

**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 проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ З
МОДЕРНІЗАЦІЄЮ КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА**

Виконав: студент 3 скороченого курсу, групи АІС-1-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Максим ПАНКРАТОВ

Керівник: _____ Наталія ПОНОМАРЕНКО

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**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**

Панкратову Максиму Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології заготівлі силосу з модернізацією кормозбирального комбайна

керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«06» травня 2024 року № 984

2. Строк подання студентом роботи 30.05.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва, існуючих засобів для заготівлі кормів та доподрібнення зерна. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд конструкції кормозбиральних комбайнів та пристроїв для доподрібнення зерна.

3. Теоретична частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Огляд конструкцій машин для внесення мінеральних добрив. 2. Кормозбиральний комбайн 3. Доподрібнювальний пристрій (Рекатер) 4. Креслення деталей (піддон, боковина, бич лівий, кутник). 5. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пономаренко Н.О., доцент		
2	Пономаренко Н.О., доцент		
3	Пономаренко Н.О., доцент		
4	Пономаренко Н.О., доцент		
5	Пономаренко Н.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 04.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 24.03.2024 р.	Виконав
2	Технологічний	до 15.04.2024 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 04.05.2024 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 13.05.2024 р.	Виконав
5	Економічний	до 22.05.2024 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 30.05.2024 р.	Виконав

Студент _____ **Пакратов М.В.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Пономаренко Н.О.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.	Найменування	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1			Текстові документи			
2						
3	A4	52ДП.034 000 000 ПЗ	Пояснювальна записка	69		
4						
5			Графічні матеріали			
6						
7			Огляд конструкцій	1	1	
8	A1	52ДП.034000.000.ВЗ	Кормозбиральний комбайн. Вид загальний	1	2	
9	A1	52ДП.034003.000.СК	Пристрій доподрібнювальний. Складальне креслення	1	3	
10	A2	52ДП.034005.000	Піддон	1	4	
11	A3	52ДП.034007.000	Боковина	1	4	
12	A4	52 ДП.034008.000	Бич лівий	1	4	
13	A4	52 ДП.034009.000	Кутник	1	4	
14			Техніко-економічні показники впровадження	1	5	
15						
16						
Ізм.	Лист	.№ докум.	Підп.			
Розроб.	Панкратов М.В.			Літ	Лист	Листів
Перев.	Пономаренко			У	1	
Т. контр.						
Н. контр.						
Затв.	Теслюк Г.В.					

АНОТАЦІЯ

Панкратов М.В. Удосконалення технології заготівлі силосу з модернізацією кормозбирального комбайна / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2024.

У першій частині представлена виробничо-господарська характеристика ТОВ «Хлистун», розглянуто основні техніко-економічні показники підприємства та обґрунтовано тему проекту.

У другому розділі проаналізовано особливості конструкції кормозбиральних комбайнів і пристроїв для доподрібнення зерна.

В теоретичній частині визначено витрати енергії на заготівлю силосу та розраховано технологічні параметри доподрібнювального пристрою.

Четвертий розділ присвячений стану охорони праці на підприємстві та заходам з його покращення.

В останньому розділі оцінено економічну ефективність впровадження удосконаленої машини у порівнянні з базовою моделлю.

КОРМОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН, СИЛОС, ПОДРІБНЕННЯ, ТОВ «ХЛИСТУН»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ХЛИСТУН»..	8
1.1. Загальна характеристика господарства.....	8
1.2. Ґрунтово-кліматичні показники для ведення господарської діяльності.....	9
1.3. Матеріально-технічна база господарства	11
1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту	13
2. КОРМОЗБИРАЛЬНІ КОМБАЙНИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ДОПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА.....	15
2.1 Опис технологічного процесу заготівлі силосу	15
2.2 Огляд існуючих конструкцій комбайнів.....	17
2.3 Огляд технічних засобів для доподрібнення зерна	26
3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЯКІСНОГО ДОПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА	32
3.1 Характеристика кормозбирального комбайна	32
3.2 Затрати енергії на заготівлю силосу воскової стиглості.....	36
3.3 Розрахунок зірочок ланцюгових передач	41
3.4 Розрахунок ланцюгової передачі привода подрібнювального барабана ...	46
3.5 Розрахунок на міцність основних деталей подрібнювального барабана...	49
3.6 Вибір параметрів рифового рекатера.....	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	57
4.1 Аналіз стану охорони праці	57
4.2 Охорона праці механізаторів при збиранні кукурудзи на силос	58
4.3 Рекомендації по покращенню умов охорони праці.....	59
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	60
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	68
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

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

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 роботи його потрібні значні фінансові інвестиції, яких, на жаль, не вистачає. Воно може бути прибутковим при вирішенні таких основних питань:

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

Тваринництво України потребує біля 120 млн. т. кормових одиниць або 250 млн. тон кормів на рік, що складає майже половину всіх ресурсозатрат у сільському господарстві. В останні роки в Україні заготовлюється 60-70% кормів від потреби, при чому ці корми досить низької якості. Тому продуктивність тварин в Україні вдвічі-втричі менша, ніж у розвинутих країнах Заходу. Зараз сільське господарство забезпечене кормозбиральною технікою менше ніж на 50%, а такою, яка забезпечує необхідну якість кормів, і того менше.

В даному дипломному проєкті вдосконалено технологічний процес отримання силосу з кукурудзи пізніх фаз вегетації з модернізацією подрібнювального апарата кормозбирального комбайна.

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ХЛИСТУН»

1.1. Загальна характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Хлистун» було створене в 2017 р. Господарство ТОВ «Хлистун» знаходиться в Дніпропетровська обл., Синельниківському р-н, село Новоолександрівка. Головою товариства є Хлистун Юрій Олексійович, який має стаж роботи в сільськогосподарській сфері більше 25 років. Свою діяльність господарство здійснює на території сіл – Новоолександрівка, Дніпровське, Березнуватка (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Місце знаходження господарства на карті

ТОВ «Хлистун» є на сьогоднішній день успішним підприємством на Дніпропетровщині, в управлінні якого 1000 га земель сільськогосподарського призначення.

Основними напрямками і видами її господарської діяльності є:

- рослинництво – вирощування зернових, технічних та решти культур, не віднесених до інших класів рослинництва;

- надання послуг з обробки землі, вирощування, збирання та часткової переробки сільськогосподарської продукції сільськогосподарським підприємствам та населенню;

- виробнича і господарська діяльність, що відповідає профілю її роботи.

Для забезпечення транспортного сполучення між адміністративними пунктами; базами постачання і здачі сільськогосподарської продукції є в наявності дороги з твердим покриттям.

1.2. Ґрунтово-кліматичні показники для ведення господарської діяльності

ТОВ «Хлистун» розташоване в лісостеповій природо-кліматичній зоні України. Кліматичні умови характеризуються помірним і благоприємним температурним і водним режимом.

Річна кількість опадів 530 – 550 мм, найбільша кількість яких припадає на червень – липень: 70-76 мм, найменша – січень- лютий – 26- 28 мм.

Пануючі напрями вітрів весною – східні; літом – західні і північно-західні.

Період із середньодобовою температурою більше ніж 8°C триває понад 200 днів, а з середньодобовою температурою 15°C і більше, триває більше ніж 130 днів.

Самий холодний період припадає на січень – лютий, а самий теплий – липень.

Середня тривалість вегетації, по багаторічних даних складає 200 – 210 днів з сумою температур 2800 - 3000°C.

Рослинність зони характеризується листяними лісами з трав'яним покривом і трав'яною рослинністю лучних степів.

Зональний тип ґрунтів – сірі лісові опідзолені ґрунти. Поширені також дерново-підзолисті, опідзолені і вилугувані чорноземи.

Сірі опідзолені ґрунти утворюються під листяними лісами з трав'яним покривом під дією підзолистого і дернового процесів ґрунтоутворення.

Підзолистий процес на території господарства виражений менше, ніж у інших зонах, а для дернового процесу створюються кращі умови. Сірі опідзолені ґрунти на відміну від дерново-підзолистих мають більш виражений гумусний горизонт глибиною 15...35 см, слабо-кислою реакцією (рН 5...7,5) і грудкувату структуру, міститься значно більше органічних речовин і вміст гумусу становить 2...4,5%.

За ступенем опідзолення, вмістом гумусу і товщиною гумусного горизонту сірі лісові ґрунти поділяються на світло-сірі, сірі та темно-сірі. У світло-сірих ґрунтів опідзолення найбільш виражене, товщина гумусного горизонту найменша (15...20 см), вміст гумусу становить 2...2,5%. Сірі лісові ґрунти характеризуються більш інтенсивним розвитком дернового процесу і послабленням підзолистого. Гумусний горизонт становить 20...30 см, вміст гумусу становить 3...3,5%. Саме такий тип ґрунтів переважає на території господарства. Темно-сірі ґрунти за своїми ознаками близькі до чорноземів, товщина гумусного горизонту – 30...35 см, вміст гумусу - 4...4,5%.

Світло-сірі ґрунти насичені основами і мають кислу реакцію, незначний вміст поживних речовин, несприятливі фізичні властивості (погана структура і сильне розпушення орного шару). За агрономічною цінністю сірі лісові ґрунти на багато кращі від світло-сірих ґрунтів.

Основним напрямком підвищення родючості сірих лісових ґрунтів є поглиблення орного шару, систематичне застосування органічних і мінеральних добрив, вапнування, травосіяння і боротьба з ерозією.

Взагалі на території господарства склалися дуже вигідні природо-кліматичні умови для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема цукрового буряка. Але іноді, в окремих випадках, при великій кількості опадів складаються несприятливі умови для збирання врожаю сільськогосподарських культур.

1.3. Матеріально-технічна база господарства

Площа землі, що знаходиться у власності господарства складає 1000 га. Структура земельних угідь господарства наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Структура земельних угідь

Назва угідь	Площа, га	Структура, %
Загальна площа	1000	100
Всього с/г угідь, в тому числі:	1000	100
- ріллі	720	72
- сінокоси і пасовища	280	28

З усієї сільськогосподарської продукції, що вирощує господарство, основна увага приділяється вирощуванню озимих культур – жита і пшениці. В господарстві не вирощують кожного року всі культури, а включають певні культури в структуру вирощування тоді, коли знаходять покупця на ще не вирощений врожай. Структура посівних площ ТОВ «Хлистун» приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Структура посівних площ ТОВ «Хлистун»

(середнє по рокам)

Культура	Площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Озиме жито	30	43,4	1299
Озима пшениця	270	28,5	7695
Ячмінь	50	41,2	2060
Яра пшениця	50	39,8	1990
Гречка	250	8,1	2025
Соняшник	200	23,4	4680
Льон	150	19,1	2865

ТОВ «Хлистун» у порівнянні з іншими господарствами достатньо укомплектоване технікою, яка дозволяє в оптимальні строки при правильній організації праці і правильній експлуатації проводити сільськогосподарські роботи на високому рівні. Перелік техніки наведено в таблиці 1.3.

**Часткова наявність МТП і сільськогосподарських машин
ТОВ «Хлистун»**

Марка	Кількість
Комбайни	
Claas Jaguar 840	2
Трактори	
JOHN DEERE 8530	2
МТЗ-1021	5
ХТЗ – 150-05-09	5
Культиватори	
Lemken Gigant 800	2
УСМК-5,4	3
КПС-4	4
Луцильник	
ЛДГ-15	2
Плуги	
ПЛН-4-35	4
ПЛН-5-35	1
Сівалки	
Horsch	2
ССТ-12Б	2
СЗ-3.6	4
Борони	
Sunflower	1
БДТ – 7	3
БЗСС-1,0	115
Зчіпки	
С – 11	2
Косарки	
KUHN FC302 RG	2
КПС – 5Г	1
Опрыскувачі	
ОПШ-2000-18	2
Граблі	
ГВК-6А	7
Розкидач міндобрив	
SBS	1

ТОВ «Хлистун» порівняно з іншими господарствами перебуває в кращому стані, заборгованостей відносно держави не має. Відрегульований

механізм продажу продукції, також налагоджено постачання ПММ і деталей. Господарство купує зарубіжну більш продуктивну і ефективнішу техніку для покращення своїх виробничо-економічних показників. За необхідності для прискорення якості виконання певного виду робіт (підготовки ґрунту, збирання тощо) господарство може проводити оренду техніки на деякий період часу.

На сьогоднішній день ТОВ «Хлистун» є нормально функціонуючим господарством, яке нарощує свої економічні та виробничі показники, незважаючи на складну економічну ситуацію, що склалася в сільському господарстві України.

ТОВ «Хлистун» має власне нафтогосподарство, що залишилось від минулих часів. Заправка машин ПММ здійснюється заправником зі складу ПММ через заправний рукав централізованим способом. Останнім часом практикується заправка технічних засобів на державних та приватних підприємствах, оскільки не завжди у господарстві є необхідна кількість ПММ. Такий стан справ негативно відбивається на організації робочого процесу в господарстві.

1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту

Сільськогосподарська галузь є основою економіки багатьох країн, забезпечуючи продовольчу безпеку та стабільний розвиток аграрного сектору. Виробництво високоякісного корму для тварин є важливим аспектом, який впливає на продуктивність тваринницьких господарств. Однією з найважливіших складових кормової бази є силос, який забезпечує високий рівень поживних речовин протягом тривалого часу.

Удосконалення технології заготівлі силосу є актуальним завданням для підвищення ефективності тваринництва. Вдосконалення технологічних процесів і модернізація обладнання дозволяє знизити витрати, підвищити якість кінцевого продукту та забезпечити стабільність виробництва. Модернізація

кормозбиральних комбайнів сприяє покращенню якості заготівлі силосу, зменшенню втрат корму та підвищенню продуктивності техніки.

Метою даного дипломного проекту є розробка та впровадження удосконаленої технології заготівлі силосу з використанням модернізованого кормозбирального комбайна.

Результатом дослідження стане розробка та впровадження удосконаленої технології заготівлі силосу, що дозволить зменшити втрати поживних речовин, підвищити продуктивність технологічного процесу та забезпечити стабільну якість корму. Модернізація кормозбирального комбайна сприятиме підвищенню ефективності його роботи, зниженню витрат на експлуатацію та обслуговування, а також покращенню умов праці для операторів.

Удосконалення технології заготівлі силосу з модернізацією кормозбирального комбайна є важливим кроком до підвищення ефективності тваринницьких господарств. Впровадження нових технологічних рішень та модернізація обладнання дозволяють досягти високих результатів у виробництві якісного корму, що в свою чергу сприяє підвищенню продуктивності тваринництва та стабільності аграрного сектору.

Цей дипломний проект має практичне значення для сільськогосподарських підприємств і може бути використаний як основа для подальших досліджень та впровадження нових технологій у галузі кормовиробництва.

2. КОРМОЗБИРАЛЬНІ КОМБАЙНИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ДОПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

2.1 Опис технологічного процесу заготівлі силосу

Силос є універсальним кормом, який отриманий із свіжоскошених, або пров'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

Отримання якісного силосу залежить від наступних факторів: вологості сировини; типу і розмірів сховищ; погодних умов в період збирання; ступені подрібнення, темпів закладки та вибирання силосу.

