

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНИЙ
Завідувач кафедри агроінженерії та
технічного сервісу, к.т.н., професор
_____ І.В. Гунько
«____» _____ 2024 р.

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту
на тему «МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОСОЗБИРАЛЬНОГО
КОМБАЙНА»
ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ

Виконав: студент групи АІ-20-3
Браславський Максим Віталійович

Керівник: к.т.н., доцент
_____ Солона О.В.

2024 р.

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АІ та ТС, к.т.н., професор

_____ І.В. Гунько

« _____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт**

студенту _____ *Браславському Максиму Віталійовичу* _____

на тему: Модернізація конструкції силосозбирального комбайна

затверджену наказом № 334 д від 11.09.2023 р.

Термін подання дипломного проєкту

на кафедру для попереднього захисту _____

Вихідні дані для проєкту

Вид роботи – модернізація конструкції силосозбирального комбайна.

Методичні вказівки для виконання бакалаврської роботи

Підручники і навчально-методичні посібники.

Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТЕІ, тощо).

Технічна та довідникова література

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ.

1. Технологія заготівлі силосу огляд вітчизняних та зарубіжних технологій і машин.

2. Модернізація силосозбирального комбайна.

3. Визначення конкурентоспроможності силосозбирального комбайна за узагальнюючими показниками.

Висновки.

Список використаної літератури.

Додатки.

Перелік графічного матеріалу:

1. Схема силосозбирального комбайна КСС-2,6

2. Доподрібнюючий пристрій (ВЗ).

3. Вивантажувач силосу (СК).

4. Деталювання

Завдання видано _____

Завдання прийняв до виконання _____ М.В. Браславський
(підпис)

Керівник _____ О.В. Солона, к.т.н., доцент
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ ОГЛЯД ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН	6
1.1 Опис технологічного процесу заготівлі силосу.....	6
1.2 Поживна цінність та якість подрібнення кукурудзи на силос	6
1.3 Мобільні засоби та доподрібнюючі пристрої при збиранні кукурудзи на силос	8
1.4 Опис існуючих конструкцій комбайнів.....	14
РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИЛОСОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	16
2.1. Призначення, будова та робота комбайна.....	16
2.2. Робота складових частин комбайна	16
2.2.1. Жатка.....	16
2.2.2. Мотовило	17
2.2.3. Живильний апарат	17
2.2.4. Подрібнювальний апарат	18
2.2.5. Рекаттери	18
2.2.6. Силосопровід.....	18
2.2.7. Вивантажувальний транспортер	19
2.2.8. Пристрій для заточення ножів.....	19
2.3 Підготовка комбайна до роботи	19
2.3.1 Монтаж і збирання комбайна	19
2.3.2 З'єднання комбайна з трактором	20
2.4. Порядок роботи комбайна	20
2.5 Правила зберігання.....	21
2.6 Розрахунок зірочок ланцюгових передач.....	22

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Модернізація конструкції силосозбирального комбайна			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Браславський М.								4	40
Перевір.		Солона О.В.									
Реценз.											
Н. Контр.		Солона О.В.									
Затверд.		Гуцько І.В.			ВНАУ гр. АІ-20-3						

2.6.1	Розрахунок зірочки гладкого валу живильного апарата	23
2.6.2	Розрахунок зірочки веденого валу головного редуктора	24
2.6.3	Розрахунок зірочки ведучого валу живильного апарата	26
2.6.4	Розрахунок зірочки ведучого вала редуктора вивантажувального транспортера.....	26
2.7.	Вибір параметрів рифового рекатера	27
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СИЛОСОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ЗА УЗАГАЛЬНЮЮЧИМИ ПОКАЗНИКАМИ		
30		
3.1	Визначення конкурентоспроможності за узагальнюючими показниками I-го роду.....	30
3.2	Визначення конкурентоспроможності силосозбирального комбайна за ...	32
	узагальнюючими показниками II-го роду	32
ВИСНОВКИ		35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		36
Додатки		40

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Браславський М.			Модернізація конструкції силосозбирального комбайна	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Солона О.В.					4	40
Реценз.						ВНАУ гр. АІ-20-3		
Н. Контр.		Солона О.В.						
Затверд.		Гуцько І.В.						

ВСТУП

В сучасних умовах організаційної перебудови сільськогосподарських підприємств, переходу до ринкових відносин особливого значення набувають питання ефективної організації, механізації й автоматизації сільськогосподарського виробництва, які забезпечать отримання конкурентоздатної і дешевої сільськогосподарської продукції.

Адже Україна є державою де сільськогосподарське виробництво є основою економіки. За останні роки темпи розвитку сільськогосподарського виробництва знизилися, а особливо в тваринництві, як найбільш складній і трудомісткій галузі. На сьогоднішній день тваринництво є збитковим тому, що для ефективної його роботи потрібні значні фінансові інвестиції, яких, нажаль, не вистачає. Воно може бути прибутковим при вирішенні таких основних питань:

- розведення елітного поголів'я тварин;
- будівництво і реконструкція приміщень відповідно до умов утримання тварин;
- забезпечення повноцінної кормової бази;
- повна механізація технологічних процесів галузі.

Під повноцінною кормовою базою розуміються як кількісні так і якісні показники. Адже в зимовий період в структурі раціонів великої рогатої худоби цей силос займає за поживністю 40%, тому від його якості суттєво залежить виробництво продукції тваринництва.

Найбільш цінною складовою частиною рослин кукурудзи є зерно, частка якого при збиранні її в фазу воскової стиглості у ранньостиглих гібридів складає більше 30% в сухій масі корму.

Втрати поживних речовин при заготівлі силосу з такої маси значно перевищують допустимі, та він не ефективно використовується тваринами. Тому розробка нових і вдосконалення існуючих технологій і технічних засобів для його заготівлі має важливе народногосподарське значення.

В даному дипломному проєкті вдосконалено технологічний процес отримання силосу з кукурудзи пізніх фаз вегетації з модернізацією комбайна КСС-2,6А.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ ОГЛЯД ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН

1.1 Опис технологічного процесу заготівлі силосу

Силос є універсальним кормом, який отриманий із свіжоскошених і прив'ялених рослин, які консервують в анаеробних умовах як хімічними консервантами, так і без них.

Силос забезпечує тварин вітамінами, вуглеводами, протеїном і другими життєво важливими речовинами. В хорошому силосі вміст молочної кислоти в 2...3 рази перевищує вміст оцтової.

Технологія отримання силосу наступна. Скошують, подрібнюють і вивантажують подрібнену масу в транспортні засоби кормозбиральними комбайнами КСК-100, КПП-2,4, силосозбиральними КСС-2,6А.

Отримання якісного силосу залежить від слідуючих факторів: вологості сировини; типу і розмірів сховищ; погодніх умов в період збирання; ступенні подрібнення, закладки та вибирання силосу.

1.2 Поживна цінність та якість подрібнення кукурудзи на силос

Виробництво кукурудзи на силос в країнах з інтенсивним тваринництвом нарощується швидкими темпами, в основному, за рахунок підвищення її урожайності. Силос із кукурудзи, зібраної в восковій стиглості зерна, відрізняється підвищеною поживністю та перетравністю.

Подрібнення кукурудзи при приготуванні з неї кормів за різними технологіями є одним із основних параметрів, що визначають якість готового корму.

