

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ЧЕРНУХА ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**МЕХАНІЗАЦІЯ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ
РОТАЦІЙНОЇ КОСАРКИ КРН-2,1**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ Ю. О. Чернуха

Науковий керівник – _____ д-р.х.н., професор, Е. В. Потапенко
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

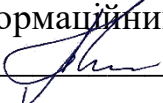
Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
 «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
 РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

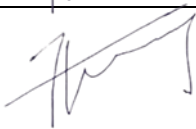
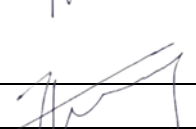
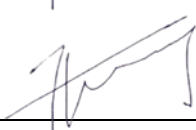
Декан факультету технологій та
 інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
 щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Чернуха Юрій Олександрович
 (прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Потапенко Едуард Володимирович, д-р.х.н., професор
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Механізація заготівлі кормів з модернізацією ротаційної косарки КРН-2,1
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Чернуха Ю. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Потапенко Е. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ ТА	
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	8
1.1 Загальні відомості про фермерське господарство „Колос”	8
1.2 Аналіз основних показників господарської діяльності.....	11
1.3 Аналіз загального стану тваринництва та існуючих технологій заготівлі кормів в ФГ “Колос”.....	15
Висновки по розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ	
КОРМІВ В ФГ “КОЛОС”.....	20
2.1 Аналіз існуючих способів та засобів механізації заготівлі кормів.....	20
2.2 Основні агротехнічні вимоги при косінні трав	22
2.3 Обґрунтування вибору МТА та обслуговуючих елементів при заготівлі кормів.....	23
2.4 Вихідні дані та розрахунок обсягів робіт при заготівлі кормів в ФГ “Колос”.....	24
2.5 Вибір комплексу машин для механізованого процесу косіння трав ...	28
2.5.1. Визначення техніко-економічних показників МТА.....	28
2.5.2. Визначення оптимального розподілу МТА при виконанні косіння трав.....	33
Висновки по розділу 2.....	35
РОЗДІЛ 3. МОДЕРНІЗАЦІЯ РОТАЦІЙНОЇ КОСАРКИ КРН-2,1.....	
3.1 Аналіз стану та перспективи механізації заготівлі кормів.....	36
3.2 Аналіз існуючих конструкцій ротаційних косарок і обґрунтування необхідності розробки.....	39
3.3 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми модернізованої ротаційної косарки КРН-2,1.....	45
3.4 Розрахунок основних конструктивних параметрів модернізованої косарки.....	47

	5
3.5 Розрахунок клинопасової передачі ротаційної косарки.....	51
3.5.1. Розрахунок клинопасової передачі на тягову здатність.....	51
3.5.2. Визначення допустимої корисної напруги.....	52
3.6 Визначення довговічності підшипника провідного шківа.....	54
3.7 Розрахунок шпоночного з'єднання привідного шківа.....	55
Висновки по розділу 3.....	56
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	58
4.1 Аналіз стану охорони праці в ФГ “Колос”	58
4.2 Складання карти умов праці при косінні трав	60
Висновки по розділу 4.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТРАТУРИ.....	65

ВСТУП

На сьогоднішній день в усьому світі створення стійкої кормової бази тваринництва є однією з найважливіших проблем розвитку аграрного виробництва. У кормовому балансі основне місце займають природні сінокоси і сіяні трави. Із трав одержують сіно, трав'яні брикети, сінаж, частково силос, а також високовітамінний корм, до яких відносять трав'яне борошно. Для одержання силосу вирощують кукурудзу, соняшник, багаторічні високостеблові трави. Тому доцільно заготовляти комплексні кормові елементи, до яких слід віднести зелений корм, силос та фураж. Крім цього для галузі тваринництва заготовлюють соломку та полову. Для одержання високоякісних кормів для потреб тваринництва необхідно комплексно підходити до цього питання. Ці питання передбачають запобігання втрат при заготівлі зелених кормів, для чого трави необхідно скошувати в кращі агротехнічні строки, при збиранні не зернової частини врожаю правильно вибирати технологію і комплекси машин, налагоджувати на оптимальні режими машини, збирання проводити в стислі строки, застосовувати прогресивні методи організації оплати праці [9].

Рационально організована кормова база має відповідати таким основним вимогам: повне і безперебійне забезпечення тварин повноцінними кормами впродовж року, одержання високоякісних і дешевих кормів, випереджальне виробництво кормів порівняно зі зростанням поголів'я тварин, створення страхових запасів кормів на випадок неврожаю. Основними кормовими продуктами для сільськогосподарських тварин є корми рослинного походження. До них належать грубі, соковиті, зелені, концентровані корми та кормові відходи технічних виробництв [5].

Великий резерв при заготівлі кормів високої якості полягає у впровадженні прогресивних способів його збирання. В нашій країні і за кордоном при заготівлі кормів все частіше використовується пресування сіна в тюки прямокутної або циліндричної форми. Це дозволяє повністю

механізувати процес заготівлі, значно скоротити затрати праці і втрати продукції, підвищити якість сіна. Впровадження в практику досягнень науки і передового досвіду дозволить налагодити заготівлю кормів високої якості. Базовою підставою для забезпечення тваринництва високоякісними кормами є впровадження сучасних ресурсозберігаючих технологій, використання високопродуктивної техніки, яка повинна бути високонадійною і якісно виконувати кожен технологічний операцію з мінімальними втратами продукції [10].

Мета даної кваліфікаційної роботи – удосконалення засобів механізації, що використовуються при заготівлі кормів на сільськогосподарському підприємстві.

Предмет дослідження – технологічний процес скошування природних і сіяних трав шляхом використання машин з різальними апаратами.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технічні засоби механізації, що використовуються для косіння трав в ФГ «Колос».

Основними *задачами* під час виконання кваліфікаційної роботи є:

- проаналізувати об'єкт дослідження та технології, які використовуються в ФГ «Колос» для скошування природних і сіяних трав;
- розрахувати механізовані технології заготівлі кормів в умовах досліджуваного підприємства;
- вдосконалити існуючі конструкції базових агрегатів для скошування трав шляхом модернізації ротаційної косарки КРН-2,1;
- розглянути питання охорони праці на ФГ «Колос» та розрахувати економічну ефективність від впровадження запропонованого рішення.

Кваліфікаційна робота викладена на 66 сторінках, вона містить 14 таблиць і 10 рисунків, а також список використаної літератури в кількості 18 джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Загальні відомості про фермерське господарство „Колос”

Фермерське господарство “Колос” Жовтневого району знаходиться в південній частині Миколаївської області. Правління фермерського господарства “Колос” знаходиться в селищі Бармашове. Через землі ФГ “Колос” в західній частині проходить залізниця Миколаїв - Дніпропетровськ, станція Квітнева, в східній частині з півдня на схід проходить автошлях з твердим покриттям Миколаїв – Кривий Ріг по якому здійснюється основний зв’язок з районом, областю та іншими населеними пунктами [28]. Загальна характеристика господарства представлена в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Загальна характеристика господарства

№ п/п	Показники	Значення
1.	Відстань до районного центру, км	8
2.	У тому числі по ґрунтовій дорозі, км	6
3.	Відстань до залізниці та назва станції, км	12 ст. Квітнева
4.	У тому числі по ґрунтовій дорозі, км	12
5.	Відстань до обласного центру, км	31
6.	Спеціалізація (направлення) господарства	зерно-м`ясо-молочна

Виходячи з приведених даних можна вважати, що економічне розташування даного фермерського господарства має задовільне положення. Природно-кліматичне розміщення господарства в районі впливає на успішне вирощування сільськогосподарських культур: озимих, ярових, баштанних, овочів, коренеплодів, кукурудзи, соняшника та інших культур.

За природно-кліматичними умовами територія господарства відноситься до південно-засушливого агрокліматичного району, інакше ще називають зоною ризикованого землеробства, який характеризується жарким засушливим літом і майже теплою малосніжною зимою.

Дане господарство спеціалізується на вирощуванні зернових, соняшника, кукурудзи, коренеплодів, а також по вирощуванню інших культур, отже рослинництво займає значну частину виробництва в господарстві. В тваринництві господарство спеціалізується на виробництві м'яса і молока ВРХ, а також м'яса свиней.

Господарство має в користуванні земельні форми, структура яких представлена в табл.1.2.

Таблиця 1.2

Землекористування на 01.01.2024 року
(за даними державного обліку земель)

Показники	2019	2020	2021
Загальна земельна площа	2796,88	2796,88	2796,88
Всього с.-г. угідь	2488,06	2488,06	2488,06
з них рілля	1993,0	1993,0	1993,0
Багаторічні трави	167,9	167,9	167,9
Пасовищ	327,16	327,16	327,16
Ліси	33,3	33,3	33,3
Під виробничими будівлями	65,8	65,8	65,8
Під шляхами	12,2	12,2	12,2
Інші землі	46,7	46,7	46,7

Як бачимо, змін в землекористуванні за останні три роки не відбулось. Відомості про розміри та склад посівних площ господарства представлені в табл.1.3.

Таблиця 1.3

Площі сільськогосподарських культур, га

№ п/п	Назва культур	2023	2024	2025
1.	Всього зернових	1100	1050	1000
	в т.ч. озимі	800	800	710
	ярі	300	250	290
2.	Кукурудза на зерно	80	100	270
3.	Овочі	40	50	50
4.	Соняшник	350	300	150
5.	Ріпак озимий	163	160	253
6.	Однорічні трави	110	183	160
7.	Багаторічні трави	100	100	100
8.	Пари	50	50	50
Разом посівів		1993	1993	1993

Аналізуючи структуру посівних площ господарства за останній період можна помітити, що лідируючі місця за об'ємом площ займають зернові та кормові культури. Це по-перше пов'язано з найбільш високою продуктивністю вирощування культур даної групи, а по-друге зі створенням надійної бази для тваринницької галузі. Хоча і велику площу займають кормові культури в структурі посівних площ, на протязі останніх років намітилась тенденція до скорочення, що пов'язано зі зменшенням кількості поголів'я ВРХ в господарстві [29].

Більш повне уявлення про ефективність господарювання можна мати, якщо розглядати структуру посівних площ у сукупності з інформацією про середню врожайність сільськогосподарських культур. Слід відмітити, що один із головних факторів, крім природно-кліматичних умов, який впливає на врожайність сільськогосподарських культур, це внесення органічних та мінеральних добрив. Дані за останні три роки про середню врожайність основних сільськогосподарських культур в ФГ "Колос" Жовтневого району Миколаївської області приведена в табл. 1.4. За 2023-2025 роки в господарстві зібрали добрі врожаї майже всіх без винятку культур.