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 технологічний процес.

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 подрібнювального обладнання кормозбиральних машин, приведені в таблиці (2.1).

Таблиця 2.1

Вимоги і рекомендації по якості подрібнених кормів із кукурудзи

Вид корму	Рекомендації літературних джерел		Зоовимоги
	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 обгортками ³	1-2мм, 80% часток до 3-4мм. Цілого зерна до 5%	-	65-70% часток до 4мм. Цілого зерна не допускається
Зернострєжнева суміш	Не менше 60-65% часток до 2мм. Цілого зерна не допускається	Не менше 80% часток до 2мм	70% часток до 3 мм, з них 50-55% до 2мм. Цілого зерна не допускається

Для отримання 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 вмісті 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.

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

2.2 Огляд існуючих конструкцій комбайнів

Кормозбиральний комбайн Big X (рис. 2.1.) призначений для збирання кукурудзи, соняшнику та інших культур. Він складається із жатки з ріжучим апаратом, подавальних вальців, подрібнювального барабану, силосопроводу, механізмів приводу робочих органів, гідросистеми.



Рис. 2.1. Кормозбиральний комбайн Big X (Krone)

Big X завдяки інноваційним технологіям виконує постійно зростаючі вимоги щодо потужності та якості. Вальці, що подають рослинну масу і подрібнюючі барабани з різною кількістю ножів з регулюванням швидкістю дозволяють оптимально настроювати довжину різання. Основою для найвищої пропускної здатності є підпружинене днище барабана і відстань задньої стінки викидача, які забезпечують постійний потік маси.

З розмірами барабанів, розрахованих на кормозбиральний комбайн і оптимально підбраною кількістю ножів можливо не тільки підвищити продуктивність комбайна, а також розширити спектр застосування.

V-подібно розташовані ножі, які подрібнюють під кутом 11° відповідно до протизрізуючої пластини

Самохідний кормозаготівельний комбайн John Deere (рис. 2.2) призначений для скошування кукурудзи та інших високостеблових культур, зелених трав та підбирання з валків підв'яленої маси сіяних та природних трав з одночасним їх подрібненням та завантаженням у транспортні засоби.



Рис. 2.2. Кормозбиральний комбайн John Deere

Складовими частинами самохідної частини комбайна є живильний та подрібнювальний апарати, доподрібнювальний пристрій; прискорювач викидання маси; силосопровід; автоматичний пристрій для заточування ножів подрібнювального барабана та автоматичний пристрій для регулювання зазору між протирізальною пластиною і подрібнювальним барабаном.

В кормозбиральних комбайнах компанія John Deere підбирач має шириною захвату 3, 4 та 4,5 м. Нерідко під час збирання трав'янистих культур, і зокрема люцерни, обмежувальним чинником є пропускна здатність підбирача. Тому була розроблена спеціальна конструкція витка шнека (Vortex), за допомогою якого вдалося знизити порційність, краще завантажити бічні

частини подавальних вальців і відповідно різального барабана. Підбирач пропонується у двох варіантах зносостійкості – звичайний і Heavy Duty (HD), який призначено для роботи на важких валках.

Використовуються дві серії кукурудзяних жаток суцільного зрізу: Kemper 300+ і Kemper 400+, які відрізняються тільки розміром ротаційних барабанів. Серія 300+ здатна збирати такі тонкостеблові культури, як жито, вику, овес й інші. Слід зазначити, що для таких культур пропонується і спеціалізована жатка Zurn ProfiCut (5,3 та 7 м), яка забезпечує вищу якість збирання.

Зібрана маса з жатки потрапляє в систему подачі, яка складається з двох пар вальців. У передньому нижньому вальці встановлюється металодетектор й один із датчиків каменедетектора. Загалом же система виявлення каміння складається з двох датчиків: це Nock-Sensor, який встановлюється в передньому нижньому вальці й реагує на дзвінки удари каменів об метал. Другий сенсор встановлюється на важелі, який тримає верхню рухоми пару вальців. Якщо вальці підіймаються надто швидко, система «розуміє», що потенційно це може бути камінь. За спрацьовування одного з детекторів подавальні вальці зупиняються за 80 мілісекунд, а сам барабан має значно більші розміри й масу, й відповідно зупинити його так швидко не вийде.

Система подрібнення складається з різального барабана з чотирма рядами ножів. Їх кількість може становити 40, 48, 56 і 64. Залежно від кількості ножів діапазон різання з повним комплектом ножів становить у межах від 3 до 26 мм. Також є можливість установити половину комплекту ножів, що дозволяє забезпечити вимоги різнонаправлених господарств у малій і великій довжині різання з одним комбайном.

У різальному барабані використовується два типи ножів: трав'яний і кукурудзяний. Заточка відбувається за допомогою точильного бруса – різальний барабан обертається в протилежному напрямку до різання. Це дає змогу виконувати заточку рівномірно по всій ширині різальної крайки. Підводити протиризальну пластину потрібно кожного разу, коли виконується

заточка. Це забезпечує високу якість зрізу і зменшує втрату потужності на різання.

Зерноподрібнювач пропонується у двох варіантах – зі стандартною та підвищеною зносостійкістю. Перший варіант може мати різницю швидкостей вальців до 32%, другий — до 40%. Для досягнення високої якості подрібнення можна регулювати швидкість їх обертання зміною шківів, а також змінювати зазор між вальцями. Для зручного встановлення й демонтажу зерноподрібнювача комбайн обладнано спеціальною поворотною системою з електричною лебідкою. Тож оператор може самостійно, без сторонньої допомоги встановити або демонтувати зерноподрібнювач.

У кормозбиральних комбайнах John Deere пришвидшувач має 5 пар лопаток, які обертаються зі швидкістю 1800 об./хв. Вивантажувальний силосопровід має стандартну довжину для роботи із 6-метровою жаткою. Для жаток 7,5 та 9 м можна встановлювати подовжувач. Як опція пропонується система автоматичного заповнення причепа AFC (Active Feel Control). Коли до комбайна під'їжджає трактор із причепом або вантажівка, система за допомогою стереокамери визначає периметр кузова й починає заповнення залежно від обраної стратегії: ззаду наперед, спереду назад або інші. Також постійно контролюється рівень заповнення. Оператор може обрати ступінь заповнення кузова, щоб забезпечити оптимальні умови перевезення рослинної маси.

На рамі самохідної частини закріплена моторна установка з дизельним двигуном «Джон Дір», паливний бак місткістю 700 л, або 1100 л, та кабіна. Комбайн може устатковуватись механізмом автоматичного регулювання висоти зрізу, а також має систему захисту від попадання сторонніх предметів у подрібнювальний барабан.

Комбайн оснащений високотехнологічними системами HarvestLab, AutoLOC, HarvestDOC, AutoTrac та ProDrive.

Система HarvestDOC забезпечує безперервний запис усіх ключових даних збирання кормових культур (урожайність, витрати палива, часу збирання

тощо), що дозволяє складати карти урожайності, координати полів, їх площі.

Система автоматичного керування AutoTrac гарантує виконання прямолінійних проходів в умовах будь-якої видимості.

Система HarvestLab безперервно відображає інформацію про вміст сухої речовини в подрібненій масі, яка надходить у систему автоматичного регулювання довжини різання AutoLOC, що забезпечує оптимальну довжину січки в залежності від вологості рослин.

Трансмсія ProDrive забезпечує високу прохідність машини під час роботи на крутих схилах та вологих полях. Комбайн оснащено пультом керування. Він дозволяє одержувати всю інформацію про роботу агрегатів комбайна.

Кормозбиральний комбайн КЗК-4,2 (рис. 2.3) призначений для скошування зелених трав і підбирання валків підв'яленої трави, скошування кукурудзи та інших високостеблних культур з одночасним подрібненням та навантажуванням у транспортні засоби.



Рис. 2.3 – Загальний вигляд комбайна КЗК-4,2 «Борекс»

Роль адаптера виконує жатка для скошування трав і кукурудзи. Схемою машини передбачено встановлення детектора сторонніх предметів. Начіпна система копіює поверхню поля і таким чином зменшує втрати врожаю від завищеного зрізання.

В кабіні встановлено багатоцільовий важіль для керування робочими органами, кондиціонер. За заявками споживачів комбайн додатково може комплектуватися радіостанцією, унікрекером або рекатером, а також жаткою для скошування кормової маси у валок. Все це забезпечує зручність керування комбайном, легкість регулювання, комфортні умови праці.

Ширина захвату машини – 4,2 м, пропускна спроможність трави – 45, кукурудзи – 90 т/год, продуктивність – 30-90 т/год.

Кормозбиральний комбайн Е-281 «Maral-125» (рис. 2.4) проводить скошування зернових культур, підбирання підв'ялених кормів, збирання кукурудзи та інших культур, що проростають з певною шириною міжрядь або насіяних суцільним способом.



Рис. 2.4 – Загальний вигляд комбайна «Maral-125»

Технологічний процес комбайна представлений схемою (рис. 2.5). Живильний апарат забезпечує оптимальний потік культури, що збирається, за рахунок восьми живильних і підпресовуючих вальців. На нижньому живильному вальці 2 встановлений метало-детектор, на верхньому підпресовуючому 3 — детектор інших сторонніх предметів, що запобігають

поломці машини.

Подрібнювальний барабан 4 з дванадцятьма ножами, встановленими по всій довжині барабана, в поєднанні з пасивним повторним подрібненням забезпечує високу якість подрібнення маси, що поступає. Для подальшого подрібнення може бути встановлений комбінований піддон підбарабання із змінним днищем-теркою або компактний піддон, виконаний із днищем плющення кукурудзяних зерен.

За допомогою дозувального пристрою 5 для рідких засобів для силосування може бути досягнута висока якість кормів.

Для збирання кукурудзи, що проростає з певною шириною міжряддя, комбайн оснащений автоматичною системою керування, датчик якої розташований у передній частині кукурудзяної жатки.

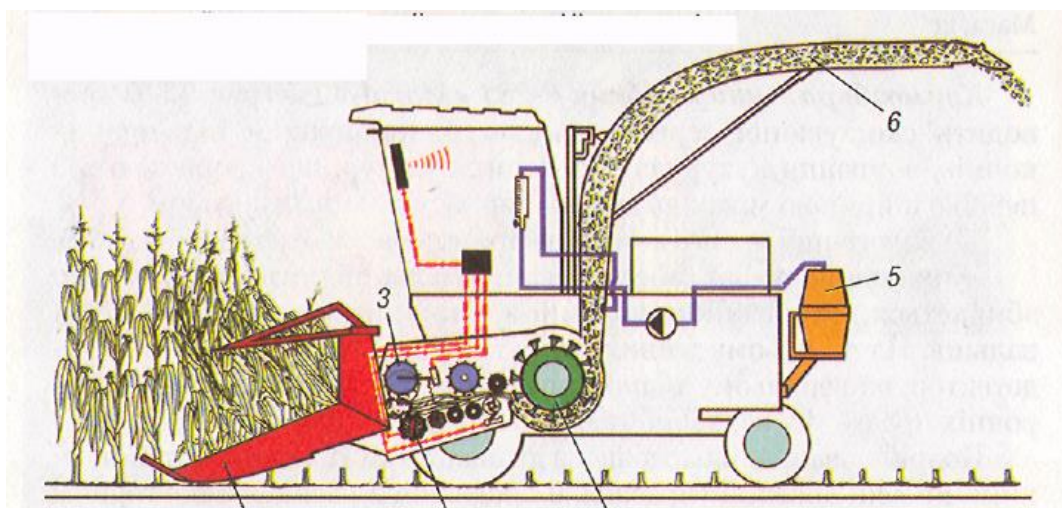


Рис. 2.5 - Технологічна схема комбайна «Magal»

- 1 – жатка; 2 – нижній живильний валець,
3 – верхній підпресовуючий валець; 4 – подрібнювальний барабан;
5 – дозувальний пристрій, 6 – силосопровід.*

Ширина захвату жатки для скошування зелених культур – 4,2 м, підбирача валків – 2,2 або 4,2, кукурудзяної жатки – 3 і кукурудзяної приставки – 2,8 м.

Для збирання високостеблових культур: кукурудзи, соняшнику, проса та ін., спеціально виготовляється жатка ЖВН-2,8, яку агрегатують з комбайнами

типу «Magal». Ширина її захвату – 2,8 м, продуктивність – 1,5 га/год.

Кормозбиральний причіпний комбайн КПФ-2,4 (рис. 2.6) призначений для збирання кормових культур на зелений корм, подрібнене сіно, сінаж, силос. Обладнаний трьома змінними робочими органами: жаткою для скошування трави, підбирачем і жаткою суцільного зрізу для скошування силосних культур.



Рис. 2.6. Кормозбиральний причіпний комбайн КПФ-2,4

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

Комбайн «Jaguar» призначений для збирання кормових культур (рис. 2.7). Він обладнаний підбирачем, чотирьох -, шести - і восьмирядними кукурудзяними приставками фірми Claas, пристроєм для заточування ножів.

Доподрібнювач зерен кукурудзи CornCracker фірми Claas просто незамінний для приготування кормів потрібної структури. Його ребристі вальці, обертаються в протилежних напрямках.



Рис. 2.8 – Самохідний подрібнювач Jaguar (Claas)

Комбайн має V - подібне розміщення ножів на барабані та гідрофікований пристрій загострювання ножів. Зазор між протирізальною пластиною та ножами регулюється дистанційно. Подрібнювальний барабан швидко знімається. Комбайн обладнаний автоматом для водіння машини по рядках кукурудзи. В кабіні встановлений багатофункціональний важіль керування: регулювання швидкості руху комбайна, напрямку руху комбайна вперед – назад; піднімання – опускання приставки; вмикання режимів системи копіювання поверхні поля; вмикання і вимикання робочих органів приставки і живильника; реверсування робочих органів приставки і живильника; керування положенням силосопроводу.

Кормозбиральний комбайн New Holland FR (рис. 2.9) призначений для збирання кормових культур з поля, таких як кукурудза, трава, люцерна, і їх подрібнення для подальшого використання в якості корму для худоби. Основні функції та призначення цього комбайна включають:

- збирання урожаю. Комбайн оснащений жнивркою, яка зрізає рослини з поля;
- подрібнення корму. Після збирання рослини проходять через подрібнювач, який перетворює їх на дрібні частинки, зручні для зберігання і годування тварин;

- транспортування матеріалу. Подрібнений матеріал транспортується у причіп або іншу ємність для подальшого транспортування до місця зберігання чи безпосереднього використання;

- регулювання розміру часток. Комбайн дозволяє регулювати розмір часток подрібненого матеріалу відповідно до потреб господарства.