Вимоги до якості подрібнення кукурудзи визначаються цілим рядом факторів, головними з яких є: фізико-механічний та біологічний стан сировини; показники подрібнення зернової і листостеблової частин рослин, взаємозв'язані з особливостями травних процесів тварин; умови зберігання корму; здатність машин та механізмів забезпечувати процес.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Рекомендації та зоотехнічні вимоги до якості подрібнення кукурудзи у фазі воскової стиглості при різних технологіях заготівлі та рекомендовані інтервали довжини різки кукурудзи, обґрунтовані теоретичними розрахунками при проектуванні подрібнюючого обладнання на кормозбиральних машинах, приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Вимоги і рекомендації по якості подрібнених кормів із кукурудзи

Вид корму	Рекомендації літературних джерел		Зоотехнічні вимоги
	вітчизняних	закордонних	
Листостеблова маса з качанами	80% часток до 15мм	Довжина різки 4-16мм. Менша при нижній вологості.	75-80% часток до 30мм не більше 5% цілого зерна
Качани з обгортками	1-2мм, 80% часток до 3-4мм. Цілого зерна до 5%.	-	65-70% часток до 4мм. Цілого зерна не допускається.
Зернострешнева суміш	Не менше 60-65% часток до 2мм. Цілого зерна не допускається	Не менше 80% часток до 2мм.	70% часток до 3мм, з них 50-55% до 2мм. Цілого зерна не допускається

Для одержання високої перетравності корму і створення оптимальних умов зберігання необхідна висока якість подрібнення рослин, особливо їх зернової частини. Виконання цієї умови забезпечує зниження до мінімуму відходів зерна при згодовуванні корму тваринам. Для великої рогатої худоби показник засвоєння зерна

складає 44% і 55% при вмісту сухої речовини 33,4% і 55,8% або 30% від кількості цілого зерна при вологості всієї рослини з качанами 65%.

Мінімальні розміри часток листостеблової маси для великої рогатої худоби обмежуються умовами порушення функцій їх шлунково - кишкового тракту і в результаті зниженням їх продуктивності. Хоча, дані щодо подрібнення зерна силосної кукурудзи дещо суперечливі, проте параметри подрібнення компонентів рослин в залежності від фази розвитку повинні найбільш повно задовольняти умови максимальної перетравності корму тваринами і звести до мінімуму його втрати при зберіганні.

В процесі роботи необхідно кожної зміни перевіряти та підтягувати болти кріплення секції і бичів рекатера і при цьому, при необхідності, регулювати зазор між ножами барабана і робочою ребристою поверхнею рекатера. В випадку попадання в подрібнюючий апарат зайвих предметів така регуліровка обов'язкова.

Для якісного подрібнення рослин з мінімальними енергетичними затратами необхідно кожний день перед початком роботи проводити заточення ножів подрібнюючого барабана заточуючим пристроєм комбайна.

1.3 Мобільні засоби та доподрібнюючі пристрої при збиранні кукурудзи на силос

Для подрібнення рослинної маси використовуються два основних типи подрібнювачів: стаціонарні та мобільні. При заготівлі силосу, в основному, використовуються мобільні подрібнюючі пристрої /польові подрібнювачі/, які поділяються на два типи по принципу різання – барабанні та дискові. Основним їх робочим органом є ножі, які кріпляться відповідно на барабані чи диску.

Для забезпечення подрібнення зерна кукурудзи, враховуючи те, що товщина зернин складає 4-5 мм, подрібнюючий апарат кормозбирального комбайна потрібно налагоджувати на довжину різки 2-2,5мм. Але сучасні конструкції мобільних польових подрібнювачів забезпечують мінімальну довжину різки на рівні 3-5 мм. Причому, можливості зменшення довжини різки практично вичерпані по параметрах зменшення

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

подачі рослин у подрібнювач та збільшення частоти обертання барабана чи диска. В ряді зарубіжних країн пішли по шляху збільшення кількості ножів на барабанах. Наприклад, на причіпних кормозбиральних комбайнах Taagur 501/502(Данія) John-deere – 3940 (США) і самохідному SPS- 35 (Чехія) встановлюються подрібнюючі апарати з 36 ножами, а на John- deere-3940 з 48 ножами, які швидко змінюються при виході з ладу. Але навіть таке велике збільшення кількості ножів не забезпечувало значного підвищення ступеню подрібнення зернової частини врожаю.

За результатами огляду літератури і патентних досліджень можна виділити п'ять основних груп доподрібнюючих пристроїв. Це підножеві пластинки, перфоровані рекаттери, рифлені рекаттери, плющильні корзини та плющильні вальці.

Про місце встановлення під ножових пластин свідчить їх назва. В процесі різання рослин ножом подрібнюючого апарату спочатку здійснюється захват нарізаної маси ножом, який супроводжується ударом. При установці пластин удар рослинних частинок, а особливо зерна, приходиться на їх рифлену поверхню, що інтенсифікує процес руйнування.

Перфоровані змінні рекаттери представляють собою металеві сита з отворами різної конфігурації і розмірів. Додаткове руйнування зерна в цій конструкції здійснюється при його ударі в пружки отворів. Ці рекаттери до комбайна КСК-100 показали низьку надійність технологічного процесу через забивання отворів. По цій причині вони не набули застосування. Закордонні фірми "Heston" і "John-deere" обладнують деякі моделі кормозбиральник комбайнів такими рекаттерами, які забезпечують хороші результати по якості подрібнення зерна.

Для інтенсифікації процесу руйнування зерна при проходженні подрібненої маси по піддону подрібнювача до силосопровода використовують рифлені рекаттери. Вони являють собою частину або декілька частин піддона барабанного чи дискового подрібнювача комбайна, на якому є виступи на внутрішній, повернутій до ножів, поверхні. Ці виступи в залежності від конструкції рекаттера бувають прямокутної, трикутної та напівовальної форми і розміщуються під кутом до поверхні підбирання.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для забезпечення високої пропускної здатності плющилки, частота обертів вальців складає 2000-4200 об/хв. а в деяких конструкціях фірми "Mengele" досягає 6000 об/хв. Крім того вальці в парі обертаються з різною кутовою швидкістю. Завдяки геометричній конфігурації робочих поверхонь вальців, різній частоті їх обертання та невеликому зазору /1-2мм/ між ними забезпечується плющильно-подрібнююча дія на масу.

В рекомендаціях по заготівлі силосу в Німеччині відмічається, що для досягнення хорошої якості корму першорядне значення має точна різка маси. Так, якщо теоретична довжина різки 4-6мм, то на практиці вона більша, а біля 5% перевищує 25мм. Рекомендується після збирання 3-5 га кукурудзи проводити заточку ножів і регулювати положення протиріжучої пластини. Це зменшує затрати палива і підвищує продуктивність машин. Також комбайни повинні обов'язково подрібнювати зерно з метою його кращого засвоєння. Дані по залежності подрібнення зерна від довжини різки наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Залежність подрібнення зерна і його втрат від вологості, маси і довжини різки

Вміст сухої речовини, %	Вміст зерна в силосі /%/ при теоретичній довжині різки, мм.		
	4	7	14
20	1	2	-
27	6	9	14
32	12	16	20
36	16	20	25

Найбільш доцільно додатково подрібнювати масу плющильними вальцями. Споживча потужність на обробку ними маси на 0,4 кВт/ч/т менша, ніж у подрібнювачів барабанного типу з рифовими рекаттерами .