Таблиця 1.4

Врожайність сільськогосподарських культур, ц з га

№ п/п	Назва культур	2023	2024	2025
1.	Озимі і ярі зернові (крім кукурудзи)			
	в т.ч.: озимі	34,6	35,8	38,2
	ярі	30,2	30,8	34,6
2.	Кукурудза на зерно	45,2	48,7	54,2
3.	Цукрові буряки	212	236	286
4.	Соняшник	15,6	16,2	17,4
5.	Ріпак озимий	22,4	22,1	23,2
6.	Однорічні трави: сіно	68,7	76,0	78,8
	зелена маса	92,3	95,6	105,6
7.	Багаторічні трави: сіно	63,2	72,5	80,4
	зелена маса	90,6	94,2	112,6
8.	Виробництво: силосу	375	428	478
	сінажу	68,8	73,7	80,5

1.2. Аналіз основних показників господарської діяльності

Забезпеченість господарства робочою силою та продуктивність праці по господарству за останні три роки зведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Чисельність працівників і розподіл затрати праці				
№ п/п	Показники	2023	2024	2025
1.	Середньорічна чисельність працівників основної діяльності	111	101	89
	в т.ч. : рослинництва	88	65	63
	тваринництва	23	26	26
2.	Відпрацьовано за рік тис. люд.-год.	231848	201731	189987
	в рослинництві	183867,42	129826,8	134485
	в тваринництві	48040,58	71904,11	55501,8
3.	Затрати праці на виробництво в грн.	402	459	983
	по рослинництву	124	181	566
	по тваринництву	278	278	327
4.	Загальногосподарські затрати праці	40752	11411	39572
5.	Всього відпрацьовано тис. люд.-год.	271800	213142	229559

Аналізуючи забезпеченість господарства робочою силою можна зробити висновок, що середньорічна кількість працівників з року в рік зменшується. Але при цьому зменшення кількості працюючих у рослинництві практично не змінили показники валової продукції, а навпаки – покращили їх. Поряд з цим ми спостерігаємо зменшення продуктивності праці в тваринництві.

Для повної картини по рослинництву доцільно розглянути собівартість виробництва основних сільськогосподарських культур, дані по господарству приведені в табл.1.6.

Таблиця 1.6

Собівартість виробництва основних культур, грн				
№ п/п	Культури	2023	2024	2025
1.	Озимі і ярі в т.ч.: озимі	15,3	25,6	30,3
	ярі	15,5	25,5	30,4
2.	Кукурудза на зерно	34,2	35,7	41,7

Продовження таблиці 1.6.

3.	Овочі	8,2	9,6	11
4.	Соняшник	20,6	31,3	26,2
5.	Ріпак озимий	13,04	13,2	14,2
6.	Однорічні трави: зелена маса	2	2,1	2,6
	сіно	9	9,2	10,2
7.	Багаторічні трави: зелена маса	1,2	1,6	1,9
	Сіно	4,2	5,1	7,8
	Солома	1,2	1,2	1,2
8.	Силос	4,2	4,2	10,2
9.	Сінаж	3,9	5,1	6,4

Простежити в динаміці зростання собівартості виробництва складно, так як вона зростає за рахунок збільшення ціни на паливно-мастильні матеріали, добрива, запасні частини, електроенергія та ін. Але в деяких випадках простежується не виправдане зростання собівартості виробництва окремих культур.

Наскільки ефективно використовуються наявні основні економічні показники в ФГ “Колос” Жовтневого району Миколаївської області можна судити по отриманій валовій продукції та чистому прибутку господарства. В табл. 1.7 приведені основні економічні показники господарської діяльності.

Таблиця 1.7

Основні економічні показники господарської діяльності

№ п/п	Показники	2023	2024	2025
1.	Валова продукція, тис. грн.	756	828	983
2.	Чистий прибуток тис. грн..	659	768	873
3.	Вироблено на 100 га с. г. угіддя:			
	а) валового доходу, грн.	330121	333280	336392
	б) чистий прибуток, грн.	220112	22331,1	22420,5
4.	Вироблено на одного середньорічного робітника:			
	а) валового доходу, грн.	171231	17460	17636
	б) чистий прибуток, грн.	3502	3522,52	3549,2
5.	Вироблено на 1 люд/день:			
	а) валового доходу, грн.	224,6	228,72	231,62
	б) чистий прибуток, грн.	41,3	41,8	52,1
6.	Рівень рентабельності, %	6,3	7,4	12,5

При аналізі забезпечення основними виробничими фондами (табл.1.8), спостерігаємо зростання вартості фондів та вартості валової продукції.

Таблиця 1.8

Забезпечення основними виробничими фондами та ефективність їх використання

№	Показники	2023	2024	2025
1.	Середньорічна вартість основних виробничих фондів, тис. грн.	21466	21673	21749
2.	Середньорічна вартість основних фондів с/г призначення, тис. грн.	21054	21253	21421
3.	Середньорічна вартість оборотних засобів тис. грн.	3757	3882	3913
4.	Середньорічна кількість робітників, люд	111	101	89
5.	Енергозабезпеченість, к.с./100 га	125	120	118
6.	Енергоозброєність, к.с./ люд.	28,1	29,3	30,2
7.	Фондоозброєність, грн/люд.	13200	16560	19528
8.	Фондозабезпеченість грн/100 га	52000	59000	62000
9.	Фондовіддача грн/люд.	0,0	0,02	0,04
10.	Фондоємність грн/люд.	0,12	2,14	1,87

Обладнання в господарстві застаріле тому і спостерігається різке підвищення фондовіддачі і зменшення фондоємності, але і ці обставини не дуже суб'єктивні, так як не враховується зростання рівня інфляції.

Машинно-тракторний парк ФГ “Колос” та ефективність його використання можна аналізувати по даним, які зведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Машинно-тракторний парк господарства станом 01.01.2025

Показники	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Всього тракторів, в т.ч.	19	19	16
- гусеничних	8	8	6
- колісних	11	11	10
Всього автомобілів, в т.ч.	16	16	15
- автобусів	2	2	2
- вантажних	9	9	8
- спеціальних	2	2	2
- легкових	3	3	3
Кормозбиральні комбайни	2	2	2
Бурякозбиральні комбайни	1	1	1

Продовження таблиці 1.9

Кукурудзозбиральні комбайни	2	2	1
Зернозбиральні комбайни	5	6	6

Аналізуючи машинно-тракторний парк господарства спостерігаємо, що за останні роки загальна всієї техніки поступово зменшується. Перелік сільськогосподарських машин приведено в табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Перелік сільськогосподарських машин

СГМ	Марка машини	Кількість, шт
1	2	3
Плуги	ПТК-9-35	2
	ПЛН-5-35	3
	ПЛН-3-35	4
Луцильники	ЛДГ-10	2
	ЛДГ-15	2
Котки	ЗККШ-6	8
	ЗКВГ-1,4	12
Борони	БЗТС-1,0	8
	БЗСС-1,0	10
	ЗБНТУ-1,0	6
	БД-10	4
Культиватори	КПС-4	4
	КРН-4,2	4
	КШП-8	2
Сівалки	СЗТ-3,6	8
	СЗС-2,1	6
	СПС-12	4
	СО-4,2	4
Косарки	КПС-5Г	2
	КС-2,1	4
	КРН-2,1А	4
Жатки	ЖВН-6А	2
	ЖРБ-4,2А	2
	ПКК-10	1
	ППК-4	1
	ПСП-10	2
Причепи	2ПТС-4М	8
	1ПТС-9	5
	2ПТС-9	4

На підставі приведених даних видно, що господарство недостатньо забезпечене сільськогосподарською технікою та машинно-тракторним парком. Ця причина призводить до неефективного ведення виробництва. Забезпеченість тракторами та автомобілями становить близько 0,76. За останні роки господарстві ослабла матеріально технічна база, знизилась технічна оснащеність господарства, за останні роки машинно-тракторний парк майже не відновлювався. Великі втрати на ремонт машин викликає ріст собівартості на сільськогосподарську продукцію. Внаслідок несприятливих економічних умов та відсутності можливості відновлення парку, вік машин збільшується і в середньому складає 12 - 18 років, що в свою чергу викликає зменшення періоду роботи машини до капітального ремонту, а також періодичності технічних обслуговувань [23]. Однією з основних умов високопродуктивного використання машин у сільському господарстві є правильна організація технічного обслуговування. Порушення правил технічного обслуговування призводить до значного погіршення технічного стану машин та недопустимого затягування строків виконання сільськогосподарських робіт. Аналізуючи основні показники використання автомобільного парку в 2025 році, можна зробити висновки, що не всі заплановані показники були виконані, тому що коефіцієнт технічної готовності парку був низький в порівнянні щодо плану. Це сталося тому, що ціни на запасні частини і паливо-мастильні матеріали різко зросли – це є невирішена проблема багатьох господарств [30].

1.3. Аналіз загального стану тваринництва та існуючих технологій заготівлі кормів в ФГ “Колос”

В даному фермерському господарстві особлива увага завжди приділялась тваринницькій галузі. Ще з часів заснування в ФГ “Колос” було два відділення на яких розміщувались свиноферма, птахоферма та два комплекси для утримання ВРХ. При цьому всі процеси виробництва в

тваринництві були автоматизовані, доїння корів проводилось автодоїльними апаратами, роздача кормів серійними кормороздатчиками та самохідними засобами, подача води централізована, очищення від гною виконувалось за допомогою транспортерів типу ТСН-3Б. Продукція тваринництва здавалась в пункти здачі та переробки, ковбасний цех та реалізовувалась населенню. Не дивлячись на це з кожним роком показники продукції даної галузі мають місце до постійного погіршення (табл. 1.11), так виробництво приросту ВРХ на 100 га сільськогосподарських угідь тільки за останній рік зменшилось майже на 20,3 %, на 12,3 % у 2025 році зменшилося виробництво молока, виробництво приросту свиней в розрахунку на 100 га ріллі знизились більш ніж у 1,5 рази, а існуюча птахоферма у 2025 році взагалі перестала існувати [29].

Таблиця 1.11

Показники тваринництва

№ п/п	Показники	2023	2024	2025
1.	Поголів'я худоби: КРС голів	361	292	212
	В т. ч. корови	129	78	51
	свині	86	72	65
2.	Продуктивність тварин			
	- річний надій молока на 1-ну середньорічну корову, кг	2100	1130	1105
	- середньодобові прирости великої рогатої худоби	235	222	191
	- свиней	130	124	117
	- вихід телят на 100 корів	85	61	42
	- вихід поросят на 1 опорос основної свиноматки	10,5	10,2	8,7
3.	Валова продуктивність: - молоко	4159	2818	2401
	- м'ясо	690	290	190
	- м'ясо свиней	650	185	160
4.	Собівартість 1ц продукції: - молоко	26	100	198
	- м'ясо ВРХ	511	1292	1178
	- м'ясо свиней	787	1876	1732
5.	Прямі затрати праці на 1ц продукції:			
	- молока	6,3	9,3	18,9
	- м'ясо свиней	137,0	337,8	478,4
	- м'ясо ВРХ	179,7	253,8	290,7

Із приведених даних відзначаємо, що із року в рік зменшується поголів'я худоби, показники собівартості та затрат збільшуються, а показники продуктивності зменшуються. Така не вражаюча ситуація пов'язана з фінансово-економічною кризою, яка останнім часом охопила не тільки дане фермерське господарство, а і взагалі всю економіку агропромислового комплексу та призвела до суттєвого зменшення обсягів виробництва всієї тваринницької галузі. Це в свою чергу негативно позначилось на ефективності вітчизняного агропромислового виробництва. На даному етапі розвитку суспільства проблема збільшення виробництва продукції тваринництва належить до числа актуальних питань аграрної політики, оскільки від рівня її розв'язання багато в чому залежить успіх розвитку інших галузей народного господарства. Тому створення стійкої кормової бази тваринництва є однією з найважливіших проблем розвитку аграрного виробництва.