Рис. 2.9. Кормозбиральний комбайн New Holland FR

2.3 Огляд технічних засобів для доподрібнення зерна

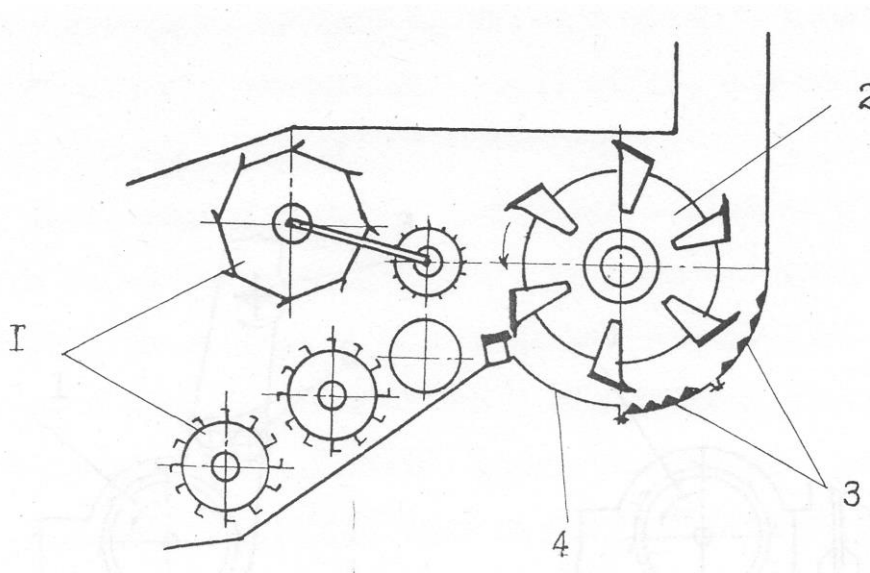
Для подрібнення рослинної маси використовуються два основних типи подрібнювачів: стаціонарні та мобільні. При заготівлі силосу, в основному, використовуються мобільні подрібнювальні пристрої (польові подрібнювачі), які поділяються на два типи по принципу різання - барабані та дискові. Основним їх робочим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

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

Про місце встановлення підножових пластин свідчить їх назва. В процесі різання рослин ножем подрібнювального апарату спочатку здійснюється захват нарізаної маси ножем, який супроводжується ударом. При установці пластин

удар рослинних частинок, а особливо зерна, приходиться на їх рифлену поверхню, що інтенсифікує процес руйнування.

Перфоровані змінні рекатери представляють собою металеві сита з отворами різної конфігурації і розмірів. Додаткове руйнування зерна в цій конструкції здійснюється при його ударі в пружки отворів. Ці рекатери до комбайна КСК-100А розроблені в Українському центрі по випробуванню техніки і їх випробування показали низьку надійність технологічного процесу через забивання отворів. По цій причині вони не набули застосування. Закордонні фірми «Hesston» і «John-Deere» обладнують деякі моделі кормозбиральник комбайнів такими рекатерами, які забезпечують хороші результати по якості подрібнення зерна.



**Рис. 2.10. Схема подрібнювального апарата комбайна КСС-2,6
обладнаного рекатером:**

*1 - живильний апарат; 2- подрібнювальний барабан; 3- рифлові секції рекатера;
4- гладка секція рекатера.*

Для інтенсифікації процесу руйнування зерна, при проходженні подрібненої маси по піддону подрібнювача до силосопровода, використовують рифлені рекатери. 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 рекатера бувають прямокутної, трикутної та напівовальної форми і розміщуються під кутом до поверхні підбирання. Рифлені рекатери та прості піддони подрібнювачів взаємозамінні. Вони встановлюються на багатьох зарубіжних комбайнах.

У нас в країні розроблено декілька конструкцій рекатерів до комбайнів КСС-2,6 та КПКУ-75, проте найбільшого поширення одержала конструкція, рифлена поверхня якої утворена бичами молотильного апарату зернозбирального комбайна (рис.2.10).

Плющильні корзини являють собою один або пару вальців, розміщених паралельно подрібнювальному барабану комбайна, або кидалці (рис. 2.11).

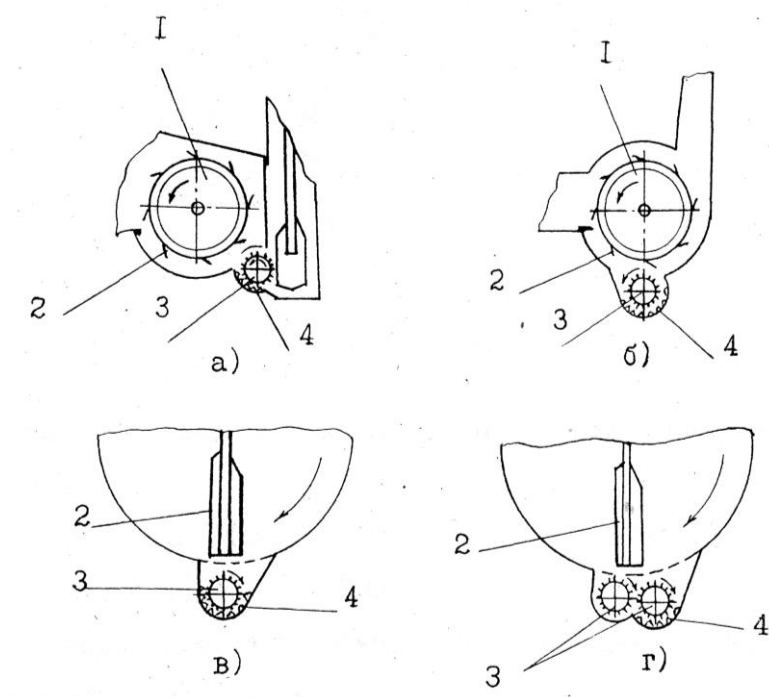


Рис. 2.11.Схеми встановлення плющильних вальців на барабанних (а, б) та дискових (в, г) подрібнювальних апаратах комбайнів:

1- барабан; 2- ніж; 3-плющильні вальці; 4- рифлений піддон.

Принцип роботи цих пристроїв оснований на тому, що маса після різки ножами барабана або диска неоднорідна по об'ємному розподіленню. Більш легкі частинки, а це в основному подрібнене листя, суцвіття, обгортки та верхня частина стебла, переміщуються в повітряній течії над плющильною корзиною, а важчі, а це в основному зерно, відцентровою силою прижимаються

до піддона і, переміщаючись по ньому, провалюються в корзину. Руйнування здійснюється при протягуванні маси між валиками і рифленим піддоном. Після обробки ця частина маси повертається в загальний потік. Іншим типом плющильних пристроїв є вальці, послідовно розміщені між подрібнювальним і викидним пристроями (рис. 2.12).

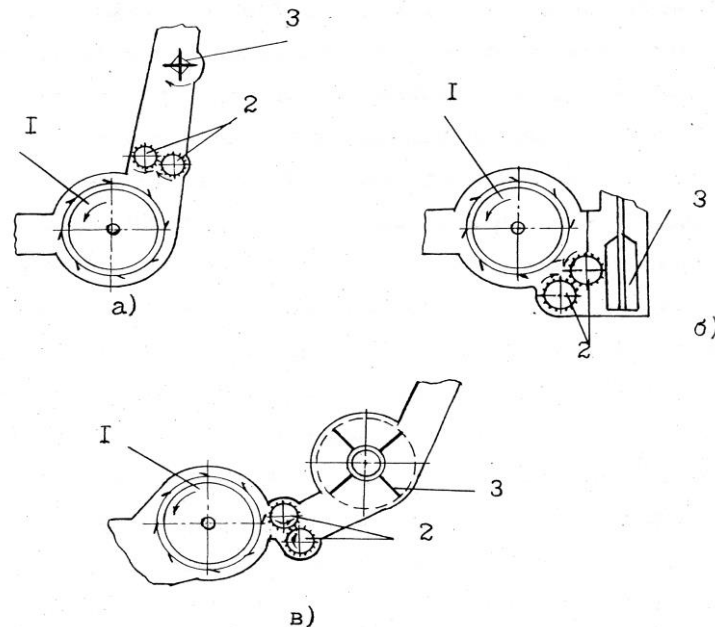


Рис. 2.12. Схеми встановлення плющильних вальців на кормозбиральних комбайнах:

а- CLAAS JAGUAR - 690; б- MENGELE SF - 500; в- MENGELE SF - 600;
1- подрібнювальний барабан; 2- плющильні вальці; 3- вентилятор-кидалка

На рисунку 2.13 показано технологічний процес роботи комбайна CLAAS Jaguar – 880 при збиранні та подрібненні рослинної маси.

Для забезпечення високої пропускнуої 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 (1-2 мм) між ними забезпечується плющильно-подрібнювальна дія на масу. Випробування такої плющилки на комбайні ДОН-680 проводилось в УкрЦВТ.

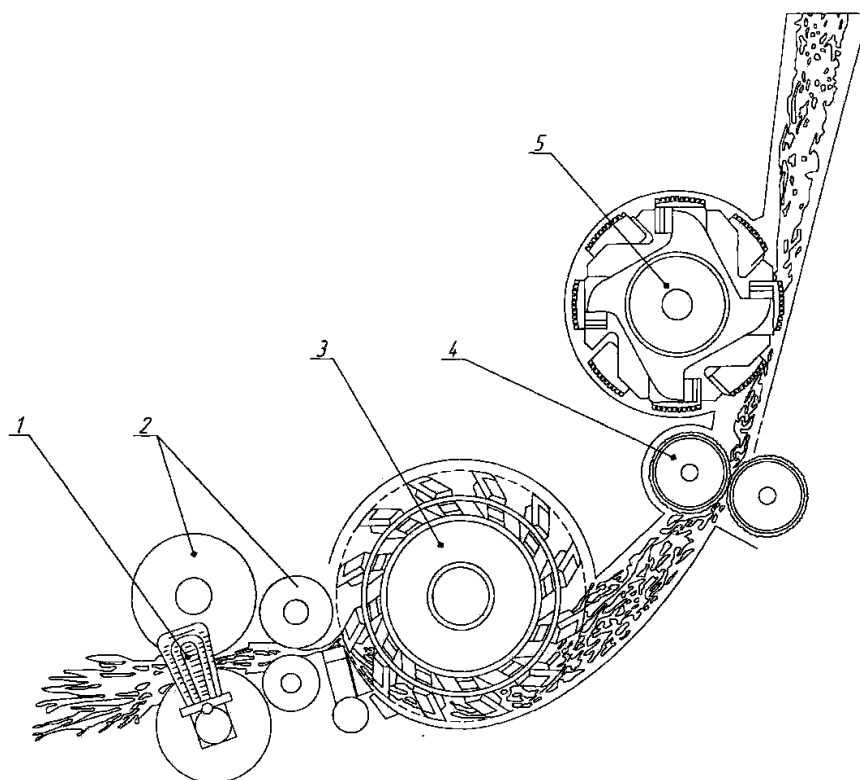


Рис. 2.13. Схема подрібнювального апарату комбайна CLAAS Jaguar-880:

1 – металодетектор; 2 – живильний апарат; 3 – подрібнюючий барабан;

4 – плющильні вальці; 5 – прискорювач руху маси

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 4-6 мм, то на практиці вона більша. 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 2.2.

Найбільш доцільно додатково подрібнювати масу плющильними вальцями. Споживча потужність на обробку ними маси на 0,4 кВт/год/т менша, ніж у подрібнювачів барабанного типу з рифовими рекатерами. Чехословацькими дослідниками проведенні порівняльні випробування перфорованих та рифлених рекатерів, 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 пропускну здатності подрібнювача.

Таблиця 2.2

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

Із всіх розглянутих пристроїв повторного подрібнення маси на кормозбиральних комбайнах у нас найбільш повно вивчені перфоровані і рифлені рекатери завдяки працям (Павленко С. І. (1986, 1990), (Грицуна А.В., 1990, 1995), (Карпенко М.Ц., 1996, 2000).

За даними Інституту кормів УААН (Грицун А.В., 1995) при збиранні кукурудзи в фазі воскової стиглості комбайном КСС-2,6 з встановленою довжиною різки 7,2 мм і кутові обхвату барабана ребристою поверхнею рекатера 104° було досягнуто подрібнення 95,1% зерна та вмісту в масі 61,1% часток розміром до 10 мм. Згодовування бичкам на відгодівлі такого силосу забезпечило підвищення середньодобових приростів їх маси на 10,5%.

3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЯКІСНОГО ДОПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

3.1 Характеристика кормозбирального комбайна

Комбайн КСК-100А призначений для збирання трав на сіно чи сінаж, а також кукурудзи на силос. Комбайн (рис. 3.1) складається з самохідного подрібнювача та змінних вузлів, що начіплюються на подрібнювач (жатки для скошування трав, підбирача тощо).

Як змінний комплект до комбайна додається подрібнювальний апарат з кидалкою. Залежно від того, яку роботу повинен виконувати комбайн, на подрібнювач начіплюють підбирач або одну з жаток.

Самохідний подрібнювач. До складу самохідного подрібнювача входять живильно-подрібнювальний апарат з редуктором привода, силосопровід 9, кабіна з площадкою керування, двигун, які встановлені на рамі. У середній частині закріплено також гідростатичний привод ведучих коліс і привод гідросистеми рульового керування. Живильно-подрібнювальний апарат складається з вальців 4, 5, 6 з редуктором для привода. З обох боків апарата знаходяться пружини, за допомогою яких створюється тиск верхнього ребристого вальця на рослинну масу для підпресування перед подачею до подрібнювача, що необхідно для високоякісного подрібнення маси.

Подрібнювальний апарат має барабан 8 і протиризальний брус 7 (рис. 3.1). Ножі барабана (їх дванадцять) встановлені на опорах, що мають вигляд металевих пластин, прикріплених до дисків на трубчастому валі барабана. До цих же опор прикріплені і лопаті, якими подрібнена маса відкидається до силосопроводу.

Подрібнювальний апарат разом з рамою можна зняти і замість нього встановити змінний апарат з барабаном, що має шість ножів і обладнаний кидалкою.

Для загострювання ножів комбайн обладнаний спеціальним пристроєм, встановленим над подрібнювальним барабаном. Силосопровід має вигляд

труби з відкидною частиною, яку гідроциліндром можна опустити при переїздах і підняти під час роботи. Тим же гідроциліндром регулюють положення козирка на верхньому кінці силосопроводу, який спрямовує масу в кузов транспортних засобів. Весь силосопровід можна повертати за допомогою гідроциліндра і рейкового механізму залежно від того, куди вивантажується подрібнена маса (назад чи набік).

