

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Удосконалення процесу механізації збирання кукурудзи на зерно з
модернізацією молотильного апарату комбайна КЗС-9

Виконав: студент 4 курсу, групи М-3-20 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Лускань Максим Сергійович

Керівник: _____ Кобець Олександр Миколайович

Рецензент: _____

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г. В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Лускань Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення процесу механізації збирання кукурудзи на зерно з модернізацією молотильного апарату комбайна КЗС-9

керівник роботи Кобець Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«6» травня 2024 року № 984.

2. Строк подання студентом роботи _____ 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання та існуючих засобів механізації збирання кукурудзи. Патентний пошук, аналіз літературних джерел та останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз стану механізації збирання кукурудзи на зерно. 2. Аналіз сучасних технічних засобів збирання кукурудзи. 3. Обґрунтування параметрів та розробка молотильного пристрою

зернозбирального комбайна. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка вдосконаленого молотильного пристрою. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Патентний огляд. 2. Функціональна схема зернозбирального комбайна. 3. Складальне креслення молотильного пристрою. 4. Деталювання. 5. Економічні показники .

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
нормоконтроль	Бойко В.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання: 8.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Технологічний		
3	Конструктивний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

Студент

_____ (підпис)

Лускань М.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кобець О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.	Наймен.	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1			Текстові документи			
2						
3	A4	52ДП.026 000. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	67		
4						
5			Графічні матеріали			
6						
7	A1	52ДП.050.000.000.	Аналіз патентів	1	1	
8	A3	52ДП.050.000.000.СК	Агрегат кукурудзозбиральний. Схема конструктивна	1	2	
9	A3	52ДП.050.000.001.СК	Пристрій для балансування молотильного барабана. Складальне креслення	1	3	
10	A3	52ДП.050.000.003.	Автобалансир	1	4	
11	A3	52ДП.050.000.002.	Вал	1	5	
12	A1	52ДП.050.000.000.ПЕ	Техніко-економічні показники впровадження	1	6	
13						
14						
15						
16						
17						
18						
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.			
Розроб.		<i>Лускань М.С.</i>		Літ.	Лист	Листів
Перев.		<i>Кобець О.М</i>		у	1	
Т.контр.						
Н.контр.		<i>Кобець О.М</i>				
Зат.		<i>Теслюк Г.В.</i>				

АНОТАЦІЯ

Лускань М.С. Удосконалення процесу механізації збирання кукурудзи на зерно з модернізацією молотильного апарату комбайна КЗС-9 / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Тема дипломного проекту полягає в покращенні механізації збирання кукурудзи на зерно шляхом модернізації молотильного апарату комбайна КЗС-9. Основною метою цієї роботи є підвищення продуктивності збирання та зменшення втрат зерна.

Розглянуто особливості вирощування кукурудзи на зерно, проведений аналіз існуючих технологій та обладнання для збирання кукурудзи, визначення недоліків та шляхів їх усунення, виконано обґрунтування основних параметрів роботи молотильного пристрою, розроблені заходи з охорони праці при виконанні збиральних робіт. Виконана техніко-економічна оцінка впровадженого проекту.

Зокрема, проект передбачає розробку та впровадження конструктивних змін в молотильний апарат комбайна КЗС-9, які забезпечать підвищення надійності його роботи.

Ключові слова: кукурудза на зерно, механізація, молотильний апарат, комбайн КЗС-9, модернізація, продуктивність, ефективність.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО	9
1.1 Загальна характеристика кукурудзи.	9
1.2 Аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи на зерно.	11
1.3 Технології збирання кукурудзи на зерно.	14
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ПРОПОЗИЦІЇ ПО ЇХ ВДОСКОНАЛЕННЮ	19
2.1 Агротехнічні вимоги до збирання кукурудзи.	19
2.2 Біологічні та механіко-технологічні властивості кукурудзи, як об'єкту збирання.	20
2.3 Аналіз існуючих засобів механізації збирання кукурудзи на зерно.	23
2.4 Аналіз патентних джерел.	29
3. ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОЇ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МОЛОТИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ПРИ ОБМОЛОТІ КУКУРУДЗИ	35
3.1 Аналіз недоліків при роботі та обґрунтування схеми вдосконалення.	35
3.2 Обґрунтування основних параметрів пристрою.	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
4.1. Основні поняття охорони праці.	53
4.2 Вимоги безпеки перед початком збирання врожаю зернових культур.	54
4.3 Вимоги безпеки під час збирання врожаю зернових культур.	55
4.4 Заходи з безпеки після закінчення збиральних робіт.	56
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	58
5.1 Обґрунтування техніко-економічних показників проектуємої машини. ...	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	68

ВСТУП

Кукурудза є однією з найважливіших зернових культур у світі, яка займає ключове місце у глобальній економіці та продовольчій безпеці. Вона широко використовується не лише як продовольче зерно, але й як сировина для виробництва кормів, біопалива та різноманітних промислових продуктів. В Україні кукурудза займає одне з провідних місць серед зернових культур, завдяки своїм високим урожайним показникам, адаптивності до різних кліматичних умов і великому попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Історія вирощування кукурудзи налічує тисячі років і починається з її domestикації у Центральній Америці, де вона була основною культурою для багатьох корінних народів. Після відкриття Америки Христофором Колумбом кукурудза швидко поширилася по всьому світу, включаючи Європу та Азію. Сьогодні кукурудза є однією з основних культур у сільському господарстві багатьох країн, зокрема і України.

Для агропромислового комплексу України ця культура є не лише джерелом доходу для фермерів, але й основою для розвитку багатьох галузей промисловості. Високі врожаї та якість української кукурудзи роблять її конкурентоспроможною на світовому ринку, що сприяє зміцненню економічного становища країни.

Актуальність дослідження кукурудзи обумовлена необхідністю підвищення ефективності її вирощування, вдосконалення агротехнологій та забезпечення стійкості до зміни клімату. Зокрема, питання генетичного поліпшення сортів, розробка нових методів захисту рослин від шкідників і хвороб, а також оптимізація систем живлення та зрошення є критично важливими для забезпечення стабільних врожаїв і зниження витрат на виробництво.

У рамках даного дипломного проекту буде проведено детальний аналіз сучасного стану вирощування кукурудзи в Україні, вивчено основні проблеми

та перспективи розвитку галузі, а також розроблено рекомендації щодо покращення агротехнічних заходів. Основна мета дослідження полягає у підвищенні продуктивності та якості вирощуваної кукурудзи, що сприятиме зміцненню позицій України на міжнародному ринку зернових культур.

Отже, дипломний проект спрямований на створення пристрою для покращення механізації збирання кукурудзи, що є важливою складовою аграрного сектора України. Розробка та впровадження сучасних технологічних рішень у процесі механізованого збирання кукурудзи підвищать ефективність виробництва, поліпшать якість зібраного врожаю, забезпечать продовольчу безпеку, економічну стабільність та сталий розвиток агропромислового комплексу.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

1.1 Загальна характеристика кукурудзи.

Кукурудза є однією з найпоширеніших високопродуктивних сільськогосподарських культур, посідає важливе місце у забезпеченні продовольчої безпеки в багатьох куточках світу. У світі після пшениці та рису, кукурудза посідає третє місце за масштабами використання. Понад 110 тонн кукурудзи застосовується до вжитку людиною в усьому світі, з яких 30% споживається в Африці і 21% - саме на півдні Африки. У більш ніж 20 країнах, що розвиваються, на кукурудзу припадає 15-20% загального добового споживання калорій. Крім того, що кукурудза використовується як свіжа або оброблена їжа для людей, вона відіграє ключову роль у кормі для худоби та є важливою сировиною для промисловості. Вона має велике значення та широко використовується в різних напрямках виробництва готового продукту, зокрема для виробництва зерна, корму для тварин, застосовується як сировина для виробництва біоетанолу та інших продуктів, в чому має свою особливість та універсальність в порівнянні з іншими культурами. Ця культура посідає дедалі вищі позиції в рейтингу найбільш успішних для вирощування культур.

Зерно кукурудзи відоме своїм високим вмістом вуглеводів. Більшість вуглеводів у кукурудзи становлять складні вуглеводи, зокрема крохмал. У середньому, зерно кукурудзи містить приблизно 19-22 г вуглеводів на 100 г продукту. Кукурудза містить білки, але їх вміст не настільки високий порівняно з іншими джерелами білків, такими як м'ясо, риба або соя.

Загальний вміст білків в зерні кукурудзи може варіюватися від приблизно 9% до 12% від ваги сухої речовини. Вміст олії залежить від сорту кукурудзи, в зерні кукурудзи становить приблизно 3-5% від ваги сухої речовини.

Кукурудза є давньою землеробською культурою, країною її походження вважається Мексика. Кукурудза була однією з найважливіших культур у давніх американських цивілізаціях, з Мексики кукурудза поширилася до інших частин Америки, а потім і в інші частини світу завдяки європейським колонізаторам.

Коренева система кукурудзи є добре розвиненою і має кілька особливостей, які роблять її ефективною для забезпечення рослини водою та поживними речовинами, головний корінь кукурудзи росте вертикально вниз, та може проникати глибоко в ґрунт, що дозволяє рослині здобувати воду та поживні речовини з глибоких шарів ґрунту. Коренева система кукурудзи може також впливати на структуру та властивості ґрунту. Розгалужені корені можуть покращувати вентиляцію та водопроникність ґрунту, підвищуючи його родючість та стійкість до ерозії. Залежно від екологічних умов коріння кукурудзи можуть досягати глибини 200 см та розповсюджуватися в горизонтальній площині на відстань 70-100 см від основи стебла [1]. Кукурудза може мати різноманітні кольори зерен і листя в залежності від сорту та гібрида, наприклад: жовта, біла, синя, червона, фіолетова.

Кукурудза – висока однорідчна рослина з міцним прямостоячим стеблом є світлолюбивою культурою, що означає, що вона потребує значної кількості світла для оптимального росту та розвитку. Рослина негативно реагує на нестачу освітлення, оскільки в результаті цього відбувається затримка в рості культури, підвищена схильність до хвороб, зниження врожайності, тощо. Свою світлолюбивість рослина проявляє з самого початку, через тиждень після посіву кукурудза вже робить перші прояви сходів.

Останніми роками врожайність кукурудзи в Україні досягла найвищого рівня порівняно з іншими культурами, збільшившись майже вдвічі з початку 1990-х років. Основним фактором цього є прогрес у розвитку кукурудзи та селекції на врожайність, технологічний процес у розвитку техніки для збирання.

1.2 Аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи на зерно.

Вирощування кукурудзи на зерно є однією з ключових галузей сільського господарства, яка забезпечує продовольчу безпеку та важливий компонент в раціоні харчування людей та тварин по всьому світу. При середній урожайності 60 ц/га, включаючи стебла, стрижні й листя, з одного гектара можна отримати понад 6 тис. кг кормових одиниць і до 400 кг перетравного білка [2]. Забезпечення високої врожайності та якості кукурудзи на зерно стає завданням, яке перед фермерами ставить численні виклики, але й відкриває безліч можливостей для впровадження сучасних технологій у сільське господарство.

Ідеальними попередниками для кукурудзи на зерно є культури зернобобових, такі як соя, горох або квасоля. Крім того, варто враховувати як відмінну альтернативу для цієї культури озимі зернові-колосові, такі як пшениця чи ячмінь, які висіваються після парових культур. Використання таких попередників сприяє покращенню структури ґрунту, збільшенню родючості та зменшенню ризику поширення хвороб і шкідників.

За умов наявності достатнього забезпечення вологою через зрошення або значні опади, а також застосуванням різноманітних видів добрив, включаючи як мінеральні так і органічні, кукурудзу можна вирощувати протягом тривалого періоду – до п'яти років підряд. Однак, необхідно враховувати, що цей підхід може призвести до збільшення ризику поширення захворювань, які є характерними для кукурудзи, внаслідок тривалого вирощування цієї культури на тому ж полі. Серед найменш відповідних попередників для вирощування кукурудзи на зерно можна відзначити соняшник. Це пояснюється тим, що соняшник виснажує ґрунт вологою, яка є одним з ключових факторів для отримання високих врожаїв кукурудзи. Відтак, вирощування кукурудзи після соняшнику може вимагати додаткових заходів з відновлення родючості ґрунту та забезпечення оптимальних умов для зростання культури.

На сьогодні при вирощуванні кукурудзи в Україні впроваджуються нові технології вирощування та системи обробітку ґрунту, завдання яких є мінімільне використання техніки та створення умов забезпечення ідеального розвитку рослини. В перспективі ці технології не потребують обробітку, або потребують незначного обробітку ґрунту зі збереженням поверхневого шару ґрунту в результаті чого підвищують економічний ефект та зменшення затрат праці. Важливо зазначити, що сам процес обробки ґрунту під час вирощування кукурудзи на зерно часто потребує найбільших фінансових витрат у порівнянні з іншими аспектами сільськогосподарських робіт. Однією з ключових особливостей технологій вирощування кукурудзи є саме те, як ґрунт обробляється та як за ним доглядають, результатом цього є правильність вибору системи обробітку ґрунту.

Метод дискування ґрунту важкими боронами на глибину до 20 см є одним з поширених методів обробки ґрунту при вирощуванні кукурудзи. Зберігання та накопичування вологи, роботи з розпушенням ґрунту, роздрібненням та вкриттям залишками врожаю та боротьба з бур'янами - це лише деякі з завдань, що виконує вказана технологічна операція.

На важких ґрунтах досягається найбільша продуктивність під час оранки або розпушування. Проведення оранки або глибокого розпушування рекомендується не робити частіше, ніж один раз за період від 3 до 5 років. Проте оранка, проведена на ділянці, дозволяє виконати всі вищезазначені завдання, так само, як і дискування, включаючи повне загортання пожнивних решток і на глибину до 30 см.

Методика оптимізації вирощування кукурудзи на зерно передбачає застосування передових технологій, які спрощують процес вирощування та з меншою витрати з обробітку ґрунту. У цьому методі використовуються комбіновані ґрунтообробні машини, які здатні проводити комплекс операцій, необхідних для якісного передпосівного і основного обробітку ґрунту, в одному проході. Звичайно, робоча глибина не перевищує 14-16 см, що дозволяє досягти оптимальної структури ґрунту та запобігти проблемам зі

збереженням вологості, які є важливими факторами під час вирощування кукурудзи.

Мінімальна технологія вирощування кукурудзи на зерно, хоча і здатна прискорити і спростити процес обробки ґрунту, все ж має свої недоліки. Вона може призвести до незадовільної щільності щодо глибинних шарів ґрунту та виникнення проблем з нагромадженням вологості, що становить суттєвий вплив на ефективність вирощування кукурудзи на зерно.

Метод вирощування кукурудзи на зерно з використанням «Нульової» (No-till) технології є сучасним підходом, що полягає у відмові будь-якої обробки ґрунту перед посівом. Але використання технології можливе лише за наявності спеціальних машин, що працюють в необробленому ґрунті. Перевагами нульової технології полягають у збереженні палива та зерна, а також у зменшенні потреби у використанні більшої кількості сільськогосподарської техніки для культивування кукурудзи на зерно. Проте варто враховувати, що різке зниження врожайності, порівняно з мінімальною, становить основне обмеження для широкого впровадження цієї технології.

Використання технології смугового обробітку (Strip-till) є перспективною технологією, оскільки цей інноваційний підхід передбачає оброблення ґрунту лише в зоні майбутнього рядка посіву, залишаючи міжряддя недоторканими. Крім того, застосування цієї передової методики демонструє не лише ефективне формування ідеальної щільності ґрунту в обробленій зоні між рядками, але й здатність зберігати вологу в цих зонах за рахунок присутності на полі пожнивних решток, а також в глибоких шарах ґрунту, що сприяє кращому проникненню кореневої системи рослини у глибокі шари ґрунту. Крім числених переваг, технологія також має деякі недоліки, оскільки можливе збільшення втрат ґрунту внаслідок водостіку в оброблених рядках у випадку сильних дощів або навіть можливості посилення втрат ґрунту через ерозію вітру у відкритих зонах. Успішне впровадження технології strip-till вирощування кукурудзи на зерно вимагає від фахівців високої кваліфікації та професіоналізму. Багаторазові переваги цього підходу

в сільському господарстві роблять важливими знання та досвід використання смугового обробітку.