Але зі створенням стійкої кормової бази в ФГ “Колос” на даний момент існує багато проблем. В першу чергу це пов'язано з тим, що парк сільськогосподарської специфічної техніки, який залишився в наявності, по суті на 90 % морально та фізично застарів, переважна більшість машин і агрегатів вичерпали свій нормативний технічний ресурс та наблизився до критичного рівня. Тому заплановані польові роботи не виконуються вчасно та на належному рівні, що в кінцевому результаті тягне за собою цілу низку недоліків. До основних недоліків під час заготівлі кормів в даному господарстві за період, який піддавався аналізу, слід віднести питання організаційного характеру та порушення агротехнічних вимог. Перша група недоліків в організації польових робіт виражається в запізнених строках початку косіння на 3-5 днів, що було обумовлено не вчасною підготовленістю необхідної техніки та енергетичних засобів, а це обов'язково призводить до додаткових витрат. Крім того, деякі МТА, які є в наявності в господарстві, так і не були задіяні в даному комплексі робіт, в результаті в період заготівлі кормів 2025 року використовувалось лише 80 % необхідної

техніки. Це призвело до перенавантаження МТП, що є також суттєвим порушенням.

До другої групи порушень слід віднести не дотримання встановлених агротехнічних вимог, що виражалось в незабезпеченні оптимальної висоту зрізу на 3-5 см, не прямолінійності укладання трави, пересушуванні сіна, що призвело до додаткових втрат.

Якщо раніше в господарстві для заготівлі кормів використовували однорічні та багаторічні рослини у вигляді сіна, силосу, сінажу, свіжого зеленого корму, навіть трав'яної пасти за відомими способами розсипного або пресованого матеріалу, то на сьогоднішній день залишилось лише заготівля подрібненого сіна та силосування.

Таким чином, існуючі технології заготівлі кормів в даному господарстві за звітний період мають суттєві недоліки, що призводить до не раціонального використання МТА, не обґрунтованого зростання загальних витрат та в кінцевому рахунку значного збільшення собівартості отриманої продукції. Для виходу з такого становища необхідно обрати перспективний напрямок розвитку, який буде базуватись на впровадженні передового досвіду, обґрунтуванні оптимального комплексу техніки та чіткої організації робіт.

Висновки по розділу 1

Проаналізувавши виробничий стан ФГ “Колос” Жовтневого району Миколаївської області, а також враховуючи перспективи подальшого розвитку даного аграрного підприємства, можна зробити наступні висновки:

- за основними показниками господарської діяльності ФГ “Колос” відноситься до середніх господарств району та області, має у своєму розпорядженні необхідні земельні угіддя, технічні та трудові ресурси для високоефективного виробництва;

- спеціалізація господарства – вирощування зернових та кормових культур, тому подальше нарощування обсягів цих напрямків буде сприяти зростанню прибутку господарства та розвитку рослинницької та тваринницької галузей.

- в технологіях вирощування більшості сільськогосподарських культур в господарстві мається ряд недоліків і невикористаних резервів збільшення врожайності.;

- найбільш сприятливий шлях підвищення ефективності виробництва це впровадження прогресивних технологій на підставі застосування оптимального комплексу машин та раціонального складу МТА, що дозволить значно знизити прямі експлуатаційні затрати;

- в зв'язку з ситуацією що склалася на селі, в тому числі і в ФГ “Колос”, а саме: дефіцит добрив, гербіцидів, гостра нестача грошових і матеріальних ресурсів, особливо слід приділити увагу впровадженню елементів ресурсо- і енергозберігаючих технологій, в основу яких покладено передові прийоми агротехніки.

- для створення міцної кормової бази доцільно звернути увагу на виробництво сіна та сінажу та збільшити врожайність однорічних та багаторічних трав. Збільшення врожайності та якості сіна та об'ємів його виробництва можна досягти за рахунок запровадження прогресивної технології. Особливу увагу необхідно звернути на операцію косіння трав. Для виконання даної операції доцільно застосувати запропонований машинно-тракторний агрегат в складі трактора Т-25А та модернізованої ротаційної косарки КРН-2,1;

- в кваліфікаційній роботі пропонується обґрунтувати механізовану технологію заготівлі кормів, а також вдосконалити існуючу техніку в господарстві шляхом модернізації ротаційної косарки. Це проєктне рішення дозволить отримати значний економічний ефект при незначних капітальних вкладеннях і знизити собівартість продукції.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ В ФГ “КОЛОС”

2.1. Аналіз існуючих способів та засобів механізації заготівлі кормів

Основними кормовими продуктами для сільськогосподарських тварин є корми рослинного походження. До них належать грубі, соковиті, зелені, концентровані корми та кормові відходи технічних виробництв. Склад і поживність кормів залежать від природних і ґрунтових умов, а також від рівня агротехніки, періоду вегетації при збиранні та технології заготівлі й зберігання кормів. Для заготівлі кормів широко використовують трав'янисті рослини (кормові трави) у вигляді сіна, силосу, сінажу, свіжого зеленого корму, трав'яного борошна, трав'яної пасти та іноді зерна. Отже, без належного рівня механізації технологічних процесів при заготівлі кормів не можна своєчасно і якісно виконати потрібні обсяги робіт. Залежно від природно-кліматичних зон і господарських умов застосовують різні способи заготівлі кормів. Вибираючи їх, слід ураховувати умови збирання, врожайність, площі масивів, вид і поголів'я тварин та інші чинники [9].

У існуючому аграрному виробництві застосовують наступні способи заготівлі трав і силосних культур:

- *заготівля розсипного сіна.* Цей спосіб передбачає: скошування трав, сушіння в покосах, ворущіння, згрібання сіна у валки, перевертання валків, підбирання валків з утворенням копиць, підбирання копиць і транспортування до місць скиртування, укладання сіна у стоги та скирти. Такий спосіб неекономічний, оскільки не дає змоги одержати сіно високої якості.

- *заготівля пресованого сіна.* Цей спосіб прогресивніший. Траву після скошування, сушіння і згрібання у валки підбирають з одночасним пресуванням у паки. Збирають і пресують сіно при його вологості не більше

ніж 25 %. Залежно від умов паки досушують у полі або підбирають безпосередньо у транспортні засоби, перевозять до місць зберігання і досушують у штабелях активним вентиляванням.

- *збирання трав і силосних культур з подрібненням*. Силос, сінаж і трав'яне борошно готують з подрібнених рослин.

Для отримання силосу скошену і подрібнену зелену масу закладають у траншеї або силосні башти, де її перед герметизацією ущільнюють. Технологія приготування сінажу передбачає закладання пров'яленої до 50...55 % та подрібненої до 3 см маси в башти або інші герметизовані споруди.

Трав'яне борошно одержують також із подрібнених до 3 см рослин, висушених до вологості 8... 12 % у високотемпературних сушарках. Після розмелювання масу зберігають у розсипному вигляді (сінне, вітамінне борошно) [12].

Машини для заготівлі кормів можна поділити на дві основні групи: для заготівлі трав на сіно і сінаж та для заготівлі силосу і свіжої подрібненої зеленої маси. Класифікують їх за такими ознаками:

- за способом агрегування – причіпні, начіпні, напівначіпні та самохідні;
- за типом різального чи подрібнювального апарата – сегментно-пальцьові, дискові, ротаційні та барабанні;
- за кількістю різальних апаратів – одно-, дво-, три- та багатобрусні;
- за формуванням зрізаної маси – покісні та порційні.

Залежно від технології заготівлі кормів використовують певний комплекс кормозбиральних машин. Під час заготівлі трав на сіно застосовують косарки, ворушилки, граблі, підбирачі-копнувачі, прес-підбирачі, волокуші, копицевози, стогокладки, стогоутворювачі, пакопідбирачі, стаціонарні преси, вентилявані сіноховища. Комплекс машин для збирання трав на сінаж складається з косарокплюшилок,

підбирачів-подрібнювачів-навантажувачів, транспортних візків і пневматичних транспортерів.

Для подрібнення зеленої маси, яка використовується для згодовування тваринам без зберігання та заготівлі силосу на зимовий період, застосовують косарки-подрібнювачі, підбирачі-подрібнювачі, косарки-плющілки, силосозбиральні та кормозбиральні комбайни і комплекси [9].

Для одержання високоякісних кормів для потреб тваринництва необхідно комплексно підходити до цього питання. Ці питання передбачають запобігання втрат при заготівлі зелених кормів, для чого трави необхідно скошувати в кращі агротехнічні строки, збирання проводити в стислі строки, застосовувати прогресивні методи організації оплати праці [20].

2.2. Основні агротехнічні вимоги при косінні трав

Під час збирання трав слід дотримуватися певних агротехнічних вимог [4]. Перший укіс бобових трав необхідно починати в стадії бутонізації, лучних - на початку цвітіння, а злакових - при появі колосків. Косовицю проводити протягом 5...7 днів, а на низинних луках, плавнях і болотах - 7...10 днів.

Під час косіння забезпечувати оптимальну висоту зрізу: для природних трав у степовій зоні - 4,0...4,5 см, а в лісолучній і лісостеповій зонах - 5...6 см. Отаву осіннього укосу зрізати на висоту 6...7 см, а сіяні багаторічні трави - 7...9 см.

Під час сушіння трави і згрібання сіна стежити за тим, щоб не було втрат.

Сінозбиральні машини не повинні надмірно ворушити, перетрушувати і засмічувати сіно. У пересохлому сіні обламується багато листя, а у вологому розвиваються мікроорганізми, які руйнують поживні речовини.

Машини мають забезпечувати укладання трави у прямолінійні рядки або валки, правильне перевертання валків на півоберта для прискорення сушіння нижніх шарів, а також повне збирання сіна кондиційної вологості.

Копиці сіна мають бути правильної форми. Маса копиці у степовій зоні має становити 3...500 кг, а у лісолучній 50... 150 кг [5].

2.3. Обґрунтування вибору МТА та обслуговуючих елементів при заготівлі кормів

При заготівлі зелених кормів необхідно скошувати траву на сіно на початку або в період повного цвітіння, на сінаж у фазі бутонізації. Збирання силосних культур розпочинають при вологості січки 70-75 %. Багаторічні трави для приготування трав'яного борошна скошують до цвітіння, однорічні в період цвітіння і на початку утворення плодів. Технологія заготівлі сіна в розсипному вигляді передбачає скошування або скошування з плющенням, природну сушку в полі, ворущіння покосів, згрібання і обертання валків, підбирання валків з утворенням копиць або стогів, транспортування стогів і копиць, скиртування, активне вентилявання. Втрати сіна будуть меншими, а якість кращою, якщо підбирати недосушену траву з валків стогуутворювачами і досушувати установками активного вентилявання [9].

Технологія заготівлі сінажу подібна до технології заготівлі подрібненого сіна. Траву підбирають при вологості 50-55 % і подрібнюють на частинки розміром 2-3 см. Від подрібнювачів масу відвозять у сінажі башти або траншеї, утрамбовують і після заповнення герметизують.