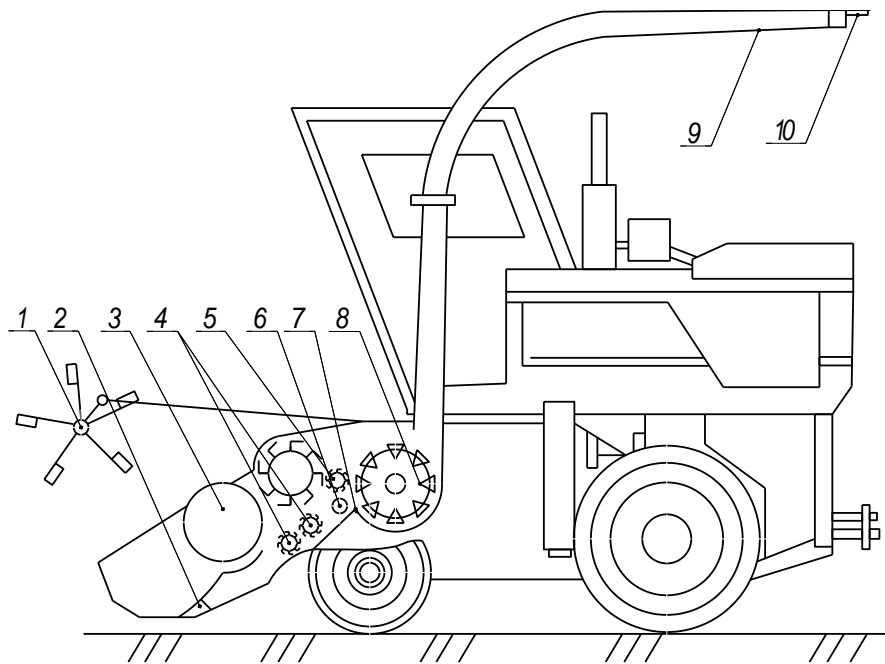


Рис. 3.1. Комбайн КСК-100А

1 – різальний апарат; 2 – мотовило; 3 – гвинтовий конвеєр;

4 – передні живильні вальці; 5 – притискний валець;

6 – гладенький валець; 7 – протиризальний брус; 8 – подрібнювальний

барaban; 9 – силосопровід; 10 – козирок

В передній частині самохідного подрібнювача розміщений механізм для начіплювання жатки або подрібнювача. Робочі органи самохідного подрібнювача мають привод від дизельного двигуна СМД-72 через клинопасову передачу, контрпривод, карданну передачу та редуктор.

Насос гідросистеми приводиться від двигуна комбайна через клинопасову передачу. При повертанні рульового колеса кількість масла, що надходить до

кожного з двох гідроциліндрів, з'єднаних з колесами, стає неоднаковою, внаслідок чого і відбувається поворот коліс.

Міст ведучих коліс включає коробку передач, головну передачу з диференціалом, півосі, бортові редуктори з колісними гальмами, колеса та корпус моста.

Важливою особливістю комбайна КСК-100А є застосування гідростатичного привода ведучих коліс, який дає змогу плавно змінювати швидкість руху.

Гідростатичний привод включає гідронасос, з'єднаний з коробкою-передач, гідромотор, масляний бак, фільтри та масляний радіатор. Насос приводиться в рух від двигуна комбайна через карданний вал. Від насоса до мотора і назад масло надходить по маслопроводах. Тиск в гідросистемі змушує обертатись вал гідромотора, від якого обертання передається до коробки передач шестеренчастого типу, а від неї через головну передачу (теж шестеренчасту) і диференціал на півосі (ліву і праву), через бортові редуктори на колеса.

Самохідний подрібнювач має електрообладнання, що включає системи пуску двигуна, зовнішнього і внутрішнього освітлення, звукового сигналу, керування гідророзподільником, а також світлової сигналізації. Джерела струму – генератор і акумуляторна батарея.

Жатка для збирання кукурудзи складається з рами, двох активних польових подільників з сегментним різальним апаратом, мотовила, різального апарата, ланцюгово-планчастого конвеєра, шнека і механізмів передач. Активні подільники можна переобладнати на пасивні, якщо відключити привод ножів і закрити їх кожухом, їх використовують на збиранні кукурудзи, посіяної разом з соєю чи іншою культурою, з густим і переплутаним стеблостоем. Збираючи кукурудзу на чистих посівах, активні подільники переобладнують у пасивні, закриваючи їх кожухами. Ширина захвату жатки 3,4 м.

Під час руху комбайна стебла кукурудзи або іншої високостеблової культури зрізують різальним апаратом і укладають мотовилом на ланцюгово-

планчастий конвеєр, що подає їх до живильно-подрібнювального пристрою. Розміщені з обох боків платформи над конвеєром гвинтові конвеєри звужують потік стебел. Подавальні вальці захвачують стебла і спрямовують їх до подрібнювального барабана. Подрібнена маса по силосопроводу надходить у кузов транспорту, що рухається поруч з комбайном.

Різальний апарат має в основному таку ж будову, як і в причіпних комбайнах. Над ним розміщене п'ятилопатеve мотовило. Повертаючи за допомогою гідроциліндрів раму мотовила, йому надають необхідного положення за висотою та виносом відносно різального апарата.

Ланцюгово-планчастий конвеєр жатки складається з двох частин, кожна з яких має три роликові ланцюги і поперечні металеві планки з дерев'яними вкладишами. Конвеєр приводиться в рух від ведучого вала, змонтованого перед гладеньким вальцем 3. Шнек підпружинений.

В даний час в аграрному секторі України використовується ще багато комбайнів КСК-100А. Було кілька невдалих спроб удосконалити машин на рівні дослідно-конструкторських робіт, які через значне зниження продуктивності комбайна не дістали практичного застосування.

З приведеного огляду видно, що вирішальне значення в технології має отримання оптимального ступеню подрібнення листостеблової маси і зерна з метою 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 кожен 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 більше 5 тис. комбайнів КСК-100А. Відомо, що цей комбайн простий за конструкцією, не вибагливий в обслуговуванні та дешевий. Єдиний його недолік - це невідповідність якості подрібнення зоовимогам. Вирішенню цієї проблеми присвячений даний дипломний проект.

3.2 Затрати енергії на заготівлю силосу воскової стиглості

Виходячи з результатів огляду літературних джерел, мілке подрібнення рослин і високий рівень руйнування зерна при заготівлі силосу з кукурудзи воскової стиглості необхідні для покращення, перш за все, використання корму тваринами, особливо його зернової частини. При цьому силос має вищу якість і менше псується при використанні, ніж з крупноподрібненої маси. Проте із зменшенням довжини різки однозначно зростають затрати енергії на подрібнення маси і це є одним з основних показників, який визначає ефективність розробленої технології. Як уже відмічалось, у вітчизняній літературі даних по цьому питанню ми виявили дуже мало, а в закордонній - вони дуже суперечливі, що, можливо, обумовлено різним методичним підходом до їх визначення. Крім того, автори, в основному, визначають енергозатрати на подрібнення маси і не враховують їх змін при виконанні інших технологічних операцій заготівлі (транспортування і ущільнення), які можуть суттєво змінити підхід до оцінки ефективності технології, і зв'язку з цим нами були проведені дослідження по визначенню сумарних затрат на процес його заготівлі.

Для подрібнення кукурудзи на силос використовували комбайн КСК-100А та цей же комбайн з рекатером. Подрібнювальний апарат комбайнів налаштували на різку 20 мм і 10 мм відповідно. Збирали кукурудзу в фазі воскової стиглості зерна при середній вологості маси 59 – 62%. Показники якості подрібнення маси приведені в таблиці 3.1.

Доведено, що встановлення на КСК-100А рекатерів покращує якість подрібнення маси та значно зменшує рівень травмування зерна.

Пропускна здатність комбайна суттєво залежить від ступеню подрібнення маси. При теоретичній довжині різки 10 мм вона складала 9,6 кг/с, при 20 мм – 11,33 кг/с, тобто продуктивність зростала на 18%. Аналогічна залежність відмічена (Павленком С.І, 1990) та (Карпенком М.І., 1992).

Таблиця 3.1

**Показники якості роботи комбайнів на подрібненні силосної маси
кукурудзи**

Показники	Марка комбайна		
	КСК-100А з рекатером		20
	Мілка різка	Крупна різка	
Теоретична довжина різки, мм	10	20	20
Середньозважений розмір часток, мм	12,6±4,3	27,3±6,12	25,6±6,39
Вміст часток, % до 10 мм до 20 мм	63,17	17,03	10,83
	86,14	43,95	40,04
Вміст травмованого зерна, %	92,33	89,50	47,86

Проте підвищення пропускної здатності кормозбиральних комбайнів не завжди оправдане. Так раніше відмічалось, що збирання кукурудзи в фазі воскової стиглості зерна при теоретичній величині різки 20 мм не забезпечувало необхідної якості подрібнення зерна навіть з використанням рекатерів.

Дані таблиці підтверджують це стосовно енергозатрат на подрібнення. Так витрата палива комбайном з рекатером при крупній різці зростала в 1,61 рази проти 1,44 рази при мілкому подрібненні кукурудзи. Одержані дані узгоджуються з результатами досліджень, проведеними американськими вченими на комбайні «Хестон-4000». Якщо порівняти затрати енергії при мілкому подрібненні кукурудзи з рекатером та крупним подрібненням без нього, то вони зростають на 44 %, що значно нижче, ніж очікувалось.

Техніко-енергетичні показники роботи комбайнів при збиранні кукурудзи в фазі воскової стиглості зерна

Показники	Марка комбайна		
	КСК-100А з рекатером		
	Мілка різка	Крупна різка	
Пропускна здатність, кг/с	9,60	11,33	8,80
Продуктивність, т/год: чистого часу	34,6	40,8	31,7
	змінного часу	15,4	17,8
Витрати палива, л/т	0,95	1,06	0,66
Енергоємність збирання, МДж/т	33,30±1,20	37,2±1,05	23,13±1,73

Таким, чином додаткова обробка крупноподрібненої кукурудзяної маси рекатером рифового типу потребує більших затрат енергії, ніж мілко подрібненої. Тому при подальшій оцінці технології заготівлі силосу використання комбайна КСК-100А з рекатером на крупній різці не доцільно.

Затрати енергії на перевезення різноподрібненої маси та її ущільнення проводили паралельно з визначенням енергозатрат на подрібнення, тобто в одному технологічному циклі. При транспортуванні маси від кожного з комбайнів використовували ідентичні автомобілі ГАЗ-53Б з об'ємом кузова 10 м³. Спостереження вели протягом двох робочих днів. Для зручності розрахунків взяли три визначення по п'ять ходок. При цьому враховували масу перевезеного вантажу, віддаль перевезення, затрачений час та затрати пального. Невиробничі переїзди автомобілів повністю виключались. Дані по визначенню енергозатрат на транспортування різноподрібненої маси приведені в таблиці 3.3.

Встановлено, що при перевезенні мілкоподрібненої силосної маси від комбайна КСС-2,6 затрати енергії знижуються на 10,9 або 14% в порівнянні з транспортуванням крупноподрібненої маси. Це обумовлено тим, що за рахунок більшої насипної маси (на 13,5%) мілкоподрібненого корму підвищується вантажомісткість автотранспорту. Так, мілкої маси в кузов автомобіля входило 4,13 т проти 3,61 т - крупноподрібненої. Підвищення вантажомісткості

транспорту обумовлене в першому випадку не тільки більшою насипною масою корму, а й кращою його підпресовкою повітряним потоком при завантаженні. Цей фактор суттєво впливає на ущільнення силосу в траншеї.

Таблиця 3.3

Затрати енергії на перевезення різноподрібненої силосної маси кукурудзи

Показники	Вид різки	
	Мілка (КСК-100А з рекатером)	Крупна (КСК-100А)
Марка машин	ГАЗ-53Б	ГАЗ-53Б
Об'єм кузова	10	10
Середня вантажопід'ємність, т	4,13 0,11	3,61 0,08
Віддаль перевезення, км	18	18
Кількість ходок, шт.	5	5
Середня швидкість руху, км/год	53	53
Питома витрата палива, л/т/км	0,113	0,130
Питомі затрати енергії:		
МДж/т/км	3,73	4,34
МДж/т	67,2±1,59	78,1±0,68

Привезену з поля масу завантажували паралельно в три однакових траншеї об'ємом 250 т і розрівнювали шаром 0,8-1,0 м. Розрівнювання та ущільнення сировини проводили гусеничним трактором з бульдозерною лопатою. Насипна маса корму, яку визначали за вищеописаною методикою відразу після вивантаження її в траншеї була невелика і знаходилась в межах 212-251 кг/м³. Це обумовлено низькою вологістю сировини – біля 60%. Результати залежності щільності силосної маси від інтенсивності трамбування та дані затрат енергії на виконання цього процесу приведені в таблиці.

При ущільненні мілкоподрібненої маси щільність її у верхньому шарі перестала зростати після десяти проходів трактора і досягла 515 кг/м³ при подрібненні комбайном КСК-100А з рекатером.

Для забезпечення найвищої щільності при трамбуванні крупноподрібненої маси ми пропонуємо робити двадцять одноразових проходів

трактора. При цьому щільність складе 478 кг/м^3 , що достовірно нижче ($P < 0,1$). Це свідчить про те, що при приготуванні силосу з мілко подрібненої маси ефективніше використовується сховище. Проведеними дослідженнями визначене ступінь ущільнення силосної маси і верхньому шарі. Але при пошаровій закладці маси ущільнюється не тільки верхній шар, а й нижні за рахунок постійного статичного тиску на них зверху. Щільність готового мілкоподрібненого силосу через два місяці після заготівлі складала 812 кг/м^3 , а силосу, заготовленого комбайном КСК-100А з крупною різкою 665 кг/м^3 . Таким чином, силососховище в першому випадку використовувалось на 22,1% ефективніше, ніж в другому.

Таблиця 3.4

Енергозатрати на ущільнення різноподрібненої силосної маси кукурудзи в фазі воскової стиглості зерна

Показники	Вид різки	
	КСК-100А з рекатером	крупна (КСК-100А)
Об'ємна маса, кг/м^3 : насіпна	251	212
Після проходів трактора: одного	362	295
п'яти	487	381
десяти	$515 \pm 6,51$	442
п'ятнадцяти	518	466
двадцяти	517	$478 \pm 9,29$
Розміри траншей, м: ширина	6	6
довжина	12	12
Шлях пройдений трактором за <i>n</i> - проходів, км	10/1,12	20/2,24
Витрата палива, л	3,27	6,83
Питома витрата палива, л/т	0,16	0,33
Питомі затрати енергії, МДж/т	$5,61 \pm 0,29$	$11,57 \pm 0,40$

Одержані результати по ущільненню маси дають можливість зробити висновок про те, що мілкоподрібнена маса через меншу її упругість трамбується в два рази швидше, ніж крупноподрібнена. Це разом з такими

факторами як опір на самопересування трактора та переміщення маси бульдозером сприяло економії енергії на трембуванні тонни мілкоподрібненої маси на 51,5%. Одержані дані мають високий критерій достовірності ($P < 0,01$).

Таким чином, приведені загальні затрати енергії на весь технологічний процес заготівлі силосу з мілкоподрібненої маси при використанні комбайна КСК-100А з рекатером склали 106,1 МДж/т. Причому основні затрати енергії (63-69%) припадають на перевезення. Частка енергії на подрібнення маси з усієї, затраченої на заготівлю силосу, складає всього 20-30%, що значно нижче, ніж передбачалось.

Співвідношення поопераційних енергозатрат та їх абсолютні значення будуть змінюватись, в основному, в залежності від віддалі транспортування маси. Із зменшенням її затрати енергії на виконання цієї операції, як і загальні, будуть знижуватись, а із збільшенням - підвищуватись.