За останні десятиліття вирощування кукурудзи пройшло значний шлях трансформації завдяки впровадженню інтенсивних технологій. Інтенсивні методи вирощування кукурудзи стали можливими завдяки новим сортам рослин, ефективним агротехнічним прийомам та використанню сучасних засобів захисту рослин. Цей процес передбачає використання передових методів, спрямованих на підвищення врожайності та зниження витрат. Інтенсивна технологія виявилась ефективною для зменшення кількості технологічних операцій у ґрунті. Під час вегетаційного періоду кукурудза має особливі вимоги щодо догляду. З метою забезпечення оптимального росту та розвитку рослин, міжрядний присип бур'янів у захисних зонах здійснюється неодноразово. Це важливий етап, який забезпечує приборкування небажаної рослинності та уникнення конкуренції з кукурудзою. Боронування поля також здійснюється за необхідністю, але з великою увагою до ділянок засіву кукурудзи. Однак однією з ключових цілей технології є зниження проникнення хімічних речовин з пестицидів в зерно кукурудзи. Це вимагає впровадження процесу максимального обмеження використання хімічних засобів захисту.

1.3 Технології збирання кукурудзи на зерно.

Збирання врожаю кукурудзи є важливим етапом у циклі вирощування цієї культури, який безпосередньо впливає на якість та кількість отриманого урожаю. З урахуванням розвитку сучасних технологій та постійного пошуку ефективних методів виробництва, збирання кукурудзи стає предметом уваги для досліджень інноваційних підходів та перспективних рішень.

Оптимальний час для збирання кукурудзи у качанах настає в кінці воскової і початку повної стиглості. В цей момент вологість зерна досягає рівня 30...35%, що є оптимальним для збирання з метою мінімізації втрат. Важливо зазначити, що збирання з обмолотом качанів рекомендується

починати при вологості зерна 25...21%. Це забезпечує оптимальну роботу машин і допомагає знизити втрати зерна під час обмолоту. До початку збирання кукурудзи у качанах, важливо враховувати, що накопичення органічних речовин у зерні припиняється. У цей момент зерно досягає повної фізіологічної стиглості, що впливає на якість продукту збирання.

Відтермінування збирання та збільшення строків проведення цих робіт призводить до збільшення втрат врожаю в декілька разів, що не допускається. Це пояснюється тим, що під час зупинки росту рослин збільшується ймовірність їхнього схилу, качани опускаються на стебла, а зниження вологості зерна до 20% призводить до підвищеного відривання зерна від качана під час контакту з робочими органами машин. У зв'язку зі затримкою збирання врожаю, його якість значно погіршується. Під впливом дощів та морозів качани втрачають харчову цінність зерен через зниження їхньої якості та втрату поживних речовин.

Тривалість збирання кукурудзи залежить від того, які гібриди використовуються та стану зерна. Якщо йдеться про очищені качани, процес не має перевищувати 20-25 днів. Для обмолоченого зерна цей час складає 10-15 днів. Початок збирання рекомендується починати у разі коли вологість зерна досягне оптимального рівня.

Технології збору врожаю стосовно кукурудзи в різних регіонах країни досі використовують три різновиди механізованого збирання:

1. Технологія збирання без очищення качанів.
2. Технологія збирання з одночасним очищенням качанів.
3. Технологія збирання з обмолотом качанів.

Використання першої технології збирання кукурудзи, яка передбачає збереження зерна у воскових обгортках, обумовлене необхідністю забезпечення ефективного процесу збору врожаю. Качани, що мають воскову стиглість зерна та зберігаються в обгортках, після збирання підрізаються за допомогою стаціонарних машин для подальшої обробки. Ця методика також пояснюється особливостями фізико-механічного стану продукту збирання,

який потребує особливого підходу у процесі обробки та зберігання. У регіонах з високим рівнем вологості, на ранніх етапах збирання врожаю, особливо коли стикаються з гібридами, які мають щільно прилягаючі обгортки, навіть за використання очищувача качанів на комбайні може бути складно досягти належної чистоти. У таких випадках зібраний матеріал направляють на подальшу обробку на стаціонарних машинах, де качани доочищують від обгорток, дообмолочують з використанням молотарок. Неочищені або частково очищені качани кукурудзи, при правильному налаштуванні обладнання, можуть бути обмолочені не гірше, ніж повністю очищені.

У більшості регіонів країни основним методом збирання кукурудзи є друга технологічна схема, яка передбачає одночасне очищення качанів від обгорток. Використання цієї схеми залежить від надійного дозрівання гібридів кукурудзи.

Також важливим фактором є вибір групи скороспілості гібридів, який здійснюється відповідно до характеристик ґрунту та мікроклімату конкретного регіону. Під час збирання гібридів, ця технологія проявляє свою ефективність завдяки особливостям качанів: їх обгортка розпушена і не щільно прилягає, тому легко очищається спеціальними робочими органами очищувача.

Застосування третьої технології збирання з обмолотом качанів є найбільш ефективним і прибутковим методом, оскільки організація робіт спрощується з відсутністю в потребі певних спеціальних машинах для обробки зібраної маси, таких як очищувачі качанів, молотарки. Зернозбиральні комбайни, які використовуються в цьому методі, також можуть працювати протягом довшого сезону, що дозволяє підвищити загальну продуктивність і ефективність збирання урожаю кукурудзи.

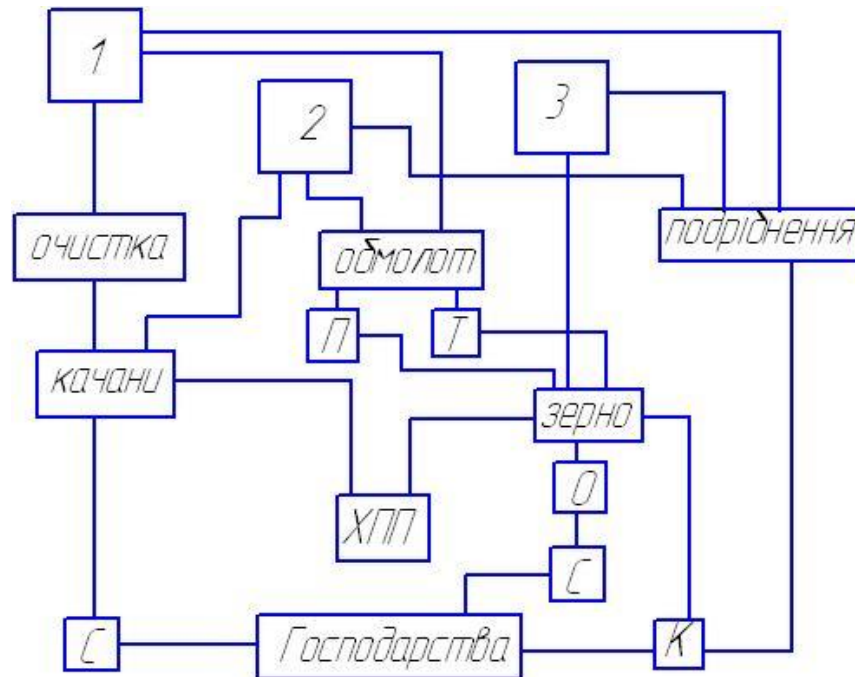


Рис.1.1. Структура технологічних процесів збирання врожаю кукурудзи на зерно: 1, 2 та 3 - технології збирання; П,Т - обмолот качанів в полі або на току; О та С - очищення та висушування зібраного продукту; К - консервація урожаю з високим вмістом вологи; ХПП - хлібоприймальний пункт.

Економічні переваги використання методу збирання кукурудзи з обмолотом качанів виявляються у значній знижці витрат та економії грошових коштів. Порівняно зі збиранням кукурудзи в качанах, цей підхід дозволяє скоротити витрати у 2,5 рази, а також зекономити кошти від 1,5 до 2 разів. Така економічна вигода робить цей метод привабливим для аграрних підприємств, допомагаючи їм оптимізувати бюджет і забезпечувати більш ефективне використання ресурсів. Це також може підвищити прибутковість сільськогосподарського виробництва та зробити його більш конкурентоспроможним на ринку.

Висновок: Вирощування кукурудзи є важливою галуззю сільського господарства, яка вимагає високої технологічності та ефективного використання ресурсів. Розвиток нових технологій у вирощуванні кукурудзи,

таких як застосування гібридних сортів, оптимізовані методи обробітку ґрунту та використання відповідної агротехніки, сприяє підвищенню врожайності та якості продукції. Різноманітні способи збирання врожаю, зокрема обмолот качанів, дозволяють забезпечити оптимальну ефективність та економічність процесу збирання. Ці технологічні підходи не лише забезпечують стабільний виробничий процес, але й сприяють збільшенню прибутковості та конкурентоспроможності у сільському господарстві.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ПРОПОЗИЦІЇ ПО ЇХ ВДОСКОНАЛЕННЮ

2.1 Агротехнічні вимоги до збирання кукурудзи.

Вирощування кукурудзи є складним процесом, який вимагає дотримання ряду агротехнічних вимог для досягнення оптимального врожаю. Збирання кукурудзи є ключовою стадією в цьому процесі, яка потребує особливої уваги та дотримання певних правил.

Розглянемо ключові агротехнічні аспекти, які варто враховувати під час збирання кукурудзи, щоб забезпечити якісний та високий врожай:

1. Збирання зерна кукурудзи починається в кінці фази воскової стиглості та на початку повної стиглості качанів, або з одночасним їх обмолотом [2];
2. Тривалість збирання не має перевищувати 17 календарних днів;
3. Мінімальна кількість зібраних качанів повинна становити не менше 98 %;
4. Дозволяється присутність зерна у дрібно нарізаній масі листя та стебел до 1,5 %;
5. Ефективність очищення качанів кукурудзи від обгорток при збиранні 75–82 %. Травмування зерна не більше 1 %, вилучення зерна – до 1 %;
6. Робочі органи зернозбирального комбайна забезпечують повний вимолот зерна із качанів. Допустимий недомолот у верхній частині качана (дрібне зерно) – не більше 0,5 %;
7. Робочі органи комбайна виконують повне очищення зерна від залишків качанів і стебел. Допускається засміченість зерна в бункері домішками не вище 2,5%;

8. Якщо збирання певного сорту триває більше 7 днів після дозрівання, втрата врожаю збільшується: затримка в 20 днів може призвести до втрати близько 11%, а більше 30 днів - до 20%;

9. Кукурудзу в качанах збирають за вологості зерна 40%, а з обмолотом зерна – 30% [3];

10. Робоча швидкість комбайна має становити від 5 до 10 км/год, забезпечуючи високу продуктивність та ефективність процесу збирання;

11. Оптимальна висота зрізання від 100 до 150 мм;

12. Машини для збирання кукурудзи повинні мати здатність зрізати стебла на висоті до 4 метрів;

13. Не допускається наявність ґрунту у подрібнених качанах і стеблах.

2.2 Біологічні та механіко-технологічні властивості кукурудзи, як об'єкту збирання.

Кукурудза є однорічною рослиною злакових, що має багато характеристик, включаючи теплолюбність. Найбільш сприятлива для її проростання температура коливається від 10 до 12 °С, але з висівом у прохолодну і надмірно вологу ґрунт, цей процес може бути уповільнений. Селекціонери вдало вивели типи кукурудзи, які можуть розвиватися при 5-6 °С, що забезпечує більшу стійкість до низьких температур. Крім того, сходи кукурудзи можуть витримувати температуру до -3 °С на початкових стадіях росту. Проте, ранні осінні заморозки, особливо при мінус 2-3 °С, можуть пошкодити зерно незрілих качанів та значно погіршити їх якість. Різні сорти та гібриди реагують на температуру по-різному, зубоподібні сорти більш вимогливі до тепла, ніж кременисті.

Оптимальна температура для росту кукурудзи: [4]

- Середньодобова температура до 25 °С є найбільш оптимальною.
- При температурі 14-15 °С ріст рослин сповільнюється.
- При температурі 10 °С ріст зупиняється.

- Високі температури (25–30 °С) до цвітіння добре сприймаються кукурудзою.
- При температурі понад 30-35 °С під час викидання волотей і формування качанів може бути порушено процес цвітіння і запліднення рослин.
- Максимальна температура, за якої ріст кукурудзи припиняється, становить 45-47 °С.
- Сума біологічно активних температур для дозрівання різних груп гібридів і сортів кукурудзи:
 - Скоростиглі - 1800–2000 °С,
 - Середньоранні і середньостиглі - 2300-2600 °С,
 - Пізньостиглі - 3000-3200 °С.

Вирощування кукурудзи буде покращено при кислотності в ґрунтах у діапазоні 6.0 – 7.0 рН. Якщо рівень кислотності у ґрунті опуститься нижче 5,6, це значно позначиться на врожайності, її зниження буде помітним, а при значенні рН 4,0 рослини кукурудзи не будуть виживати. Поживні речовини мають ключове значення для здоров'я та розвитку кукурудзи, тому ґрунт повинен мати баланс необхідних макроелементів азоту, фосфору, калію, які культура буде споживати до моменту досягнення генеративного росту. Ідеальна щільність ґрунту для цієї культури коливається в межах від 1,1 до 1,3 г/см³.

Зернові врожаї кукурудзи на великій площі досягають 60-65 центнерів на гектар, що еквівалентно видаленню з ґрунту до 200 кг азоту, 60 кг фосфору та 170 кг калію, тому кукурудза потребує родючих ґрунтів для високої врожайності. У період від моменту виходу рослини в трубку (11-13 листків) до початку молочно-воскової стиглості найбільша потреба в поживних речовинах, особливо в азоті та калію [5].

Кукурудза також реагує на використання добрив на своїх полях, і правильне їх застосування може суттєво покращити її врожайність та якість.

Зокрема, для поживлення рослин широко використовують органічні добрива, серед яких гній є дуже популярним. Гній вносять під час оранки у кількості від 20 до 40 тонн на гектар. Це дозволяє забезпечити рослини необхідними поживними речовинами для їх здорового росту та розвитку.

Важливим показником для ґрунту також є пропускана здатність вологи та її утримання для підтримки росту рослин, зокрема в період засухи. Недостатність вологи може спричинити зменшення врожаю та впливати на якість зерен кукурудзи. Суха погода може також збільшувати ризик стресу для рослин, що зробить їх більш вразливими до хвороб та шкідників. Глинисті ґрунти можуть бути корисними для утримання вологи, але важливо уникати густих глинистих ґрунтів, які можуть стати занадто збитими. Ґрунт повинен мати добрий дренаж, щоб уникнути застою води, особливо в періоди збору врожаю та весняних робіт.

Після вирощування ранніх попередників, використовують дискові лущильники та дискові борони для обробки ґрунту. Потім проводять оранку на глибину 25-30 см. Ці кроки допомагають підготувати ґрунт для наступного посіву кукурудзи, забезпечуючи оптимальні умови для росту та розвитку рослин.

Перед посівом кукурудзи, проводиться раннє весняне боронування, що дозволяє підготувати ґрунт до посіву шляхом розрівнювання та розігрівання його, що сприяє швидшому проростанню насіння та росту молодих рослин кукурудзи, також проводять використання гербіцидів для отримання оптимальних умов росту кукурудзи, знижуючи конкуренцію від бур'янів та покращуючи врожайність

Дані про рослини кукурудзи будуть використовуватись для обґрунтування якісних параметрів прибирання зернової частини урожаїв і подрібнення незернової частини рослин [6].

1. Висота рослин може коливатися від 1400 до 3200 міліметрів;
2. Вологість листо-стеблової маси для ремонтантних видів кукурудзи становить 65-70%, а для інших видів - 30-35%;

3. Зусилля, необхідне для відокремлення качана при повній зрілості, складає від 100 до 150 Н;
4. 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;
5. Верхня частина стебел рослин закінчується волоттю, і цей факт враховується при розробці пристрою для відокремлення качанів.
6. Густина рослин при збиранні може коливатися від 25 до 110 тисяч штук на гектар, залежно від типу гібрида.
7. У відсутності прогалин між зернами, зернини щільно прилягають одна до одної. Сила, необхідна для вилущування першого зерна, становить 30- 40 Н і зменшується до 20-30 Н по мірі зменшення кількості зерен на качані.