Технологія заготівлі трав'яного борошна передбачає косіння з плющенням, ворущіння, згрібання валків, підбирання валків і подрібнення рослин, транспортування, штучне сушіння на барабанних сушарках, переробка висушеної маси у вітамінне борошно або в гранули. Ця технологія дозволяє одержати високовітамінний корм, але потребує значних витрат палива.

Технологія заготівлі силосу полягає у виконанні таких операцій: скошування з подрібненням рослин, транспортування, вивантаження в

силосні траншеї, трамбування маси і покриття траншей соломною і шаром ґрунту.

Виконання всіх технологічних операцій повинне супроводжуватись ретельним регулюванням машин на оптимальний режим роботи. Висота зрізу має бути такою, щоб природні та сіяні багаторічні трави скошувались трохи вище кореневої шийки. При більш низькому зрізі трави погано відростають, а високий зріз призводить до втрат врожаю.

Бобові трави слід скошувати з плющенням. У дощову погоду, а також для злакових трав плющення не рекомендується, тому що дощова вода вимиває поживні елементи, а самі стебла заповнюються водою і довго не висушуються.

Ворушити траву в покосах і обертати валки потрібно після дощу і на ділянках з високою врожайністю при вологості 50- 60 %. Згрібати сіно у валки слід при вологості 18 % і нижче, а при використанні активного вентилявання при 25-30 % [5,6,12].

2.4. Вихідні дані та розрахунок обсягів робіт при заготівлі кормів в ФГ “Колос”

План механізованих робіт при заготівлі кормів це технологічний документ на механізовані роботи у конкретному господарстві, який включає наступні блоки інформації:

- агротехнічний блок, що містить вид робіт, назву культури, площу посіву та календарні строки проведення робіт;
- блок технічного забезпечення, де вказується склад агрегатів та їх виробіток;
- ресурсний блок, де вказується кількість технічних засобів, виробничого персоналу, витрати палива [20].

Вихідні дані для розрахунку механізованої технології заготівлі кормів представлені в табл. 2.1.

Вихідні дані

Показники	Одиниці виміру	Значення
Однорічні трави	га	160
Багаторічні трави	га	100
Запланована врожайність	ц/га	
Однорічні трави: сіно	ц/га	78,8
зелена маса	ц/га	105,6
Багаторічні трави: сіно	ц/га	80,4
зелена маса	ц/га	112,6
Виробництво: силосу	ц/га	478
сінажу	ц/га	80,5
Середня відстань перевезень	км	5

Проведемо розрахунки основних характеристик, при виконанні механізованих робіт при заготівлі кормів, згідно [21]. Загальна площа, на який вирощуються культури для отримання зелених кормів наступна: під люцерною – 70 га, конюшиною – 50 га, суданкою – 40 га, крім цього під кукурудзу на силос – 100 га.

Годинна продуктивність агрегату визначається за наступним виразом:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot v_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.1)$$

де v_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

$$v_p = v_k \cdot \beta; \quad (2.2)$$

де v_k – конструктивна ширина захвату косарки КПС-5Г складає 5 м,

$v_k = 5$ м;

β - коефіцієнт використання конструктивної ширини захвата, $\beta = 0,96$ м;

$$v_p = 5 \cdot 0,96 = 4,8 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість, км/год;

$$V_p = V_t \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.3)$$

де V_t – теоретична швидкість, на III передачі $V_t = 9,72$ км/год;

δ - коефіцієнт буксування, $\delta = 15$ %;

$$V_p = 9,72 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 8,3 \text{ км/год};$$

τ - коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,86$.

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 4,8 \cdot 8,3 \cdot 0,86 = 3,42 \text{ га/год.}$$

Час, який потрібен для скошування 70 га люцерни визначається за формулою (2.4).

$$T = \frac{F_e}{W_{\text{год}}}, \quad (2.4)$$

де F_e - площа посіву, $F_e = 70$ га;

$$T = \frac{70}{3,42} = 20,4 \text{ год.}$$

Кількість робочих змін:

$$\alpha = \frac{T}{T_{\text{зм}}} \quad (2.5)$$

де $T_{\text{зм}}$ - час зміни, $T_{\text{зм}} = 7$ год,

$$\alpha = \frac{20,4}{7} = 2,92.$$

Витрати палива визначимо за формулою (2.6)

$$g_{\text{га}} = G_{\text{пн}} \cdot T, \quad (2.6)$$

де $G_{\text{пн}}$ - погодинна витрата палива, $G_{\text{пн}} = 8,3$ кг/год,

$$g_{\text{га}} = 8,3 \cdot 20,4 = 169,32 \text{ кг/га.}$$

Виробіток агрегату за зміну складає 21,8 га.

Витрата палива на одиницю роботи – 8,36 кг/га, на весь об'єм роботи – 585,2 кг.

Для виконання цієї операції в встановлені агростроки необхідно: 2 самохідні косарки КПС-5Г та 2 трактористи.

Аналогічно, для скошування 50 га конюшини косаркою КРН-2,1, в агростроки 7 робочих днів термін робочого дня 7 годин, в одну зміну. Виробіток за годину робочого часу становить 4,2 га/год за 7-ми годинний

робочий день 29,4 га. На виконання цього об'єму робіт необхідно такі затрати палива: на одиницю роботи 8,4 кг/га, на весь об'єм робіт 252 кг. Кількість ротаційних косарок та трактористів необхідних для вчасного виконання цих робіт: косарок - 4, трактористів - 4.

Для обертання валків люцерни на 70 га агрегатом, який складається з трактора Т-25А + ГВК – 6 в агростроки 6 робочих днів, термін робочого дня 7 год., в одну зміну.

Виробіток агрегату: за годину змінного часу – 5,4 га/год, за 7-ми годинний робочий день - 37,8 га.

Витрати палива на одиницю роботи – 5,2 кг/га, за весь об'єм роботи – 364 кг. Для виконання цієї операції у визначені агростроки, при обертанні валків необхідно: два трактори марки Т- 40, двоє ГПП – 6 та 2 трактористи.

Для виконання робіт при збиранні кукурудзи на силос на площі 100 га комбайном КСК–100 в агростроки 7 робочих днів, термін робочого дня 7 год, в дві зміни.

Виробіток агрегату: за годину змінного часу – 2,2 га/год, за 7-ми годинний робочий день – 15,4 га.

Витрати палива на одиницю роботи – 13,8 кг/га, за весь об'єм роботи – 1380 кг.

Для виконання цієї операції в агростроки необхідно: 1 самохідний комбайн КСК-100 та 2 трактористи.

Впровадження в сільськогосподарському виробництві транспортних комплексів дозволяє значно скоротити строки виконання робіт, зменшити необхідність в притягуванні транспортних засобів, раціонально використовувати трудові ресурси, підвищити якість роботи. Під час планування роботи комплексу складають робочий план комплексу, маршрутну схему переміщення ланок (агрегатів) по полям, плани-наряди робіт ланок на наступну добу, графіки технічного огляду, графіки культурно-побутового обслуговування. Робочі плани комплексів розробляє агрономічна

та інженерна служби господарства [2].

Особливістю використання техніки в комплексах являється застосування полігрупового методу роботи при визначенні оперативної продуктивності кожного з працюючих агрегатів. В цьому випадку всі транспортні ланки й інші технологічні і допоміжні підрозділи комплексу концентрують в залежності від агробіологічних умов на одному або двох-трьох сусідніх полях; кожна транспортна ланка, як правило працює в одній загінці. Таким чином, вся техніка комплексу повинна працювати на одному або сусідніх масивах. При цьому реалізуються умови для ефективного керівництва роботами, контролю за їх якістю, для своєчасного технічного та культурно-побутового обслуговування [10].

2.5. Вибір комплексу машин для механізованого процесу косіння трав

2.5.1. Визначення техніко-економічних показників МТА.

Розрахунок техніко-економічних показників проводимо для всіх агрегатів, які задіяні на виконанні основних агротехнічних операцій. Особливістю агрегатів при косінні трав є те, що кількість машин в агрегаті в основному дорівнює $n = 1$. Для визначення робочої швидкості необхідно знати тяговий опір агрегату:

$$K = V_p \cdot K_0, \quad (2.7)$$

де K_0 – питомий опір с/г машини, наприклад косіння трав ротаційною косаркою (Т -25А + КРН-2,1М), з довідкової літератури $K_0 = 2,5$ кН/м.

$$K = 2,1 \cdot 2,5 = 5,25 \text{ кН.}$$

По тяговій характеристиці вибираємо $V_p = 7,2$ км/год. Виходячи з умов роботи, приймаємо $\tau = 0,75$.

Для остаточного вибору агрегатів під час косіння трав, та перевірки складу отриманих агрегатів, необхідно визначити продуктивність та робочу швидкість агрегатів для даних умов. Визначення робочої швидкості МТА.

Питомий опір косарки:

$$K_{ov} = K_o \left[1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - V_0^2) \right], \quad (2.8)$$

де K_{ov} - питомий опір при швидкості $V_0 = 5$ км/год;

V_p - робоча швидкість ротаційної косарки.

$$R = K_{ov} \cdot B \cdot a + G_k \cdot c \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.9)$$

де B – ширина захвату косарки;

a – висота зрізування трав, $a = 0,2$ м;

G_k - загальна вага косарки,

c – кінематичний коефіцієнт, $c = 1,1 \dots 1,4$;

i – величина, яка враховує наявність підйому або спуску, $i = 0 \dots 3$ %.

$$R = K_{ov} \left[1 + 0,006(V_p^2 - V_0^2) \right] \cdot B \cdot a + G_k \cdot c \cdot \frac{1}{100}. \quad (2.10)$$

Потужність, яка необхідна для виконання операції косіння трав буде визначатись за наступним виразом:

$$N_k = \frac{\left[R + G_a \cdot \left(f_{тр} + \frac{i}{100} \right) \right] V}{3,6 \cdot \eta_\mu \cdot \eta_\delta}, \quad (2.11)$$

де G_a - вага трактора;

$f_{тр}$ - коефіцієнт опору перекочування трактора;

η_μ - ККД трансмісії трактора;

η_δ - ККД буксування трактора.

Номінальна потужність трактора залежить від коефіцієнта використання потужності:

$$N_{en} = \frac{N_e}{\eta_e}, \quad (2.12)$$

де η_{ε} - коефіцієнт використання потужності трактора,

$$N_e = N_{\text{ен}} \cdot \eta_{\varepsilon} . \quad (2.13)$$

$$V_p = \frac{3,6 \cdot N_e \cdot \eta_e \cdot \eta_{\mu} \cdot \eta_{\delta}}{\left[R + G \cdot a \left(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right) \right]} . \quad (2.14)$$

Виходячи з виразу (2.10), дане рівняння розв'язується методом ітерації, з точністю до 5 %. Формула ітераційного процесу наступна:

$$V_{p_{i+1}} = \frac{3,6 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu} \cdot \eta_e \cdot \eta_{\delta}}{\left[K \left\{ 1 + 0,006(V - V) \right\} B a + G c \frac{i}{100} + G a \left(f + \frac{i}{100} \right) \right]} . \quad (2.15)$$

Проводимо розрахунки МТА на базі трактора Т-25А, який укомплектований ротаційною косаркою КРН-2,1М, (Т-25А+ КРН-2,1М).