3.3 Розрахунок зірочок ланцюгових передач

Розміри віденця зірочок роликів ланцюгів визначаються за наступними залежностями:

модуль:
$$m = \frac{P}{\pi}, \quad (3.1)$$

ділительний діаметр:

$$d = P / (\sin 180 / z), \quad (3.2)$$

де P - крок ланцюга;

z - число зубів зірочки;

діаметр кола виступів:

$$D_e = P(0,5 + \operatorname{ctg} 180 / z); \quad (3.3)$$

діаметр кола впадин:

$$D_i = d - 2 \cdot r; \quad (3.4)$$

де r - радіус впадин;

$$r = 0,5025 \cdot d_1 + 0,05; \quad (3.5)$$

де d_1 - діаметр ролика ланцюга;

діаметр проточки:

$$D_c = P \cdot \operatorname{ctg}(180 / r) - 1,3 \cdot h ; \quad (3.6)$$

де h - ширина пластини ланцюга;

ширина зуба двохрядного ланцюга

$$b = 0,9 \cdot B_n - 0,15 \text{ мм}; \quad (3.7)$$

де B_n - відстань між внутрішніми площинами пластин ланцюга;

ширина віденця:

$$B = (n - 1) \cdot A + b; \quad (3.8)$$

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 3.5

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

Розрахунок зірочки гладкого вала живильного апарата

При $z = 22$ розрахунок буде мати наступний вигляд для гладкого вала 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:

$$D_e = P(0,5 + \operatorname{ctg}180 / r) = 25,4 \cdot (0,5 + 6,9) = 188 \text{ мм};$$

- радіус впадин:

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

- діаметр кола впадин:

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

- ширина зуба:

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

- ширина віденця:

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

- радіус заокруглення зуба:

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

- фаска:

$$F = 0,2 \cdot b = 2,8 \text{ мм};$$

Конструкція зірочок ланцюгових передач відрізняється від конструкції циліндричних зубчастих коліс лише зубчастим віденцем.

Довжину посадочного отвору зірочки приймаємо рівній ширині зубчастого віденця ($L = B$). Діаметр ступиці D_{cm} приймаємо:

$$D_{cm} = 1,55 \cdot d_0 = 1,55 \cdot 35 = 54,25 \text{ мм}.$$

де, d_0 - діаметр посадочного отвору, $d_0 = 35$ мм.

Розрахунок зірочки веденого вала головного редуктора

При $z = 10$ розрахунок буде мати наступний вигляд для веденого вала 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:

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

- радіус впадин:

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

- діаметр кола впадин:

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

- діаметр проточки:

$$D_c = P \cdot \operatorname{ctg}(180 / z) \cdot 1,3 \cdot h = 25,43,0 - 1,3 - 24,2 = 44 \text{ мм};$$

- ширина зуба двохрядного ланцюга:

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

- ширина віденця:

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

- радіус заокруглення зуба:

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

- 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:

$$f = 0,2 \cdot b = 2,8 \text{ мм}.$$

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

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

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

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

де, d_o - діаметр посадочного отвору, $d_o = 35$ мм.

$$S = 2,2 \cdot m + 0,05 \cdot B = 2,28 + 0,05 \cdot 43 = 17,6 + 2,15 = 19,75 \text{ мм};$$

де m - модуль зачеплення, $m = 8$ мм.

Розрахунок зірочки головного вала живильного апарата

При $z = 50$ розрахунок буде мати наступний вигляд для ведучого вала 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:

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

- радіус впадин:

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

- діаметр кола впадин:

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

- діаметр проточки:

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

- ширина зуба двохрядного ланцюга:

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

- ширина віденця:

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

- радіус заокруглення зуба:

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

- 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:

$$f = 0,2 \cdot b = 2,8 \text{ мм};$$

4.6.4 Розрахунок зірочки ведучого вала редуктора подрібнювального апарата

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

- модуль:

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

- ділительний діаметр:

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

- діаметр кола виступів:

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

- радіус впадин:

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

- діаметр кола впадин:

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

- ширина зуба двохрядного ланцюга:

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

- ширина віденця:

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

- радіус заокруглення зуба:

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

- фаска:

$$f = 0,2 \cdot b = 2,8 \text{ мм};$$

3.4 Розрахунок ланцюгової передачі привода подрібнювального барабана

Головний параметр передачі - крок ланцюга, визначаємо за формулою:

$$t \geq 2,8 \sqrt{\frac{T_1 K_e}{Z_1 [p] m}}, \quad (3.9)$$

де T_1 – крутний момент на валу меншої зірочки, Н·мм;

Z_1 - кількість зубів меншої зірочки, шт.;

$[p]$ = 46 МПа - допустимий тиск;

$m = 1$ - кількість рядів ланцюгів;

K_e - коефіцієнт, який враховує умови монтажу і експлуатації ланцюгової передачі.

Крутний момент на валу меншої зірочки визначаємо за формулою:

$$T_1 = \frac{30 N}{\pi n}, \quad (3.10)$$

де,

$$n = \frac{60 \cdot 10^3}{Z_1 \cdot t} \cdot V, \quad (3.11)$$

де, $N = 0,548$ кВт,

$V = 0,4$ м/с - швидкість ланцюга;

приймаємо $t = 19,5$ мм;

Кількість зубів меншої зірочки визначаємо за формулою:

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot n, \quad (3.12)$$

де, передаточне відношення передачі, приймаємо $n = 1,2$;

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot 1,2 = 28,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо $Z_1 = 28$ шт.,

Підставляємо значення у формулу 3.9 і проводимо розрахунок:

$$n = \frac{60 \cdot 10^3}{28 \cdot 19,5} \cdot 0,4 = 43,9 \text{ } x\text{с}^{-1}.$$

Коефіцієнт який враховує умови монтажу визначаємо за формулою:

$$K_e = K_d \cdot K_a \cdot K_H \cdot K_p \cdot K_{cm} \cdot K_{\Pi}, \quad (3.13)$$

де, $K_d = 1$ - динамічний коефіцієнт при спокійному навантаженні;

$K_a = 1$ - при $\varphi = (30 \div 50)t$;

$K_n = 1$ - при нахилі ланцюга до 60° ;

$K_p = 1,25$ - при періодичному натягуванні ланцюга;

$K_{cm} = 1,3$ - при періодичному змащуванні;

$K_{II} = 1$ - при роботі в одну зміну;

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,625.$$

Підставляємо значення у формулу 4.10 і проводимо розрахунок:

$$T_1 = \frac{30 \cdot 0,548 \cdot 10^3}{43,9 \cdot 3,14} = 119,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Підставляємо значення у формулу 3.9 і проводимо розрахунок:

$$t \geq 2,8^3 \sqrt{\frac{119,2 \cdot 10^3 \cdot 1,625}{28 \cdot 46 \cdot 1}} = 14,89 \text{ мм},$$

Приймаємо $t = 15,875$ мм.

Тиск в ланцюгу визначаємо за формулою:

$$P = \frac{N}{V}, \quad (3.14)$$

де, $N = 548$ Вт - потужність на валу;

$$P = \frac{548}{0,4} = 1370 \text{ Н} = 137 \text{ кг}.$$

Силу з якою ланцюг діє на вал визначаємо за формулою:

$$Q_e = K_a \cdot P, \quad (3.15)$$

де $K_a = 1,05$ - поправочний коефіцієнт;

$$Q_e = 1,05 \cdot 137 = 143,8 \text{ кг},$$

Подільний діаметр зірочок визначається за формулами:

$$D_1 = \frac{t}{\sin 180/Z_1}, \quad (3.16)$$

$$D_2 = \frac{t}{\sin 180/Z_2}, \quad (3.17)$$

де, Z_2 - кількість зубів більшої зірочки,

$$Z_2 = Z_1 \cdot n, \quad (3.18)$$

$$Z_2 = 28 \cdot 1,2 = 33,6 \approx 34 \text{ шт.}$$

Тоді:

$$D_1 = \frac{15,875}{\sin 180/28} = 143,01 \text{ мм,}$$

$$D_1 = \frac{15,875}{\sin 180/34} = 172,55 \text{ мм.}$$

3.5 Розрахунок на міцність основних деталей подрібнювального барабана

Визначаємо діаметр вала подрібнювального барабана.

Вихідні дані для розрахунку:

Потужність на валу $N = 0,548$ кВт;

Частота обертання вала $n = 43,9$ хв⁻¹.

Крутний момент на валу $M_{кр} = 11,92$ кг·м = 119,2 кг·см;

Зусилля від ланцюгової передачі на вал $Q = 143,8$ кг..

Сила з якою зірочки діють на вал:

$$P_1 = \frac{F_{нат} + F_{нб} + F_{зб}}{2}, \quad (3.19)$$

де, $F_{нат}$ - зусилля натяжного пристрою, кг·см;

$$F_{нат} = F_3 + F_2 = 1183,6 + 1096 = 2279,6 \text{ Н} = 227,9 \text{ кг.}$$

Тоді:

$$P_1 = \frac{214,1 + 100 + 227,9}{2} = 27,1 \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Будуємо епюри крутних моментів, які діють на вал:

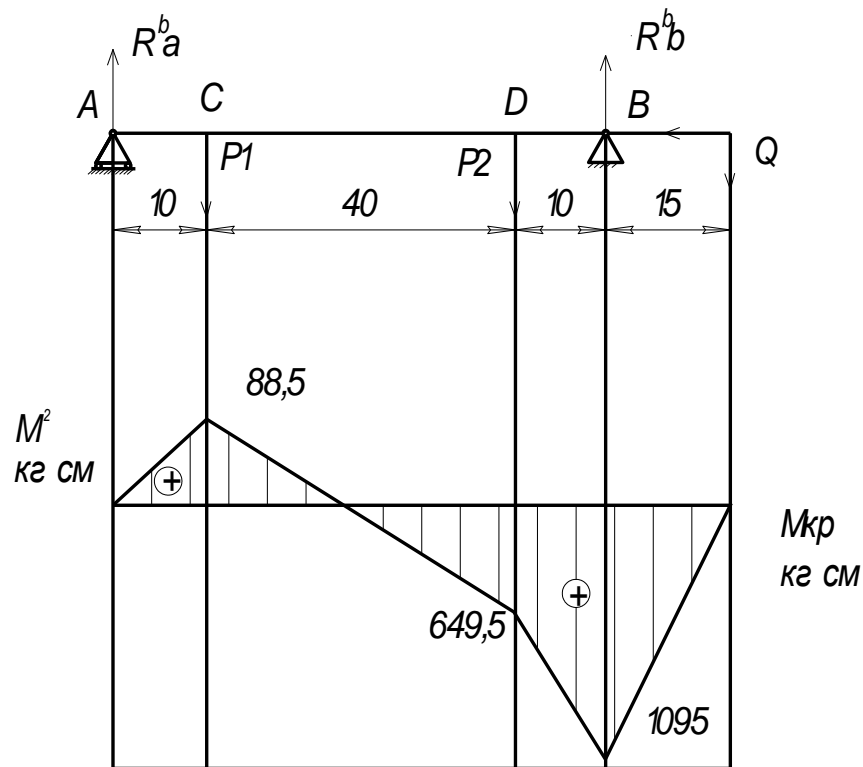


Рис. 3.2 – Епюри крутних моментів, які діють на вал

Вертикальна площина:

$$\sum M_A^e = 0,$$

тоді:

$$R_B^e = \frac{P_1 \cdot (10 + 40) + P_1 \cdot 10 + Q \cdot 75}{(10 + 40 + 10)} = \frac{27,1 \cdot 50 + 27,1 \cdot 10 + 143,8 \cdot 75}{60} = 206,85 \text{ см},$$

$\sum P = 0$, тоді:

$$R_A^e = P_1 + p_2 - R_B^e + Q = 27,1 + 27,1 + 206,85 + 143,8 = 98,85 \text{ кг};$$

$$M_c^e = R_A^e \cdot 10 = 10 \cdot (-8,85) = 88,5 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

$$M_D^e = R_A^e \cdot (10 + 40) - P_1 \cdot 40 = 8,85 \cdot 50 - 27,1 \cdot 40 = -641,5 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

$$M_B^e = R_A^e \cdot (10 + 40 + 10) - P_1 \cdot (10 + 40 + 10) = 8,85 \cdot 60 - 27,1 \cdot 60 = -1095 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Навантаження симетричне, тому:

$$R_A^2 = R_B^2 = P_1 = 27,1 \text{ кг},$$

$$M_D^2 = P_1 \cdot 10 = 27,1 \cdot 10 = 271 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

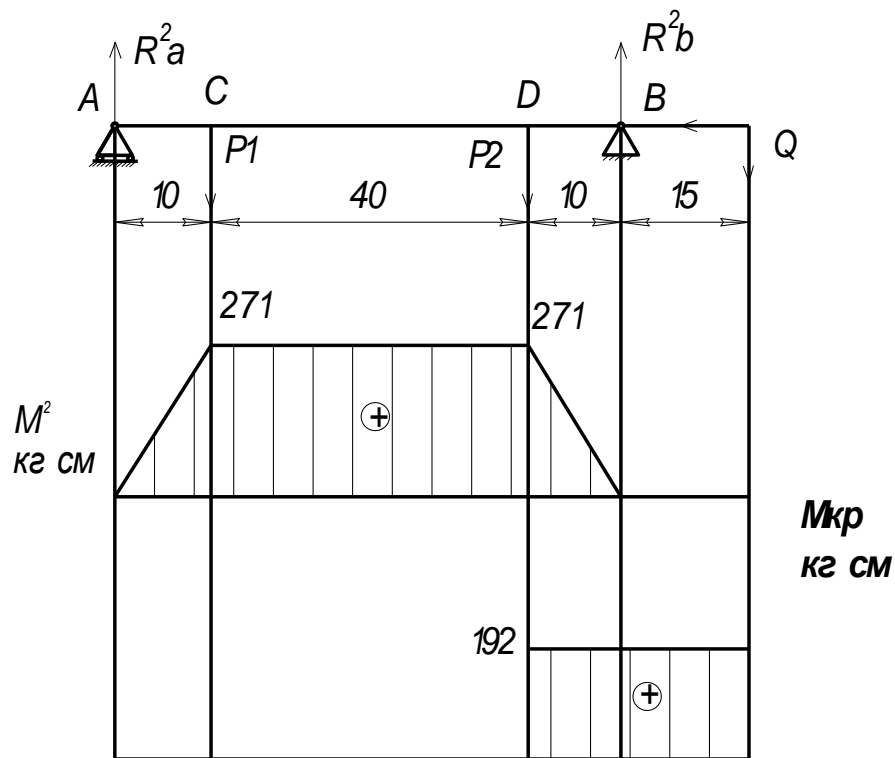


Рис. 3.3. Епюри приводного вала, горизонтальна площина

Сумарний момент визначаємо за формулою:

$$M_D = \sqrt{(M_D^e)^2 + (M_D^2)^2},$$

$$M_D = \sqrt{641,5^2 + 271^2} = 696,3 \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Приведений момент визначаємо за формулою:

$$M_{Дпр} = \sqrt{M_D^2 + (0,75 \cdot M_{кр})^2},$$

де 0,75 - коефіцієнт міцності,

$$M_{Дпр} = \sqrt{696,3^2 + (0,75 \cdot 119,2)^2} = 702,1 \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Діаметр вала визначаємо за формулою:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{Дпр}}{0,1 \cdot [G_n]}},$$

де $[G_n] = 750 \text{ кг/см}^2$ - допустима напруга для сталі 45.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{702,1}{0,1 \cdot 750}} = 2,1 \text{ см.}$$

Приймаємо діаметр вала під підшипник $d_s = 25 \text{ мм}$.

