудзи, кожен з них має потокову структуру, включаючи рядки

культивованих рослин. У пристосуваннях для збирання кукурудзи річковий механізм, за допомогою відповідних робочих органів, проходить через стебло і, при контакті з відривною пластиною, відділяє його від рослини. Після цього вступають в дію ріжучі та подрібнюючі апарати, що мають барабанну конструкцію.

### 3.2 Обґрунтування конструкції універсального пристосування для збирання кукурудзи

З метою енергоефективності, спрощення конструкції та зменшення кількості компонентів, ми використовуємо запатентовану розробку фірми Geringhoff (Німеччина) - кукуруддозбиральний пристрій Rota-Disk. Для створення універсального пристрою, який забезпечує збирання зернової частини кукурудзи, ми використовуємо конструкцію цього пристрою, який складається з двох початковідокремлюючих вальців різних діаметрів.

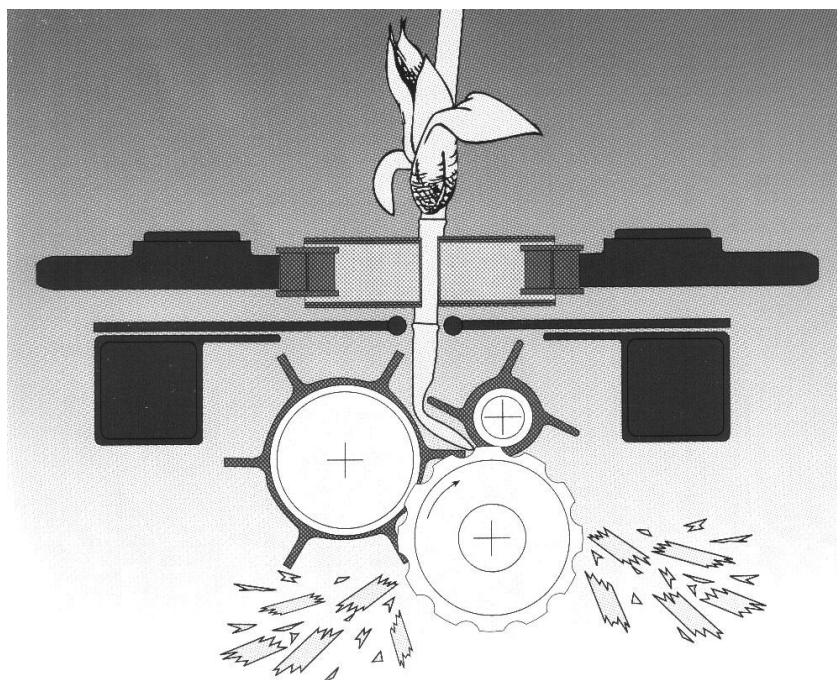


Рисунок 3.4 – Схема роботи пристосування Rota-Disk фірми Geringhoff

Над цими вальцями розташований дисковий ніж, який обертається в протилежному напрямку до вальців і постійно подрібнює стебла кукурудзи, рівномірно розподіляючи отриману кукурудзяну соломку в двох напрямках (рис. 3.4).

У верхній частині пристрою розміщено відокремлювальний механізм, який відокремлює качан кукурудзи під час протягування стебла через подрібнюючий ротор. Ротор захоплює стебло і протягує його через ножовий гребінь, який складається з 17 ножів зі зносостійким покриттям. Ці ножі забезпечують протягування стебла і його подрібнювання шляхом розрізування в поперечному і подовжньому напрямках.

В щілині збирального зазору розміщений ніж для обрізання стебла на потрібній висоті (рис. 3.5) та для обмеження втягування рослин.

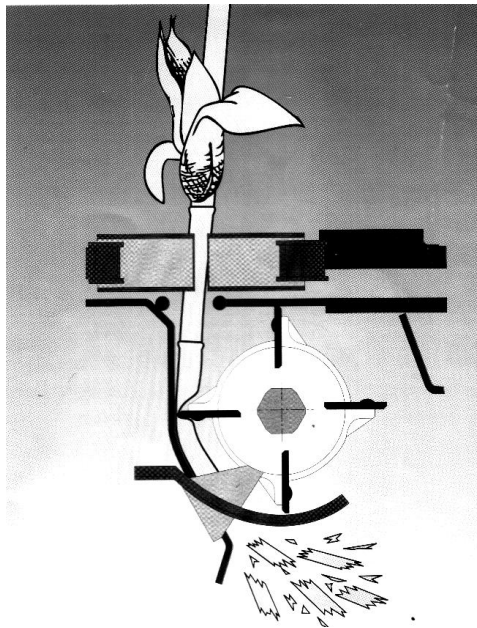


Рисунок 3.5 – Принципова схема роботи качановідокремлюючого пристрою з подрібнювачем стебел