Загальний опір ротаційної косарки визначаємо за наступною формулою:

$$R_k = 40 \cdot (1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - 25)) 1,84 \cdot 0,3 + 11,2 \cdot 1,1 = 0,084 \cdot V_p^2 . \quad (2.16)$$

Тоді швидкість обраного агрегату буде визначатись:

$$V_p = \frac{70 \cdot 0,9 \cdot 3,6 \cdot 0,97 \cdot 0,85}{21,47 + 0,084 \cdot V_p^2 + 70 \cdot 0,07} = \frac{186,997}{26,37 + 0,084 \cdot V_p^2} . \quad (2.17)$$

Дане рівняння виражається числовим методом ітерацій.

Приймаємо $V_{p0} = 6$ км/год.

Перша ітерація.

$$V_{p1} = \frac{186,997}{28,47} = 6,568 \text{ км/год.}$$

Відносна похибка:

$$\varepsilon = \frac{(V_{Pi+1} - V_{Pi})}{V_{Pi+1}} \cdot 100\% . \quad (2.18)$$

Після підстановки значень, отримаємо:

$$\varepsilon_1 = \frac{6,568 - 5}{6,568} \cdot 100\% = 23,87\% .$$

Друга ітерація.

$$V_{p2} = 6,2345 \text{ км/год.}$$

$$\varepsilon_2 = 5\% .$$

Третя ітерація.

$$V_{p3} = 6,31 \text{ км/год.}$$

$$\varepsilon_3 = 1,1\% .$$

Результати отриманих розрахунків для зручності заносимо в табл. 2.2.

$$W = 0,1 \cdot 6,29 \cdot 2,5 = 1,57 \text{ га/год.}$$

Погодинна витрата палива:

$$B = 0,9 \cdot N_e \cdot v_e , \quad (2.19)$$

де v_e - питома витрата палива, $v_e = 0,238 \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$.

Таблиця 2.2

Робочі швидкості агрегату

Номер ітерації	V_{Pi} , км/год	Відносна похибка, ε , %
Перша ітерація	6,57	23,87
Друга ітерація	6,23	5
Третя ітерація	6,31	1,1

Після підстановки значень отримаємо:

$$B = 0,9 \cdot 70 \cdot 0,238 = 14,994 \text{ кг/год.}$$

Витрати палива на один гектар:

$$B_1 = \frac{B}{W} \text{ кг/га.} \quad (2.20)$$

$$B_1 = \frac{14,994}{1,15} = 13,63$$

Експлуатаційні витрати на один гектар:

$$A = \frac{\Pi_T \cdot (a_1 + a_2 + a_3) \cdot 0,01}{\tau \cdot W}, \quad (2.21)$$

де Π_T - вартість трактора;

a_1, a_2, a_3 – капітальний та технічний ремонт, $a_1 + a_2 + a_3 = 31,8 \%$;

τ – річне навантаження, $\tau = 1350$ год.

$$A = \frac{120000 \cdot (0,318) \cdot 0,01}{1350 \cdot 1,1} = 0,26 \text{ тис.грн/га.}$$

Розрахунок заробітної платні визначається за виразом:

$$З = \frac{T \cdot (1 + Н.З. \cdot 0,01) \cdot (1 + ПДВ \cdot 0,01) \cdot (1 + Н \cdot 0,01) \cdot (1 + П \cdot 0,01)}{W}, \quad (2.22)$$

де T – тарифна ставка, $T = 3,4$ грн/год;

Н.З. – нарахування на заробітну плату, Н.З. = 40 %;

ПДВ – податок на додану вартість, ПДВ = 20 %;

Н – накладні витрати, Н = 50 %;

П – прибуток, П = 30 %.

$$З = \frac{3,4 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{1,1} = 10,17 \text{ грн/га.}$$

Визначення техніко-економічних показників інших машинно-тракторних агрегатів при виконанні даної операції, виконуються аналогічно проведеного розрахунку. Отримані результати заносимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Основні показники МТА

i	Склад МТА	W _i , га/год	E _i , грн/га	B _i , грн/га	З, грн/га	п, шт.
1.	МТЗ-80 + ИКС-3	3,3	11,26	12,90	10,20	3
2.	Т-25 + КРН-2,1М	3,1	10,84	12,75	10,17	3
3.	ЮМЗ 6Л + КНФ-1,6	2,9	11,80	13,45	10,60	4

2.5.2. Визначення оптимального розподілу МТА при виконанні косіння трав.

Математична модель оптимального розподілу МТА при виконанні операції косіння трав буде визначатись за наступною методикою [26]. Змінною величиною в даній задачі буде площа X_i , яку повинен обробити і-й МТА. Тоді, цільову функцію як загальну величину затрат на весь обсяг робіт, можна записати в такому вигляді:

$$L = \sum_{i=1}^4 X_i \cdot (B_i + A_i + Z_i) \rightarrow \min, \quad (2.23)$$

де i – номер МТА; $i = 1, 2, 3, 4$;

B_i - витрата палива на одиницю площі, грн/га.

Обмеження по площі, яку повинен обробити МТА.

$$X_i \geq 0; \sum_{i=1}^4 X_i = F. \quad (2.24)$$

Обмеження по часу виконання робіт:

$$\frac{X_i}{W_i} \leq n_i \cdot T_{3M} \cdot D \cdot \tau \cdot n_{3M}, \quad (2.25)$$

де F – оброблюєма площа,

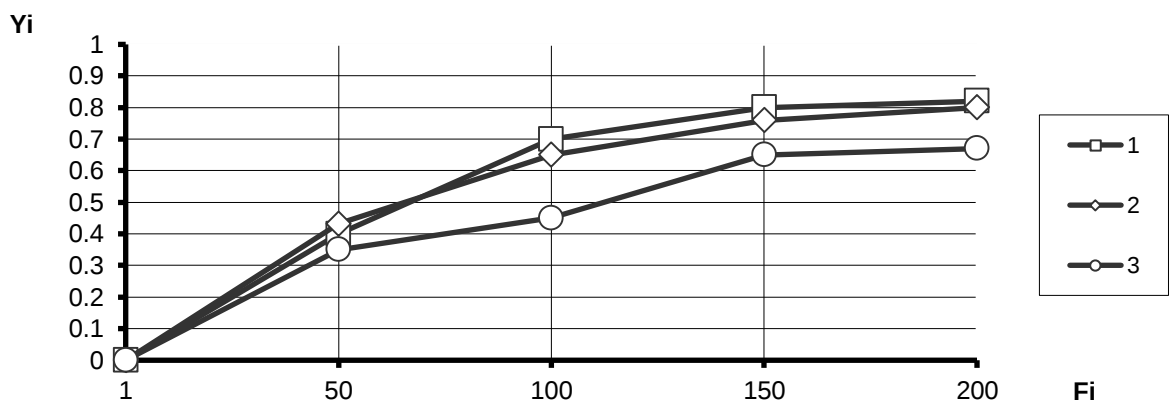
n_i - кількість МТА i -го типу;

T_{3M} - тривалість зміни, $T_{3M} = 7$ год;

D – оптимальна тривалість робіт, $D = 10$ днів;

τ - коефіцієнт змінності.

Розв'язання задачі. Дана задача лінійного програмування є оптимізаційною і може бути вирішена симплекс-методом. Для вирішення задачі була складена програма на ПЕОМ в Excel. Графічна інтерпретація отриманих результатів по вибору оптимального складу МТА приведена на рис. 2.1.



1 - МТЗ-80 + ИКС-3; 2 - Т-25 + КРН-2,1М; 3 - ЮМЗ 6Л + КНФ-1,6

Рис. 2.1. Оптимальний розподіл МТА при косінні трав

Згідно отриманої залежності доцільно обирати другий агрегат в складі Т-25 + КРН-2,1М, так як у нього показники виконання технологічної операції знаходяться на достатньому рівні при мінімальній витраті пального та приведених затрат.

Висновки по розділу 2

1. Збільшення якості кормів та об'ємів їх виробництва можна досягти за рахунок впровадження розрахованої механізованої технології косіння трав, яка передбачає застосування в даному аграрному підприємстві транспортних комплексів, що дозволяє значно скоротити строки виконання робіт, зменшити потрібність в притягуванні транспортних засобів, раціонально використовувати трудові ресурси та суттєво підвищити якість виконання технологічних операцій.

2. Проведений оптимальний розподіл МТА при виконанні технологічної операції косіння трав за допомогою математичної моделі оптимального розподілу. Згідно отриманих залежностей доцільно обирати машинно-тракторний агрегат в складі Т-25 + КРН-2,1М, так як у нього показники виконання технологічної операції знаходяться на достатньо високому рівні при мінімальних витратах пального та приведених затрат.

РОЗДІЛ 3

МОДЕРНІЗАЦІЯ РОТАЦІЙНОЇ КОСАРКИ КРН-2,1

3.1. Аналіз стану та перспективи механізації заготівлі кормів

Для скошування природних і сіяних трав в нашій країні і за кордоном, залежно від природно-кліматичних умов, застосовують різні машини, які за типами різальних апаратів можна розділити на три групи [31]. До першої, найбільш численної групи, відносяться косарки та жатки з пальцевими різальними апаратами низького, середнього та нормального різання (рис. 3.1).

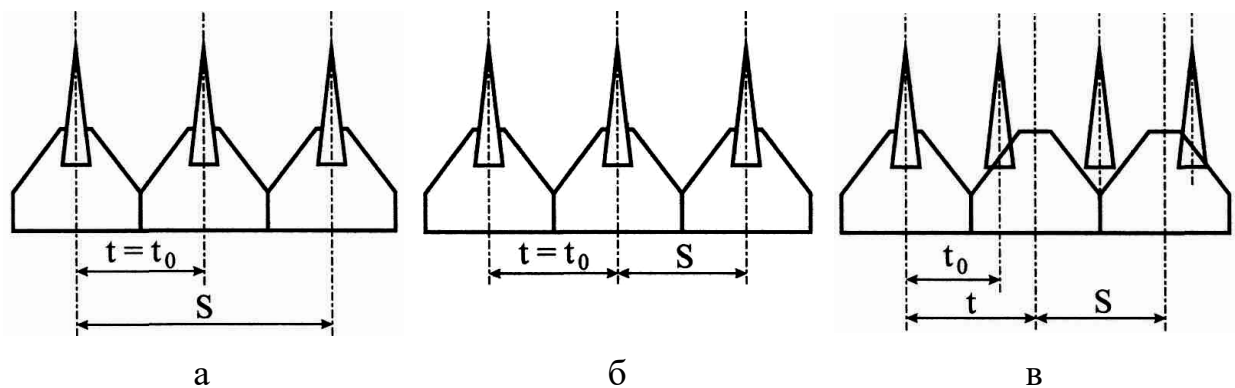


Рис. 3.1. Типи сегментно-пальцевих різальних апаратів:

а – низького різання; б – середнього різання; в – нормального різання

Вони характеризуються наступними параметрами:

- t – крок різальної частини (відстань між осьовими лініями сегментів);
- t_0 – крок протирізальної частини (відстань між осьовими лініями пальців);
- S – хід ножа (переміщення ножа з одного крайнього положення в інше).