2.3 Аналіз існуючих засобів механізації збирання кукурудзи на зерно.

Важливість питання аграрного сектору буде постійно розглядатись, тому важлива ефективна механізація процесів вирощування та збирання сільськогосподарських культур є ключовою складовою для забезпечення високих врожаїв та зниження витрат на виробництво. Однією з таких важливих культур є кукурудза, яка займає значну площу в сільському господарстві. Аналіз існуючих засобів механізації збирання кукурудзи на зерно стає необхідним кроком для вдосконалення виробничих процесів, підвищення продуктивності та економічної ефективності вирощування цієї важливої культури, відповідно дослідження різноманітних технологій, обладнання та методів, спрямованих на оптимізацію процесу збирання кукурудзи, має велике значення для розвитку сільськогосподарського виробництва.

Вітчизняні збиральні машини кукурудзи на зерно є важливою складовою сільськогосподарського сектору України, де вирощування цієї культури займає значну площу. На ринку присутні різноманітні моделі, які

виробляються вітчизняними виробниками з урахуванням потреб аграрного сектору та відповідно до сучасних технологічних стандартів. Такі машини оснащені спеціальними насадками та системами, які дозволяють ефективно видаляти зерно з качанів та забезпечують мінімальні втрати врожаю. Два з найбільш поширених підходів це збирання з подальшим очищенням качанів на стаціонарі та збирання за допомогою жаток-приставок до зернозбиральних комбайнів, таких як ППК4, ПЗКС-6 та КМД-6.

Технологічне обладнання кукурудзозбиральних комбайнів поділяється на кілька типів в залежності від методу обробки качанів кукурудзи. Першим типом є комбайни, які збирають качани кукурудзи без їх очищення від обгорток. Для цього використовуються пристрої, які здатні збирати качани із зерном безпосередньо з поля. Другий тип - це комбайни, що збирають кукурудзу з очищенням. Ці комбайни оснащені спеціальними системами для очищення качанів від зайвих частин, таких як обгортки, що дозволяє збирати лише зерно. Третій тип - комбайни з обмолотом качанів. Ці комбайни використовуються для обмолоту качанів кукурудзи, в результаті чого зерно відокремлюється від обгорток. Для видалення обгорток з качанів кукурудзи застосовуються різноманітні методи. Серед них - використання пересувних причіпних або напівначіпних очисників із роторними або конвеєрними підбирачами качанів. Крім цього, широко використовуються також стаціонарні очисники та молотарки, які забезпечують ефективне видалення обгорток і обмолот качанів кукурудзи з високою якістю.

У сільському господарстві України працюють різні типи кукурудзозбиральних комбайнів, такі як руслові дво-, трирядні причіпні та шестирядні самохідні моделі. Крім цього, існують спеціальні пристрої для зернозбиральних комбайнів руслового типу, включаючи чотири- та шестирядні варіанти.

ККУ-2 – перший розроблений дворядний вітчизняний комбайн, який був пізніше удосконалений і випущений під назвою КУ-2А (рис. 2.1.),

випускався з 1949 по 1958 роки, не зважаючи на сподівання конструкторів, ця модель не виправдала очікувань і була припинена.

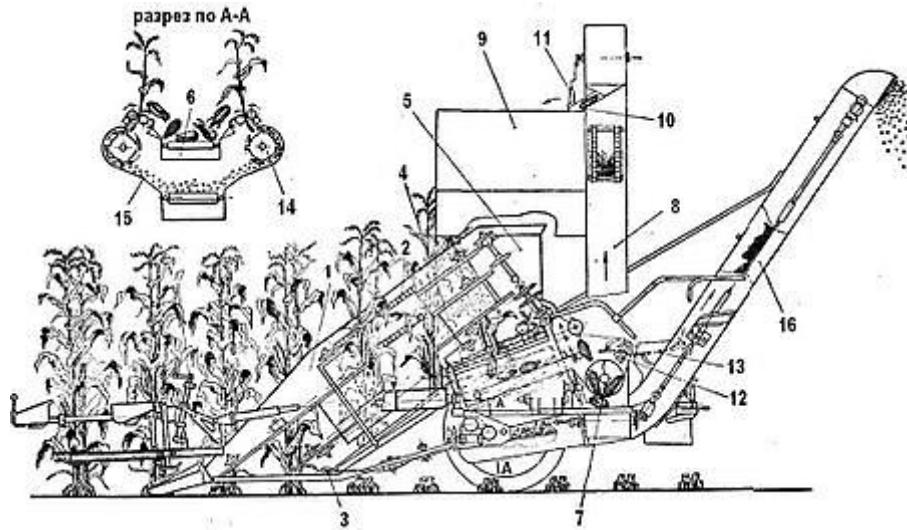


Рис. 2.1. Схема роботи кукурудзозбирального комбайна КУ-2А:

1 - дільники; 2 - ланцюги, що подають; 3 - ріжучий апарат; 4 - початковідривні вальці; 5 - приймальні камери; 6 - приймальний транспортер качанів; 7 - шнек; 8 - вивантажний транспортер качанів; 9 - бункер; 10 - лоток, що коливається; 11 - механізм лотка; 12 - стеблоуловлювальні вальці, 13 - приймач; 14 - подрібнюючі барабани; 15 - камера; 16 - транспортер подрібненої маси.

Під час руху комбайну КУ-2А стебла кукурудзи, які потрапляють у русла між дільниками, захоплюють та піднімаються до ріжучого апарату. Після різання стебла переміщуються вертикально до вальців, де нижні кінці стебла ковзають по нахилених лотках. Поблизу заднього кінця лотка комлі стебла потрапляють у гирло вальців, які захоплюють їх і притягують вниз. Тим часом стебла продовжують рухатися назад за рахунок гвинтових рифів на уривчастих вальцях.

Під час процесу протягування стебел між вальцями кукурудзи качани відокремлюються від стебел і опускаються на ланцюгово-планчатий транспортер. Потім вони пересуваються через шнек до елеватора качанів. Елеватор захоплює качани своїми скребками та транспортує їх до бункеру. Під час цього процесу стебло подрібнюється у барабані. Після подрібнення, маса

викидається барабаном на елеватор та перевозиться ним до причіпного копнувача. Кожного разу, коли копнувач заповнюється, масу вивантажують у транспортний засіб. Також можна використовувати тракторний візок для вивантаження подрібненої маси. Обслуговування комбайна вимагає присутності трьох осіб: тракториста, комбайнера і копнувальника.

Комбайнобудівний завод у Херсоні з 1956 року розпочав виробництво кукурудзозбиральних комбайнів "Херсонець", відома модель яких - ККП-3 "Херсонець-9" (рис.2.2.). Це була універсальна причіпна трирядна машина, призначена для збирання всього врожаю кукурудзи з врожайністю до 200 ц/га качанів на продовольче і фуражне зерно. Вона здійснювала одночасний збір і подрібнення листово-стеблової маси за такими технологічними схемами:

- Збирання качанів кукурудзи на етапі молочно-воскової стиглості без проведення очищення (рис.2.2А.);
- Збирання кукурудзи з одночасним очищенням качанів від обгорток (рис.2.3Б.).

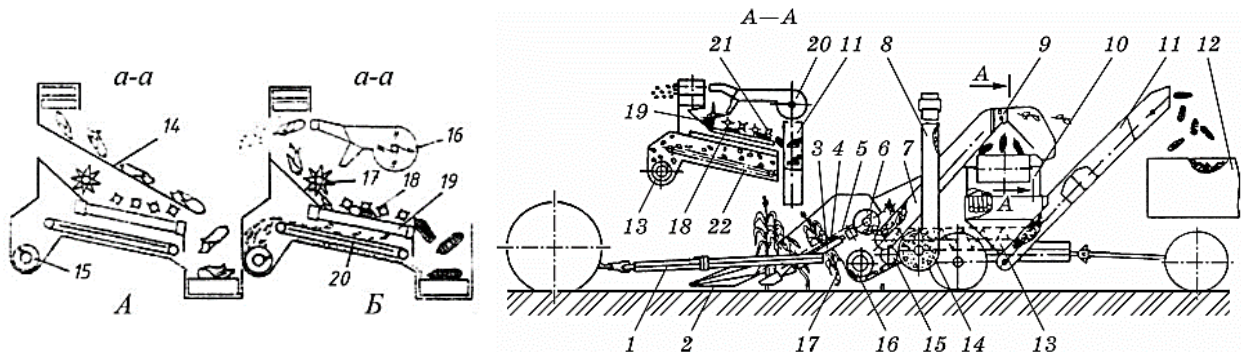


Рис. 2.2. Технологічний процес функціонування кукурудзозбирального комбайна ККП-3 "Херсонець-9":

А - Збирання кукурудзи без видалення обгорток з качанів.

Б - збирання кукурудзи з очищенням качанів.

Стебла кукурудзи, під час переміщення комбайна вздовж рядків направляються у русла жатки, де їх захоплюють ланцюги і вводять у качановідривний апарат. В апараті вальці протягуються через щілину між плас

тинами, що знаходяться на відстані, меншій за діаметр качана, що призводить до розділення качанів. Різальний апарат 17 зрізає стебла кукурудзи, а потім частково подрібнюються перед тим, як бути направленими на шнек для обробки листостеблової маси 16. Ланцюгами качани подаються до шнека 6. Наступним етапом є переміщення їх транспортером до очисника, де вентилятор 20 розділяє легкі компоненти, а потім ущільнювальний механізм 21 натискає їх на вальці 18. Качани попадають у приймальну камеру конвеєра 11 і з неї переходять у причіп 12, який з'єднаний з комбайном. Оболонки разом із зрізаними стеблами, подаються до приймального бітера 15, де відбувається їх ущільнення та направлення у подрібнювач 14. Після подрібнення маса переміщується у транспортний засіб через шнек листостеблової маси 16.

У випадку коли кукурудза ще не досягла повної стиглості, але вже може бути зібрана для подальшої обробки, використовують спеціальне обладнання. Замість того, щоб використовувати барабани для відділення качанів від рослин, встановлюють скатну дошку. Це дозволяє качанам краще перескочувати на конвеєр для подальшої обробки. Після цього качани кукурудзи вивантажуються у візок для транспортування, неочищеними. Такий підхід допомагає зберегти якість кукурудзи та зробити процес збирання більш ефективним, оскільки дозволяє знизити втрати і забезпечити більш швидке та точне очищення качанів перед транспортуванням.

На сьогодні при збиранні кукурудзи на зерно є актуальним використання приставок (рис.2.3.), які монтують на передню частину комбайнів КЗС-9-01, СК-5, РСМ-10, та інші, які попередньо регулюються під ефективну роботу (рис. 2.4.). Вони дозволяють підвищити продуктивність, ефективно використовувати ресурси та зберігати якість врожаю. Завдяки різноманіттю моделей, приставки стають універсальними і можуть працювати в різних умовах, що допомагає оптимізувати виробничі процеси та зменшувати витрати. Конструкція жаток для збирання кукурудзи на зерно майже ідентична між різними моделями. Однак, вони можуть відрізнитися за

кількістю рядків, які збираються одночасно, шириною збирання та розміщенням привідних елементів. Наприклад, деякі жатки можуть збирати більше кукурудзи за прохід, а інші можуть пристосовуватися до роботи на обмежених просторах, ці відмінності дозволяють вибрати оптимальний варіант для конкретних потреб.

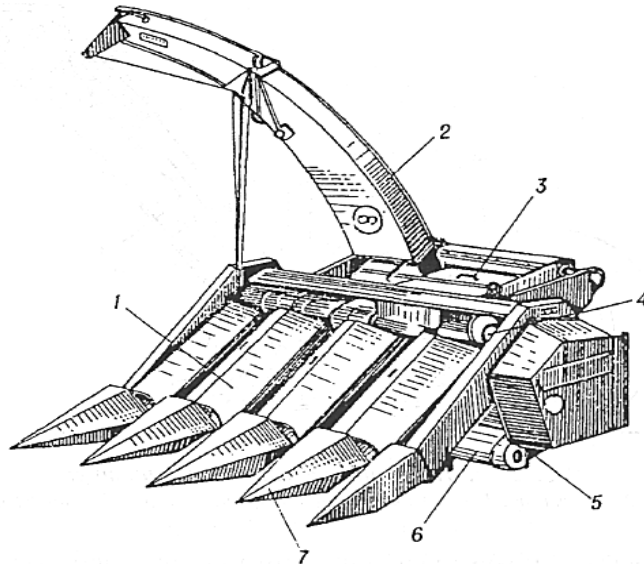


Рис. 2.3. Загальний вигляд кукурудзозбиральної приставки:

- 1 - русло; 2 - труба подрібнювача; 3 - похила камера; 4 - шнек качанів;
5 - шнек стебел; 6 - різальний апарат; 7 – мис;

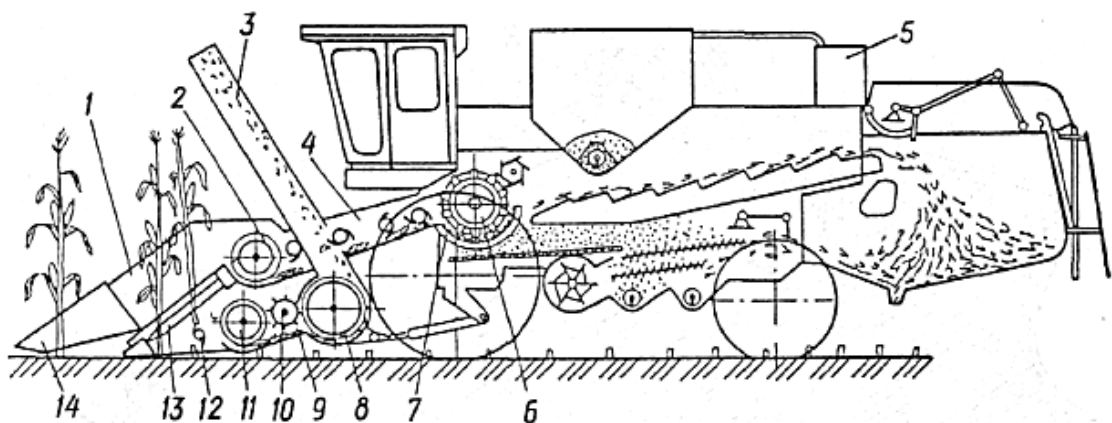


Рис. 2.4. Схема функціонування зернозбирального комбайну з пристроєм для збирання кукурудзи:

1 - жатка; 2 - шнек качанів; 3 - труба; 4 - похила камера; 5 - противага; 6 - молотильний барабан; 7 - дека; 8 - подрібнювальний барабан; 9 - протиризальна пластина; 10 - бітер; 11 - шнек стебел; 12 - роторний різальний апарат; 13 – качановідокремлююче русло; 14 – мис.

2.4 Аналіз патентних джерел.

Під час проведення пошуку патентів були відібрані та обрані для подальшого детального аналізу такі патентні джерела:

Патент № 127698 «Молотильно-сепаруючий пристрій».

Ця корисна модель відноситься до сфери сільськогосподарського машинобудування і може використовуватися при конструюванні пристроїв для обмолоту, витирання та сепарації сільськогосподарських культур.

Метою корисної моделі є молотильно-сепаруючий пристрій, в якому завдяки змінні форми елементів конструкції, введенні нових елементів та використанні конструкції деки з каркасом, тим самим покращити умови процесу обмолоту, підвищити інтенсивність обмолоту та сепарації зерна в молотильному зазорі. Молотильно-сепаруючий пристрій (рис. 2.5.) включає молотильний барабан 1 і охоплюючу його дугоподібну деку 2, виконану у вигляді поздовжніх відносно барабана 1 змінних секцій 3, 10 закріплених в каркасі 4. Каркас 4 деки включає дугоподібні ребра 5, які жорстко з'єднані з поздовжніми планками 6. Для встановлення змінних секцій 3 в каркасі 4 деки по радіусу дуги дугоподібних ребер 5 виконані пази 7.