Протиріжучою пластиною є збільшена частина кожуха ротора-подрібнювача. Після подрібнення листостеблової маси та відокремлення зернової частини (качанів кукурудзи), вони транспортуються лапками подаючих ланцюгів до шнека, розташованого у задній частині пристосування. Шнек централізує продукт у жатній частині пристосування та направляє його на транспортер похилої камери, звідки він потрапляє на обмолочування. При збиранні кукурудзи поряд із відокремлюванням качанів, що відбувається під час удару по відривній пластині при протягуванні стебла, не відбувається значних втрат зерна, що перевищують допустимі агротехнічні вимоги. Кількість ножів становить 2. Ножі мають дискову форму з різальними пластинами, закріпленими на шарнірах (3 пластини на кожному диску). Пластини мають деяке зміщення відносно парних дисків на  $120^\circ$ . Довжина пластин на 10 мм є більшою відстані між центрами привідних зірочок (рис. 3.6).

Після відокремлення качанів, вони транспортуються шнеком до транспортера молотильної камери, а звідти - до молотильного пристрою самохідного зернозбирального комбайну.

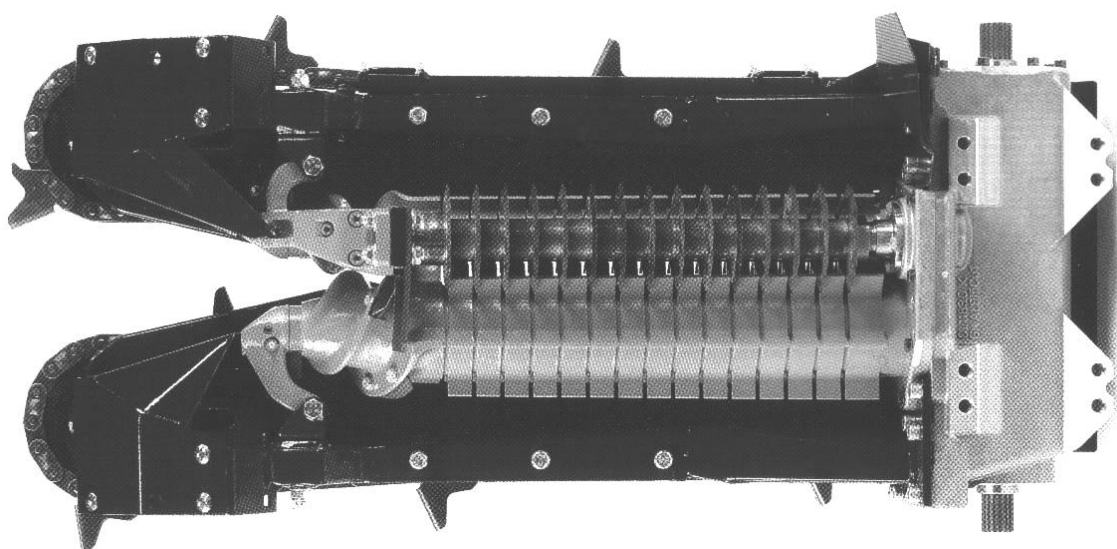


Рисунок 3.6 – Качановідокремлюючий пристрій

Прийнята в Україні схема висівання кукурудзи є 700 мм. Рядність машин

може бути 6, 8 або 12. Зазвичай для сівби цих культур використовують восьмирядні сівалки, такі як СУПН-8, СУПН-8-01, СУПН-8А, УПС-8. З цієї причини обґрунтуємо значення ширини захвату універсального пристосування для збирання зернової частини врожаю кукурудзи у восьмирядковому виконанні.

На передню частину відокремлюючих пристроїв встановлюються миси, які служать для плавного направлення стебел або їх підймання в русло відділяючого пристрою.

Оскільки нижня частина пристосування не містить подрібнюючого барабана, кут нахилу жатки в її робочому положенні відносно поверхні поля складатиме приблизно 15-18°. Ефективна довжина протягуючо-подрібнюючого пристрою, згідно з рекомендаціями фірми Geringhoff, повинна бути 500-550 мм. В даному випадку ми приймаємо довжину 540 мм. Таке ж значення довжини мають і миси. З урахуванням вхідної частини ротора і шнека, розташованого в задній частині, загальна довжина пристосування не перевищуватиме 2 метри.