Апарати низького різання мають співвідношення параметрів:

$$t = 2t_0 = S = 101,6 \text{ мм.}$$

Але вони рідко застосовуються із-за підвищеної металоємності та погіршення якості роботи на ділянках з великою врожайністю.

Апарати середнього різання характеризуються співвідношенням

$$t = kt_0 = S = 76,2 \text{ мм,}$$

де $1 < k < 2$.

Практика показала, що ці апарати в порівнянні з іншими мають гіршу якість зрізу стебел, тому останнім часом вони використовуються тільки на деяких косарках закордонного виробництва [22].

Апарати нормального різання з одинарним та подвійним пробігом ножа відповідно характеризується співвідношенням:

$$t = t_0 = S = 76,2 \text{ мм (або 90 мм);}$$

$$2t = 2t_0 = S = 52,4 \text{ мм (або 101,6 мм).}$$

Ці апарати в даний час отримують найбільш широке застосування на вітчизняних і зарубіжних комбайнах і косарках. Вони складаються з бруса, на якому через певний крок, залежно від збираємої культури, встановлені пальці з протиріжучими пластинами, і ножа, виконаного у вигляді смуги із закріпленими на ній сегментами, що має одинарний або подвійний пробіг. Для оберігання від деформації використовують також пальці закритого типу. Істотно підвищити продуктивність косарок і жаток з ріжучими апаратами першої групи за рахунок збільшення поступальної швидкості машини не можна із-за появи великих інерційних навантажень, які виникають із зростанням числа ходів ножа. Одна з кращих машин цього типу, вітчизняна косарка КС-2,1Б, задовільно працює при максимальній робочій швидкості не більш 3,8 м/с [12].

До другої групи входять косарки та жатки з двох ножовим ріжучим апаратом (рис. 3.2.), в якому урівноважені інерційні сили, що виникають при роботі. Завдяки цьому знижується вібрація машини і трактора, що підвищує надійність, робочу швидкість, продуктивність і стійкість агрегату.

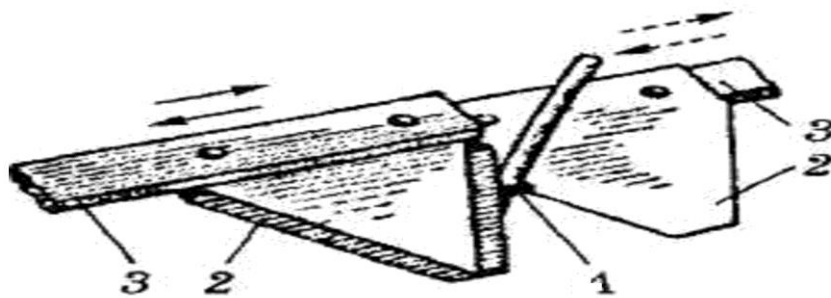


Рис. 3.2. Безпальцьовий різальний апарат:
1 – стебло; 2 – сегмент; 3 – спинка ножа

До третьої групи жатних механізмів можна віднести ріжучі апарати безпідпiрного зрізування (рис. 3.3). Різальні елементи цих апаратів – ножі 2, шарнірно з'єднані з диском і чи валом барабана 5, або сегменти 3, жорстко приєднані до диска 1 (рис. 3.3, б). Стебло рослини при зрізуванні не спирається на якийсь елемент машини (опору), відгин його обмежується жорсткістю стебла, його інерцією та частково підпиранням сусідніх стебел [12].

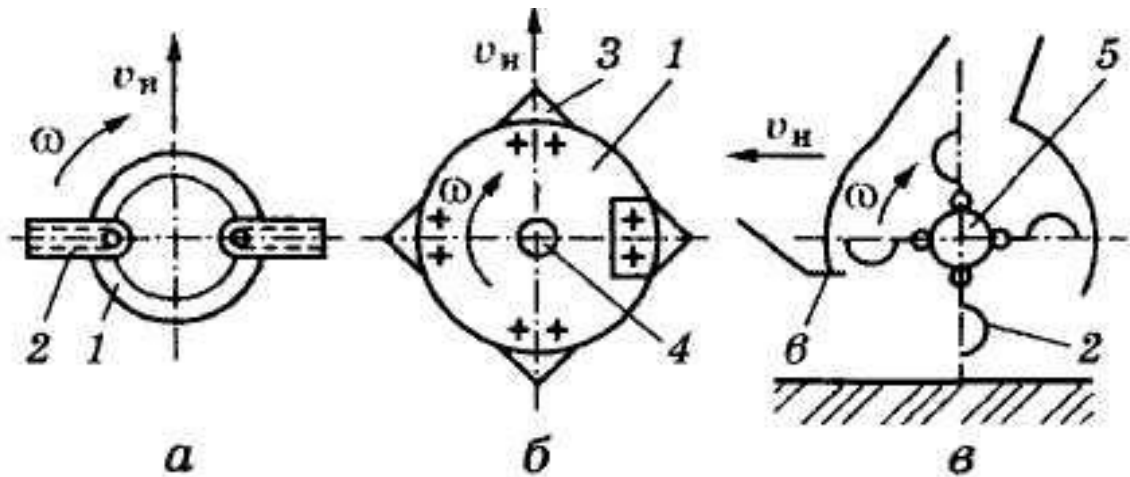


Рис. 3.3. Різальні апарати безпідпiрного зрізування:
а – ротаційно-дисковий; *б* – сегментно-дисковий; *в* – ротаційно-барабанний;
 1 – диск; 2 – ніж; 3 – сегмент; 4 – вал диска; 5 – вал барабана;
 б – протирізальний ніж

Різальні апарати безпідпiрного зрізування не мають зворотнопоступального руху робочих частин. Ножі ротаційних апаратів здійснюють обертальний рух з лінійною швидкістю до 50...60 м/с разом з диском або барабаном. Це дає змогу істотно збільшити робочу швидкість косарки чи жатки. Апарати безпідпiрного зрізування простіші за будовою та надійніші в роботі. Вони незамінні при збиранні на кам'янистих ґрунтах, скошуванні малоцінних трав з луків і полів [22].

Як у нашій країні, так і за кордоном безперервно вдосконалюються технології і машини для заготівки кормів. Передбачається підняти рівень механізації робіт, ефективність праці за рахунок підвищення швидкостей, збільшення ширини захоплення, використання нових робочих органів,

створення машин для інтенсивності процесу сушки трав і в польових умовах поєднання декількох технологічних операцій. При традиційному методі заготівки сіна у нас використовується декілька типів і модифікацій косарок, застосування яких залежить від умов, конфігурації та розмірів полів, потужності енергетичних засобів, кліматичних особливостей, виду рослин і т.п. В системі машин для комплексної механізації випускаються машини що добре зарекомендували себе – однобрусна універсальна навісна косарка КС-2,1Б; двохбрусна напівнавісна косарка КДП-4,0 і трьохбрусна причіпна косарка КТП-6,0. Проте найбільш перспективними машинами є машини з ротаційними ріжучими апаратами. Також машини не обмежуються в швидкості роботи тобто рухи агрегату. Косарки з роторними ріжучими апаратами мають просту конструкцію і працюють не залежно від кліматичних особливостей і виду рослин [22].

3.2. Аналіз існуючих конструкцій ротаційних косарок і обґрунтування необхідності розробки

Ротаційна косарка, державного спеціального конструкторського бюро заводу сільськогосподарського машинобудування ім. Ухтомського (рис. 3.4) містить раму 1 для трьохточкового навішування її на трактор, підрамник 2, брус 3 ріжучі апарати, що мають ножі з встановочним отвором 5, шарнірно закріплені до дисків роторів 6 за допомогою болтів 7, тяговий запобіжник 8, привід 9 ріжучого апарату із зубчатою передачею 10. Бічні кромки ножів виконані прямолінійними, а торці – дугоподібними [10].

З метою спрощення конструкції українським науково-дослідним інститутом механізації і електрифікації сільського господарства запропонована конструкція ротаційного ріжучого апарату (рис. 3.5), який складається з роторів 1, встановлених на порожнистому брусі 2. Ротор 1 включає робочі елементи 3 у вигляді ножів, встановлених на периферії дисків 4, розташованих на роторі. Усередині бруса 2 розташований шестерний

привід 5, виконаний таким чином, що напрям окружних швидкостей передній частині дисків 4 крайніх роторів буде стрічним.

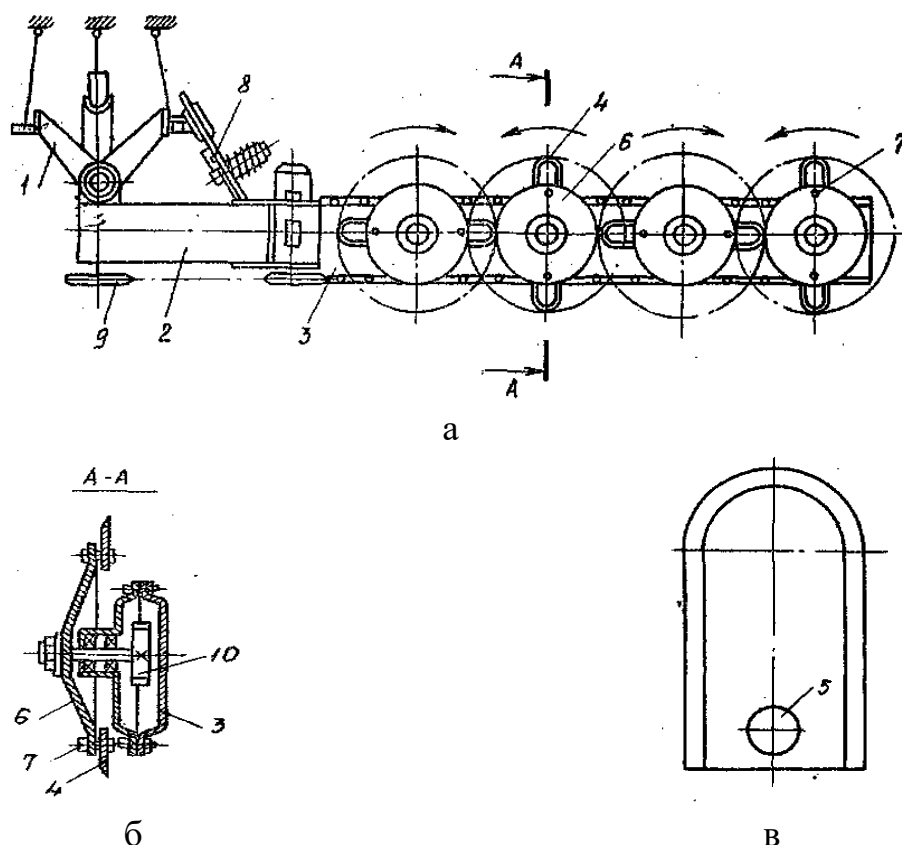


Рис. 3.4. Ротаційна косарка:

а – загальний вид ротаційної косарки; *б* – розріз А-А; *в* – ніж косарки

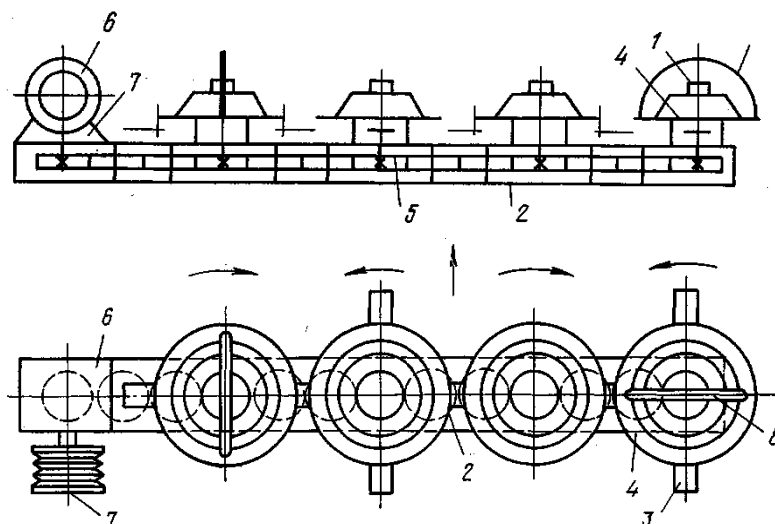


Рис. 3.5. Схема ротаційного ріжучого апарату:

1 – ротор; *2* – брус; *3* – робочий елемент; *4* – диск; *5* – шестерний привід; *6* – редуктор; *7* – привідний шків; *8* – валкоутворювач

До бруса 2 прикріплений редуктор 6 з приводним шківом 7, що має кінематичний зв'язок з шестерним приводом 5. На дисках 4 крайніх роторів 1

встановлені дугоподібні валкоутворювачі 8, діаметрально закріплені своїми кінцями на радіальній частині диска 4. Крім того, кінці дугоподібних валкоутворювачів зігнуті до горизонтальної частини диска, до якої кріпляться під кутом зразковий 90° , збільшуючи тим самим вертикальну частину валкоутворювача [31].

Пристрій працює таким чином. При роботі обертання через приводний шків 7, редуктор 6 і шестерний привід 5 передається дискам 4 роторів 1, встановлених на брусі 2. Разом з дисками 4 обертаються ножі 3 і встановлені на дисках 4 крайніх роторів 1 валкоутворювачі 8. Коли ріжучий апарат переміщається в травостое вперед, ножі 3 зрізають рослини, після чого рослини під дією подальшої маси переміщаються на диски 4 роторів 1. Маса, що зрізається, поступила на крайні ротори, інтенсивно скидається дугоподібними валкоутворювачами 8 до середини ріжучого апарату. Таким чином, скошена маса відділяється від нескошеної, і посередині і позаду ріжучого апарату формується вал. Дугоподібне виконання валкоутворювача 8 дозволяє виключити дисбаланс ротора 1 і динамічні навантаження, що виникають при цьому. При обертанні валкоутворювачі 8 утворюють тіло обертання, що не допускає попадання рослин всередину об'єму, окресленого валкоутворювачем, і їм же рослини стикаються до середини ріжучого апарату [20].

Сьогоднішні енергонасичені трактори дозволяють отримати обертання роторів із коловою швидкістю ножів до 100 м/с. При цьому енерговитрати скошування і укладання скошеної маси у валок досягають значних величин, які залежать не тільки від врожайності рослин, швидкості руху машини, швидкості різання, а від того, що скошена маса укладається у валок диском з ножами і вертикальним ротором при тій кутовій швидкості, що мають і ножі косарки. Це обумовлено конструктивними особливостями роторних косарок [26].

З метою зменшення енергоемності робочого процесу зрізу рослин запропонована конструкція ротаційної косарки в якій шарнірні різальні ножі

розташовані на додатковому диску з індивідуальним приводом, при цьому транспортуючий скошену масу ротор з диском має також самостійний привод, який зв'язаний з загальним приводом косарки. При цьому транспортуючий ротор з диском обертається в меншій кутовій швидкості за рахунок застосування редуктора, або повітряної турбіни, або фрикційної муфти з відцентровим регулятором частоти обертання [12].

Косарка ротаційна (рис. 3.6) має корпус 1 з трубою 2.

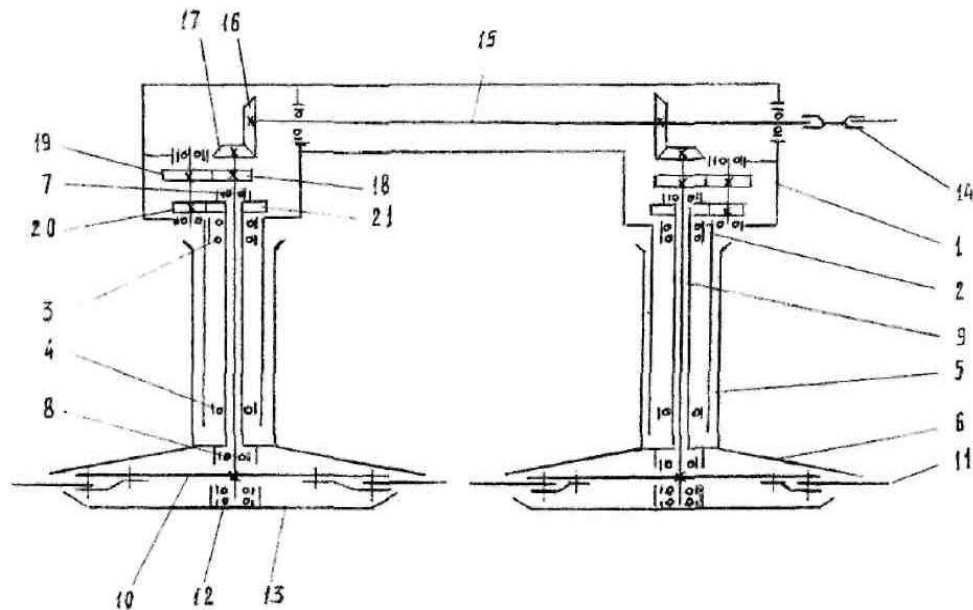


Рис. 3.6. Кінематична схема косарки ротаційної з приводом транспортуєчого ротора за допомогою зубчастого редуктора

В трубі на підшипниках 3, 4 встановлено транспортуючий рослинну масу ротор 5 з диском 6. В транспортуючому роторі 5 на підшипниках 7, 8 встановлено приводний вал 9, на якому закріплено диск 10 з шарнірними різальними ножами 11. На кінці вала 9 на підшипниках 12 встановлена опорна тарілка 13. Вал 9 приводиться в дію від загального привода за рахунок передачі обертів від ВВП трактора через карданний вал 14, торсіонний вал 15 та конічні зубчасті колеса 16, 17. Привод транспортуєчого ротора 5 з диском 6 виконано у вигляді редуктора з зубчастими колесами 18, 19, 20, 21. Завдяки застосування редуктора частота обертання (колова швидкість) транспортуєчого ротора 5 і диска 6 в декілька разів менша за колову швидкість вала 9, на якому розташований диск 10 з різальними

ножами 11. Косарка ротаційна працює таким чином. Косарка за допомогою начіпного пристрою навіщується на навіску трактора. Карданним валом 14 косарка з'єднується з ВВП трактора. Ротори косарки обертаються в різні сторони. Робочий орган косарки підводиться до скошеної рослинної маси. Ріжучі ножі 11 рухаючись з великою кутовою швидкістю підрізають рослини, а транспортуючий тихохідний ротор 5 з диском 6 укладають скошену рослинну масу у валок. Швидкість скошеної маси, яка сходить з транспортуючого диска і ротора перевищує швидкість руху трактора. Завдяки цьому запропонована косарка дозволяє значно зменшити енергоємність процесу скошування, вібрацію роторів та збільшити довговічність механізмів без суттєвого збільшення металоємності косарки та її габаритів [22].

На основі досвіду виростання раніш розглянутих конструкцій косарок була запропонована конструктивна схема ротаційної косарки КРН-2,1. Ріжучий апарат косарки являє собою брус 1 (рис. 3.7), на якому зверху встановлені ротори 2 з шарнірно закріпленими на кожному з них двома ножами 3.

У роботі брус спирається на два башмаки. Брус за допомогою підрамника 4 шарнірно приєднується до рами 6 косарки, що навіщується на трактор. Для обмеження тиску ріжучого апарату на ґрунт і перекладу косарки в транспортне положення є механізм 7 зрівноваження, гідроциліндр якого приєднаний до рами навіски і за допомогою пружин пов'язаний з кронштейном 8 ріжучого апарату. Ротори приводяться в дію від ВВП трактора через карданну, клинопасову, конічну і зубчасту прямозубу передачі. Остання розташована в порожнині бруса, що є роз'ємним картером. Ріжучий апарат забезпечений польовим подільником 10 і огорожею 9. В процесі роботи ножі роторів, що мають швидкість 65 м/с, здійснюють безпідпирний зріз рослин. Ротори переміщують зрізану масу за брус. Запобіжник 5 служить для запобігання поломкам ріжучого апарату при зустрічі з перешкодою [12].

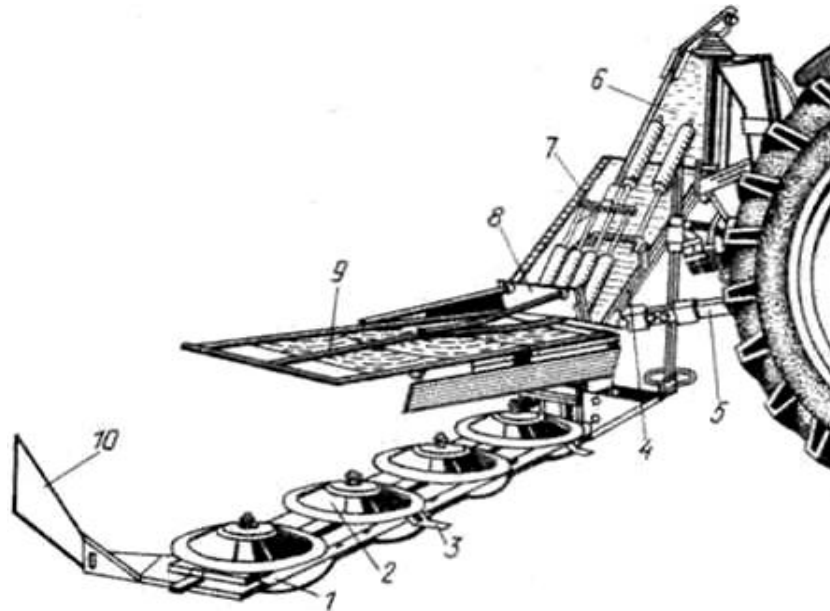


Рис. 3.7. Косарка ротаційна КРН-2,1:

1 – брус; 2 – ротор; 3 – ніж; 4 – підрамник; 5 – запобіжник; 6 – рама;
7 – механізм зрівноваження; 8 – кронштейн; 9 – огорожа; 10 – подільник

Вивчивши конструкції усіх відомих аналогів, приходимо до висновку, що передача обертового руху і, відповідно, обертових моментів роторам косарок відбувається завдяки твердим кільцям-шестерням. Для забезпечення нормального режиму роботи шестерень необхідно мастило, яке заливається в порожнину бруса. Під час розгерметизації порожнини бруса відбувається витік мастила, і як наслідок збільшення матеріальних затрат у процесі експлуатації косарок. Під час наїзду на перепони (наприклад камінь), у зв'язку з тим, що передача обертового руху здійснюється за рахунок твердих кілець, відбувається поломка шестерень, які необхідно замінити, що потребує значної витрати часу. Недоліками таких косарок є велика металоємкість, енергоємність, застосування мастильних матеріалів в картері бруса різального апарата, ненадійність роботи кожного ротора при зустрічі з перепонами, великі матеріальні затрати при експлуатації [12].