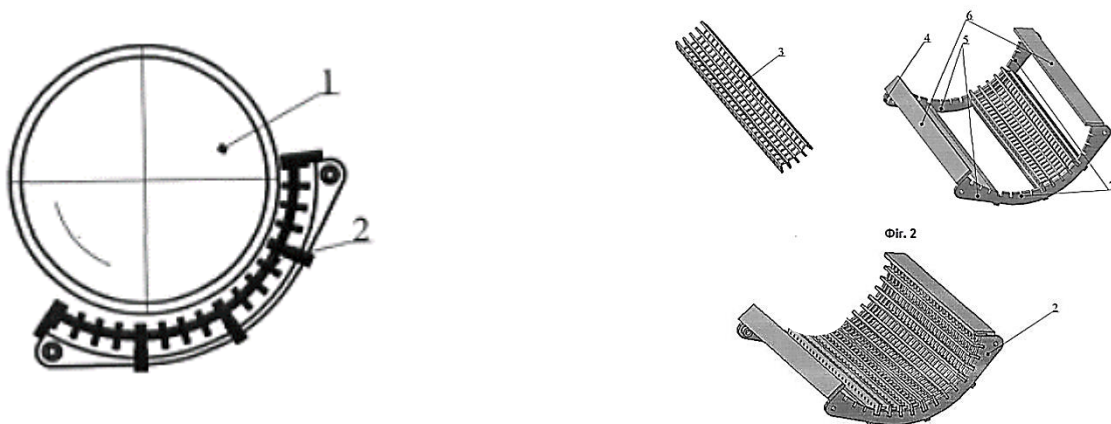


Рис. 2.5. Схема молотильного пристрою за патентом № 127698

Молотильно-сепаруючий пристрій працює наступним чином. Маса для обмолоту подається в молотильний зазор між барабаном 1 і декою 2. На вході в молотильний зазор маса піддається ударним діям робочих органів барабана 1, та під дією цього протягується по робочій поверхні змінних секцій 3 деки 2, де відбувається вимолот і сепарація зерна крізь сепаруючу поверхню. При необхідності заміни змінних секцій 3 необхідно вийняти їх з пазів 7 каркаса 4, виконаного з дугоподібних ребер 5 та повздовжніх планок 6 і відповідно вставити в ці пази інші секції 3.

Патент № 43377 «Молотильний барабан»

Винахід відноситься до галузі сільськогосподарського машинобудування і може використовуватись у сільському господарстві, зокрема в машинах та обладнаннях для обмолоту зернових та інших культур, у тому числі в зернозбиральних комбайнах. Метою винаходу є молотильний барабан, у якому шляхом використання бичів нової конструкції досягається збільшення терміну його експлуатації.

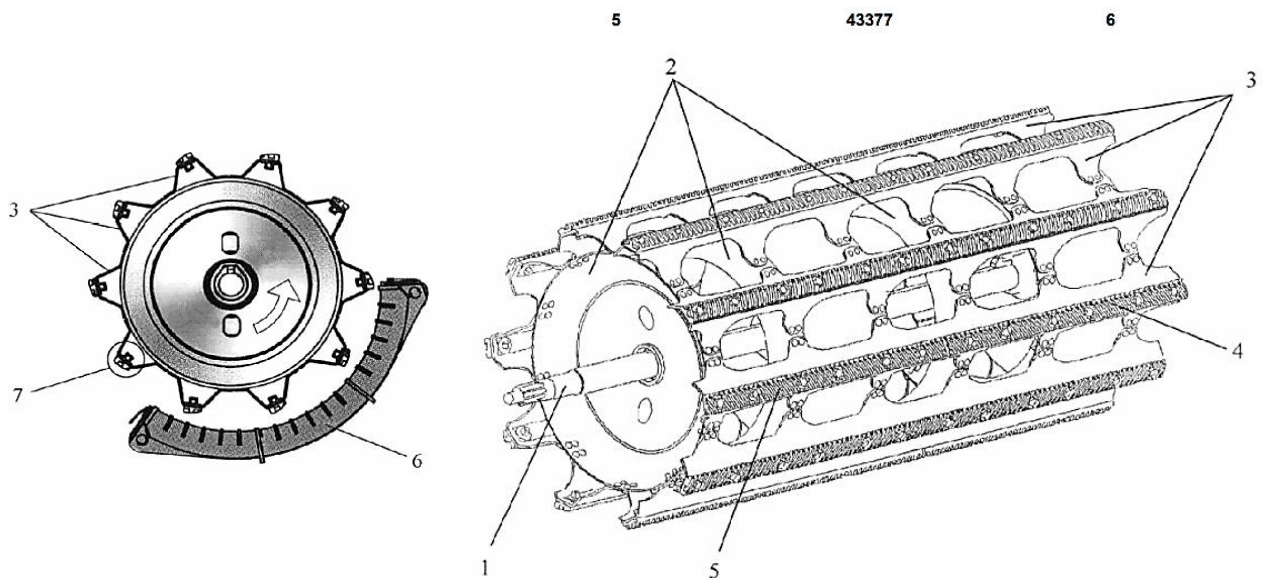


Рис. 2.6. Схема молотильного пристрою за патентом № 43377

Молотильний барабан (рис. 2.6.) складається із вала 1, на якому змонтовані диски 2. До кожного диска 2 прикріплені підбильник 3. На

барабані встановлена парна кількість підбичників. На кожному підбичнику закріплені бичі 3. Кожен бич складається з двох повздовжніх суміжних секцій 4 і 5. Секції бил 4 і 5 закріплені на підбичниках болтами з гайками. Секції бичів встановлені таким чином, що суміжні секції 4 і 5, які закріплені на спільному підбичнику 3, мають рифлі однакового напрямку нахилу до осі обертання барабана, а бичі з лівим та правим напрямом нахилу рифлів на барабані перемінно чергуються. Під молотильним барабаном встановлено деку 6.

Під час обертання барабана з великою швидкістю хлібна маса, яка підлягає обмолоту, захоплюється бичами 7 барабана і переміщується у зазорі між бичами 7 і декою 6. При цьому бичі 7 ударяють і ковзають по стеблах і колосках, стебла сковзають одне відносно одного, а також по ребристій поверхні деки 6, внаслідок чого відбувається вимолот зерна із колосків, зминання, розрив та перетирання соломи.

При роботі молотильного барабана зношування бичів 7 відбувається найбільше у середній частині. Через певний період експлуатації барабана рифлі у середній частині бичів 7 зношуються до певного (допустимого) значення. У цей час суміжні секції 4 і 5 одного бича міняють місцями. Так зношені частини бичів розташовуються з боків барабана, а менш зношені - у середній частині. У результаті цього вирівнюється зазор між бичами 7 та планками деки 6, оскільки внаслідок експлуатації молотильного апарата має місце деякий допустимий прогин і знос планок деки 6 у середній їх частині. За рахунок вирівнювання молотильного зазору по всій довжині (між бичами 7 та планками деки 6) зменшується пошкодження зерна, відбувається більш якісний обмолот хлібної маси. А також за рахунок зміни секцій 4 і 5 місцями продовжується термін експлуатації бичів 7 і повністю використовується їх ресурс (до зносу рифлів у середній частині бича 7 до граничної висоти).

Патент № 74677 «Молотильний барабан»

Винахід відноситься до сільськогосподарського машинобудування, а саме до обладнань для обмолоту зернових та інших культур, зокрема,

насінневих ділянок. В основу винаходу поставлено задачу удосконалення процесу вимолоту зерна та зниження травмованості, шляхом застосування бичів, у вигляді ребристого профілю виготовлених із зносостійкого полімерного композиційного матеріалу.

Зниження травмування досягається тим, що в молотильний барабан включені еластичні бичі, армовані металевими пластинами і закріплені на підбичах, виконані зігнутими з утворенням V-подібного профілю в площині, перпендикулярній осі барабана, причому частина кожного бича розміщена перед лобовою поверхнею підбича.

Еластичний бич (Рис. 2.7.) 1, армований металевією пластиною 2, яка розташована на відстані 0,3-1,0 мм від основи і наряду з отворами 3 для кріплення бича до барабана має два ряди технологічних отворів 4 для надійного з'єднання з полімерною складовою.

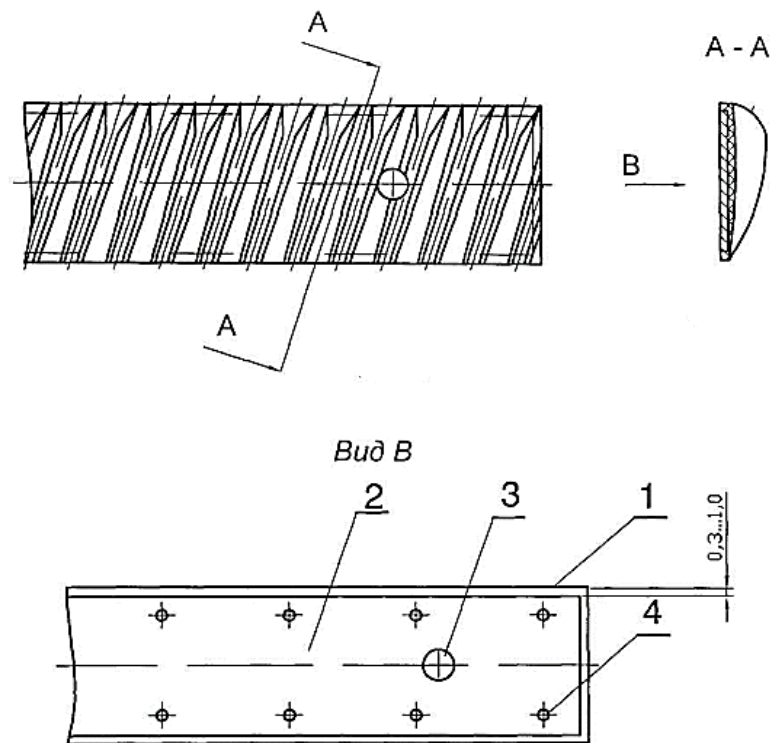


Рис. 2.7. Схема молотильних бичів за патентом № 74677

Патент № 50856 «Молотильний барабан»

Винахід належить до галузі сільськогосподарського машинобудування та може бути використана на мобільних та стаціонарних молотильних агрегатах.

Метою моделі є усунення недоліків аналога, а саме: виключення потрапляння зерна, рослинницької маси та пилу в середину барабана, та, як наслідок, виключення налипання з внутрішньої сторони підбичників, виключення дисбалансу барабана, виключення додаткового зіпсування зерна молотильним барабаном, при одночасному зменшенні трудомісткості виготовлення барабана. Для зменшення трудомісткості виготовлення барабана, замість окремих підбичників, застосована труба, яка підвищує жорсткість підбичників уздовж осі обертання барабана таким чином, що дозволяє виключити чотири додаткових диска та 240 заклепок, для кріплення десяти підбичників, як це зроблено у аналога, і таким чином зменшити трудомісткість виготовлення барабана.

Молотильний барабан (Рис. 2.8.) складається з вала обертання 1 на якому закріплені торцеві опорні диски 2 і 3, на які встановлена труба 4. У трубі 4 виконані підбичники 5 у вигляді уздовжних гофрів, які виступають за зовнішню поверхню труби 4. Підбичники 5 у вигляді уздовжних гофрів, розташовані паралельно осі обертання барабана та поділяють трубу на рівні сектори С по кількості підбичників 5. На кожен підбичник 5, виконаний у вигляді уздовжної гофри, встановлено бич 6.

Запропонований молотильний барабан є повністю ізольованим від потрапляння зерна, рослинницької маси та пилу в середину барабана, що виключає їх налипання з внутрішньої сторони підбичників, а відповідно, виключає дисбаланс барабана, та виключає додаткове зіпсування зерна молотильним барабаном.

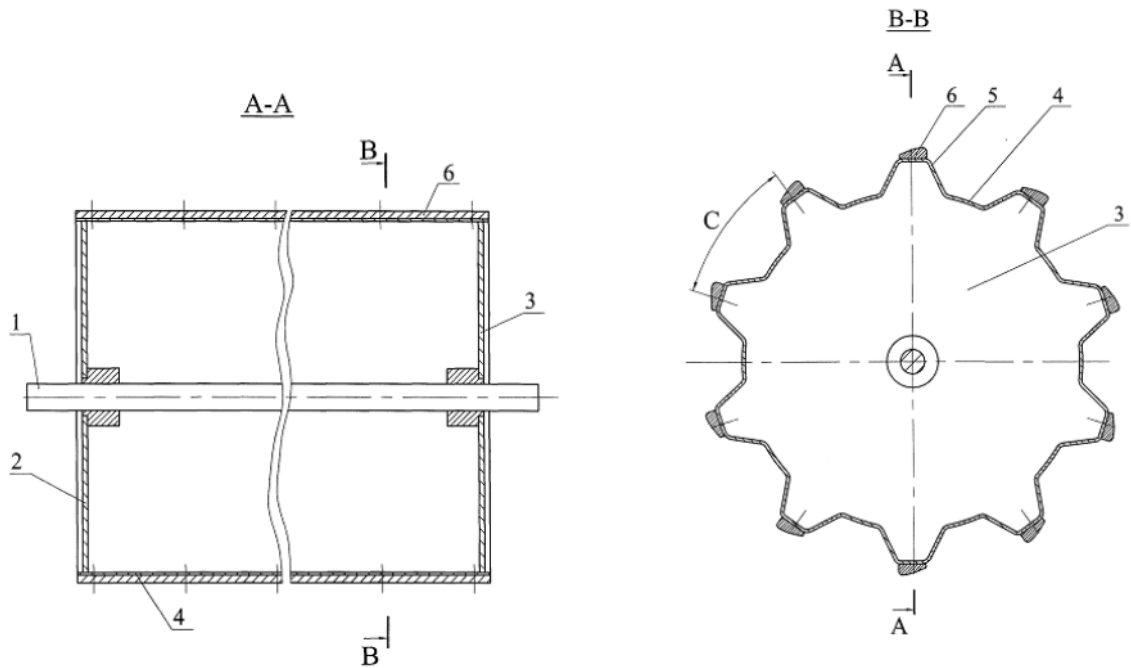


Рис. 2.8. Схема молотильного пристрою за патентом № 50856

Застосування труби, яка має гофри уздовж осі обертання барабана, що розташовані на поверхні зовні труби, замість окремих підбичників, забезпечує необхідну жорсткість барабана без застосування додаткових дисків, та виключає 240 заклепок, для кріплення підбичників до дисків, як це є у аналога, що зменшує трудомісткість виготовлення барабана.

Висновок: Кукурудза - витривала рослина, що росте в різних кліматичних умовах і важлива для харчової, технічної та енергетичної промисловості. Зберігаючи високий рівень адаптації, вона надає значний внесок у забезпечення корисними речовинами, і має два основні методи збирання: з очищенням та з обмолотом качанів. Збирання з обмолотом качанів більш ефективно завдяки спеціалізованим комбайнам. Патентний аналіз свідчить про те, що основними напрямками розвитку є застосування новітніх матеріалів, застосування додаткових механізмів для підвищення надійності роботи та спрощення конструкції, що зменшує вартість пристрою.

3. ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОЇ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МОЛОТИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ПРИ ОБМОЛОТІ КУКУРУДЗИ

3.1 Аналіз недоліків при роботі та обґрунтування схеми вдосконалення.

Молотильний апарат зернозбирального комбайна, що був описаний раніше, займає важливе місце у процесі збирання різних культур, але його конструкція часто виявляє певні недоліки. Зазвичай ці недоліки проявляються у формі травмування зерна та його втрати під час збирання, що негативно позначається на загальному процесі урожайності. Крім негативного впливу на ефективність збирання, травмування зерна та його втрата також можуть призводити до економічних збитків для сільськогосподарських підприємств. Кожне пошкоджене зерно або його втрата означає втрату потенційного доходу для сільськогосподарського виробника. Більш травмоване зерно також може мати гіршу якість, що може вплинути на його ринкову ціну.