Словацькими дослідниками проведенні порівняльні випробування перфорованих та рифлених рекаттерів, підножових пластин і зубчастих бітерів, встановлених за ножовим барабаном комбайна SPS-35. Результати їх досліджень показали, що найбільш доцільно використовувати рифлені вкладиші, які при забезпеченні однакового з іншими типами рівня подрібнення зерна не знижували пропускної здатності подрібнювача .

Із всіх розглянутих пристроїв повторного подрібнення маси на кормозбиральних комбайнах у нас найбільш повно вивчені перфоровані і рифлені рекаттери завдяки працям.

За даними Інституту кормів НААН України при збиранні кукурудзи в фазі воскової стиглості комбайном КСК-100А з встановленою довжиною різки 7,2мм і кутові обхвату барабана ребристою поверхнею рекатера 104° було досягнуто подрібнення 95,1% зерна та вмісту в масі 61,1% часток розміром до 10мм. Згодовування бичкам на відгодівлі такого силосу забезпечило підвищення середньодобових приростів їх маси на 10,5%.

В даний час в аграрному секторі України використовується ще багато комбайнів КСС-2,6А. Було кілька невдалих спроб удосконалити КСС-2,6А на рівні дослідно-конструкторських робіт, які через значне зниження продуктивності комбайна не дістали практичного застосування.

Таким чином, аналіз літературних даних вітчизняних та закордонних авторів показує, що силос із кукурудзи воскової стиглості зерна є цінним кормом, який забезпечує високу продуктивність як для відгодівельного молодняка, так і дійного стада. Тому на даний час дуже гостро стоїть питання розробки раціональної технології його заготівлі. Найбільшим цінним в кукурудзі і силосі з неї з енергетичної точки зору є зерно. У виробництво впроваджено гібриди кукурудзи, в яких його частка складає 50% і більше в розрахунку на суху речовину при збиранні рослин в фазі воскової стиглості зерна.

З приведенного огляду видно, що вирішальне значення в технології має отримання оптимального ступеню подрібнення листостеблової маси і зерна з метою

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

максимального їх поїдання тваринами, а також зниження втрат в процесі ферментації і при використанні.

З переходом господарств агропромислового сектору на ринкові відносини змінився і підхід виробників практично до всіх процесів виробництва продукції. Бажання отримати максимум прибутку з мінімумом затрат стало нормою. Приходиться рахувати кожна копійку і при виробництві молока і м'яса.

Проте навіть фінансово потужні господарства не мають змоги закупити нову кормозбиральну техніку. Тут виникає проблема ефективного використання наявного парку машин.

На сьогодні в господарствах України нараховується близько 10 тис. комбайнів КСС-2,6А. Відомо, що цей комбайн простий за конструкцією, не вибагливий в обслуговуванні та дешевий. Єдиний його недолік - це невідповідність якості подрібнення зоотехнічним вимогам. Вирішенню цієї проблеми присвячений даний дипломний проект.

1.4 Опис існуючих конструкцій комбайнів.

Комбайн самохідний КСК-100А призначений для скошування зелених і підбору із валків пров'ялених сіяних трав, скошування кукурудзи і других високостеблових культур з одночасним подрібненням і завантаженням маси в транспортний засіб.

Включає в себе: самохідний подрібнювач, який складається із рами, моста ведучих коліс, моста керуючих коліс, моторної установки, кабіни, живильного-подрібнюючого апарата, силосопровода, приводів і механізмів керування, гідро-і електрообладнання.

Жатка для збирання кукурудзи включає в себе раму, два активних польових подільника, ріжучого апарату, п'ятилопатеve мотовило, два ланцюгово-пластинчатих транспортера, звужуючий шнек і механізм приводу.

Кормозбиральний комбайн КПК-3000 "Полісся" призначений для скошування зелених, кукурудзи, в тому числі в фазі воскової і повної стиглості зерна, соняшнику

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

і других високостеблових культур з подрібненням та завантаженням в транспортні засоби.

Він представляє собою самохідну машину з дизельним двигуном, яка обладнана двома навісними системами, гідрооб'ємною трансмісією ходової частини і гідросистемою керування головними циліндрами і рулевим керуванням, переднім і заднім ВВП, кабіною з постом керування і системами контролю за роботою. В залежності від необхідності працювати з передньою або задньою навіскою пост керування може обертатися шляхом повороту стула і рульової колонки на 180 град.

Комбайн кормозбиральний причіпний КПП-2,4 призначений для збирання кормових культур на зелений корм, подрібнене сіно, сінаж, силос. Обладнаний трома змінними робочими органами: жаткою для скошування трави, підбирачем і жаткою суцільного зрізу для скошування силосних культур.

Комбайн обладнаний пристроєм для заточування ножів подрібнюючого барабана. Привід комбайна здійснюється від ВВП трактора через карданні передачі, конічний редуктор і розподільчу коробку. Агрегатується з тракторами МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-100.

Самохідний подрібнювач ЯГУАР призначений для збирання кормових культур. Він обладнаний підборщиком, чотирьох-, шести- і восьмирядними кукурузними приставками фірми КЛААС, пристроєм для заточування ножів.

Доподрібнювач зерен кукурудзи КОРН-КРЕКЕР фірми КЛААС просто незамінний для приготування кормів потрібної структури. Його ребристі вальці, обертаються в протилежних напрямках.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИЛОСОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

2.1. Призначення, будова та робота комбайна

Силосозбиральний комбайн КСС-2,6 призначений для збирання кукурудзи воскової стиглості, соняшнику та інших культур. Він складається із жатки з ріжучим апаратом, подаючим транспортером і активним розподільником, мотовила, сніці, силосорізки з живильним і подрібнюючим апаратами, силосопроводом, пристроєм для заточки ножів подрібнюючого барабана, ребристого рекаттера, механізмів приводу робочих органів, гідросистеми.

При збиранні цих культур комбайн рухається вздовж рядків. По мірі зрізання рослин ріжучим апаратом мотовило вкладає стеблі на платформу жатки, де вони підхвачуються транспортером і подаються в живильний апарат. Бітерний барабан і гладкий валець захвачує стеблі і проштовхує їх на протиріжучий брус. Подрібнюючий барабан подрібнює стеблі і викидає масу на вивантажувальний транспортер, який завантажує рухаючий поряд з комбайном транспортний засіб.

2.2. Робота складових частин комбайна

2.2.1. Жатка

Жатка представляє собою платформу обмежену з двох сторін бортами. Правий борт закінчується зпереду розподільника, який при необхідності можна переобладнати в пасивний. Привід ріжучого апарата відбувається від вала головного редуктора за допомогою ланцюгової передачі, проміжного і карданого валів і кривошипно-шатунного механізму. На платформі розміщений ланцюгово-пластинчатий транспортер, який подає скошену масу в живильний апарат силосорізки. Для зменшення втрат силосної маси і обмеження коливання провищої нижньої гілки транспортера під платформою встановлюються піддони. В піддоні знаходяться люки, які слід відкривати при збиранні тонкостебельних культур або сильно засмічених грубостебельних культур.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		16

Середній люк в піддоні відкривається також при регулюванні напівпідшипника, попереджувального прогин ведучого вала транспортера жатки. Необхідна висота різки рослин забезпечується башмаком, який копіює рельєф поля. Положення башмака регулюється по висоті.

Тиск копіюючого башмака на ґрунт регулюється пружинним механізмом зрівноважування. Для швидкої зміни висоти зрізу, викликані необхідністю пропустити перешкоду, а також для установки жатки в транспортне положення використовується механізм підйому.