Проводимо вибір підшипників.

Розрахунок і вибір підшипників здійснюємо для опори B , яка найбільш завантажена. Радіальну силу визначаємо за формулою:

$$R_B = \sqrt{(R_B^e)^2 + (R_B^2)^2}.$$

Підставляємо числові значення:

$$R_B = \sqrt{206,85^2 + 27,1^2} = 208,6 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт працездатності за формулою:

$$C = (R_{kk} + mA) \cdot K_G \cdot K_t \cdot (nh)^{0,3}.$$

де $K_k = 1$ - обертається внутрішнє кільце;

$K_e = 1$ - характер навантаження – спокійне;

$K_t = 1$ - температура підшипника – до 60° ;

$h = 16000$ год – бажана довговічність підшипника;

$A = 0$ – осьова сила відсутня.

$$C = 208,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (43,9 \cdot 16000)^{0,3} = 11838 .$$

Коефіцієнту $C = 11838$ відповідає підшипник серії 1205 ГОСТ 5720-75, у якого $C = 12100$.

Визначаємо діаметр вала подрібнювального ротора зернових культур.

Вихідні дані для розрахунку:

Крутний момент на валу $T = 59,6 \cdot 10^3$ Н·мм,

Максимальне зусилля на вал $F = 853,3$ Н.

Складаємо розрахункову схему вала.

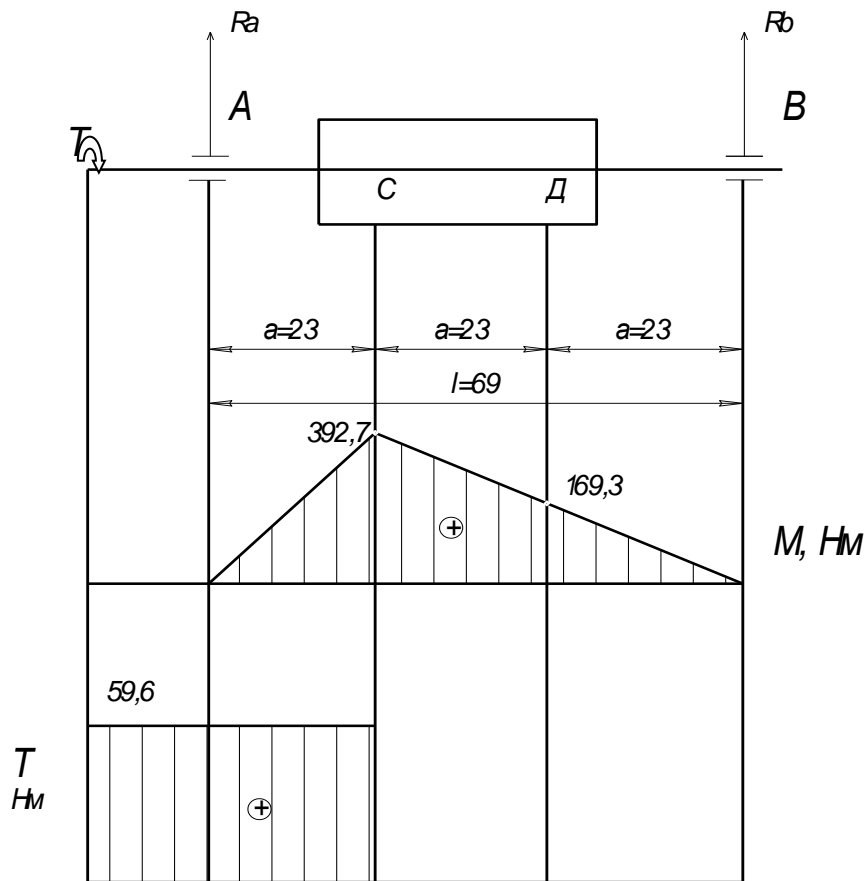


Рис. 3.4. Розрахункова схема вала

$$\Sigma M_A = 0 ,$$

тоді :

$$R_B \cdot e - F(2a + c) = 0,$$

або

$$R_B = F \cdot \frac{2a + c}{e}, \quad (4.20)$$

Підставляємо значення у формулу:

$$R_B = 853,7 \cdot \frac{2 \cdot 23 + 23}{69} = 853,7 \text{ Н}$$

Тоді:

$$R_A = 3F - R_B, \quad (4.21)$$

$$R_A = 3 \cdot 853,7 - 853,7 = 1717,4 \text{ Н.}$$

Згинаючі моменти:

$$M_C = R_A \cdot a = 1707,4 \cdot 0,23 = 392,7 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_{\text{д}} = R_{\text{в}} \cdot b = 853,7 \cdot 0,23 = 196,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Діаметр вала визначаємо по найбільшому моменту:

$$d_b = \sqrt[3]{\frac{392,7 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 7500}} = 8,05 \text{ см}.$$

Приймаємо $d_b = 85$ мм під підшипник.

Згідно крутного моменту діаметр вала подрібнювача стеблових кормів приймаємо $d_b = 85$ мм.

3.6 Вибір параметрів рифового рекатера

З усіх розглянутих вище типів рекатерів найбільш прийнятні для використання на комбайні КСК-100А рифові рекатери.

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

До першої з них відносяться (рис. 3.5, 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. 3.5, б, в) параметрів можна віднести:

Δ - зазор між ножами і виступами;

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

h, t - висота та довжина виступів;

γ - кут загострення виступів;

τ_2 - кут нахилу виступів до твірної підбарабання.

Вибір параметрів рекатера (табл. 3.5) 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.

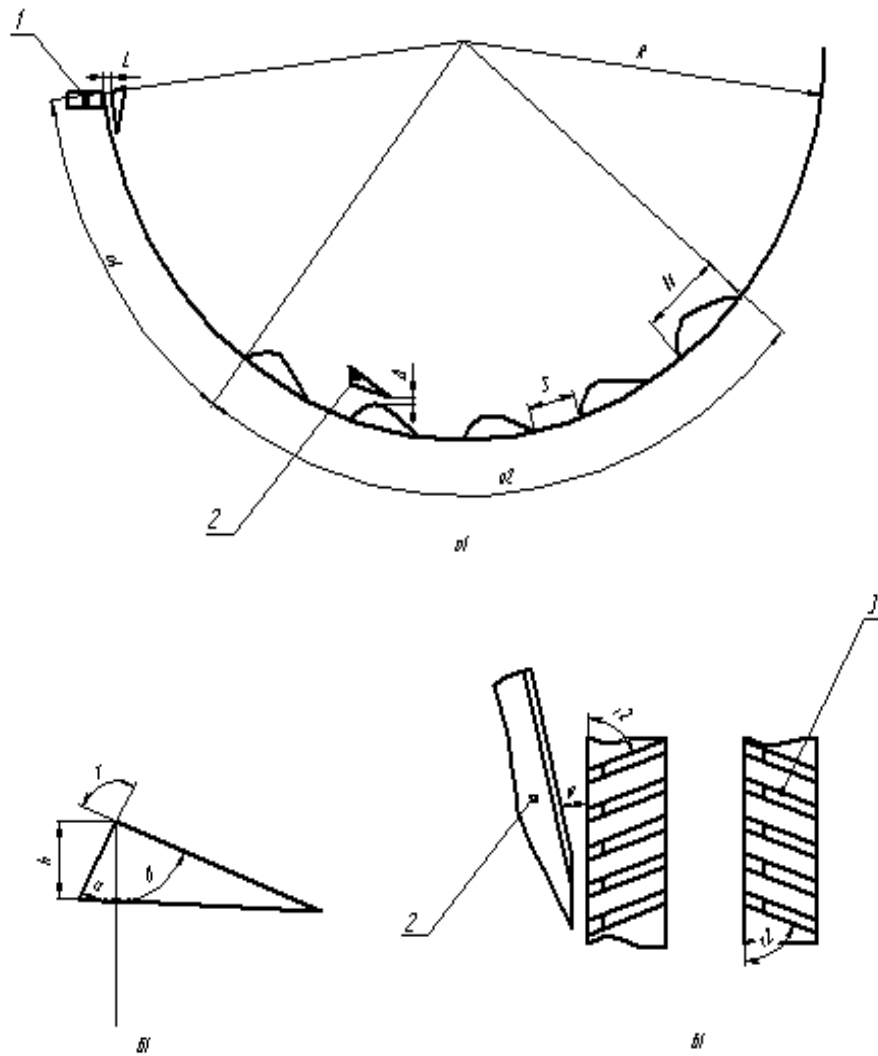


Рис. 3.5. Основні параметри рифових рекатерів

1 – протиріжуча пластина; 2 – ніж; 3 – рифова планка

Таблиця 3.5

Розрахункові значення параметрів рифових рекатерів

Позначення	Значення параметра	Позначення та розрахункова формула	Значення параметра
θ_1	$35 - 50^0$	$\arccos(1 - \frac{L}{R}) \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} - (\varphi_1 - \varphi_2)$	$10 - 15^0 \leq \alpha \leq 45 - 60^0$
θ_2	Визначається з конструктивних, технологічних і техніко-економічних обмежень	$\beta = \pi - (\gamma + \alpha)$	$30 - 45^0 \leq \beta \leq 75 - 80^0$
Δ	1 – 2 мм	$h = (0.85 - 1,1) d_{екв}$	4 – 18 мм
γ	$80 - 100^0$	$t_1 = h(\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta)$	25 – 90 мм
$d_{екв}$	5 – 14 мм	$\varphi_1 + \varphi_2 + \psi \leq \tau_2 \leq \pi/2 - \varphi_2$ $S = (3 - 4) d_{екв}$	$20 - 25^0 \leq \tau_2 \leq 35 - 50^0$ 15 – 40 мм

де L - відстань від точки вильоту частинки, яка знаходиться на поверхні задньої грані ножа, до підбарабання;

R - радіус підбарабання;

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

$d_{екв}$ - еквівалентний діаметр зерна;

γ - кут нахилу ножа до твірної підбарабання.

В нашому випадку приведеним параметром відповідають планки бичового ребристого профілю по ГОСТ 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 15-40 мм.

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: $\Delta = 2$ мм.

Висота виступів:

$$h = 1,4 \cdot 13 = 18,2 \text{ мм.}$$

Довжина виступів:

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

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: $R = 248$ мм.

Підтвердженням позитивної ролі рекатера при силосуванні кукурудзи є кращі показники якості корму. При цьому, за даними Інституту кормів УААН (Грицун А.В., 2000) при збиранні кукурудзи в фазі воскової стиглості комбайном КСК-100А, відмічено зниження продуктивності комбайна на 12,7%, так як зросли енергозатрати на процес подрібнення.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці

За стан охорони праці в господарстві відповідає керівник господарства, в підрозділах керівники підрозділів. На території господарства працює буфет, лазня, їдальня, медпункт, є будинок тваринника, але не у всіх підрозділах господарства обладнані кімнати гігієни та відпочинку.

Керівник господарства наказом призначає інженера по охороні праці. Інженер по охороні праці має вищу освіту, по спеціальності інженер-механік, стаж роботи в сільському господарстві 22 роки, на посаді інженера по охороні праці - 14 місяців. Він перевіряє виконання вимог охорони праці в підрозділах, дає розпорядження по усуненню виявлених недоліків, проводить навчання по охороні праці. В господарстві є кабінет по охороні праці, але він зовсім не обладнаний стендами, плакатами, наглядними посібниками, майже не має нової нормативно-технічної літератури, зразків засобів індивідуального захисту.

Кабінет займає площу 32 м², в ньому проводять вступні інструктажі. Атестація робітників господарства не проводилась вже давно. Інструктажі по охороні праці проводяться, але на низькому рівні, записи в журналах реєстрації проведених інструктажів виконуються. Куточки по охороні праці обладнані в усіх підрозділах. Робітники зайняті на роботах з шкідливими та небезпечними умовами праці забезпечуються засобами індивідуального захисту, видають спеціальне харчування, молоко. Всі виробничі підрозділи, де є шкідливі та небезпечні фактори, обладнані знаками безпеки та сигналізацією. Контроль за дотриманням вимог охорони праці ведеться трьох ступінчастий. Щорічно планується міроприємства по охороні праці, на що виділяються кошти.

Аналіз фінансування міроприємств по охороні праці в господарстві.

З аналізу видно, що кошти, які виділяються на охорону праці використовуються, але їх недостатньо. Робота по охороні праці ведеться, але не на найвищому рівні, про це свідчить і стан виробничого травматизму і

професійного захворювання в господарстві. Основними причинами травм та професійних захворювань являються:

1. Слабкий рівень організації охорони праці в господарстві.
2. Недотримання робітників вимог безпечної праці.
3. Неякісне проведення інструктажів.

4.2 Охорона праці механізаторів при збиранні кукурудзи на силос

Посіви кукурудзи на силос займають 180 га. Поле знаходиться на відстані 2 км від населеного пункту.

Безпека праці досягається за допомогою дотримання і виконання правил охорони праці, використання засобів індивідуального захисту. Пожежна безпека агрегату досягається за допомогою укомплектування його вогнегасниками ОУ – 5, штиковою лопатою, ящиком з піском, ємністю з водою, брезентом, захистом від статичного струму, іскрогасником.

Відповідальність за безпеку праці в полі несе бригадир, а на агрегаті – механізатор. До роботи на агрегаті допускаються механізатори віком від 18 років, які мають стаж роботи, пройшли медичний огляд і навчання по охороні праці, пройшли перед початком польових робіт інструктаж по охороні праці і мають допуск для виконання роботи.

Працівники забезпечені засобами індивідуального захисту і спецодягом.

Тривалість робочої зміни 10 годин, одна година відведена для приймання їжі і відпочинку. Харчування проводиться на відведеній для відпочинку ділянці. Водозабезпечення проводиться підвезенням води транспортними засобами.

Збирання проводиться на прямий зріз комбайном КСК-100А, а транспортування подрібненої маси від комбайна автомобілями ГАЗ-САЗ-3507.

При роботі агрегату виникають такі наслідки від дії небезпечних тракторів:

- травмування від наїзду рухомих машин;

- захоплення незакритими частинами рухомих машин і механізмів;
- придушування жаткою;
- забруднення робочої зони;
- підвищений рівень пилу і вібрації на робочому місці.