Рисунок 3.7 – Технологічна схема роботи універсального пристосування для збирання кукурудзи

Універсальне пристосування приєднується до похилої камери зернозбирального комбайна за допомогою вихідного вікна. Орієнтовна маса пристосування за ширини захвату 5,6 м складає приблизно 2500 кг, що не перевищуватиме масу пристосування КМД-6. Переключення з робочого положення в транспортне проводиться при допомозі силових гідроциліндрів, які входять в стандартний комплект зернозбиральних комбайнів.

Робочі швидкості визначаються врожайністю, пропускною здатністю універсального пристосування та молотильно-сепаруючого пристрою зернозбиральних комбайнів. Ці значення коливаються в межах 5-9 км/год.

### 3.3 Обґрунтування протягуючого пристрою

В передній частині русел є два скорочених протягувальних вальці, які мають конусну форму з виступами, розташованими на їх поверхнях по гвинтовій лінії. Щоб спростити розрахунки, ми приймаємо притягуючий пристрій у вигляді двох циліндрів, які мають складні поверхні. На рис. 3.8 наведено схему захоплення рослини та сили, які діють на стебло [1].

Коли стебло потрапляє в протягуючі вальці, воно знаходиться в зоні відривних пластин під дією сили  $Q$ . Кожен протягуючий вальць прикладає до стебла силу реакції  $P$ , яка спрямована в точці А, де стебло торкається вальця. Сила  $P$  зумовлює дотичну силу  $T = f \cdot P$ , де  $f$  - коефіцієнт тертя між стеблом і вальцями.

Сили  $P$  і  $T$  розташовуються по осях  $X$  та  $Y$ . Сили  $P_y$  та  $T_y$  обтискають стебла до діаметра  $d_k$  до величини  $h$  зазору між протягувальними вальцями.

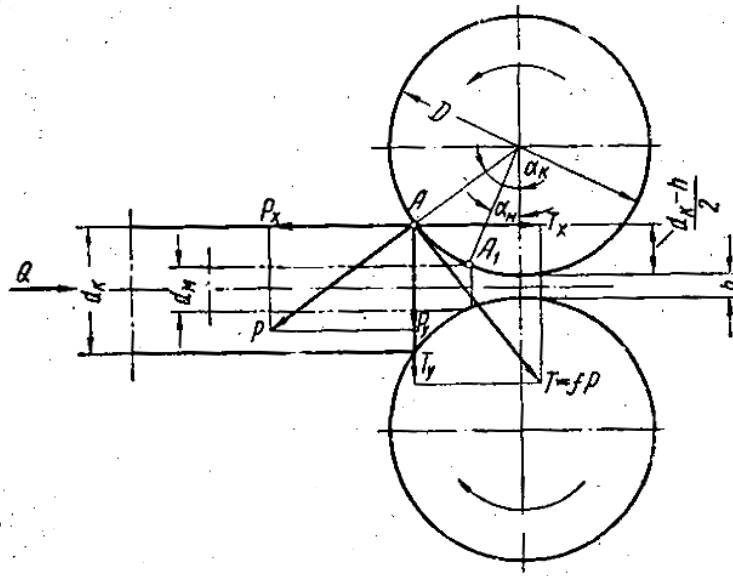


Рисунок 3.8 – Схема дії сил на стебло в початковий момент його захоплення

$d_k$  - діаметр стебла у нижній частині;  
 $d_n$  - діаметр стебла у верхній частині;  
 $\alpha_k$  - кут захвату у верхній частині;  
 $\alpha_n$  - кут захвату в нижній частині.

Зі схеми 3.8 видно, що

$P_x = P \cdot \sin \alpha_k$  - сила, що виштовхує стебла з русел;

$T_x = T \cdot \cos \alpha_k$  - сила, що зтягує стебла у русла.

Для того, щоб гарантовано зтягнути стебло необхідно, щоб [1]

$$T_x > P_x \text{ чи } f > \operatorname{tg} \alpha. \quad (3.1)$$

Позначимо  $f = \operatorname{tg} \varphi$ , де  $\varphi$  - величина кута зовнішнього тертя.

Враховуючи це  $\operatorname{tg} \varphi > \operatorname{tg} \alpha_k$ , чи  $\varphi > \alpha_k$

Зв'язок між кутом  $\alpha_k$  та діаметром  $D$  та зазором  $h$  з схеми 3.8 [1]

визначається залежністю:

$$\frac{d_k - h}{2} = \frac{D}{2} \cdot (1 - \cos \alpha_k) . \quad (3.2)$$

Звідки:

$$\sin \alpha_k = 1 - \frac{d_k - h}{2} , \quad (3.3)$$

та

$$D = \frac{d_k - h}{1 - \cos \alpha_k} . \quad (3.4)$$

Припустимо що:  $\alpha_k = \varphi$  (тобто  $\operatorname{tg} \alpha_k = f$ ) та враховуючи, що

$$\cos \alpha_k = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_k}} ,$$

отримаємо:

$$D > \frac{d_k - h}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}} .$$

Прийmemo  $d_k = 40$  мм;

$h = 25$  мм;

$f = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} 30^\circ \cong 0,62$ .