2.2.2. Мотовило

П'ятилопатеве мотовило кріпиться на підвісках до рами, яка шарнірно кріпиться до кронштейнів силосорізки. Виліт мотовила регулюється тягами. Необхідне положення мотовила по висоті встановлюється за допомогою циліндрів. Для попередження зачіплення планок мотовила за транспортер жатки на штоках циліндрів встановлені обмежувачі. Включення мотовила при опусканні жатки в робоче положення і його виключення при підйомі жатки в транспортне положення виконується автоматично спеціальним механізмом.

Силосорізка. Основою силосорізки служить рама, яка розташована на двох пневматичних колесах. На рамі знаходиться живильний апарат, подрібнюючий апарат, рекатери, силосопровід з вигрузним транспортером, пристроєм для заточки ножів подрібнюючого барабана.

2.2.3. Живильний апарат

Живильний апарат складається з бітерного барабана, гладкого вальця, ведучого валу транспортера жатки і редуктора. Бітерний барабан при зміні товщини слою поступаючої маси переміщається вертикально в направляючих. Плавність цих переміщень і тиск на слой маси регулюється пружинами. На валу бітерного барабана встановлена обгіна муфта. При підвищенні частоти обертання барабана вона

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

від'єднує його від приводу під час переміщення в направляючих, а при відключенні валу відбору потужності (ВВП) трактора дозволяє барабану обертатися по інерції.

2.2.4. Подрібнювальний апарат

Подрібнювальний апарат складається із бруса з прикріпленими до нього протирижуючими пластинами і подрібнюючого барабана. Подрібнювальний барабан представляє собою вал з дисками, до яких прикріплені z-подібні спіральні ножі. Подрібнювальна маса викидається ножами на вивантажувальний транспортер. В приводний шків барабана вмонтована обгїна муфта, яка дозволяє обертатися йому по інерції при виключенні ВВП трактора.

2.2.5. Рекаттери

Рекаттер – це пристрій додаткового подрібнення до подрібнюючого апарата силосозбирального комбайна КСС-2,6. Він застосовується для підвищення якості подрібнення силосної маси і дроблення зерна кукурудзи при її збиранні в фазах воскової і технічної стиглості.

Принцип роботи рифових рекаттерів базується на використанні тертя маси, подрібненої ножами барабана, по піддоні. В результаті знаходження на ньому рифів збільшується час перебування подрібненої маси в барабані, а також підвищується коефіцієнт тертя її по піддону, що призводить до розщеплення листостеблової маси. Крім того при цьому значно підвищується подріблення зерна.

2.2.6. Силосопровід

Силосопровід складається із камери, яка розташована над подрібнювальним барабаном, каркаса вигрузного транспортера, дефлектора і фартуха.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

2.2.7. Вивантажувальний транспортер

Тип вивантажувального транспортера ланцюгово-пластинчатий із загрузеними скребками. Каркас транспортера складається із нижньої і верхньої частин. В робочому положенні обидві частини зкріплюються болтами, а нижні днища каркасів кріпляться відкидним щитком. Переклад відкидної частини транспортера із робочого положення в транспортне і навпаки виконується лебідкою, яка встановлена на стойці транспортера. Для запобігання втрат подрібнювальної маси від видування вітром верхня частина каркаса транспортера закрита кришками, а вивантажувальне вікно відкидної частини споряджене фартухом. Маса, захвачена зворотньою гілкою транспортера, викидається через отвір в каркасі на лоток.

2.2.8. Пристрій для заточення ножів

Пристрій для заточення ножів подрібнювального барабана складається із кожуха і заточувальної головки, яка рухається по направляючих кожуха на чотирох роликах канатом при обертанні штурвала.

2.3 Підготовка комбайна до роботи

2.3.1 Монтаж і збирання комбайна

Перед збиранням комбайна перевіряють стан складальних одиниць та кріплень. В місцях кріплення при відсутності контргайок під гайки ставлять пружинні шайби. Всі болтові з'єднання повинні бути надійно закручені.

Збирання жатки і під'єднання її до силосорізки:

Встановити польовий подільник на платформу і закріпити його болтами;
встановити боковину праву між пластинами і рамою платформи і закріпити її болтами;

Встановити щиток на польовому подільнику та боковину ліву;

Поставити жатку на похило поставленні дошки і підтянути її до силосорізки;

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Збирання і установка мотовила і рами мотовила:

Встановити раму мотовила на кронштейни силосорізки і закріпити її болтами, гайками і контргайками;

Зібрати і встановити колесо мотовила, для чого на вісь колеса мотовила надіти і закріпити болтами, гайками і контргайками і на дисках п'ятигранники. В направляючих п'ятигранників вставити дерев'янні променні і закріпити їх металевими накладками та болтовими з'єднаннями.

2.3.2 З'єднання комбайна з трактором

Для з'єднання необхідно:

- домкратом підняти сницю до співпаду причіпного пристрою сніці з причіпною скобою трактора.

Подати трактор назад так, щоб причіпна скоба увійшла в причіпний пристрій сніці і щоб співпали отвори. Вставити в отвір палець і зашплінтувати його.

З телескопічного карданного валу зняти хомут підтримуючий стойки, повернути стойку на сницю, з'єднати карданний вал до ВВП трактора.

- з'єднати шлангами виходи маслопроводів на тракторі з виходами розривних муфт.

2.4. Порядок роботи комбайна

Кожного дня перед початком роботи оглянути механізми комбайна, особливу увагу звернути на надійність кріплення планок транспортера жатки, прокрутити вручну на декілька оборотів трансмісію комбайна. Впевнившись в легкості її обертання.

В залежності від рельєфу поля і збиральної культури встановити копіюючий башмак на потрібну висоту зрізу і режим роботи мотовила. При роботі агрегату зі швидкістю більше 8км/год мотовило може бути відключене, якщо технологічний процес без нього проходить нормально. Для цього привід мотовила фіксують в

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

відключеному положенні, вивернувши вилку тяги. Після цього піднімають мотовило в кінцеве верхнє положення. Відключати мотовило при поворотах і переїздах.

В залежності від умов роботи і агрофону встановити режим роботи активного подільника. При поворотах і виїздах із рядків піднімати жатку в транспортне положення. Спостерігати за роботою механізмів комбайна, не допускати забивання робочих органів, так як несвоєчасна зупинка машини в цьому випадку може призвести до поломки.

При появі ознак забивання живильного апарата, подрібнюючого барабана або вивантажувального транспортера зупинити трактор, прокрутити трансмісію комбайна, а при забиванні ріжучого апарата зупинити трактор, подати комбайн назад без підйому жатки, очистити там самим ріжучий апарат від зрізаної маси, підняти гідроциліндром жатку, пропустити масу, при русі вперед опустити жатку за метр до врізання в масу.

У випадку забивання робочих органів комбайна розчистити місце забивання, повернути його механізми вручну в сторону робочого обертання, після чого плавно, з декількох спроб включити ВВП і прокрутити його на нормальній швидкості.

Забороняється працювати на полях неочищених від зайвих предметів (каміння, проволки), попадання яких в живильний і подрібнюючий апарати може призвести до важких аварій та довгим **простоям**.

2.5 Правила зберігання

По закінченні збиральних робіт комбайн підготовлюють до зберігання в закритому приміщенні, під навісом або на відкритій площадці. Поверхня площадки повинна бути рівною, з нахилом 2-3⁰ для стікання води, мати тверде покриття.