4.3 Рекомендації по покращенню умов охорони праці

1. Комплексно вирішувати проблеми умов праці, побуту і відпочинку колгоспників.
2. Обладнати пересувні вагончики для відпочинку і вживання їжі в польових умовах.
3. Доукомплектувати агрегати і транспортні засоби аптечками першої медичної допомоги і засобами пожежогасіння.
4. Організувати навчання по охороні праці в зимовий період і в період між посівами і збираннями сільськогосподарських культур.
5. Збільшити фінансування міроприємств по охороні праці в господарстві.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Для визначення економічної ефективності комбайна КСК-100А обладнаного рекатером вибираємо базу порівняння. За базовий агрегат приймаємо комбайн КСК-100А.

Основними економічними показниками є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на виготовлення. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива при збиранні кукурудзи на силос базовим та розробленим варіантом комбайна їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності розробки комбайна обладнаного рекатером зведемо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Комбайн	
	КСК-100А	КСК-100А обладнаний рекатером
Продуктивність, т/год.	100	89
Питомі витрати палива, кг/га	2,4	2,7
Вартість, грн.	100000	123400

Затрати праці при збиранні кукурудзи на силос визначимо за формулою:

$$Z_{\Pi} = \frac{M}{W_r}, \quad (5.1)$$

де M - кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W_r - продуктивність комбайна за годину змінного часу, т/год.

Оскільки комбайн обслуговує один механізатор (тракторист), то за формулою (5.1) будемо мати:

- затрати праці при збиранні кукурудзи на силос комбайном КСК-100А:

$$z_{п.б.} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ люд.} - \text{год./га.}$$

- затрати праці при збиранні кукурудзи на силос комбайном КСК-100А обладнаним рифовим рекатером:

$$z_{п.м.} = \frac{1}{89} = 0,0112 \text{ люд.} - \text{год./га.}$$

Отже, збільшення затрат праці при збиранні розробленим комбайном становить 0,0012 люд.-год./га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на збирання кукурудзи визначимо за формулою:

$$C = C_{оп} + C_{ра} + C_{кто} + C_{пмм}, \quad (5.2)$$

де $C_{оп}$ - оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

$C_{ра}$ - відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{кто}$ - витрати на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$ - витрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га.

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті при збиранні кукурудзи на силос. Оплату праці механізаторів здійснюють по 1-му класу тарифної сітки із розрахунку 1260 грн. за виконану норму виробітку.

Виходячи із вищезазначеного оплати праці можна визначити за формулою:

$$C_{оп} = \frac{M \cdot \alpha \cdot T_m}{W_{зм.н.}}, \quad (5.3)$$

де T_m - оплата праці механізаторам за змінну норму виробітку грн.;

α - коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату $\alpha = 1,38$;

M - відповідно кількість механізаторів, які обслуговують агрегат;

$W_{зм.н.}$ - змінна норма виробітку, га.

Тоді витрати на оплату праці становлять:

- при збиранні комбайном КСК-100А:

$$C_{on} = \frac{1 \cdot 1,38 \cdot 1260}{12,4} = 140,2 \text{ грн. / га};$$

- при збиранні комбайном КСК-100А обладнаним рекатером:

$$C_{on} = \frac{1 \cdot 1,38 \cdot 1260}{10,7} = 162,5 \text{ грн. / га}.$$

Відрахування на реновацію комбайна C_{pa} грн./га, визначають так:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_{p.m} \cdot B_k}{100 \cdot W_{z.ek} \cdot t_{n.k.}}, \quad (5.4)$$

де $\alpha_{кк}$ - норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості кормозбирального комбайна, %;

B_k - балансова вартість кормозбирального комбайна, грн.;

$W_{z.ek}$ - продуктивність комбайна за годину експлуатаційного часу, га.;

$t_{n.k.}$ - зональне річне завантаження кормозбирального комбайна, год..

За нормативами річне завантаження базового комбайна КСК-100А становить завантаження 120 год.;

- балансова вартість 100000 грн.;

- норма річних відрахувань на реновацію - 16,6 %,

- на поточний ремонт і технічне обслуговування - 20 %.

Визначимо балансову вартість розробленого комбайна, який обладнаний рекатерами. Для визначення вартості використаємо вартість комбайна КСК-100А, яка складає $B_k = 100000$ грн., та вартість рифового рекатера, яка складає $B_p = 15000$ грн., вартість зірочок $B_z = 5000$ грн., та вартість переобладнання $B_n = 3400$ грн.

Отже, балансова вартість модернізованого комбайна визначається за формулою:

$$B_g = B_k + B_p + B_z + B_n = 100000 + 15000 + 5000 + 3400 = 123400 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

Тоді, витрати на амортизацію будуть дорівнювати:

- для базового комбайна:

$$C_{б.к.} = \frac{16,6 \cdot 100000}{100 \cdot 1,77 \cdot 120} = 78 \text{ грн. / га},$$

- для модернізованого комбайна:

$$C_{м.к.} = \frac{16,6 \cdot 123400}{100 \cdot 1,52 \cdot 120} = 112 \text{ грн. / га.}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонт, а також технічне обслуговування, $C_{кто}$ грн./га, обчислюють за формулою:

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{кк} \cdot B_{к}}{100 \cdot W_{з.ек.} \cdot t_{н.к.}} \frac{1}{100 \cdot W_{з.ек.}} \cdot \left(\frac{\alpha_{нк} \cdot B_{к}}{t_{н.к.}} \right), \quad (5.6)$$

де $\alpha_{кк}$ - норма річних відрахувань на капітальний ремонт комбайна, %;

$\alpha_{нк}$ - норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості кормозбирального комбайна, %;

$t_{н.к.}$ - нормативне річне завантаження комбайна, год.

Тоді, відрахування на ремонт і ТО:

- для базового комбайна:

$$C_{ра} = \frac{7 \cdot 100000}{100 \cdot 1,77 \cdot 120} + \frac{1}{100 \cdot 1,77} \left(\frac{20 \cdot 100000 \cdot 1}{120} \right) = 127 \text{ грн / га,}$$

- для модернізованого комбайна:

$$C_{ра} = \frac{7 \cdot 123400}{100 \cdot 1,52 \cdot 120} + \frac{1}{100 \cdot 1,52} \left(\frac{20 \cdot 123400}{120} \right) = 182 \text{ грн / га.}$$

Питомі витрати на паливо - мастильні матеріали:

$$C_{пмм} = Q \cdot Ц_{к}, \quad (5.7)$$

де Q - витрати палива, л/га;

$Ц_{к}$ - ціна палива, грн./л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для МТА становлять: дизельне мастило - 5 %; автотракторне мастило - 3,7 %; солідол - 0,5 %; трансмісійне мастило - 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 45 грн./л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

- для базового комбайна:

$$C_{пмм}^б = 2,4 \cdot 45 = 108 \text{ грн./га,}$$

- для модернізованого комбайна:

$$C_{пмм}^м = 2,7 \cdot 45 = 121 \text{ грн./га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при збиранні кукурудзи на силос становлять:

- серійним комбайном КСК-100А:

$$C_{б} = 140,2 + 78 + 127 + 108 = 433,2 \text{ грн./га,}$$

- комбайном КСК-100А обладнаним ребристим рекатером:

$$C_{м} = 162,5 + 112 + 182 + 121 = 577,5 \text{ грн./га.}$$

При встановленні рифових рекатерів зростають енергетичні затрати на технологічний процес. Це є основною причиною зниження продуктивності комбайна. В нашому випадку вона була менша на 11%. Проте збільшення цих енергозатрат на процес подрібнення кукурудзи компенсуються вищою енергетичною цінністю одержаного силосу, а відповідно й кращою його продуктивною дією.

Так як, в базовому варіанті кормозбирального комбайна в 1 кг силосу міститься 0,2 к.о., то в розроблювальному КСК-100А, який обладнаний рекатером 0,23 к.о. При збиральній площі 180 га і врожайності 230 ц/га ми знайдемо, яка кількість кормових одиниць буде при збиранні базовим та модернізованим комбайном (Карпусь М.М., 1988):

$$K = 100 \cdot (S \cdot Q) \cdot K_o, \quad (5.8)$$

де, S – площа поля, га.;

Q – врожайність, ц/га.;

K_o – кількість кормових одиниць в 1 кг. силосу.

$$K_{кб} = 100 \cdot (180 \cdot 230) \cdot 0,2 = 828000 \text{ к.о.};$$

$$K_{км} = 100 \cdot (180 \cdot 230) \cdot 0,23 = 952200 \text{ к.о.}$$

При тому, що 1 к.о. прирівнюється до 1 кг вівса (Карпусь М.М., 1988), ринкова ціна якого на даний час становить 25 грн.. Тоді визнаємо наскільки прибутковим буде модернізований комбайн:

$$K_{\sigma} = 828000 \cdot 25 = 20700000 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{м}} = 952200 \cdot 25 = 23805000 \text{ грн.}$$

де, K_{σ} , $K_{\text{м}}$ - базовий та модернізований комбайн.

Отже, прибуток буде рівний:

$$\Pi = M_{\text{к}} - B_{\text{к}} = 23805000 - 20700000 = 3105000 \text{ грн..} \quad (5.9)$$

Визначимо річний економічний ефект від впровадження модернізованого комбайна:

$$E_p = E_n \cdot B + \Pi, \quad (5.10)$$

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень

$$E_n = 0,15;$$

ΔB - витрати на модернізацію комбайна, грн..

$$E_p = 0,15 \cdot 23400 + 3105000 = 3109010 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності витрат на модернізацію комбайна:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta B}{E_p}, \quad (7.18)$$

де, $T_{\text{ок}}$ - термін окупності.

$$T_{\text{ок}} = \frac{23400}{3105000} = 0,0075 \text{ роки} = 1 \text{ сезон.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності запропонованого силосозбирального комбайна в таблиці 5.2.

Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	Базовий	Модернізований	
1. Балансова вартість комбайна, грн.	100000	123400	+23400
2. Продуктивність, т/год.	100	89	-11
3. Затрати праці, люд.-год./га.	0,01	0,0112	+0,0012
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	433,2	577,5	+144,3
в тому числі:			
оплата праці	140,2	162,5	+22,3
відрахування на реновацію	78	112	+34
відрахування на ремонти і ТО	127	182	+55
витрати на ПММ	121	108	+13
5. Прибуток, тис. грн.	20700	23805	+3105
6. Річний економічний ефект, тис. грн.		3109	
7. Строк окупності витрат, сезонів		1	

Результати розрахунків економічної ефективності запропонованого силосозбирального комбайна показують, що запровадження його у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 3109010 грн., а затрати окупляться протягом 1 сезону експлуатації.

ВИСНОВКИ

1. Якість і продуктивна дія силосу з кукурудзи залежать від технології збирання, довжини різки маси, ступеня подрібнення зерна та ущільнення.

2. Максимальний вихід поживних речовин з гектара посівної площі кукурудзи забезпечується при збиранні в фазу воскової стиглості. Найвищої якості і поживності силос досягає при силосуванні кукурудзи в цій фазі, подрібненні рослин довжиною до 10 мм і частці в ньому зерна більше 95%. Такий силос добре ущільнюється, мікробіологічні процеси проходять у бажаному напрямку і в 1,5-2,5 рази зменшуються втрати сухої речовини.

3. Для забезпечення належного подрібнення маси, особливо зерна, при силосуванні кукурудзи пізніх фаз вегетації кормозбиральні комбайни необхідно обладнувати доподрібнювальними пристроями – рекатерами.

4. Регулювання різального апарату комбайна на довжину різки 7,2 мм і встановлення на ньому рекатера з кутом обхвату барабана ребристою поверхнею рівним 104° забезпечує подрібнення 95,1% зерна і вміст у масі, що силосується 61,1% частинок розміром до 10 мм.

5. Заготівля силосу з мілкоподрібненої кукурудзи воскової стиглості комбайном, обладнаним рекатером, супроводжується зростанням енергозатрат на подрібнення рослин. Це зростання компенсується зниженням втрат на перевезення та трембування дрібної маси. Загальні затрати енергії на заготівлю тонни силосу при цьому менші на 6,7 МДж (5,991) у порівнянні з заготівлею його із грубоподрібненої сировини.

6. Задовільна робота рекатера досягається при утворенні рифів рекатера бичами молотильного апарата виготовлених по ГОСТ 12492-82.

7. Результати розрахунків економічної ефективності запропонованого кормозбирального комбайна показують, що запровадження його у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 3109010 грн., а затрати окупляться протягом 1 сезону експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А.О., Хіміч В.В., Кулик М.Ф. Технологія приготування кормів з кукурудзи. - Київ: Урожай, 1989. - 128 с.
2. Більченко Г. Короткі рекомендації щодо заготівлі силосу/ Г. Більченко// Agroexpert: Практичний посібник аграрія. 2010. №8-9. С.82-84.
3. Виробництво, зберігання і використання кормів / [В. Ф. Петриченко, М. Ф. Кулик, І. І. Ібатулін та ін.]. – Вінниця, 2005. – 472 с.
4. Грищун А.В., Жуков В.П., Олішинський С.И. Технологічні особливості заготівлі силосу з кукурудзи пізніх фаз вегетації// Тези доповідей та виступів науково-практичної конференції: Інженерні проблеми сільськогосподарського виробництва України. - К.; 1995. - С. 118-119.
5. Довідник по заготівлі і зберіганню кормів [А. О. Бабич, О. Н. Олішинський, В. А. Ясенецький та ін.] – К. : Урожай, 1992. – 223 с.
6. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. За редакцією В.Ю.Ільченка. Київ, “Урожай”, 1993.-286 с.
7. Жуков В.П., Кулик М.Ф. Секрети приготування силосу з кукурудзи // Пропозиція, 2001. - № 6.- С. 38 – 40.
8. Карпенко М.И. С применением ножевого поддона //Кукуруза и сорго. – 1992. - №3. – С. 32-39.
9. Комбайн силосоуборочный скоростной КСК-100А. Техническое описание инструкция по эксплуатации. За ред. А.И. Козеко.
10. Кравчук В.І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів: Науково-практичний посібник / В.І. Кравчук, М.М. Луценко, М. П. Мечта. К.: Фенікс, 2008. 104 с.
11. Кулик М.Ф., Кириченко В.І. Глава 5. Технологічна система обладнання для зберігання зерна // Сучасні та перспективні технології зберігання і використання вологого зернофуражу. - К.: Світ, 2000 . - С. 70 - 79.
12. Кулик М.Ф., Бугайов В.Д., Глава 4. Способи сушіння та характеристика зерносушільних агрегатів. // Сучасні та перспективні

технології зберігання і використання вологого зернофуражу. - К.: Світ, 2000 .- С. 46 – 70.

13. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – 2-е вид., виправлене. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 808 с.

14. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т: Т. 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 584 с.

15. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 432 с. 4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. К.: Каравела, 2004.

16. Павленко С.И. Повышение качества подготовки консервируемой кукурузы доизмельчающими устройствами. - Автореф. канд. дис. - Мн.: ІЭСХ, 1990.-16 с.

17. Павленко С.И. Сравнительная оценка измельчения кукурузы кормоуборочными комбайнами КСК-100 и «Мех»-5 //Механизация и электрификация сельского хозяйства. Сборник научных трудов аспирантов ЦНИИ МЭСХ. – Мн.,1986. – 3 с.