З врахуванням цього отримаємо:

$$D > \frac{40 - 25}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,62}}} = 100 \text{ мм.}$$



Як видно  $D > 100$ .

Остаточно діаметр вальця приймемо з конструктивних параметрів качановідокремлюючого пристрою існуючого пристосування КМД-6.

Згідно рекомендацій [3] величину робочої довжини протягувальних вальців знайдемо як:

$$L = \frac{V_M}{V_K \cdot R} d \cdot i \cdot \mu \cdot c \cdot \sin \beta, \quad (3.5)$$

де  $V_M$  – величина поступальної швидкості машини,  $V_M = 2$  м/с;

$V_K$  – величина колової швидкості вальців,  $V_K = 2,5 \dots 4$  м/с,

приймемо  $V_K = 3$  м/с;

$k$  – значення коефіцієнту заповнення робочої щілини,  $k = 0,1 \dots 0,3$

приймемо  $k = 0,2$ ;

$d$  – значення діаметру стебла;  $d = 40$  мм =  $0,04$  м;

$c$  – довжина стебла;  $c = 2500$  мм;

$i$  – кількість стебел, які припадають на 1 м рядка;  $i = 3$ .

$\mu$  – значення коефіцієнту обтискування стебел,  $\mu = 1,15 \dots 1,35$ ,

приймемо  $\mu = 1,2$ ;

$\beta$  – кут нахилення стебла до осі прокатувальних вальців,

$$\beta \approx \frac{\pi}{2}; \sin \beta = 1.$$

З врахуванням цього отримаємо:

$$L_o = \frac{2}{3 \cdot 0.2} \cdot 0.04 \cdot 3 \cdot 1.2 \cdot 2500 \cdot 1 = 1200 \text{ мм}$$

У величину довжини  $L$  входить протягувальна та подрібнювальна частини.

### 3.4 Обґрунтування подрібнюючого пристрою

Вихідні дані для розрахунків:

$i$  – кількість рослин на 1 погонний метр,  $i = 3$ ;

$V_M$  – значення швидкості руху агрегата,  $V_M = 2$  м/с.

Зусилля перерізування стебел кукурудзи з одночасним його протягуванням (для  $d_e = 25 \dots 26$  мм)  $F_n = 83$  Н [3].

Дисперсність подрібнювання (число ударів ножа по стеблу  $n$ )

$n = 20$ , довжина частинок  $l = 100$  мм.

Знайдемо витрати енергії на подрібнювання та розщиплювання частинок стебла [1]

$$N_{\Pi} = i \cdot V_M \cdot F_n \cdot N, \quad (3.6)$$

де  $N$  – число рядків, що прибираються одночасно,  $N = 8$ .

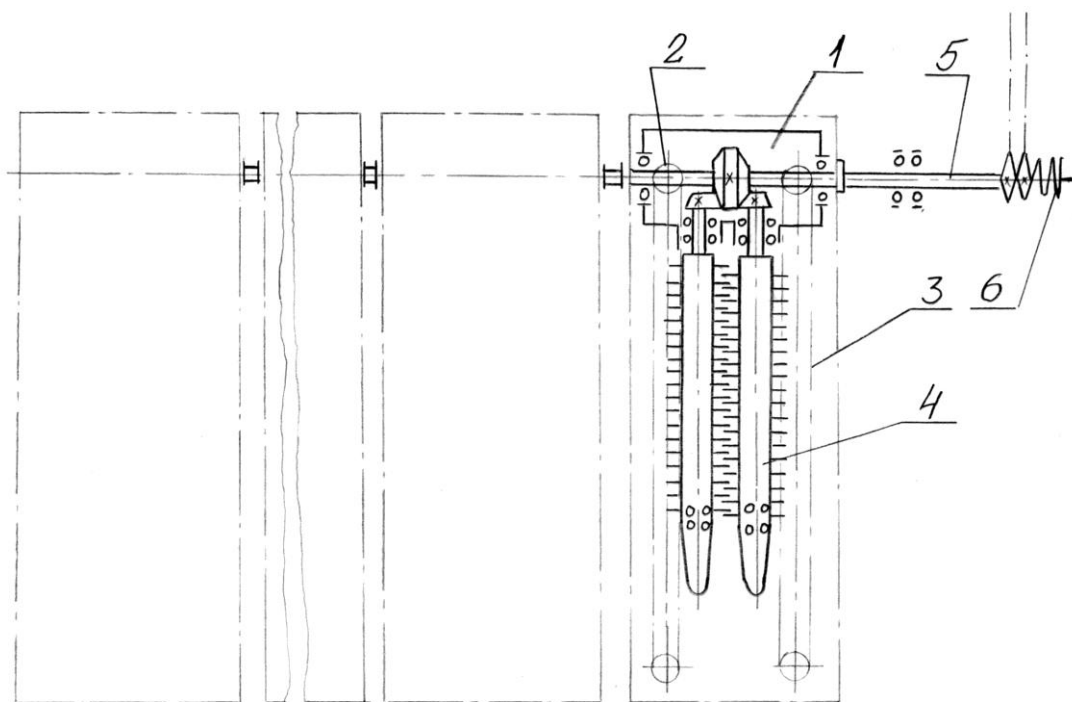
Після підстановки даних отримаємо:

$$N_{\Pi} = 3 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 83 \cdot 8 = 79680 \text{ Вт} = 79.68 \text{ кВт}.$$

В розрахунках по операційній технології ця величина отримана рівною 97,54 кВт. Це значення приймаємо і для подальших розрахунків.

### 3.5 Розрахунок головного вала приводу робочих органів для відділення зернової частини та подрібнення листостеблової маси

Потужність, яка поступає від контрприводу молотильного барабану, передається на головний вал приводу робочих органів. Привід робочих органів складається з восьми пар конічних редукторів (1), зірочок приводу подавальних ланцюгів (2), ланцюгів (3), подрібнюючо-протягуючого ротора (4), головного вала (5) та запобіжної муфти (6).



1 – конічний редуктор; 2 – привідна зірочка; 3 - подавальний ланцюг;  
4 – протягуючо-подрібнювальний ротор; 5 – головний вал; 6 – запобіжна муфта.

Рисунок 3.9 – Схема до розрахунків головного вала приводу робочих органів русел

Величина крутного моменту, який подається на головний вал приводу знаходять рівнянню згідно залежності [1]:

$$M_{кр} = \frac{9.81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot N}{\pi \cdot n}, \quad (3.7)$$

де  $N = 97,5$  кВт;

$n$  – значення частоти обертання вала,

$$n = 1000 \text{ хв}^{-1}.$$

З врахуванням цього:

$$M_{кр} = \frac{9.81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 97.5}{3.14 \cdot 1000} = 932.1 \text{ Нм}$$

Зробивши певне припущення, ми вважаємо, що обчислений крутний момент рівномірно розподіляється на кожну пару подрібнюючо-протягуючих пристроїв, таким чином, що в середньому на цьому механізмі складатиме:

$$M_{кр} = \frac{932.1}{8} = 116.5 \text{ Нм}$$

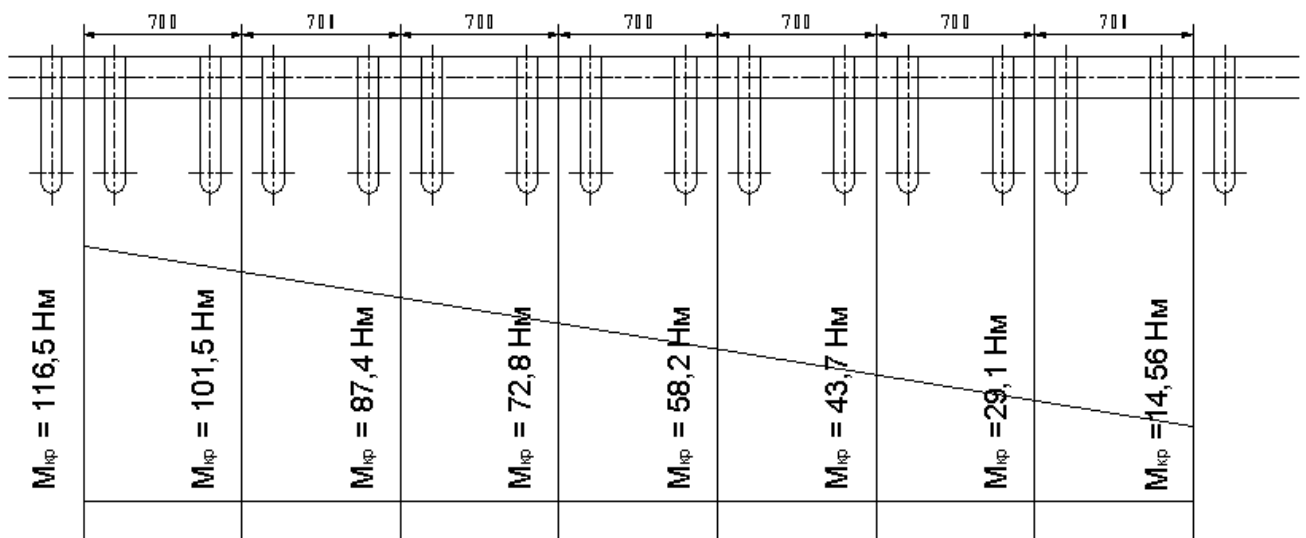


Рисунок 3.10 – Розподіл величин крутних моментів, які виникають в механізмі приводу качановідокремлюючого пристрою

Як видно із рис.3.10, максимальне значення крутного моменту, як це і очікувалось, має місце біля першого русла в запобіжному з'єднанні.

Виходячи із величини крутного моменту знайдемо діаметр головного привідного вала [4]:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{KP_{MAX}}}{[\sigma_K]}}, \text{ м} \quad (3.8)$$

де  $[\sigma_K]$  - допустиме напруження на кручення.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{116,5}{16 \cdot 10^7}} \approx 0,0085 \text{ м.}$$

Виходячи з конструктивних міркувань, приймаємо  $d_b = 25 \text{ мм.}$

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Правила техніки безпеки при роботі на самохідних машинах та комбайнах**

До роботи на ці технічні засоби допускаються особи, які мають посвідчення тракториста-машиніста I та II класу, а також які мають необхідні знання та навички по усуненню несправностей, регулюванням та технічному обслуговуванню комбайнів ДОН-1500Б, КЗС-9, КСКУ-6, ККП-3, пристосувань КМД-6, ППК-4 і які пройшли інструктаж з техніки безпеки та охорони праці.

Перед виїздом в поле комбайн повинен бути обладнаний засобами пожежегасіння.

Перед виїздом на дороги загального користування слід вмикати верхній ліхтар габаритів, перевірити надійність роботи гальм, рульового керування, світової та звукової сигналізації, тиск у шинах коліс. При русі дорогами дотримуватися вимог “Правил дорожнього руху”, не обганяти транспорт, швидкість якого рівна чи може перевищувати максимальну швидкість комбайну.

С настанням темряви перегін комбайна дорогами загального користування заборонено.

Перед виїздом в поле, а також при переїзді з ділянки на ділянку необхідно впевнитися у надійності роботи рульового керування, гальм, механізму перемикання діапазонів швидкостей та світлової сигналізації.

Перед запуском дизеля необхідно впевнитись у відсутності людей під комбайном та вимкнення муфти зчеплення робочих органів комбайна до жатки.

При виключеній муфті на щитку приборів повинна горіти лампочка зеленого кольору та надпис “муфта вимкнена”.

Перед зупинкою дизеля обов'язково вимкнути муфту зчеплення привода робочих органів.

При випусканні гарячої рідини з системи охолодження та мастила з

двигуна необхідно остерігатися опіків. Не слід відкривати випускні вентиля при працюючому двигуні, а також відразу після його зупинки.

Перед пуском двигуна та включенням важеля коробки діапазонів швидкостей обов'язково подається довготривалий звуковий сигнал.

При русі комбайна необхідно знаходитися на сидінні в кабіні комбайна. Покидати кабіну при русі комбайна заборонено.

Заборонено проведення ремонту, регулювань та технічного обслуговування комбайна під час руху комбайна. Усі види регулювань та обслуговувань проводяться тільки при нерухомому комбайні і непрацюючому двигуні.

Заборонено затягувати з'єднання маслопроводів та гідроагрегатів, якщо гідросистема знаходиться під тиском. При випробувальному пуску гідросистеми після ремонту чи технічного обслуговування не можна знаходитися біля трубопроводів з високим тиском. Не вмикати гідросистему в роботу при недостатній кількості мастила в баках. Робота гідросистеми при температурі масла вище 80 °С не допускається.

В польових умовах яке-небудь регулювання гідропривода ходової, гідропривода механізму підйому жатки забороняється. Ці роботи можна проводити тільки в спеціальних майстернях.

При підготовці комбайна до тривалого зберігання для розборки машини слід користуватися справними підйомними засобами.

Для зняття електричного заряду з комбайна та запобігання ураження струмом необхідно надійно закріпити заземлюючий ланцюг на балці моста ведучих коліс у надпису "Заземлення".