Перед встановленням на зберігання виконати післясезонне технічне обслуговування і обкатку комбайна вхолосту на протязі 10хв.

Зняти клинопасові паси приводу подрібнюючого барабана і мотовила, шланги високого тиску, промити їх в мильні воді. Зняти ніж ріжучого апарата, планки та

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		21

променні мотовила, шліфувальний сегмент заточувального пристрою і здати їх на склад. Ніж перед задачею змастити салідолом.

Зняти ланцюгово-пластинчаті транспортери , почистити, змастити і знову поставити на комбайн без натягування.

Встановити комбайн на підставки в горизонтальному положенні та знизити тиск в шинах до 1,1-1,2 кгс/см² . Закрити заглушками штуцера на гідроциліндрах і маслопроводах та здати інструменти на склад.

2.6 Розрахунок зірочок ланцюгових передач.

Розміри зірочок роликів ланцюгів визначаються за наступними залежностями:

– модуль:

$$m = \frac{P}{\pi};$$

- ділительний діаметр:

$$d = P / (\sin 180/z);$$

де: P – крок ланцюга;

z – число зубів зірочки;

- діаметр кола виступів:

$$D_e = P (0,5 + \operatorname{ctg} 180/z);$$

- діаметр кола впадин:

$$D_i = d - 2r;$$

де: r – радіус впадин;

$$r = 0,5025d_1 + 0,05;$$

де: d₁ - діаметр ролика ланцюга;

- діаметр проточки:

$$D_c = P \operatorname{ctg}(180/z) - 1,3h;$$

де: h – ширина пластини ланцюга;

- ширина зуба двохрядного ланцюга $b = 0,9B_n - 0,15$ мм;

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

де: B_n – відстань між внутрішніми площинами пластин ланцюга;

- ширина віденця $B = (n - 1) A + b$;

де: n – кількість рядів;

A – відстань між осями симетрії багаторядних ланцюгів;

- радіус заокруглення зуба $R = 1,7 d_1$;

- товщина обода $s = 1,5(De - d)$;

- товщина диска $C = (1,2 \dots 1,3)s$;

Таблиця 2.1 Числові значення при розрахунку зірочок

P	B_n	A	d_1	h
12,7	5,4	13,92	8,51	11,8
15,875	9,65	16,59	10,16	14,8
19,05	12,7	25,51	11,91	18,2
25,4	15,88	29,29	15,88	24,2
31,75	19,05	35,76	19,05	30,2

2.6.1 Розрахунок зірочки гладкого валу живильного апарата

При $z = 22$ розрахунок буде мати наступний вигляд для гладкого валу живильного апарата.

- модуль:

$$m = \frac{P}{\pi} = \frac{25,4}{3,14} = 8,0 \text{ мм};$$

- ділильний діаметр:

$$d = P / (\sin 180/z) = 25,4 / 0,14 = 180 \text{ мм};$$

- діаметр кола виступів:

$$De = P (0,5 + \text{ctg} 180/z) = 25,4 * (0,5 + 6,9) = 188 \text{ мм};$$

- радіус впадин:

$$r = 0,5025 d_1 + 0,05 = 0,5025 * 15,88 + 0,05 = 8 \text{ мм};$$

- діаметр кола впадин:

$$D_i = d - 2r = 180 - 2 \cdot 8 = 164 \text{ мм};$$

- ширина зуба:

$$b = 0,9 V_n - 0,15 = 0,9 \cdot 15,88 - 0,15 = 14 \text{ мм};$$

- ширина віденця:

$$B = (n-1) A + b = (2-1) \cdot 29,29 + 14 = 43 \text{ мм};$$

- радіус заокруглення зуба:

$$R = 1,7 d_1 = 1,7 \cdot 15,88 = 27 \text{ мм};$$

- фаска:

$$f = 0,2 b = 2,8 \text{ мм};$$

Конструкція зірочок ланцюгових передач відрізняється від конструкції циліндричних зубчастих коліс лише зубчастим віденцем. Тому діаметр і довжину ступиці визначаємо по співвідношенні для зубчастих коліс.

Довжину посадочного отвору зірочки приймаємо рівній ширині зубчастого віденця ($L = B$).

Діаметр ступиці $D_{ст}$ приймаємо:

$$D_{ст} = 1,55 d_o = 1,55 \cdot 35 = 54,25 \text{ мм}.$$

де: d_o - діаметр посадочного отвору, $d_o = 35 \text{ мм}$.

2.6.2 Розрахунок зірочки веденого валу головного редуктора

При $z = 10$ розрахунок буде мати наступний вигляд для веденого валу головного редуктора.

- модуль:

$$m = \frac{P}{\pi} = \frac{25,4}{3,14} = 8,0 \text{ мм};$$

- ділительний діаметр:

$$d = P / (\sin 180/z) = 25,4 / 0,31 = 82 \text{ мм};$$

- діаметр кола виступів:

$$D_e = P (0,5 + \text{ctg} 180/z) = 25,4 (0,5 + 3,07) = 90 \text{ мм};$$

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		24

- радіус впадин:

$$r = 0,5025 d_1 + 0,05 = 0,5025 \cdot 15,88 + 0,05 = 8 \text{ мм};$$

- діаметр кола впадин:

$$D_i = d - 2r = 82 - 2 \cdot 8 = 66 \text{ мм};$$

- діаметр проточки:

$$D_c = P \operatorname{ctg}(180/z) \cdot 1,3h = 25,4 \cdot 3,0 - 1,3 \cdot 24,2 = 44 \text{ мм};$$

- ширина зуба двохрядного ланцюга:

$$b = 0,9 B_n - 0,15 = 0,9 \cdot 15,88 - 0,15 = 14 \text{ мм};$$

- ширина віденця:

$$B = (n-1) A + b = (2-1) \cdot 29,29 + 14 = 43 \text{ мм};$$

- радіус заокруглення зуба:

$$R = 1,7 d_1 = 1,7 \cdot 15,88 = 27 \text{ мм};$$

- товщина обода:

$$s = 1,5(D_e - d) = 1,5(90 - 82) = 12 \text{ мм};$$

- товщина диска:

$$C = (1,2 \dots 1,3)s = 1,3 \cdot 12 = 15,6 \text{ мм};$$

- фаска:

$$f = 0,2 b = 2,8 \text{ мм};$$

Конструкція зірочок ланцюгових передач відрізняється від конструкції циліндричних зубчастих коліс лише зубчастим віденцем. Тому діаметр і довжину ступиці визначаємо по співвідношенні для зубчастих коліс.

Довжину посадочного отвору зірочки приймаємо рівній ширині зубчастого віденця ($L = B$).

Діаметр ступиці $D_{ст}$ і товщину торців зубчастого віденця S приймаємо:

$$D_{ст} = 1,55 d_o = 1,55 \cdot 35 = 54,25 \text{ мм};$$

де: d_o - діаметр посадочного отвору, $d_o = 35 \text{ мм}$.

$$S = 2,2m + 0,05B = 2,2 \cdot 8 + 0,05 \cdot 43 = 17,6 + 2,15 = 19,75 \text{ мм};$$

де: m - модуль зачеплення, $m = 8 \text{ мм}$.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		25

2.6.3 Розрахунок зірочки ведучого валу живильного апарата

При $z=50$ розрахунок буде мати наступний вигляд для ведучого валу живильного апарата.