18. Прокопенко Л.С., Танцуров Г.В., Юрченко Х.Ф. Экспрес-методи визначення якості кормів. - К.: Урожай, 1987. - 160 с.

19. Сироватко К.М., Зотько М.О. Технологія кормів та кормових добавок. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ. 2020. 268с

20. Сільськогосподарські машини. За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Агроосвіта, 2015. – 679 с.

21. Технологія виробництва продукції рослинництва : підруч. / [С. П. Танчик, М. Я. Дмитришак, Д. М. Алімов та ін.]. – К. : Слово, 2008. – 1000 с.

22. Царенко О. М. Рослинництво з основами кормо виробництва : навч. посіб. / О. М. Царенко. – Суми : Університетська книга, 2003. – 384 с.

ДОДАТКИ



Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ілюстративний матеріал
до захисту дипломного проєкту на здобуття освітнього ступеня
«Бакалавр» за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» зі
спеціальності
208 «Агроінженерія»
на тему: «Удосконалення технології заготівлі силосу з модернізацією
кормозбирального комбайна»

Здобувач

Панкратов М.В.

Науковий керівник,
доцент

Пономаренко Н.О.

Дніпро-2024

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАНІВ



Big X (Crone)



John Deere



New Holland FR



Maral-125



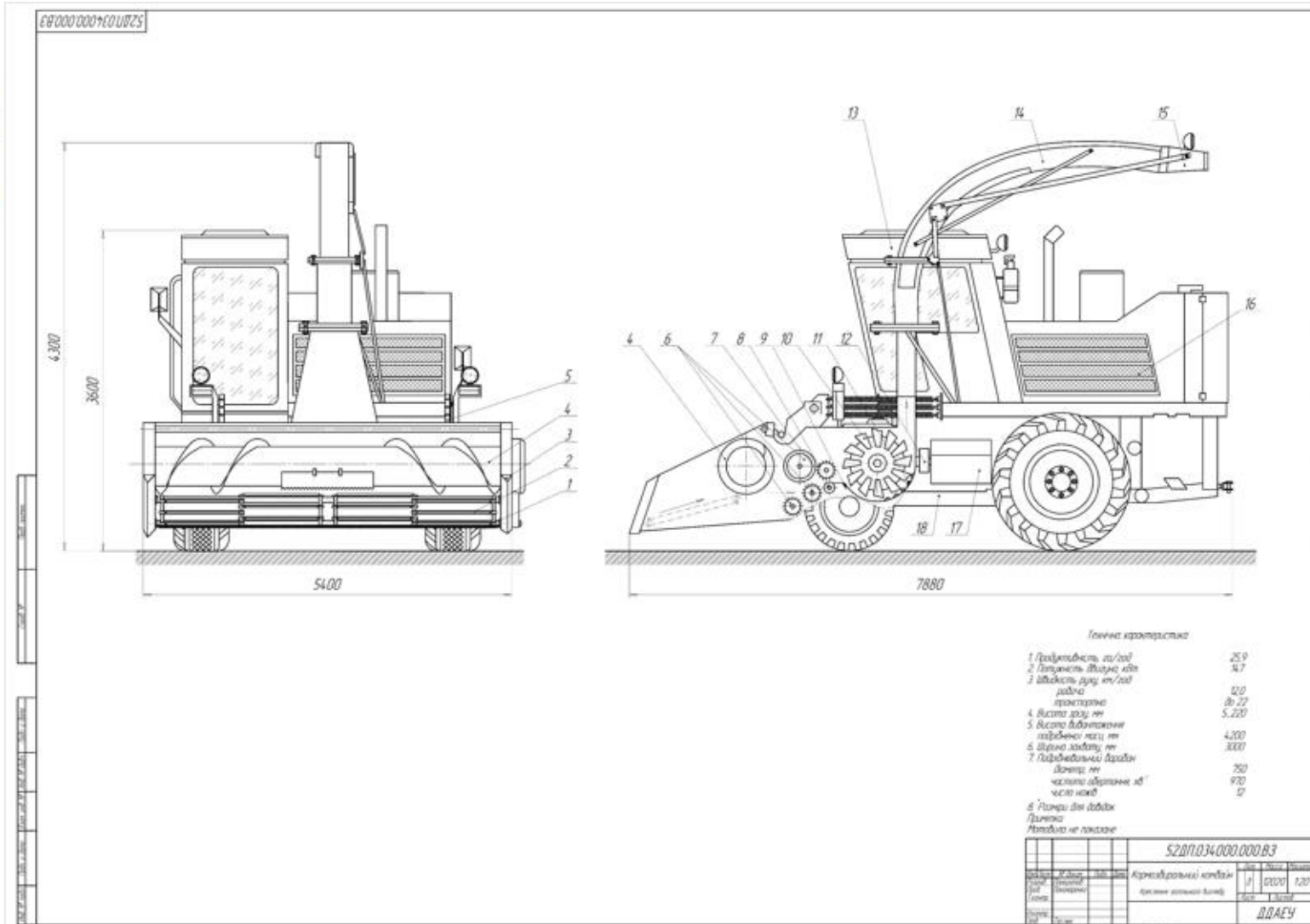
Jaguar

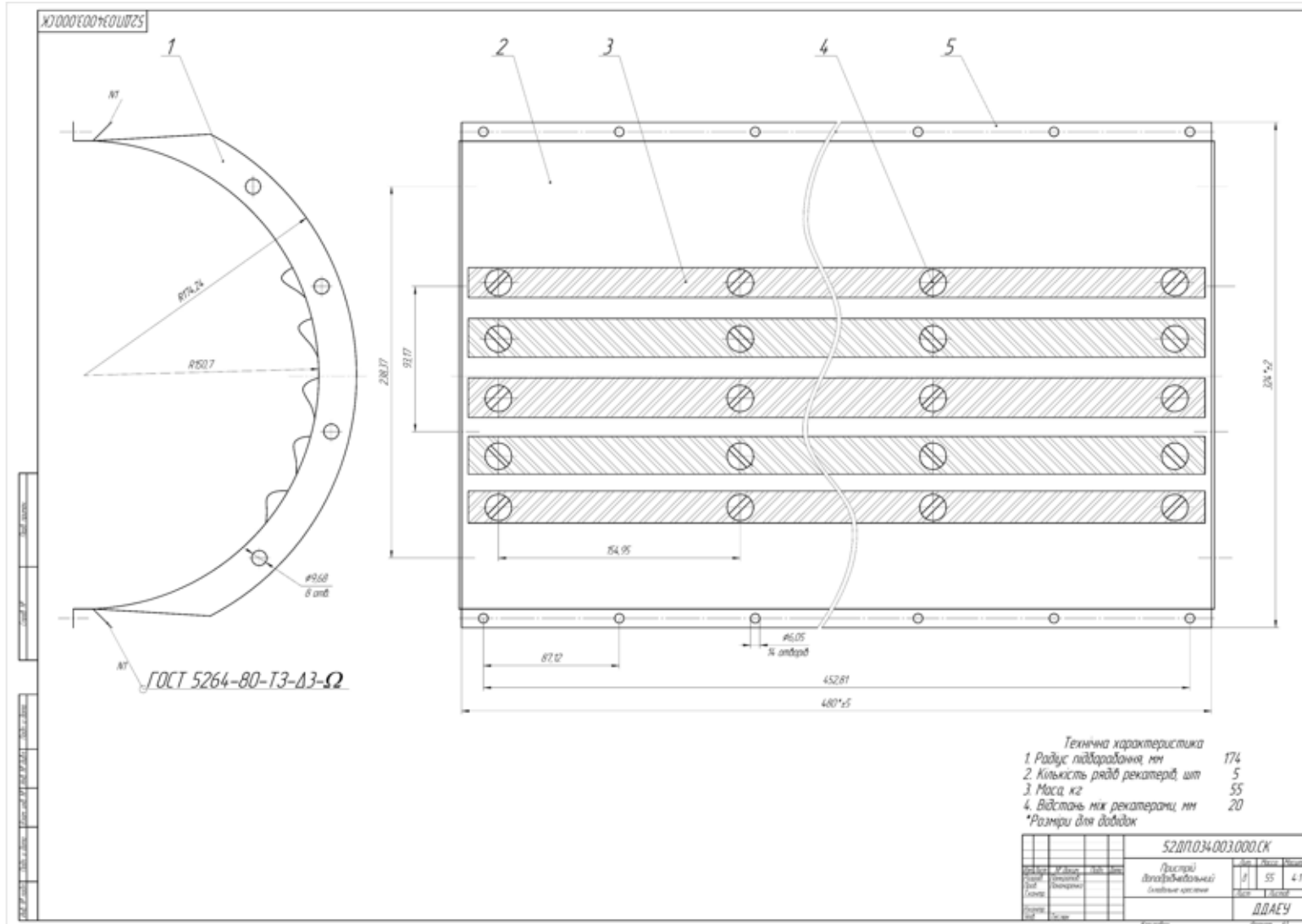


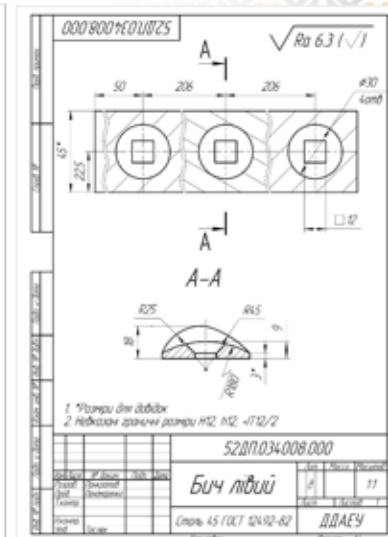
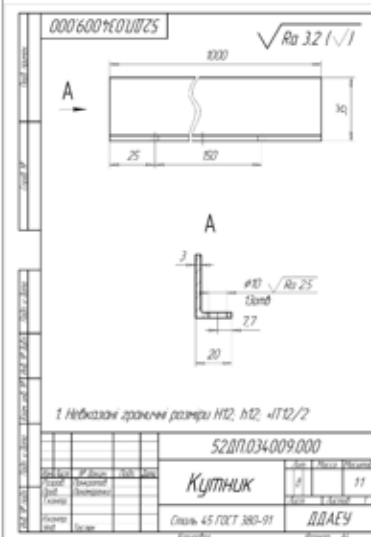
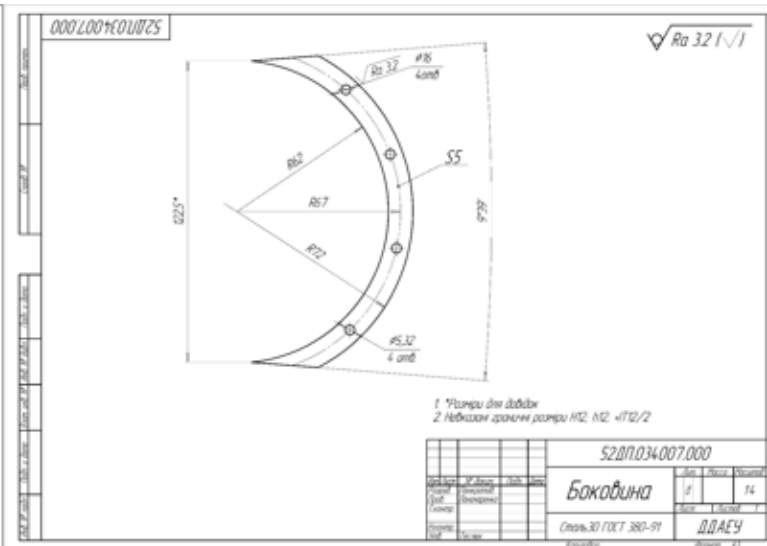
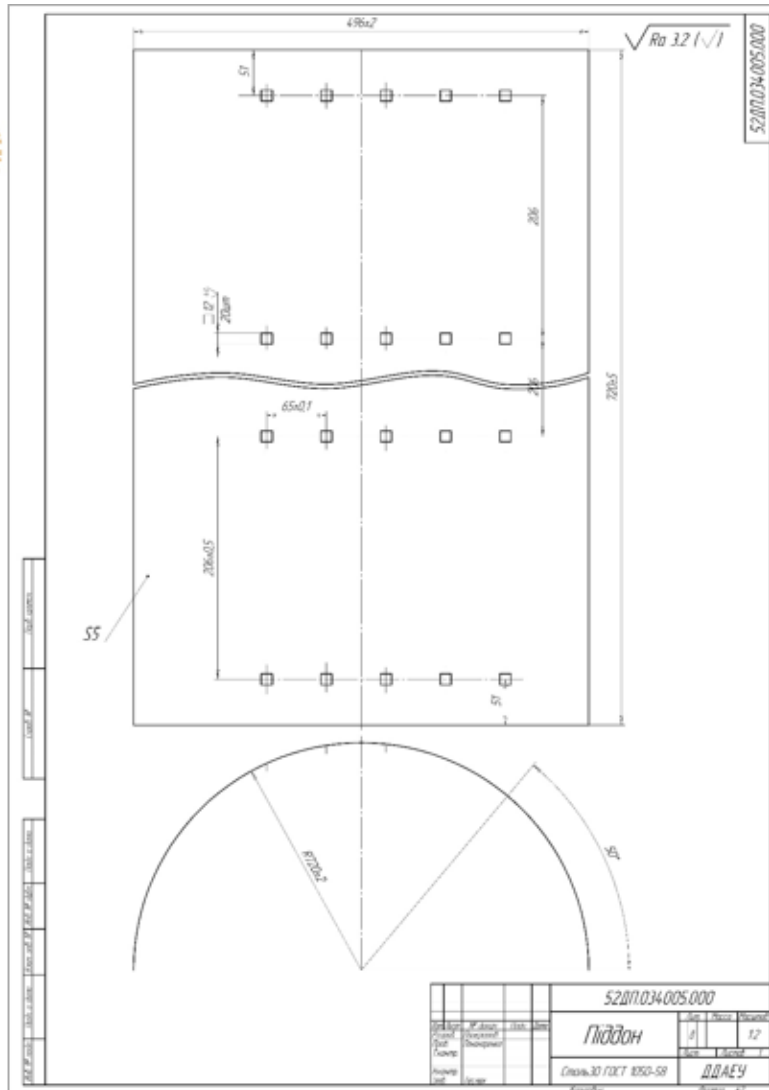
КПФ-2,4



КЗК-4,2 «Борекс»









Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	Базовий	Модернізований	
1. Балансова вартість комбайна, грн.	100000	123400	+23400
2. Продуктивність, т/год.	100	89	-11
3. Затрати праці, люд.-год./га.	0,01	0,0112	+0,0012
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	433,2	577,5	+144,3
в тому числі:			
оплата праці	140,2	162,5	+22,3
відрахування на реновацію	78	112	+34
відрахування на ремонті і ТО	127	182	+55
витрати на ПММ	121	108	+13
5. Прибуток, грн.	20700000	23805000	+3105000
6. Річний економічний ефект, грн.	3109010		
7. Строк окупності витрат, сезонів	1		