Отже, важливо продовжувати пошук нових рішень у вдосконаленні молотильних апаратів зернозбиральних комбайнів, щоб зменшити травмування та втрату зерна. Це вимагає постійного інноваційного підходу до конструкції молотильного пристрою, використання нових матеріалів з більшою міцністю та зносостійкістю, а також застосування передових технологій автоматизації та контролю за процесом збирання.

Дотримання встановлених в інструкціях з експлуатації зернозбиральних комбайнів вимог до технічного стану всіх компонентів, включаючи молотильний апарат, є вирішальним для забезпечення безперебійної роботи під час періоду збирання врожаю. Відповідальне ставлення до технічного обслуговування та регулярні перевірки молотильного апарату є критичними елементами, які гарантують оптимальну ефективність та надійність роботи комбайна на полі.

Досліджуючи причини втрат під час збирання урожаю, була розроблена схема для вдосконалення процесу обмолоту. Основною метою цієї схеми було усунення негативних вібрацій молотильного барабана та вирівнювання його балансу. Це має велике значення для оптимізації роботи молотильного апарату та забезпечення більш ефективного збирання урожаю. Позбавлення вібрацій та дисбалансу сприяє зниженню ризику пошкодження зерна та втрати урожаю, що в свою чергу може позитивно вплинути на економічні показники сільськогосподарського виробництва, тому важливість збалансування компонентів сільськогосподарських машин не може бути переоцінена.

Після проведення технічного та патентного аналізу конструкцій молотильних апаратів комбайнів було виявлено недолік у вже існуючому аналозі. Виявлено, що конструкція молотильного барабана сприяє нерівномірному накопиченню зерна, рослинних решток, пилу та ґрунту всередині барабана під час процесу обмолоту. Це призводить до того, що ці матеріали нерівномірно розподіляються на билах та підбильниках, що у свою чергу може негативно вплинути на ефективність роботи та якість обмолоту. Необхідно розробити конструкцію молотильного барабана, яка уникне цього недоліку та забезпечить більш рівномірне розподілення матеріалів під час процесу обмолоту.

Незбалансованість молотильного барабана призводить до неприпустимої вібрації, яка передається на підшипники та корпус комбайна. Це значно погіршує надійність роботи та загальну якість процесу обмолоту. Такі коливання можуть спричинити неочікувані збої в роботі механізмів, збільшуючи ризик поломок та знижуючи тривалість служби обладнання.

З метою поліпшення ефективності та надійності зернозбирального комбайна, було прийнято рішення про розробку нової конструкції молотильного барабана. Ця конструкція має враховувати недоліки, виявлені у попередніх аналогах, і ефективно уникати дисбалансу молотильного барабана.

Балансування допомагає розподілити масу машини рівномірно, що зменшує неоднорідність в обертанні, що відповідно знижує рівень вібрацій.

Це зможе забезпечити оптимальну ефективність роботи машини, оскільки зменшується енерговитрати на подолання внутрішніх опорів та тертя. Крім того, правильне балансування молотильного пристрою призведе до меншого споживання палива, оскільки ефективніше перетворює енергію у рух, що призводить до економії коштів. Тому розроблений молотильний барабан має відповідати високим стандартам якості та надійності, забезпечуючи безперебійну роботу комбайна і підвищуючи загальну продуктивність збиральної техніки.

Для вирішення поставленої задачі з поліпшення ефективності молотильного барабана зернозбирального комбайна, розглянуто концепцію вдосконалення, яка включає в себе додавання валу з підшипниками, бил, підбильників та їх з'єднання з центральними і боковими опорними дисками (рис.3.1.). За цією схемою також розміщено два зрівноважуючих автобалансири з фіксованими перегородками по обидва боки молотильного барабана, які при цьому контактують з його боковими дисками. Цей підхід спрямований на забезпечення оптимальної роботи барабана під час обмолоту та мінімізацію вібрацій.

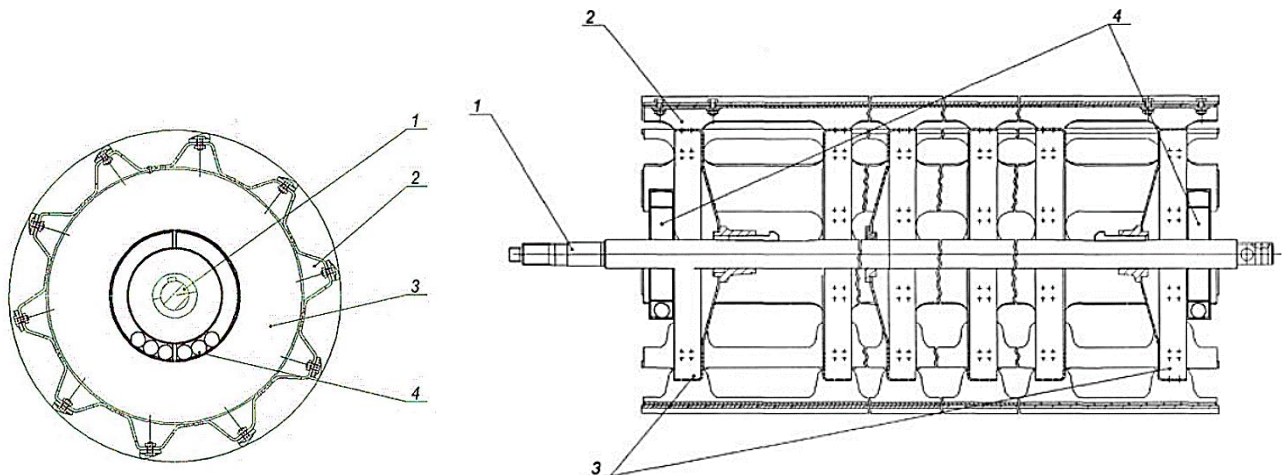


Рис. 3.1. Схема вдосконалення молотильного пристрою комбайна

КЗС-9-1:

- 1- вал молотильного барабана; 2- молотильний барабан; 3- опорні диски;
4- зрівноважуючі автобалансири;

Механізм молотильного барабана зернозбирального комбайна, що використовує зрівноважуючі автобалансири з фіксованими перегородками, складається з кількох основних компонентів. Він включає в себе вал обертання, молотильний барабан, який монтується на цьому валу, а також крайні диски та автобалансири. Завдяки цій конструкції, зрівноважуючі автобалансири можуть підтримувати стабільність роботи молотильного барабана. Вони коригують розподіл вантажу на критичній швидкості обертання барабана, встановлюючи себе в положенні, яке компенсує дисбаланс та забезпечує оптимальну роботу механізму.

Механізм працює наступним чином: перш ніж молотильний барабан запускається, кульки зазвичай розташовані в нижній частині корпусу зрівноважуючого автобалансира з фіксованими перегородками. Під час початку роботи молотильного барабана, перша половина кульок стискається до нижньої перегородки і розпочинає рух, тоді як друга практично залишається на місці. Після цього друга перегородка контактує з другою половиною кульок і починає прискорювати їх. Поступово кульки прискорюються до симетричного стану відносно молотильного барабана, синхронно з його робочою частотою обертання. Після досягнення цієї синхронізації відбувається автоматичне збалансування, що забезпечує оптимальну роботу механізму.

Завдяки використанню зрівноважуючого автобалансира з фіксованими перегородками, система не додає додаткового дисбалансу під час запуску молотильного барабана, що забезпечує плавний старт його роботи. Перегородки дозволяють розганяти кульки синхронно з молотильним барабаном, а це, в свою чергу, забезпечує безперервний рух системи. Такий механізм також забезпечує зменшення зносу та збільшення тривалості служби обладнання, оскільки відсутність потреби у змащуванні бігової доріжки сприяє зменшенню тертя та зносу компонентів. Крім того, спокійний розгін молотильного барабана допомагає знизити споживання енергії та покращити загальну продуктивність комбайна.

Використання зрівноважуючих автобалансирів дозволяє ефективно уникнути вібраційних коливань молотильного барабану, що є ключовим чинником для забезпечення стабільності роботи та запобігання втратам та можливим травмуванням зернового потоку. Порівнюючи роботу молотильного апарату стандартного варіанту з його вдосконаленою моделлю, було виявлено значне покращення якості обмолоту на рівні 5-7%. Це підтверджує, що впровадження зрівноважуючих автобалансирів має великий потенціал для підвищення ефективності та продуктивності зернозбиральних систем, що відображається в якості обробки зерна та загальній продуктивності процесу.

3.2 Обґрунтування основних параметрів пристрою.

3.2.1 Рух зернової маси в зазорі між молотильною і сепараційною частинами.

Швидкість переміщення стебла з колосом або снопом вздовж дуги в підбарабанних пристроях залежить від характеристик хлібного матеріалу, товщини шару, налаштувань і режимів експлуатації пристроїв, довжини стебла, їх орієнтації та інших факторів.

У початковому відрізку підбарабання, що складає 100...150 мм, колосся, яке проникає в зону молотіння перед комлею, рухається зі швидкістю 3...6 м/с. Під час подальшого просування по дузі, швидкість колосся поступово зростає, та в середньому досягаючи 20 м/с на виході з зазору. Стебла, які направляються колоссям вперед, рухаються вздовж підбарабання зі збільшеною швидкістю. При подачі стебел комлем вперед, швидкість колосся при вході в зазор і виході з нього виявляється вищою, ніж у випадку, коли колосся подається вперед.

Стебла, що просуваються через зазор, утворюють потік, і їх швидкість переміщення відрізняється в різних частинах. Найбільші швидкості спостерігаються у стебел, які рухаються далеко від початку шляху. Отже, швидкість потоку стебел у кожному перерізі буде різнитися від швидкості

окремих колосів і стебел. Це значення змінюється в залежності від того, як постачається зернова маса та як розташований барабан відносно підбарабання.

Для прикладу, комбайн СК-5 "Нива", що має діаметр барабана 600 мм, конструктивну ширину молотарки 1200 мм, подачу хлібної маси 5 кг/с, та швидкість руху бил близько 30 м/с забезпечує збільшену швидкість потоку стебел у зазорі молотарки з 8 до 18 м/с під час переміщення маси від входу до виходу. У середньому швидкість складає близько 12 м/с. При цьому на початку дуги припадає близько двох стебел на кожні 10 мм ширини підбарабання, а на виході - лише один.

У пристрої аксіально-роторного типу для молотіння та сепарації (МСП), стеблова маса рухається по спіральної траєкторії з підвищеним кроком, здійснюючи близько 1,5 обертів. При подачі хлібної маси 10 кг/с, потік маси буде рухатись зі швидкістю близько 15 м/с, при цьому її осьова складова може досягати значень від 3 до 5 м/с, враховуючи різні умови та параметри пристрою.

3.2.2 Число ударів бил по колосу.

У молотильно-сепарувальному пристрої зерно відокремлюється від колосків (волоті) завдяки ударам бил або штифтів та їхньому просуванню через молотильний зазор. Кількість ударів, які завдаються билами по колоску під час його переміщення в молотильному зазорі, визначимо на основі наступних міркувань.

Припустимо, що било 1 (рис. 3.2.) знаходиться в точці А, коли починається підбарабання (кожух). Протягом часу t колос з точки А рухається до точки С на відстань l_d по дузі підбарабання з середньою швидкістю $u_{ср}$. Протягом цього періоду било 1 зміститься з положення І до положення ІІ на відстань l_b , що відповідає переміщенню.

Таким чином, можна визначити кількість ударів бича, які впливають на колос, за допомогою наступної залежності:

$$z = \frac{l_0}{S_6 + 1}, \quad (3.1)$$

де $l_0 = l_6 - l_d - l_k$ — представляє собою відстань, яку пройде било 1 відносно рухаючогося колоса;

l_k - довжина колоса;

S_6 - крок била чи планки.

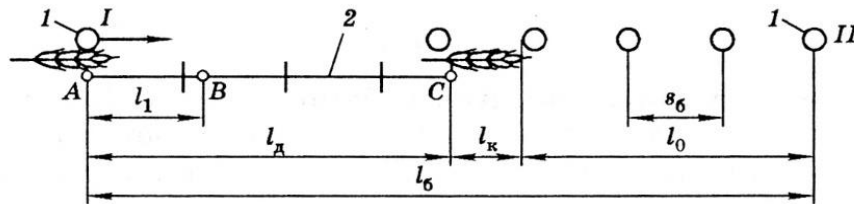


Рис. 3.2. Схематичне зображення для визначення кількості ударів билами по колосу:

1 - молотильне било; 2 - кожух; Положення I та II била.

Підставивши $l_6 = u_6 t$, $l_d + l_k = u_{cp} t$, де u_6 — швидкість руху бича барабана, отримаємо

$$z = (l_d + l_k) u_6 / (S_6 u_{cp}) - (l_d + l_k) / S_6 + 1 \quad (3.2)$$

З аналізу виразу (3.2) можна зробити висновок, що кількість ударів бича по колосу залежить від двох факторів: лінійної швидкості бича u_6 та довжини дуги підбарання (кожуха) $l_я$. Збільшення швидкості руху колоса призводить до зменшення кількості ударів бича.

Отже, при заданих параметрах, таких як частота обертання барабана при його діаметрі 600 мм в межах 1000 хв-1, довжина дуги підбарання 780 мм, на кожний колос здійснюють 13-15 ударів билем. Перша планка підбарання, яка займає перший ряд, отримує 30...40 % ударів від всього обсягу ударів у зазорі молотильного пристрою. Це призводить до вимолочування 85...95 % зерна біля першої планки. У вхідній частині лопаті ротора аксіально-роторного МСП, при подачі хлібної маси 10 кг/с, наносять 15-20 ударів, вимолочуючи 95 % зерна.

Розмір бильного (штифтового) барабана пропорційний ширині молотарки. Цей параметр коливається в межах від 900 до 1660 мм у новітніх комбайнах.

У сучасних молотильних пристроях діаметр бильного барабана зазвичай коливається від 450 до 800 мм, та встановлюється парне число бил: 6, 8, 10 або 12. Наприклад, барабани з діаметром 550 та 600 мм зазвичай мають 8 бил, тоді як барабани з діаметром 800 мм зазвичай мають 10 бил.

Била кріпляться на підбильниках з однаковим інтервалом між ними, який називається кроком бил S_b , що залежить від кількості бил, позначено як M , розташованих на барабані:

$$S_b = nD/M \quad (3.3)$$

3.2.3 Кут захоплення барабаном підбарабання.

Вплив кута захоплення барабаном підбарабання на процес обмолоту (рис. 3.3) залежить від кутів α_1 , α_2 , які визначають вхід бил у зону молотильного зазору, та їх вихід. Збільшення кута α_1 призводить до зниження швидкості потоку хлібної маси в зазорі молотарки, завдяки чому підвищуються обмолот і сепарація зерна. Це сприяє покращенню обмолоту і сепарації зерна, проте це також може призвести до більшого подрібнення зерна і перерізання соломи. На кінцях лопатей приймального бітера (СК-5 «Нива») лінійна швидкість досягає 8 м/с. Цей бітер використовують для орієнтації потоку матеріалу в молотильний зазор за умови кута α_1 більше 45° .

Кут α_2 , майже 90° , показує, що барабан у комбайні "Славутич" викидає грубий матеріал у вертикальному напрямку. Щоб відокремити цей матеріал та налаштувати його під оптимальним кутом до клавіш соломотряса, використовується відбійний бітер. Лопаті бітера мають швидкість переміщення близько 20 м/с. Під час свого руху вони наносять удари по вороху та відділяють вже вимолочене зерно, яке складає близько 5% від загальної маси, із-поміж всього матеріалу всередині пруткової решітки. Ця решітка

протягається вздовж кривої форми підбарабання. У разі збільшення кута α_2 більше 90° , це спричинить до того, що ворох перекидається у зону входу, що збільшує можливість забивання зазору молотильного пристрою.