- модуль:

$$m = \frac{P}{\pi} = \frac{25,4}{3,14} = 8,0 \text{ мм};$$

- ділительний діаметр:

$$d = P / (\sin 180/z) = 25,4 / 0,062 = 411 \text{ мм};$$

- діаметр кола виступів:

$$D_e = P (0,5 + \operatorname{ctg} 180/z) = 25,4 (0,5 + 16) = 419 \text{ мм};$$

- радіус впадин:

$$r = 0,5025 d_1 + 0,05 = 0,5025 \cdot 15,88 + 0,05 = 8 \text{ мм};$$

- діаметр кола впадин:

$$D_i = d - 2r = 411 - 2 \cdot 8 = 395 \text{ мм};$$

- діаметр проточки:

$$D_c = P \operatorname{ctg}(180/z) - 1,3h = 25,4 \cdot 16 - 1,3 \cdot 24,2 = 375 \text{ мм};$$

- ширина зуба двохрядного ланцюга:

$$b = 0,9 V_n - 0,15 = 0,9 \cdot 15,88 - 0,15 = 14 \text{ мм};$$

- ширина віденця: $V = (n-1) A + b = (2-1) \cdot 29,29 + 14 = 43 \text{ мм};$

- радіус заокруглення зуба: $R = 1,7 d_1 = 1,7 \cdot 15,88 = 27 \text{ мм};$

- товщина обода: $s = 1,5(D_e - d) = 1,5(188 - 180) = 12 \text{ мм};$

- товщина диска: $C = (1,2 \dots 1,3)s = 1,3 \cdot 12 = 15,6 \text{ мм};$

- фаска: $f = 0,2 b = 2,8 \text{ мм};$

2.6.4 Розрахунок зірочки ведучого вала редуктора вивантажувального транспортера

При $z=12$ розрахунок буде мати наступний вигляд для ведучого вала редуктора вивантажувального транспортера.

- модуль:

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		26

$$m = \frac{P}{\pi} = \frac{25,4}{3,14} = 8,0 \text{ мм};$$

- ділильний діаметр:

$$d = P / (\text{Sin}180/z) = 25,4 / 0,26 = 98 \text{ мм};$$

- діаметр кола виступів:

$$D_e = P (0,5 + \text{ctg}180/z) = 25,4 (0,5 + 3,7) = 106 \text{ мм};$$

- радіус впадин:

$$r = 0,5025 d_1 + 0,05 = 0,5025 \cdot 15,88 + 0,05 = 8 \text{ мм};$$

- діаметр кола впадин:

$$D_i = d - 2r = 98 - 2 \cdot 8 = 82 \text{ мм};$$

- ширина зуба двохрядного ланцюга:

$$b = 0,9 V_n - 0,15 = 0,9 \cdot 15,88 - 0,15 = 14 \text{ мм};$$

- ширина віденця: $V = (n-1) A + b = (2-1) \cdot 29,29 + 14 = 43 \text{ мм};$

- радіус заокруглення зуба: $R = 1,7 d_1 = 1,7 \cdot 15,88 = 27 \text{ мм};$

- фаска: $f = 0,2 b = 2,8 \text{ мм};$

2.7. Вибір параметрів рифового рекатера

З усіх розглянутих вище типів рекатерів найбільш прийнятні для використання на комбайні КСС-2,6А рифові рекатери.

Параметри їх, згідно фізико-механічної моделі роботи доподрібнюючих пристроїв, умовно діляться на дві групи.

До першої з них відносяться (рис 2.1 а):

θ_1 - кут встановлення рифової поверхні відносно протиріжучої пластини;

θ_2 - кут обхвату барабана рифовою поверхнею;

z_1 - кількість виступів;

До другої групи (рис 2.1 б,в) параметрів можна віднести:

Δ - зазор між ножами і виступами;

α, β - кути встановлення граней рифів відносно радіуса підбарабання;

h, t_1 - висота та довжина виступів;

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

γ - кут загострення виступів;

τ_2 - кут нахилу виступів до твірної підбаркбання.

Вибір параметрів рекатера (табл 2.2) проводиться при наступних гіпотезах подрібнення виступами поверхні: безпосереднє руйнування при прямому центральному ударі; відбиття від поверхні виступів з подальшою дією ножів барабана; утворення багаточисельних ріжучих пар між лезом ножа і рифами.

Таблиця 3.2 Розрахункові значення параметрів рифових рекатерів

Позначення	Значення параметра	Позначення і розрахункова формула	Значення параметра
θ_1	35-50°	$\arccos(1 - \frac{L}{R}) \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} - (\varphi_1 + \varphi_2)$	$10 - 15^\circ \leq \alpha \leq 45 - 60^\circ$
θ_2	Визначається з конструктивних, технологічних і техніко-економічних обмежень	$\beta = \pi - (\gamma + \alpha)$	$30 - 45^\circ \leq \beta \leq 75 - 80^\circ$
Δ	1-2мм	$h = (0,85 - 1,1)d_{екв}$	4-18мм
γ	80-100°	$t_1 = h(\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta)$	25-90мм
$d_{екв}$	5-14мм	$\varphi_1 + \varphi_2 + \psi \leq \tau_2 \leq \frac{\pi}{2} - \varphi_2$ $S = (3 - 4)d_{екв}$	$20 - 25^\circ \leq \tau_2 \leq 35 - 50^\circ$ 15-40мм

де: L- віддаль від точки вильоту частинки, яка знаходиться на поверхні задньої

грані ножа, до підбаркбання;

R- радіус підбаркбання;

φ_1, φ_2 - кути тертя маси по поверхні ножа та підбарабання;

$d_{екв}$ - еквівалентний діаметр зерна;

ψ - кут нахилу ножа до твірної підбарабання.

В нашому випадку приведеним параметром відповідають планки бичового ребристого профілю по ДСТУ 12492-82, з яких виготовляють бичі зернозбиральних комбайнів.

Зоотехнічним вимогам по якості подрібнення повністю відповідає рекатер, у якого рифова поверхня утворена планками бичового профілю, розміщеними з кроком 15-40мм.

При проектуванні рифового рекатера, в нашому випадку, кут встановлення рифової поверхні відносно протиріжучої пластини $\theta_1 = 50^\circ$, а кут обхвату барабана рифовою поверхнею $\theta_2 = 70^\circ$.

Зазор між ножами і виступами рифової поверхні приймаємо $\Delta = 2\text{мм}$.

Висота виступів $h = 1,4 \cdot 13 = 18,2\text{мм}$;

Довжина виступів $t_1 = 14(\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta) = 14(\text{tg}30 + \text{tg}70) = 14(0,577 + 2,74) = 45,7\text{мм}$;

Кут загострення виступів становить $\gamma = 90^\circ$;

Кут нахилу виступів до твірної підбарабання $\tau_2 = 30^\circ$;

Відстань між рядами рекатерів $S = 4 \cdot d_{екв} = 4 \cdot 5 = 20\text{мм}$;

Радіус підбарабання $R = 248\text{мм}$.