## **4.2 Заходи пожежної безпеки**

При підготовці до збирання врожаю слід звертати особливу увагу на забезпечення засобів пожежної безпеки. З цією метою необхідно перевіряти

наявність та справність вогнегасника, наявність лопати та інших засобів. Постійно слідкувати за технічним станом комбайна. Не допускається підтікання палива з системи живлення двигуна та мастила з гідросистеми, попадання мастила на збиральні одиниці та деталі комбайна, перегрів підшипників.

Щоденно перед початком роботи необхідно продивитися двигун та вузли комбайна та при необхідності очистити їх від рослинних решток.

В суху вітряну погоду, коли на радіатор двигуна попадають пересохлі рослинні рештки, необхідно проводити додаткову перевірку дизеля в середині робочої зміни.

Категорично заборонено працювати без акумуляторної батареї, так як коротке замикання приєднувальних проводів може бути причиною пожежі.

При запуску дизеля користуватися тільки замком – вмикачем. Забороняється проводити пуск двигуна перемиканням клем стартера.

Не допускати в процесі роботи скупчення листостеблової маси між кабіною комбайна та двигуном на майданчику обслуговування силової установки.

Не допускати намотування бур'янів та листя на деталі збирального агрегату котрі обертаються, так як від тертя може відбутися samozаймання.

Очистку засмічених паливопроводів проводять тільки при холодному двигуні та після перекриття подачі палива.

Заправку паливних баків проводять тільки на дорозі чи зовні поля при непрацюючому двигуні за допомогою заправочного агрегату.

У випадку займання двигуна його необхідно заглушити рукояткою керування паливного насоса. Вимкнути електричний ланцюг, перекривши подачу палива.

Для усунення займання слід скористатися вогнегасником та засипати вогонь піском. Категорично заборонено заливати пожежу чи полум'я нафтопродуктів водою.

Слід пам'ятати, що при роботі збирального агрегату в зоні



високовольтних ліній електропередач заборонено виконувати заправку комбайна паливом. Необхідно від'їхати від лінії електропередач та перед заправкою перевірити надійність кріплення заземлюючого ланцюга, який повинен постійно доторкуватися до землі.

Слід тимчасово призупинити роботу збирального агрегату при сильному вітрі, коли виникає небезпека розповсюдження пожежі на все поле.

Перед початком зварювальних робіт з використанням відкритого вогню, якщо виникла необхідність виконувати їх в польових умовах, слід ретельно очистити комбайн, майданчик під ним, жатку та навколо агрегату від листостеблової маси, поблизу обов'язково поставити ящик з піском, відро з водою та вогнегасник.

### **4.3 Вимоги безпеки при роботі комбайну на збиранні кукурудзи**

Загальні положення по техніці безпеки, охороні праці та пожежної безпеки, що викладені вище повністю відносяться до комбайна ДОН-1500Б, що обладнано універсальним пристосуванням для збирання кукурудзи. Разом з тим при використанні цього агрегату необхідно відмітити додаткові небезпечні зони, які повинні знати обслуговуючий персонал та спеціалісти, які контролюють якість виконання робіт.

Небезпечні зони пристосування для збирання кукурудзи та соняшника представлено на рис. 9.6. а заходи по запобіганню травматизму наведені в таблиці 9.1.