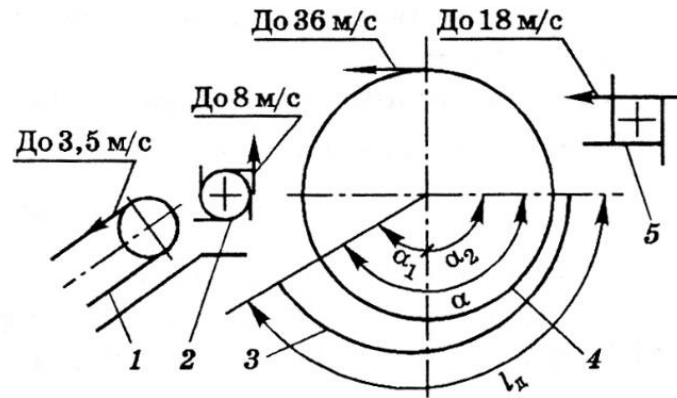


Рис. 3.3. Параметри, що визначають кінематику та геометрію поперечно-потокowego зернового потоку МСП:

1 – похилий конвеєр; 2 – приймальний бітер; 3 – підбарабання; 4 – барабан; 5 – відбійний бітер.

У сучасних МСП кут охоплення барабана, що визначається від 96 до 151 градуса, є важливим показником. Розмір дуги підбарабання l_d залежить від діаметра барабана та кута його охоплення підбарабанням. Цей фактор впливає на якість роботи МСП, як підтверджено на рис. 3.4.

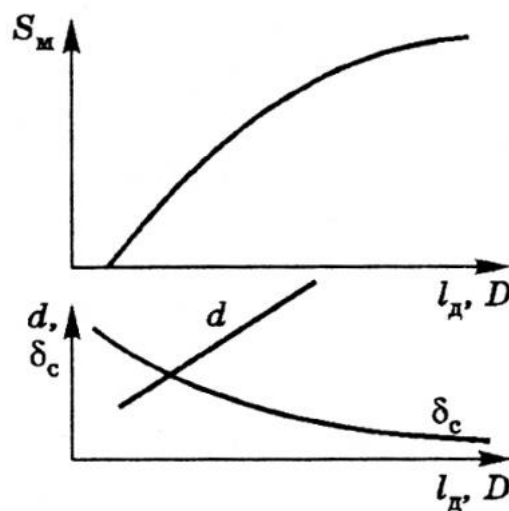


Рис. 3.4. Графік, що демонструє залежність коефіцієнтів сепарації (S_M), недомолоту (δ_c) і подрібнення зерна (d) від довжини дуги підбарабання (l_d) та діаметра барабана.

Комбайни "Нива" характеризуються діаметром барабана $D = 600$ мм, кутом обхвату $\alpha = 146^\circ$ та довжиною дуги підбарабання $l_d = 820$ мм, тоді як у комбайні "Дон" значення відповідно $D = 800$ мм, $\alpha = 130^\circ$, $l_d = 1000$ мм. Подача матеріалу становить $q = 5$ кг/с для "Ниви" та $q = 8$ кг/с для "Дона".

Комбайни "Колос" та "Енисей", обладнані двобарабанными системами вимолоту, відзначаються кращою якістю вимолочування зерна та більш ефективною сепарацією через отвори підбарабань. Це призводить до зменшення кількості зерна, яке потрапляє на соломотряс. Однак, під час збирання хлібів з вологістю в діапазоні 8–12%, спостерігається зростання маси зернової боїни. Це може призвести до надмірного навантаження системи соломотряса та очисника. Під час роботи з хлібами, які мають високу вологість та забур'яненість, отвори підбарабань стають забитими. Крім того, двобарабанні системи вимолоту більш важкі та потребують більшої енергії для роботи. Потужність, що передається на привід барабанів та проміжного бітера, перевищує відповідні значення для системи з одним барабаном в 1,4—1,6 рази.

Діаметр ротора в молотильно-сепарувальній зоні аксіально-роторних МСП коливається від 550 до 710 мм. У пристроях з двома роторами кожний ротор має трохи менший діаметр — від 440 мм. Діаметр лопатей найбільший в районі вхідної частини ротора, перевищуючи вказаний діаметр D у 1,3 — 1,4 рази.

При збільшенні діаметра ротора зростає довжина шляху, який пройде хлібна маса в зазорі молотильно-сепарувального пристрою. Це сприяє збільшенню кількості ударів бил по масі, що, в свою чергу, підвищує якість обмолоту. Пропускна здатність молотарки збільшується завдяки зростанню площі решітчастої поверхні кожуха, що відбувається за рахунок збільшення діаметра ротора.

Діаметр ротора в комбайнах змінюється в залежності від пропускної здатності. Для пристроїв з пропускною здатністю від 8 до 12 кг/с, діаметр ротора коливається від 700 до 770 мм, тоді як для пропускної здатності від 5

до 6 кг/с цей показник становить від 550 до 650 мм. Загалом, довжина ротора може сягати 3100 мм. Наприклад, у моделі "Дон-2600" діаметр ротора складає 750 мм, а довжина ротора, виміряна без врахування вхідної частини, дорівнює 2600 мм.

3.2.4. Налаштування подачі зернової маси і регулювання МСП.

Стебла, що направляються в зазор молотильного пристрою, можуть розміщуватися по-різному відносно напрямку потоку матеріалу під час проходження через нього. Залежно від стану хлібостою та організації транспортувальних механізмів жатки комбайну, стебла подаються колосом "вперед", "назад", поперек потоку або в комбінованому режимі, (рис. 3.5).

Дослідження показують, що подача колосків у зворотному напрямку призводить до збільшення недомолоту і подрібнення зерна, водночас знижуючи ефективність сепарації. Це можна пояснити тим, що колос потрапляє до молотильного зазору з великою швидкістю, коли його подають у зворотньому напрямку, що відрізняється від швидкості подачі колоса вперед.

При подачі колоса поперечно до роботи поперечно-потоківих молотильно-сепаруючих пристроїв спостерігається суттєве погіршення характеристик. Коефіцієнт недомолоту збільшується від 4 до 7 разів, а кількість зерна, що потрапляє у соломовідокремлювач, зростає втричі.

Шлях, яким проходять колоски у молотильно-сепарувальному зазорі для аксіально-роторних молотильно-сепаруючих пристроїв, на 4,5 - 5,5 разів більший, ніж у поперечно-потоківих. Це означає, що ефективність роботи такого пристрою майже не змінюється в залежності від того, яким чином подається зернова маса.

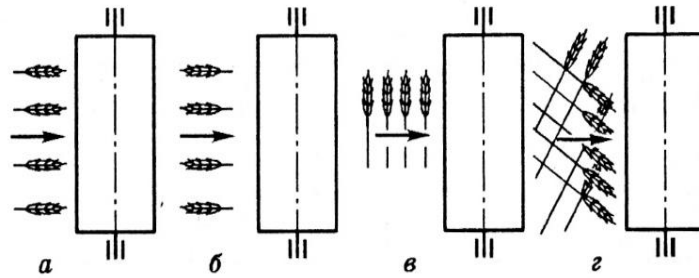


Рис. 3.5. Подача зернової маси в молотильно-сепаруючі пристрої:
 а - колосом вперед; б - колосом назад; в - поперечно до потоку; г –
 комбіновано

Для забезпечення оптимальної продуктивності комбайна та мінімізації втрат, не перевищуючи допустимі значення (недомолот менше 5%, подрібнення зерна менше 2% для продовольчого зерна і 1% для насіння), впроваджені регульовані параметри молотильно-сепаруючих пристроїв.

Регульовані параметри молотильно-сепаруючих пристроїв включають частоту обертання барабана та величину зазорів між білами (штифтами) барабана та планками підбарабаня.

Оптимальні значення частоти обертання та розмірів зазорів встановлюються на двох етапах. Початкові значення цих параметрів визначаються відповідно до культури, що збирається, відповідно до даних, представлених у табл. 3.1.

Остаточні налаштування молотильно-сепаруючого пристрою виконуються на майданчику під час контрольних проходів з метою знаходження оптимальних параметрів.

Таблиця 3.1. Параметри налаштування молотильно-сепарувальних пристроїв перед використанням

Культура	Лінійна швидкість бил u_b , м/с залежно від типу МСП		Зазор δ , мм	
	Барабанно - дековий	Аксіально - роторний	Било барабана – планка деки	Било ротора – планка кожуха
Пшениця, овес	30...32	32...36	16...18 (4...6)*	40 (26)
Жито, ячмінь	25...30	30...34	16...18 (4...6)	40 (26)
Кукурудза	13...15	12...15	22...24 (8...10)	40 (20)
Соняшник	13...15	14...17	18 (6...8)	40 (30)
Просо	21...24	23...27	16...18(6...8)	40 (20)
Круп'яні	15...18	18...20	18 (7...9)	40 (15)

* У дужках вказані розміри зазорів на виході, а без дужок - на вході.

Досягнення максимальної продуктивності можливе, якщо врахувати принципи, представлені на рисунку 3.6.

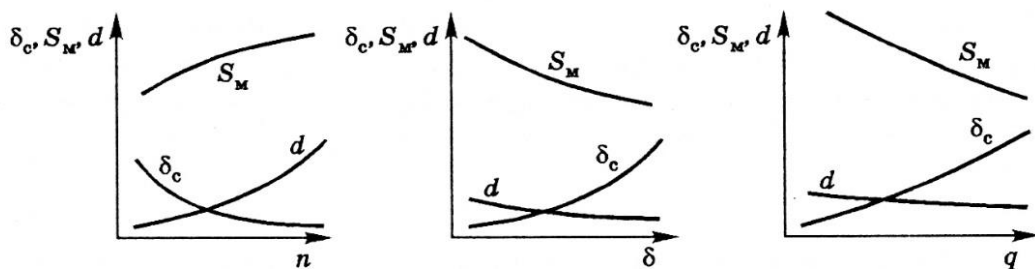


Рис. 3.6. Зв'язок між коефіцієнтами недомолоту δ_c , ефективною сепарацією S_m і рівнем подрібнення зерна d та параметрами, такими як частота обертання n барабана, середні зазори δ між билами і планками підбарабання та швидкість подачі q .

3.2.5. Необхідна потужність для приводу барабана.

Ця сила включає в себе дві компоненти: потужність на холостому ході N_x і потужність під час обмолоту N_0 .

$$N = N_x + N_0 \quad (3.4)$$

Потужність, необхідна для переміщення барабана у режимі холостого ходу, включає в себе витрати на подолання тертя в підшипниках $a_x u_0$ і опір повітря $b_x u_0^3$

$$N_x = a_x u_0 + b_x u_0^3 \quad (3.5)$$

a_x і b_x - це коефіцієнти, які визначають відповідно тертя і опір барабана повітрю;

u_0 - лінійна швидкість руху барабана, виражена в м/с.

Для штифтового барабана коефіцієнт тертя a_x становить від 5,0 до 5,5 Н, а для бильного барабана - від 0,85 до 0,90 Н на кожні 100 кг маси барабана (ротора). Цей коефіцієнт відображає силу тертя у підшипниках, виражену для кожного біла (штифта).

Коефіцієнт b_x що коливається від 0,055 до 0,090 Н·с²/м², відображає опір барабана повітрю. Цей опір залежить від форми та розташування складових частин барабана (ротора).

Потужність, що витрачається на холостий хід барабана, невелика і зазвичай коливається від 2 до 3 кВт.

$$N_x = a_x u_p + b_x' u_p^3 + b_x'' u_p^3 \quad (3.6)$$

де $b_x' u_p^3$ - Потужність, необхідна для протидії опору повітря внаслідок руху лопатей у передній частині ротора ($b_x' = 0,09...0,10$ Н·с²/м²);

$b_x'' u_p^3$ - Потужність, необхідна для протидії опору повітря в циліндричній ділянці завдовжки 1 м ротора ($b_x'' = 0,03...0,04$ Н·с²/м²).

Потужність, необхідна для холостого ходу ротора довжиною 3 метри, становить від 10 до 12 кВт.

Необхідна потужність обмолоту N_0 , щоб протистояти опору, який виникає при взаємодії бил або штифтів з хлібною масою:

$$N_0 = Pu_0 \quad (3.7)$$

Для розрахунку середнього колового зусилля на билах барабана (ротора) була встановлена наступна експериментальна залежність:

$$P = a_0q + b_0q^2 \quad (3.8)$$

де a_0, b_0 — Коефіцієнти, які враховують сорт та стан культури, рівень її вологості, розміри молотильних зазорів, кут обхвату і інші фактори.

q — подача зернової маси в молотильно-сепаруючий пристрій.

Різні молотильно-сепаруючі пристрої характеризуються власними значеннями коефіцієнтів a_0, b_0 : барабанно-декові

Коефіцієнти a_0 знаходяться в діапазоні від 100 до 120 Н (кг/с)⁻¹, а коефіцієнти b_0 варіюються від 8 до 10 Н (кг/с)⁻².

З вищезазначених формул (3.4) - (3.8) можна зробити висновок, що для приведення в рух барабана необхідна така потужність:

$$N_x = a_x u_0 + b_x u_0^3 + (a_0 + b_0 q) q u_0 \quad (3.9)$$

для ротора:

$$N_x = a_x u_p + b_x' u_p^3 + b_x'' u_p^3 + (a_0 + b_0 q) q u_p \quad (3.10)$$

При подачі зернової маси з розміром q — 9 кг/с, для комбайна КЗС-9-1 потрібна потужність для приведення барабана в рух (як на холостому ході, так і під час обмолоту) становить від 35 до 55 кіловат.

Для моноблокових аксіально-роторних молотильно-сепаруючих пристроїв при швидкості подачі зернової маси $q = 10$ кг/с необхідна потужність в діапазоні від 80 до 130 кіловат, що означає, що такі пристрої використовують на 1 кг зерна на 1,5 - 2,0 рази більше енергії, ніж традиційні барабанно-декові системи. Але в класичних схемах, для забезпечення роботи бітерів та соломотрясів, додатково необхідна потужність до 9 кіловат [7].

Отже, при порівнянні аксіально-роторних МСП з барабанно-дековими сепараторами слід враховувати не лише основну потужність для обробки зерна, але й додаткову потужність для виконання інших функцій, що може

бути необхідною в кожному конкретному випадку залежно від потреби та умов експлуатації.

3.2.6 Розрахунок основних параметрів бильного барабана.

Вихідні дані:

- Культура: кукурудза;
- Урожайність зерна $Q_z - 60$ ц/га;
- Прийнятна швидкість подачі маси на 1 метр довжини била $q_0 - 0,31$ кг/с·м [7];
- Кутове прискорення $d\omega / dt - 7,5$ с⁻²[7];
- Коефіцієнт пропорційності $f - 0,7$ [7];
- Лінійна швидкість робочих елементів барабана $V_b = 25$ м/с;
- Робоча швидкість $V_m = 5$ км/год = 1,38 м/с;
- Ширина захвату жатки $B_{ж} - 5,6$ м;
- Кількість бил барабана $i = 10$;

Розрахунок

Кількість зерна, що подається, обчислюється за такою формулою, кг/с:

$$q_z = 0,01 Q_z \cdot B_{ж} \cdot V_m = 0,01 \cdot 60 \cdot 6,6 \cdot 1,38 = 4,63 \text{ кг/с} \quad (3.11)$$

Фактична подача маси дорівнює:

$$q = q_z + q_c = 4,63 \text{ кг/с} \quad (3.12)$$

Для обчислення діаметра барабана (у метрах) використовується наступна формула:

$$D_b = \frac{V_b \cdot \Delta t \cdot i}{\pi}, = \frac{25 \cdot 0,005 \cdot 10}{3,14} = 0,398 \text{ м} \quad (3.13)$$

де i – кількість бил барабана; $i = 10$

Δt – проміжок часу між ударами сусідніх бил; $\Delta t = 0,005$ с.

Частота обертів барабана:

$$n = \frac{30 \cdot V_b}{\pi \cdot r}, = \frac{30 \cdot 25}{3,14 \cdot 0,7} = 341,2 \text{ об/хв} \quad (3.14)$$

Кутову швидкість барабана розраховують за допомогою наступної формули, вираженої в секундах на одиницю часу:

$$\omega = \frac{V_6}{r} = \frac{25}{0,35} = 71,42 \text{ с}^{-1} \quad (3.15)$$

Довжину молотильного барабана, м визначають як

$$L_6 = \frac{q}{q_o \cdot i} = \frac{4,63}{0,31 \cdot 10} = 1,5 \text{ м} \quad (3.16)$$

Потужність, яка подається на привід молотильного апарата, становитиме:

$$N_o = \frac{q \cdot V_6^2}{100Q(1-f)} = \frac{9,50 \cdot 25^2}{1000(1-0,7)} = 9,65 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

Коефіцієнт f враховує опір, що виникає при проходженні зернової маси через молотильний пристрій (коефіцієнт опору підбарабання).