Підтвердженням позитивної ролі рекатера при силосуванні кукурудзи є кращі показники якості корму. При цьому, за даними Інституту кормів НААН України при збиранні кукурудзи в фазі воскової стиглості комбайном КСС-2,6А, відмічено зниження продуктивності комбайна на 12,7%, так як зросли енергозатрати на процес подрібнення.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СИЛОСОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ЗА УЗАГАЛЬНЮЮЧИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1 Визначення конкурентоспроможності за узагальнюючими показниками I-го роду

Таблиця 3.1 Техніко-експлуатаційні показники комбайнів:

№ п/п	Марка комбайна	Пропускна здатність, кг/с	Маса, кг	Потужність приводу, кВт	Ширина захвату, м
1	КСС-2,6	22	3860	55	2,6
2	КСК-100	25	11600	147	3,4
3	КПІ-2,4	9,3	3915	55	1,8
4	Е-282	30	6900	180	3,6
5	КПК-3000	25	1500	184	3

-Вибираємо значення безрозмірних показників для комбайнів з найвищою і найнижчою продуктивністю:

$$d_{\max} = d_1 = 0,9;$$

$$d_{\min} = d_5 = 0,2;$$

-Визначаємо X_b , X_a – масштабні значення для найгіршого і найкращого комбайна:

$$X_b = 4 + (-\ln(-\ln d_{\max})) = 6,35; \quad (3.1)$$

$$X_a = 4 + (-\ln(-\ln d_{\min})) = 3,53; \quad (3.2)$$

-Визначаємо масштабний лінійний коефіцієнт для пропускної здатності:

$$M_x = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_b - X_a} = \frac{30 - 9,3}{6,35 - 3,53} = 7,34; \quad (3.3)$$

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		30

- Визначаємо масштабні показники для всіх комбайнів:

$$X_i = Xa + \frac{X'_i - X_{min}}{M_x} \quad (4.4)$$

$$X_i = Xб - \frac{X'_i - X_{min}}{M_x} \quad (4.5)$$

$$X_1 = 3,53 + \frac{22-9,3}{7,34} = 5,26; \quad d_1 = \exp(-e^{-(5,26-4)}) = 0,753;$$

$$X_2 = 3,53 + \frac{25-9,3}{7,34} = 5,67; \quad d_2 = \exp(-e^{-(5,67-4)}) = 0,828;$$

$$X_5 = 3,53 + \frac{25-9,3}{7,34} = 5,67; \quad d_5 = \exp(-e^{-(5,67-4)}) = 0,828;$$

Маса:

$$M_x = \frac{11600-1500}{6,35-3,53} = 3581,5;$$

$$X_1 = 6,35 - \frac{3860-1500}{3581,5} = 5,69; \quad d_1 = \exp(-e^{-(5,69-4)}) = 0,832;$$

$$X_3 = 6,35 - \frac{3915-1500}{3581,5} = 5,67; \quad d_3 = \exp(-e^{-(5,67-4)}) = 0,828;$$

$$X_4 = 6,35 - \frac{6900-1500}{3581,5} = 4,84; \quad d_4 = \exp(-e^{-(4,84-4)}) = 0,649;$$

Потужність приводу:

$$M_x = \frac{184-55}{6,35-3,53} = 45,74;$$

$$X_2 = 6,35 - \frac{147-55}{45,74} = 4,34; \quad d_2 = \exp(-e^{-(4,34-4)}) = 0,491;$$

$$X_4 = 6,35 - \frac{180-55}{45,74} = 3,62; \quad d_4 = \exp(-e^{-(3,62-4)}) = 0,232;$$

Ширина захвату:

$$M_x = \frac{3,6-1,8}{6,35-3,53} = 0,64;$$

$$X_1 = 6,35 - \frac{2,6-1,8}{0,64} = 5,1; \quad d_1 = \exp(-e^{-(5,1-4)}) = 0,717;$$

$$X_2 = 6,35 - \frac{3,4-1,8}{0,64} = 3,85; \quad d_2 = \exp(-e^{-(3,85-4)}) = 0,313;$$

$$X_5 = 6,35 - \frac{3-1,8}{0,64} = 4,48; \quad d_5 = \exp(-e^{-(4,48-4)}) = 0,539;$$

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		31

Таблиця 3.2 Значення окремих безрозмірних та узагальнюючих показників I-го роду

№ п/п	Марка комбайну	Пропускна здатність, кг/с	Маса, кг	Потужності приводу, кВт	Ширина захвату, м
1	КСС-2,6	0,753	0,832	0,9	0,717
2	КСК-100	0,828	0,2	0,491	0,313
3	КП-2,4	0,2	0,828	0,9	0,9
4	Е-282	0,9	0,649	0,232	0,2
5	КПК-3000	0,828	0,9	0,2	0,539

-Визначаємо узагальнюючі показники для кожного комбайна:

$$D_i = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}; \quad (3.6)$$

$$D_1 = \sqrt[4]{0,753 \cdot 0,832 \cdot 0,9 \cdot 0,717} = 0,797;$$

$$D_2 = \sqrt[4]{0,828 \cdot 0,2 \cdot 0,491 \cdot 0,313} = 0,398;$$

$$D_3 = \sqrt[4]{0,2 \cdot 0,828 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,605;$$

$$D_4 = \sqrt[4]{0,9 \cdot 0,649 \cdot 0,232 \cdot 0,2} = 0,405;$$

$$D_5 = \sqrt[4]{0,828 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,539} = 0,532;$$

3.2 Визначення конкурентоспроможності силосозбирального комбайна за узагальнюючими показниками II-го роду

Натуральні показники перетворюємо в безрозмірні показники за формулами:

$$d_i = d_{\max} + (d_{\min} - d_{\max}) \cdot (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (3.7)$$

$$d_i = d_{\max} + (d_{\min} - d_{\max}) \cdot (X_i - X_{\max}) / (X_{\min} - X_{\max}) \quad (3.8)$$

де: d_{\max}, d_{\min} – безрозмірні показники які присвоюються найкращій і найгіршій машині;

X_{\max}, X_{\min} – максимальне і мінімальне значення натурального показника;

X_i – значення натурального показника для даної машини;

, - покращує та погіршує конкурентоспроможність;

Пропускна здатність:

$$d_1 = 5 + (1 - 5) \cdot (22 - 30) / (9,3 - 30) = 3,45;$$

$$d_2 = 5 + (1 - 5) \cdot (25 - 30) / (9,3 - 30) = 4,03 ;$$

$$d_5 = 5 + (1 - 5) \cdot (25 - 30) / (9,3 - 30) = 4,03 ;$$

Маса:

$$d_1 = 5 + (1 - 5) \cdot (3860 - 1500) / (11600 - 1500) = 4,06;$$

$$d_3 = 5 + (1 - 5) \cdot (3915 - 1500) / (11600 - 1500) = 4,04;$$

$$d_4 = 5 + (1 - 5) \cdot (6900 - 1500) / (11600 - 1500) = 2,86;$$

Потужність приводу:

$$d_2 = 5 + (1 - 5) \cdot (147 - 55) / (184 - 55) = 2,15;$$

$$d_4 = 5 + (1 - 5) \cdot (180 - 55) / (184 - 55) = 1,12;$$

Ширина захвату:

$$d_1 = 5 + (1 - 5) \cdot (2,6 - 1,8) / (3,6 - 1,8) = 3,22;$$

$$d_2 = 5 + (1 - 5) \cdot (3,4 - 1,8) / (3,6 - 1,8) = 1,44;$$

$$d_5 = 5 + (1 - 5) \cdot (3 - 1,8) / (3,6 - 1,8) = 2,33;$$

Таблиця 3.3 Значення окремих безрозмірних та узагальнюючих показників II-го роду

№п/п	Марка комбайну	Пропускна здатність, кг/с	Маса, кг	Потужність приводу, кВт	Ширина захвату, м
1	КСС-2,6	3,45	4,06	5	3,22
2	КСК-100	4,03	1	2,15	1,44
3	КП-2,4	1	4,04	5	5
4	Е-282	5	2,86	1,12	1
5	КПК-3000	4,03	5	1	2,33