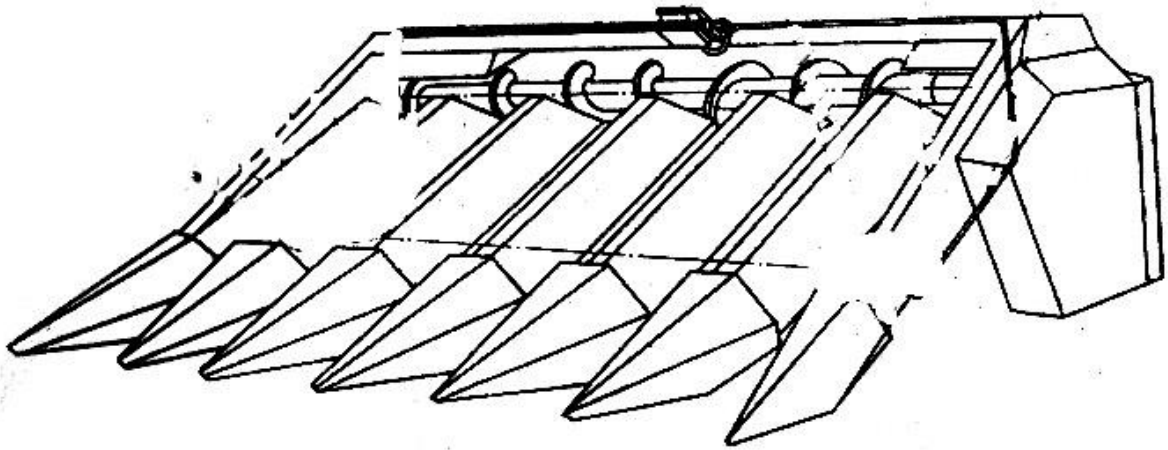


Рисунок 4.1 – Небезпечні зони пристосування для збирання соняшника та кукурудзи

Таблиця 4.1 – Небезпечні зони та заходи по запобіганню травматизму

Зона	Небезпечний фактор та заходи по запобіганню травматизму
1.	Габарити жатки. Бути обережним при маневрах агрегату.
2.	Привід жатної частини. Робота без захисних кожухів заборонена.
3.	Миси. Перевірку та регулювання ланцюгів проводити при непрацюючому двигуні.
4.	Відривні пластини. Регулювання зазору виконувати при непрацюючому двигуні.
5.	Редуктори привода механізмів . Перевірку на нагрів проводять при зупиненому комбайні.

Дотримання вищевикладених рекомендацій та пропозицій дозволить уникнути виробничого травматизму, зберегти здоров'я робітників а також підвищити продуктивність праці і, як наслідок, покращити показники господарської діяльності дослідного господарства в цілому, та при збиранні кукурудзи зокрема.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Удосконалення технології вирощування кукурудзи є основним завданням кваліфікаційної роботи, яке передбачає застосування спеціального пристосування для збирання зернової частини врожаю.

Під час детального аналізу діяльності невеликих аграрних господарств в Україні було встановлено, що значні площі відводяться під кукурудзу, яка збирається за допомогою кукуруддозбиральних комбайнів та спеціалізованих приставок, які встановлюються на зернозбиральних комбайнах.

Тому у цій роботі проведено аналіз існуючих технологій збирання кукурудзи та здійснено огляд технологічних рішень для розробки універсальних пристосувань для збирання урожаю кукурудзи.

Шляхом застосування широкозахватних сільськогосподарських агрегатів та використанням зернозбиральних комбайнів замість кукуруддозбиральних, є можливість для удосконалення технології вирощування кукурудзи.

В результаті, було запропоновано універсальний пристрій, який забезпечує одночасне подрібнення та розкидання стебла кукурудзи по поверхні поля в ширину захвату жатки комбайну під час збирання зернової частини врожаю.

Таким чином, були обґрунтовані приблизні параметри універсального пристосування для збирання кукурудзи, проведені розрахунки, що підтверджують ширину захвату жатної частини пристосування, і підібраний зернозбиральний комбайн для агрегування. Був розрахований головний вал приводу робочих органів мисів, а також обґрунтовані геометричні розміри роторів для протягування стебла та відділення зернової частини врожаю.

Також були розроблені заходи щодо охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки. Виділені небезпечні зони, які пов'язані з роботою збирального агрегату.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. Суми: Університетська книга, 2008. 450 с.
2. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
3. Довідник кукурудзоведа. /Під редакцією Д.С. Філева, П.І. Сусідко. – Дніпропетровськ: Промінь, 1973. 260 с.
4. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высшая школа, 1985. 416 с.
5. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. /За редакцією професора В.Ю.Ільченка. – Київ: “Урожай”, 1993. 286 с.
6. Звіти дослідного господарства Інститута зернового господарства УААН за 2003-2006 роки.
7. Індустріальна технологія виробництва кукурудзи. /Під редакцією А.І.Жолобова та ін. М: Росельхозіздат, 1983. 319 с.
8. Інструкція по експлуатації комбайна ДОН-1500Б.
9. Інструкція по експлуатації комбайна КСКУ-6.
10. Інструкція по експлуатації пристосування КМД-6.
11. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. / В.М. Лапін. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
12. Олексюк В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. – Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 47 с.
13. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: [http://ipal.at.ua/publ/okhorona\\_praci/mozhlivi](http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi)

14. Рослинництво з основами землеробства /М.А. Білоножка, І.С. Руденко, В.І. Мойсеєнко та ін.; за ред. М.А. Білоножка, І.С. Руденка. К.: Урожай, 1986. 224 с.
15. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
16. Циков В.С. Интенсивная технология возделывания кукурудзы. / Циков В.С., Матюха Л.А. – М: Агропромиздат, 1989. 247с.
17. Hevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.
18. Roman Hevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2020. — Vol 100. — No 4. — P. 62–74.

## **ДОДАТКИ**