Потужність, що споживається на безнавантажений рух барабана:

$$N_{x.x.} = \frac{A\omega + B\omega^2}{1000} = \frac{0,3 \cdot 1,5 \cdot 71,42 + 9,7 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 71,42^2}{1000} = 0,04 \text{ кВт} \quad (3.18)$$

Тут A та B позначають коефіцієнти пропорційності, зокрема, $A=0,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а $B=9,7 \cdot 10^{-4} \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{с}$ на 1 м довжини барабана.

Розрахуємо загальну потужність на привід молотильного барабана:

$$N = N_o + N_{x.x.} = 9,65 + 0,04 = 9,69 \text{ кВт} \quad (3.19)$$

Момент інерції барабана визначається відповідно до формули, розробленої В.П. Горячкиним, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$:

$$J = N_o / \omega \cdot d\omega / dt = \frac{19,80}{62,8} \cdot 7,5 = 2,36 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 \quad (3.20)$$

де $d\omega / dt$ – формула кутового прискорення; $d\omega / dt = 7,5\text{--}15 \text{ с}^{-2}$.

Довжину деки визначають за наступною формулою, в метрах:

$$l_6 = 0,5 (D_6 + \delta_1 + \delta_2)\psi = 0,5 \cdot (0,398 + 0,02 + 0,004) \cdot 2,6 = 0,54 \text{ м} \quad (3.21)$$

де δ_1 і δ_2 – вказують на мінімальні зазори, виміряні в метрах, відповідно на вході та на виході з барабана.

ψ – показник, який визначає кут обхвату декою барабана

Згідно приблизним обчисленням, $\psi = 2,6 \text{ рад}$ (150°).

Висновок: Враховуючи вимоги ефективності, було обрано оптимальну схему вдосконалення, що сприяє підвищенню надійності та якості процесу обмолоту. Проведено обґрунтування схеми вдосконалення виходячи з аналізу існуючих недоліків. В результаті проведених розрахунків визначено основні кінематичні параметри вдосконаленого молотильного пристрою: потужність на привод близько 10 кВт, момент інерції барабана $2,36 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Це дозволяє забезпечити підвищену надійність та якість обробки сільськогосподарської продукції.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Основні поняття охорони праці.

У світі промислового виробництва безпека праці визнається ключовою складовою, оскільки працівники постійно піддаються ризику травмування. Кожна галузь має свої власні характеристики та потенційні небезпеки, але деякі з них особливо вразливі з точки зору безпеки працівників.

На будівельних майданчиках працівники стикаються з різноманітними ризиками, від важких машин до високих конструкцій. Неправильна експлуатація обладнання або недбале ставлення до нього може призвести до серйозних травм.

У сільському господарстві працівники також піддаються ризику через роботу на машинах та обробку хімічних речовин для захисту рослин. Некоректне використання цих речовин може створити загрозу здоров'ю працівників.

Наприклад, в процесі вирощування кукурудзи на зерно, працівники повинні бути особливо обережні через різноманітність ризиків, які можуть включати у себе контакт зі складними машинами, роботу з хімічними речовинами та матеріалами, а також використання паливо-мастильних матеріалів, що може бути особливо небезпечним у відкритому полі.

Охорона праці - це комплекс заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та медичні заходи і засоби [8].

Охорона праці комбінує в собі наявність технічних та соціальних інновацій для забезпечення безпеки працівників. Інженерно-технічний аспект полягає у вдосконаленні технічних процесів та обладнання з метою мінімізації ризиків. Соціальний аспект включає захист прав та забезпечення компенсації за травми чи захворювання, що пов'язані з роботою. Обидва аспекти спільно спрямовані на забезпечення безпеки, здоров'я та добробуту працівників.

4.2 Вимоги безпеки перед початком збирання врожаю зернових культур.

Перед початком збиральних робіт власники або керівники підприємств повинні провести ряд організаційних заходів для забезпечення успішного та безпечного виконання робіт. Ось кілька ключових кроків:

— Переконалися, що всі збирально-транспортні агрегати та обладнання, які будуть використовуватися, перевірені на належний стан і готовність до роботи. Відремонтовані або замінені будь-які пошкоджені частини;

— Закріпити конкретні машини або обладнання до певних працівників, які будуть відповідати за їх використання та догляд;

— Сформувати спеціалізовані команди технічного персоналу, які будуть відповідати за обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. Розділити їх на групи за спеціалізаціями;

— Перед збиранням врожаю облаштовуються польові стани для обслуговування техніки, майданчики для відпочинку працівників та зберігання машин та пально-мастильних матеріалів;

— Перевірка провисання проводів ліній електропередач, щоб уникнути можливих небезпек та травматичних ситуацій для працівників, які працюють у полі;

— Провести навчання з питань безпеки праці та пожежної безпеки, щоб нагадати працівникам про правила безпеки та процедури дії у випадку надзвичайних ситуацій, забезпечуючи їхню безпеку під час роботи;

При організації інструктажу з охорони праці на робочому місці враховуються стан культури, погодні умови, стан техніки, кількість та кваліфікація працівників, додатково важливо врахувати ризики та можливі випадки травмування під час збирання врожаю [9].

Освітленість поверхні в будь-якій точці робочої зони під час технічного обслуговування збиральних машин та транспортних агрегатів у темний час доби має бути не менше 50 люкс, і для досягнення цього стандарту обов'язково забезпечується штучне освітлення майданчиків [9].

Під час вибору способу збирання зернових та інших культур, слід враховувати, що передові технології, які гарантують найвищу надійність та безпеку у виконанні технологічних процесів, заслуговують на перевагу.

Для зберігання запасних ножів збиральних машин рекомендується використовувати дерев'яні чохла на польовому стані. Однак, як виняток, допускається зберігання запасного ножа на жатці в безпечному місці [9].

Рекомендується укомплектувати комбайни спеціальними дерев'яними інструментами, які дозволяють переносити злежане зерно у бункерах перед подачею його до вивантажувального шнека.

Зернозбиральна техніка повинна бути справною, обладнання має бути оснащене першими засобами для ліквідації пожежі, включаючи вогнегасники, лопати та мітли. Персонал повинен бути навчений користуватися цим обладнанням та бути уважним на можливі джерела пожежі під час роботи.

4.3 Вимоги безпеки під час збирання врожаю зернових культур.

Розташування машин під час переїзду має враховувати дистанцію між ними, яка повинна складати не менше 50 метрів. Вивантажувальні шнеки та інші робочі органи збиральних машин мають бути переведені у транспортне положення перед пересуванням [9].

Комбайнер повинен уважно керувати комбайном під час збирання урожаю, уникаючи різких маневрів та швидких рухів, щоб уникнути потенційних небезпек для себе та інших працівників на полі.

Під час роботи на комбайні, лише оператор повинен бути на його платформі. Також важливо уникати присутності людей у кузові під час наповнення та перевезення продукту, що допоможе зберегти безпеку праці на полі.

Всі необхідні регулювання, ремонтні та технічні обслуговування сільськогосподарської техніки проводяться лише після повної зупинки всіх механізмів [10].

Під час маневрів швидкість не повинна перевищувати 3-4 км/год, а на схилах - 2-3 км/год.

Проведення розподілу на загони, обкоси і прокоси здійснюється виключно протягом світлого періоду доби.

Залежно від рівня пиловиділення під час жнив комбайнер повинен використовувати захисні окуляри [11].

Під час використання комбайна поблизу повітряних ліній електропередач, дотримуйтеся вимог щодо безпеки з електричних аспектів, щоб уникнути небезпеки для персоналу та обладнання.

4.4 Заходи з безпеки після закінчення збиральних робіт.

Після використання кукурудзяних жаток залишки кукурудзи можуть бути розміщені на полі або використані як органічне добриво. Важливо розподілити їх рівномірно, щоб уникнути створення концентрованих зон, де можуть виникнути проблеми.

Всю зернозбиральну техніку потрібно ретельно очистити від пилу, бруду та залишків культур після закінчення роботи. Це допоможе уникнути можливих пожеж або інших аварій.

Після завершення сезону роботи необхідно перевірити всю техніку на наявність пошкоджень або зносу. Будь-які виявлені проблеми повинні бути виправлені перед наступним сезоном робіт.

Розмістити техніку в безпечному місці для зберігання, яке захищене від погодних умов та можливих шкідників, для збереження техніки в чудовому стані та збільшити її термін служби.

Забезпечити процедуру видалення та оновлення спецодягу та індивідуальних засобів захисту, а потім здайте їх на зберігання відповідно до вимог безпеки.

4.5 Дії під час виникнення нештатних ситуацій.

Під час виникнення нештатних ситуацій під час збирання зернових культур, зокрема кукурудзи на зерно, важливо діяти оперативно та відповідально. Кроки, які можна вжити в таких ситуаціях:

1. Негайна зупинка обладнання: У разі виникнення будь-яких підозрілих звуків, запахів або змін у роботі комбайна або іншої техніки, негайно зупиніть обладнання.

2. Вимкнення двигуна та відключення від живлення: Після зупинки техніки вимкніть двигун та відключіть її від живлення, щоб уникнути можливих пожеж або інших аварій.

3. Оцінка ситуації: Оцініть ситуацію та визначте причину нештатної ситуації. Переконайтеся, що всі працівники на безпеці.

4. Виклик допомоги: У разі потреби негайно викличте допомогу. Якщо є пожежа, негайно повідомте місцеві пожежні служби та інші екстрені служби.

5. Використання вогнегасників: Якщо виникла пожежа та є можливість безпечно використати вогнегасники, намагайтеся загасити вогонь, дотримуючись всіх правил безпеки.

6. Евакуація: Якщо ситуація стає небезпечною і вимагає евакуації, негайно повідомте всіх працівників та виходьте з небезпечної зони.

7. Документація: Після вирішення нештатної ситуації складіть звіт про подію, включаючи всі відомості про те, що сталося, заходи, які були вжиті, та будь-які пошкодження.

Висновок: У даному розділі охорони праці розглянуто загальні поняття та вимоги безпеки перед початком та під час збирання зернових культур, зокрема кукурудзи. Окрім того, надано важливі заходи безпеки після завершення робіт та описано дії під час нештатних ситуацій. Це дозволяє забезпечити безпечні умови праці та ефективного проведення збирання врожаю.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Обґрунтування техніко-економічних показників проектуємої машини.

Перш ніж розглядати цифри та витрати на модернізацію процесу обмолоту комбайна, важливо зрозуміти, чому це важливо. Модернізація може покращити ефективність та якість обмолоту, зменшити витрати пального і ресурсів, знизити витрати на обслуговування та ремонт, збільшити термін служби обладнання, а також збільшити загальну продуктивність. Розглянемо, які можливості відкриває модернізація обмолоту комбайна і які переваги вона може принести з економічної перспективи.

Для обчислення загального річного економічного ефекту використовуються показники, вказані у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Вид виконуваних робіт	Збирання кукурудзи на зерно	Збирання кукурудзи на зерно
Склад агрегату	КЗС-9-1+ПЗКС-8	КЗС-9-1М+ПЗКС-8
Комбайн	2631000	2646000
Приставка	350000	350000
Робочий обсяг, га	300	300
Ефективність агрегату за годину робочої зміни, га/год	2,20	2,82
Оціночна вартість агрегату, грн.	2981000	2996000
Годинна тривалість зміни, год.	7	7
Кількість персоналу, який здійснює обслуговування, осіб	2	2
Загальна вартість 1 кн палива, грн	52	52

Вихідні дані проекту використання нового складу агрегату

Для здійснення аналізу економічності проекту потрібно визначити наступні аспекти:

1. Змінна ефективність роботи агрегату ($W_{зм}$), га/зм;

$$W_{зм} = W_{год} \cdot 7 \text{ год.}$$

Базовий: $W_{год}^б = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 4,9 \cdot 7 \cdot 0,8 = 15,36 \text{ га/зм};$

Проектний: $W_{год}^п = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,3 \cdot 7 \cdot 0,8 = 19,75 \text{ га/зм};$

2. Затрати часу роботи на одиницю праці агрегату (B), люд.-год./га:

$$B = K_{пр} \cdot T_{зм} / W_{зм}$$

Базовий: $B^б = 2 \cdot \frac{7}{15,68} = 0,91 \text{ люд.-год./га}$

Проектний: $B^п = 2 \cdot \frac{7}{18,81} = 0,70 \text{ люд.-год./га}$

3. Нормоване навантаження на агрегат (T_n), в гектарах:

$$T_n = Q / W_{год}$$

Базовий: $T_n^б = \frac{300}{2,20} = 136,36 \text{ га}$

Проектний: $T_n^п = \frac{300}{2,82} = 106,38 \text{ га}$

4. Нормативні витрати на капітальний ремонт, поточний ремонт, технічне обслуговування та зберігання, грн/га:

$$H_{рем} = B \cdot 0,097 \cdot W_{год} / T_n$$

Базовий: $H_{рем}^б = 2981000 \cdot 0,097 \cdot \frac{2,20}{136,36} = 4665,19 \text{ грн.}$

Проектний: $H_{рем}^п = 2996000 \cdot 0,097 \cdot \frac{2,82}{106,38} = 6659,43 \text{ грн.}$

Для розрахунку економічної ефективності визначаємо показники подані у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Розрахункові показники впровадження проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Сумарні витрати на експлуатацію 1 га, грн	ЕВ ^б	ЕВ ^п
загальні витрати на оплату праці, грн	ЗП ^б	ЗП ^п
сума амортизаційних відрахувань, грн	А ^б	А ^п
вартість ПММ, грн.	В _{пмм} ^б	В _{пмм} ^п
затрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	В _{рем} ^б	В _{рем} ^п
витрати на інші потреби, грн	ІВ ^б	ІВ ^п
Інвестиції на 1 гектар землі, грн.	КВ ^б	КВ ^п
Зведені витрати на один гектар, грн.	ПВ ^б	ПВ ^п
Щорічний економічний результат, грн.		Е _р
Період повернення додаткових інвестицій, років		Т _о

5. Експлуатаційні витрати (ЕВ) всього, грн./га:

$$ЕВ = ЗП + А + В_{пмм} + В_{рем} + ІВ, \text{ де}$$

-оплата праці з нарахуваннями, грн./га:

$$ЗП = ТС / W_{год} \cdot 1,2 \cdot 1,362, \text{ де}$$

ЗП – оплата праці;

ТС – ставка оплати праці, грн [12];

1,2 – показник, який враховує надбавку;

1,362 – показник, що враховує величину відрахувань на соціальні

програми;

$$\text{Базовий: } ЗП^б = \frac{116}{2,20} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 86,17 \text{ грн./га}$$

$$\text{Проектний: } ЗП^п = \frac{116}{2,82} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 67,23 \text{ грн./га}$$

- відрахування на основні засоби

$$А = Б \cdot \lambda / 100 \cdot Q, \text{ де}$$

Б - Оціночна вартість агрегату, грн.;

λ – розмір амортизаційних відрахувань, %;

Q – робочий обсяг, га

$$\text{Базовий: } A^{\text{б}} = \frac{2981000 \cdot 10}{100 \cdot 300} = 993,60 \text{ грн.}$$

$$\text{Проектний: } A^{\text{п}} = \frac{2996000 \cdot 10}{100 \cdot 300} = 998,60 \text{ грн.}$$

- витрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га:

$$V_{\text{ПММ}} = N_{\text{ПММ}} \cdot C_{\text{к}}$$

$N_{\text{ПММ}}$ - норма споживання палива, кг/га (з технологічних карт);

$C_{\text{к}}$ - комплексна ціна 1 кг ПММ, грн.;

$$\text{Базовий: } V_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 21,60 \cdot 52 = 1124,76 \text{ грн./га}$$

$$\text{Проектний: } V_{\text{ПММ}}^{\text{п}} = 16,82 \cdot 52 = 874,64 \text{ грн./га}$$