Узагальнюючий показник:

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		33

$$D_i = \sqrt[\Sigma \beta_n]{d_1^{\beta_1} * d_2^{\beta_2} * \dots * d_n^{\beta_n}}; \quad (3.9)$$

де : β – ступінь вагомості окремих характеристик машин;

$$D_1 = \sqrt[5,6]{3,45^{1,4} * 4,06^{1,4} * 5^{1,4} * 3,22^{1,4}} = 3,875;$$

$$D_2 = \sqrt[5,6]{4,04^{1,4} * 1^{1,4} * 2,15^{1,4} * 1,44^{1,4}} = 1,881;$$

$$D_3 = \sqrt[5,6]{1^{1,4} * 4,04^{1,4} * 5^{1,4} * 5^{1,4}} = 3,170;$$

$$D_4 = \sqrt[5,6]{5^{1,4} * 2,86^{1,4} * 1,12^{1,4} * 1^{1,4}} = 2;$$

$$D_5 = \sqrt[5,6]{4,03^{1,4} * 5^{1,4} * 1^{1,4} * 2,33^{1,4}} = 2,619;$$

Отже, силосозбиральний комбайн КСС-2,6 знаходиться на високому рівні і здатний конкурувати з іншими комбайнами.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		34

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті визначено необхідність модернізації силосозбирального комбайна для оптимізації процесу збирання кукурудзи воскової стиглості на силос. Це свідчить про те, що існуючий комбайн не повністю відповідає вимогам сучасності.

Проведено аналіз технологічного процесу заготівлі силосу та використання мобільних засобів та доподрібнюючих пристроїв показує глибоке розуміння процесу виробництва силосу та виявлення можливих точок оптимізації.

У другому розділі проекту фокусується на самій модернізації силосозбирального комбайна, що вказує на потребу в технічних змінах для підвищення ефективності та якості процесу збирання кукурудзи.

Виконано розрахунки, спрямовані на визначення конкурентоспроможності модернізованого комбайна. Це важливий аспект проекту, оскільки показує, наскільки ефективно нова технологія буде працювати порівняно з існуючими аналогами на ринку.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		35

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.
2. Bo Li, Ying Chen, Jun Chen Modeling of soil–claw interaction using the discrete element method (DEM). *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 158, 5, P. 41-49.
3. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № XXXI (1). P. 10–16.
4. Cheminova. Засоби захисту рослин. Данія : [Рекламний проспект]. – К. : Юнівест Медіа, 2005. – 31 с.
5. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.
6. Rau. Техніка для обприскування : [Рекламний проспект]. – Dettingen, 2006. – 16 с.
7. Reichardt H. *Gesetzmässigkeiten den freien Turbulenz*. Дослідницька брошура Союзу німецьких інженерів; 2-е видання, 2001. – 414 с.
8. Solona O., Derevenko I., Kupchuk I. Determination of plasticity for pre-deformed billet. *Solid State Phenomena*. 2019. Vol. 291. P. 110-120.
9. Solona O.V., Kovbasa V.P., Kupchuk I.M. The contact interaction dynamics of the working tool of the mole plowshare with the soil during forming process a channel for an antifiltration screen. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2. С. 81-89.
10. Spirin A., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Increasing the reliability of agricultural machinery work. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні науки». Випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва»*, 2019, с 86–90.
11. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького*

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.

12. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту.* 2011. № 29. С. 252–260.

13. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н, Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2014. Вип. 1 (73). С.100-120.

14. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: 2019. 234 с.

15. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) $K_m S$. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2020. № 3(98). С. 25-31.

16. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

17. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Токарчук О.А. Організація експлуатації та технічного обслуговування транспортних засобів і машин в Україні і за кордоном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2021. №1(112). С. 126 –136.

18. Гунько І.В., Музичук В.І., Служалюк М.В. Дослідження технічного сервісу машин в АПК. *Техніка, енергетика та транспорт АПК.* 2019. №2 (105). С. 43–51.

19. ДСТУ 4973:2008 Трактори. Технічне діагностування. Параметри та якісні ознаки технічного стану. – [Чинний від 2009.01.01] – К. : Мінагрополітики України, 2009. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).

20. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г., Бондар М. М. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації. Підручник. Київ: «Хай-Тек-Прес», 2011. 488 с.

21. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солона О.В., Цуркан О. В. Технічна механіка. Підручник. Київ : «Хай-ТекПрес», 2011. 340 с.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		37

22. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*: Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.

23. Ковбаса В.П., Солоня О.В., Спирін А.В., Цуркан О.В. Про спрощення критерію вигляду напружено-деформованого стану суцільного середовища. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №1(100) Том 1, С. 44-49.

24. Колеснік І.В., Шуляк М.Л. Визначення діагностичного параметра рульового управління на основі моделювання плоско паралельного руху трактора. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2016. Вип. 170 С. 102 – 106.

25. Кувачов В. П., Мітков В. Б. Обґрунтування критеріїв оптимальності сумісного маршрутизованого руху технологічного комплексу МТА. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2012. Вип. 2, Т. 5. С. 8–15.

26. Матвійчук В.А., Любін М.В., Токарчук О.А., Рубаненко О.О. Особливості частотно-регульованого електроприводу для транспортуючих систем АПК. *Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки*, 2018 р., №6, С. 39-43.

27. Обладнання для захисту рослин. Обприскувачі. Частина 1. Методи випробовування насадок для розприскування (ISO 5682-1:1996, IDT) : ДСТУ ISO 5682-1:2005. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 13 с. – (Національний стандарт України).

28. Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., Спольнік О. І., Замрій М. А. Вільні коливання осцилятора за наявності квадратичного в'язкого опору та сухого тертя. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2(97). С. 33-40.

29. Омелянов О.М. Особливості використання механічних коливань в технологічних процесах. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. №4(87) С. 129–134.

30. Серета Л.П., Пришляк В. М. Лабораторний практикум з теоретичного курсу сільськогосподарських машин. Вінниця : ВДАУ, 2007. 71 с.

31. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця: ТОВ Вінницька міська друкарня, 2016. 200 с.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		38

32. Солоня О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.

33. Солоня О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71-76.

34. Солоня О.В., Ковбаса В.П.. Обґрунтування параметрів робочих органів для укладання внутрішньогрунтових зрошувачів: Монографія. Вінниця, 2020 – 155 с.

35. Солоня О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.

36. Солоня О.В., Купчук І.М., Замрій М.А. Мехатронні системи техніки. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт для студентів денної та заочної форми навчання другого (магістерського) освітнього рівня галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство спеціальності 208 Агроінженерія. Вінниця: ВНАУ, 2023. 96 с.

37. Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №3 (102). С. 14–21.

38. Холодюк О.В. Термінологічний словник з точного землеробства для студентів денної та заочної форм навчання з дисципліни “Система точного землеробства” та науково-педагогічних працівників, магістрантів та аспірантів інженерних спеціальностей. Вінниця: Видавничий відділ ВНАУ. – 2020. 42 с.

39. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спирін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

40. Яропуд В.М., Гунько І.В., Серета Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Вінниця: ВНАУ, 2023. 39 с.

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		39

ДОДАТКИ

					ДП.208.20-3.010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		40