- витрати на капітальний ремонт, поточний ремонт, технічне обслуговування та зберігання, грн/га:

$$V_{\text{рем.}} = N_{\text{рем}} / W_{\text{год}}$$

$N_{\text{рем}}$ - норма відрахувань на капітальний ремонт, поточний ремонт, технічне обслуговування та зберігання;

$W_{\text{год}}$ – продуктивність агрегату за годину (га/год);

$$\text{Базовий: } V_{\text{рем}}^{\text{б}} = \frac{4665,19}{2,20} = 2120,54 \text{ грн./га}$$

$$\text{Проектний: } V_{\text{рем}}^{\text{п}} = \frac{6659,43}{2,82} = 2361,50 \text{ грн./га}$$

- ІВ – інші витрати становлять 3 % від загальної величини експлуатаційних витрат, грн.:

$$IV = (3П + A + V_{\text{ПММ}} + V_{\text{рем}}) \cdot 3 / 100$$

$$\text{Базовий: } IV^{\text{б}} = (86,17 + 993,60 + 1124,76 + 2120,54) \cdot 0,03 = 129,75 \text{ грн./га}$$

$$\text{Проектний: } IV^{\text{п}} = (67,23 + 998,60 + 874,64 + 2361,50) \cdot 0,03 = 129,1 \text{ грн./га}$$

- Сумарні витрати на експлуатацію 1 га, грн

$$\text{Базовий: } EV^{\text{б}} = 86,17 + 993,60 + 1124,76 + 2120,54 + 129,75 = 4454,82$$

грн./га

Проектний: $EB^п = 67,23 + 998,60 + 874,64 + 2361,50 + 129,1 = 4431,1$
грн./га

6. Інвестиції на 1 гектар землі, грн.

$$KB = B / Q$$

$$\text{Базовий: } KB^б = \frac{2981000}{300} = 9936,67 \text{ грн.}$$

$$\text{Проектний: } KB^п = \frac{2996000}{300} = 9986,67 \text{ грн.}$$

7. Приведені витрати на 1 га, грн.:

$$PB = EB + 0,15 \cdot KB$$

$$\text{Базовий: } PB^б = 4454,82 + 0,15 \cdot 9936,67 = 5945,32 \text{ грн.}$$

$$\text{Проектний: } PB^п = 4431,10 + 0,15 \cdot 9986,67 = 5929,10 \text{ грн.}$$

8. Зведені витрати на повний обсяг робіт, грн.:

$$PB_Q = PB \cdot Q$$

$$\text{Базовий: } PB_Q^б = 5945,32 \cdot 300 = 1783596 \text{ грн.}$$

$$\text{Проектний: } PB_Q^п = 5929,10 \cdot 300 = 1778730 \text{ грн.}$$

9. Щорічний економічний результат, грн.:

$$E_p = PB_Q^б - PB_Q^п$$

$$E_p = 1783596 - 1778730 = 4866 \text{ грн / рік}$$

10. Період повернення додаткових інвестицій (T_o), років:

$$T_o = \Delta KB / E_p, \text{ де}$$

ΔKB – Обсяг додаткових інвестицій в рамках проекту, який визначається через різницю у капітальних вкладеннях.

$$T_o = 15000 / 4866 = 3,08 \text{ років}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Показники техніко-економічної ефективності розробленого проекту.

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Робочий обсяг, га	300	300
Годинна продуктивність, га/год.	2,20	2,82
Кількість пального, спожита на 1 га, кг	21,60	16,82
Оціночна вартість агрегату, грн.	2981000	2996000
Нормативне навантаження, год.	136,36	106,38
Сумарні витрати на експлуатацію 1 га, грн	4454,82	4431,10
Загальні витрати на оплату праці, грн	86,17	67,23
Сума амортизаційних відрахувань, грн	993,60	998,60
вартість ПММ, грн.	1124,76	874,64
затрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	2120,54	2361,50
Витрати на інші потреби, грн	129,75	129,10
Інвестиції на 1 гектар землі, грн.	9936,67	9986,67
Зведені витрати на один гектар, грн.	5945,32	5929,10
Щорічний економічний результат, грн.		4866
Період повернення додаткових інвестицій, років		3,08

Висновки: У результаті проведених розрахунків обґрунтовано економічну доцільність проведення вдосконалення. Визначено, що впровадження запропонованого молотильного барабана забезпечить річний економічний ефект близько 5 тисяч гривень, при цьому термін окупності капітальних вкладень становить три сезони.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Вирощування кукурудзи є важливою галуззю сільського господарства, яка вимагає високої технологічності та ефективного використання ресурсів. Розвиток нових технологій у вирощуванні кукурудзи, таких як застосування гібридних сортів, оптимізовані методи обробітку ґрунту та використання відповідної агротехніки, сприяє підвищенню врожайності та якості продукції. Різноманітні способи збирання врожаю, зокрема обмолот качанів, дозволяють забезпечити оптимальну ефективність та економічність процесу збирання. Ці технологічні підходи не лише забезпечують стабільний виробничий процес, але й сприяють збільшенню прибутковості та конкурентоспроможності у сільському господарстві;

2. Кукурудза - витривала рослина, що росте в різних кліматичних умовах і важлива для харчової, технічної та енергетичної промисловості. Зберігаючи високий рівень адаптації, вона надає значний внесок у забезпечення корисними речовинами, і має два основні методи збирання: з очищенням та з обмолотом качанів. Збирання з обмолотом качанів більш ефективно завдяки спеціалізованим комбайнам. Патентний аналіз свідчить про те, що основними напрямками розвитку є застосування новітніх матеріалів, застосування додаткових механізмів для підвищення надійності роботи та спрощення конструкції, що зменшує вартість пристрою.

3. Враховуючи вимоги ефективності, було обрано оптимальну схему вдосконалення, що сприяє підвищенню надійності та якості процесу обмолоту. Проведено обґрунтування схеми вдосконалення виходячи з аналізу існуючих недоліків. В результаті проведених розрахунків визначено основні кінематичні параметри вдосконаленого молотильного пристрою: потужність на привод близько 10 кВт, момент інерції барабана 2,36 кг·м². Це дозволяє забезпечити підвищену надійність та якість обробки сільськогосподарської продукції.

4. Розглянуто загальні поняття та вимоги безпеки перед початком та під час збирання зернових культур, зокрема кукурудзи. Окрім того, надано важливі заходи безпеки після завершення робіт та описано дії під час нештатних ситуацій. Це дозволяє забезпечити безпечні умови праці та ефективне проведення збирання врожаю;

5. У результаті проведених розрахунків обґрунтовано економічну доцільність проведення вдосконалення. Визначено, що впровадження запропонованого молотильного барабана забезпечить річний економічний ефект близько 5 тисяч гривень, при цьому термін окупності капітальних вкладень становить три сезони.

6. Пропонується впровадити розроблений вдосконалений молотильний пристрій для обмолоту кукурудзи. Враховуючи технологічні вимоги, такі як швидкість обертання барабану та форма його робочої поверхні, пристрій гарантує рівномірність обробки і зниження втрат. Впровадження цього вдосконаленого пристрою на практиці дозволить знизити експлуатаційні витрати та забезпечити швидку окупність інвестицій, роблячи виробництво більш прибутковим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Надь Янош. Кукурудза/ пер. з уг. В.Власов та ін. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580с.
2. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні / А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М. Кухаренко, А.М. Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
3. Визначення технологічних процесів під час вирощування кукурудзи на зерно, силос та зелену масу, їх технічне забезпечення. [Електронний ресурс] URL:https://evgivanov.github.io/expl_html_book/book/part3/tema3-7.html#p8.
4. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.
5. Сучасні технології АПК. Вирощування основних сільськогосподарських культур. ТОВ Видавничий дім «Імпрес Медіа», с 68.
6. Довідник кукурудзозвода. /Під редакцією Д.С. Філева, П.І Сусідко. – Дніпропетровськ: Промінь, 1973. 260 с.
7. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Вища освіта, 2005. — 464 с.: іл.
8. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992р. №2694-ХІІ: станом на 1 жовт. 2023р. [Електронний ресурс] URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.
9. Охорона праці | Великосєверинівська сільська рада. [Електронний ресурс] URL:<https://velykoseverynivska-silrada.gov.ua/ohorona-pratsi/>.
10. Безпека праці під час виконання зернозбиральних робіт. [Електронний ресурс] URL:https://bilgorodd.gov.ua/page/bezpeka_prac_pd_chas_vikonannya_zernozbiralni_h_robt.

11. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М.Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності.- Одеса «Видавництво», 2009.- с.

12. Годинні тарифні ставки: як розрахувати в 2024 році. [Електронний ресурс]

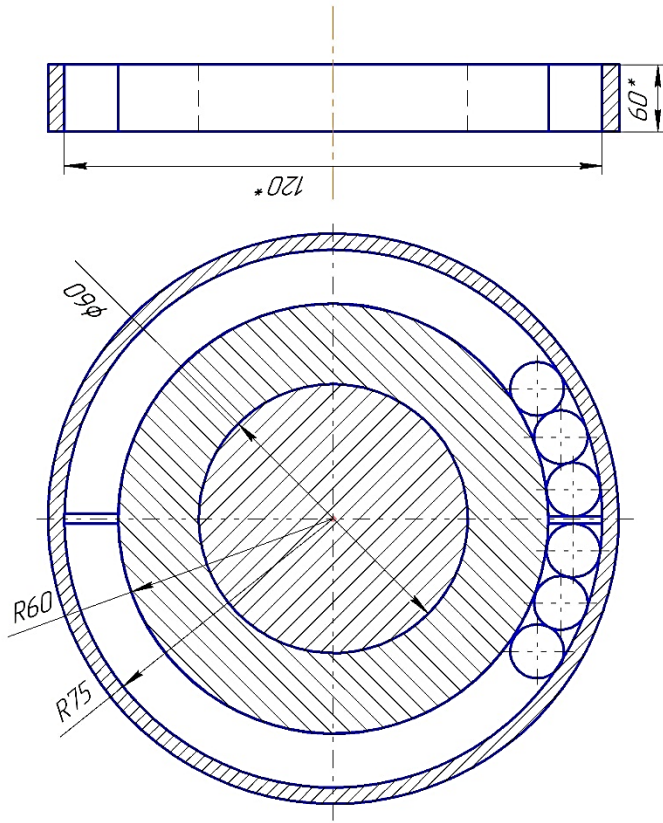
URL:<https://agro.expertus.com.ua/10012698>.

13. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.

14. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник / Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука. — К.: Грамота, 2007. — с. 360: іл. — Бібліогр.: с.354.

15. Войтюк Д.Г. Машини для рослинництва: Практикум: навчальний посібник з виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Д.Г. Войтюк, О.П. Деркач, В.С. Лукач. — Ніжн: Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. — 352 с.

52ДП.050.000.003.

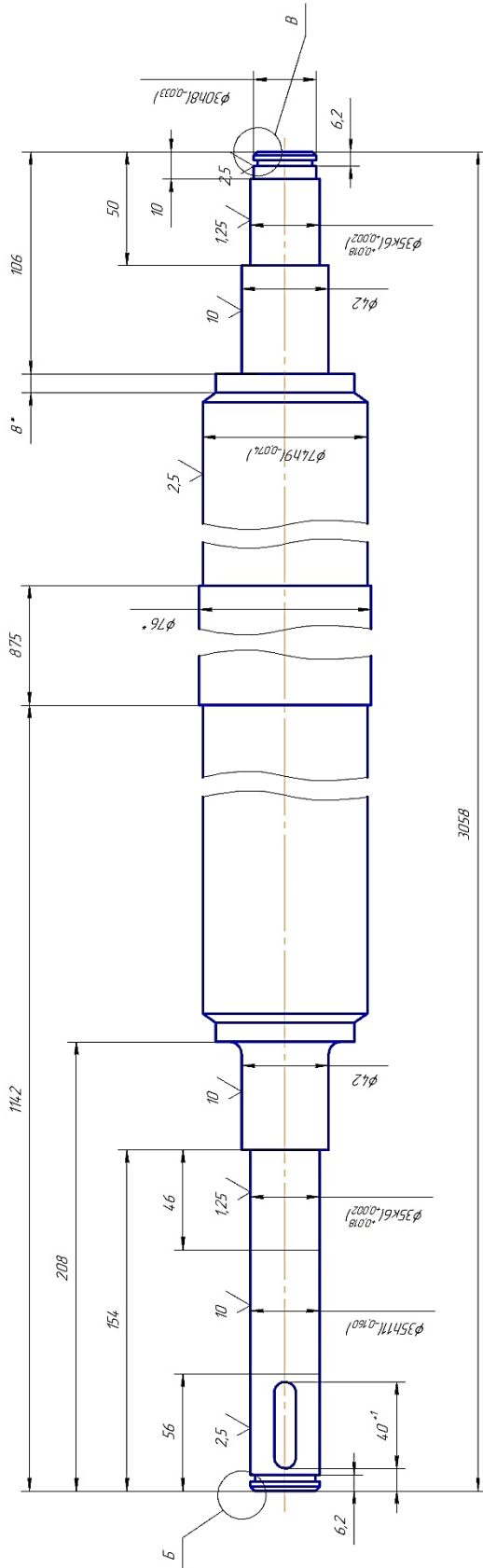


1. Незазначені граничні відхилення розмірів: отвірів – по Н14, валів – по h14, решта – по ±IT₇¹⁴.
2. Радіуси заокруглень 1,6 мм.
3. *Розміри для довідок.

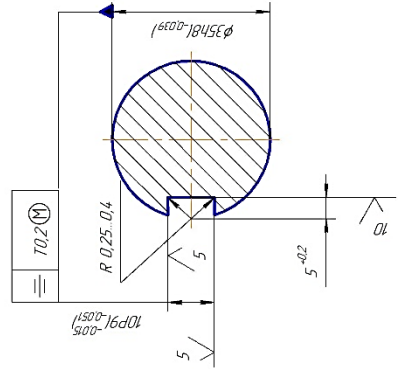
52ДП.050.000.003.		Лист	Масштаб
Автомобілансир		Маса	1:1
		Лист	Листів 1
Контр. №	№ викон.	Лист	Листів
Розроб.	Листоків	Лист	Листів
Проб.	Кодець	Лист	Листів
Т.контр.	Листоків	Лист	Листів
Н.контр.	Листоків	Лист	Листів
Утв.	Листоків	Лист	Листів

Лист у дата	Вам. унд. №	Инд. № дудл.	Лист у дата
Инд. № подл.	Инд. № дудл.	Лист у дата	Лист у дата
Лист у дата	Лист у дата	Лист у дата	Лист у дата
Лист у дата	Лист у дата	Лист у дата	Лист у дата

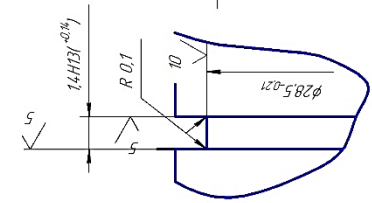
52ДП.050.000.002



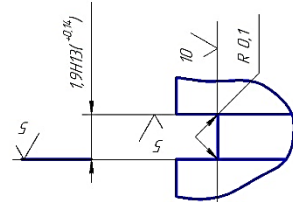
A - A (1:1)



B (5:1)



B (5:1)



1. Посадочні місця під підшипниками по ГОСТ 3325-85.
2. Галтельні переходи мають дуги плавними з шорсткістю поверхні $R_{a,2.5}$ радіусом 1 ... 1,6 мм.
3. Невказані граничні відхилення розмірів по ГОСТ 23.4.209-82.

52ДП.050.000.002		Лист	Масштаб
Вал		Лист	Масштаб
		Лист	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Листов
Разраб	Лускак М.С.	Проф	Кодифікатор
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
М-3-20			

Лист пружен.

Лист №

Лист у дата

Взам. унд. №

Инд. № дубл.

Инд. унд. №

Лист у дата

Инд. № подл.

Лист у дата

Инд. № подл.

Лист у дата

Инд. № подл.

Лист у дата