3.3. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми модернізованої ротаційної косарки КРН-2,1

З метою усунення вищевказаних недоліків нами розроблена нова конструкція ротаційної косарки в основу роботи якої покладено передачу крутного моменту роторам без твердих зв'язків, шляхом використання гнучкого елемента. Дане вдосконалення дає змогу забезпечити надійність роботи кожного ротора при зустрічі з перепонами, усунути застосування мастильних матеріалів в картері бруса різального апарата, зменшити металоємкість, спростити конструкцію косарки, зменшити матеріальні затрати під час експлуатації (рис. 3.8).

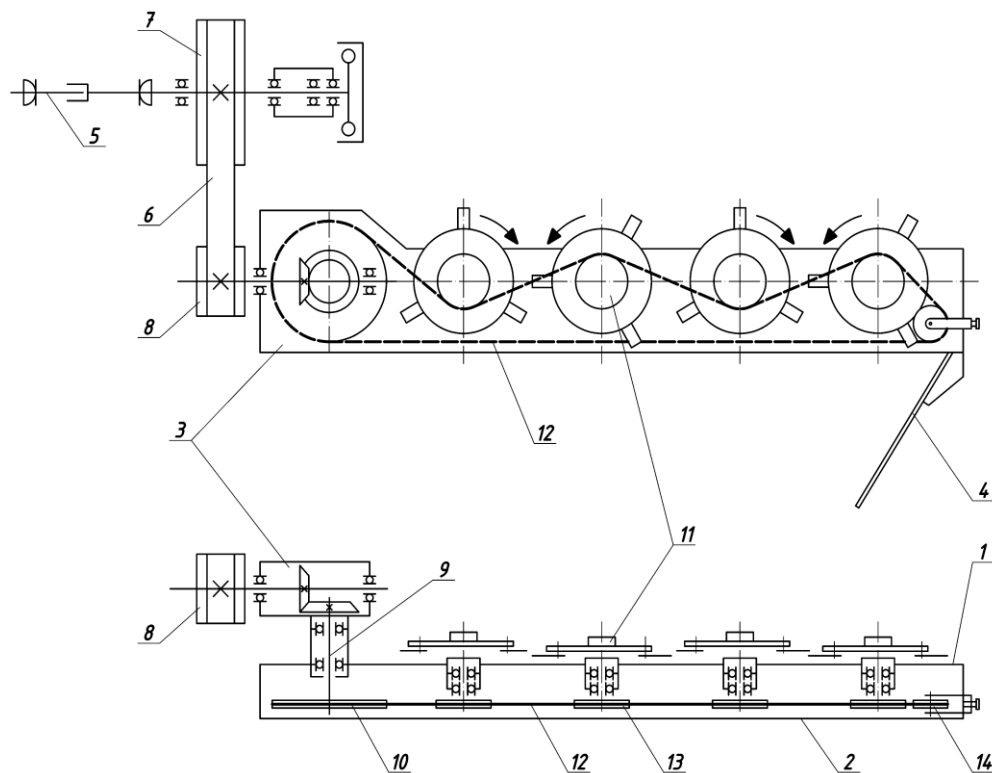


Рис. 3.8. Кінематична схема косарки:

1 – корпус головного бруса; 2 – кришка; 3 – конічний редуктор; 4 – польовий подільник; 5 – карданний вал; 6 – клинопасова передача; 7, 8, 10, 13 – шківви; 9 – розподільчий вал; 11 – ротор; 12 – гнучкий елемент; 14 – натяжний механізм

Запропонована косарка складається з корпусу головного бруса 1 різального апарату, закритого знизу кришкою 2, до якого з одного боку приєднаний конічний редуктор 3, а з іншого польовий подільник 4. Редуктор

2 приводиться в дії від ВВП трактора через карданний вал 5, що послідовно з'єднує за допомогою клинопасової передачі 6 привідний 7 та відомий 8 шків. Отриманий крутний момент передається через розподільчий вал 9, редуктора 2, до основного шківу 10. Впродовж головного несучого бруса у верхній його частині встановлюються ротори 11, які приводяться в дію за допомогою гнучкого елемента 12 через шків 13. Гнучкий елемент 12 розташований по відношенню шківів роторів 13 змійкою, охоплюючи при цьому шків сусідніх роторів. Необхідний натяг гнучкого елемента забезпечується натяжним механізмом 14.

Ротор різального апарату (рис. 3.9) складається з валу 1, який утримується в корпусі 2, над корпусом головного бруса 3, за допомогою підшипників 4. На верхньому кінці валу 1 закріплений стакан 5 на якому розташований диск 6 з трьома ножами 7. На протилежному кінці вала 1, на шпонці, встановлений шків 8. Оберти шківу 8 передаються за допомогою гнучкого елемента 9.

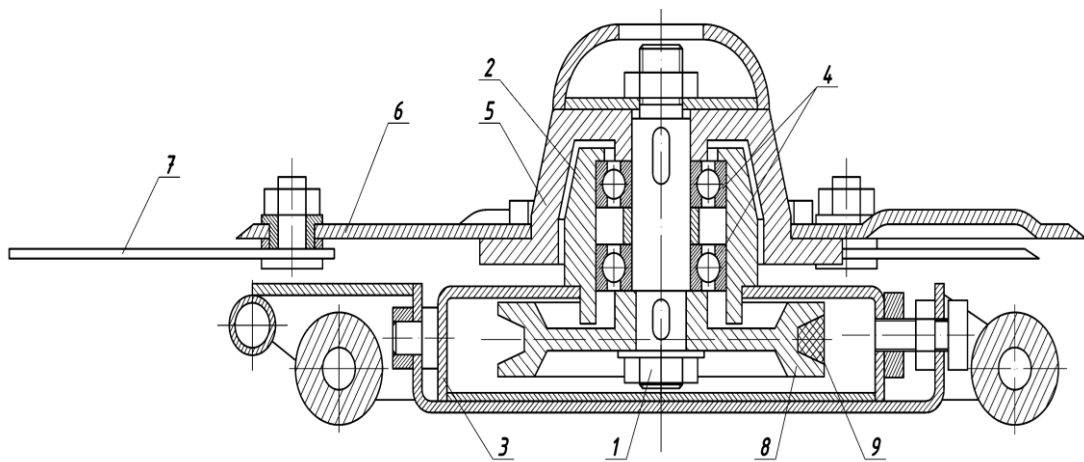


Рис. 3.9. Ротор різального апарату:

1 – вал; 2 – корпус; 3 – корпус головного бруса; 4 – підшипники; 5 – стакан;
6 – диск; 7 – ніж; 8 – шків; 9 – гнучкий елемент

Робота ротаційної косарки відбувається наступним чином. Косарка приєднується до трактора з допомогою трьохточкової навіски напівавтоматичного приєднувального пристрою. Оберти роторам 9 (рис. 3.8) передаються від ВВП трактора через карданний вал 5, клинопасову передачу 6, конічну пару редуктора 3, розподільчий вал 9, та основний розподільний

шків 10 з допомогою гнучкого елемента 12. Під час руху косарки уперед, ножі, які шарнірно закріплені на дисках ротора 11, попарно обертаються назустріч один одному, скошують траву за принципом безпідпорного зрізу рослин. Даний принцип спрацьовує завдяки великій кільцевій швидкості ножів. Скошена трава підбирається роторами 11 і виноситься із смуги зрізування, стелячись позаду косарки в розпушений валок, який легко підсихає. Польовий подільник 4, який встановлено під кутом відносно напрямку руху агрегату, зміщує частину скошеного бур'яну уліво, залишаючи чистий простір для проходження правих коліс трактора під час наступного заїзду.

3.4. Розрахунок основних конструктивних параметрів модернізованої косарки

Для розрахунку в якості вихідних даних використовуються параметри, обумовлені агротехнічними вимогами. До них відносяться:

b – ширина захвату косарки, $b = 2,1$ м

v_p – робоча швидкість МТА, км/год.

Як підвищення продуктивності ми збільшуємо швидкість на 5 км/год, таким чином $v_p = 20$ км/год. Розрахунковий діаметр ротора визначається за рівнянням:

$$D = 2R, \quad (3.1)$$

$$D = \frac{b}{k}, \quad (3.2)$$

де b – ширина захвату косарки, $b = 2,1$ м;

k – кількість роторів, $k = 4$ шт.

Діаметр ротора дорівнює:

$$D = \frac{2,1}{4} = 0,524 \text{ м.}$$

Кут між сусідніми лезами визначається за рівнянням:

$$\Theta = \frac{2\pi}{m}, \quad (3.3)$$

де m – число ріжучих елементів, $m = 3$ шт.

$$\Theta = \frac{2 \cdot 3,14}{3} = 2,1 \text{ рад.}$$

Кут, при якому швидкість різання досягає мінімуму визначається за рівнянням:

$$\varphi_{min} = \arctg(-\Theta). \quad (3.4)$$

$$\varphi_{min} = \arctg(-2,1) = 1,7 \text{ рад або } 97^\circ.$$

Кутова швидкість ротору визначається за формулою:

$$\omega = v(\Theta \sin \varphi_{min} - \cos \varphi_{min}) + \sqrt{v^2(\Theta \sin \varphi_{min} - \cos \varphi_{min}) + v_{min}^2}, \quad (3.5)$$

де v_{min} – верхня мінімальна швидкість, $v_{min} = 45$ м/с.

$$\omega = 5,6(2,1 \sin 97^\circ - \cos 97^\circ) + \sqrt{5,6^2(2,1 \sin 97^\circ - \cos 97^\circ) + 45^2} = 215 \text{ с}^{-1}.$$

Тоді частота обертання ротора визначиться за рівнянням:

$$n = \frac{30}{\pi} \omega. \quad (3.6)$$

$$n = \frac{30}{3,14} \cdot 215 = 2050 \text{ об/хв.}$$

Відношення поступальної швидкості до колової швидкості ротора має наступний вигляд:

$$\lambda = \frac{v}{\omega \cdot r} = \frac{5,6}{215 \cdot 0,262} = 0,099. \quad (3.7)$$

Робоча висота ножа визначається за рівнянням:

$$h_p = \frac{v\Theta}{\omega}. \quad (3.8)$$

$$h_p = \frac{5,6 \cdot 2,1}{215} = 5,4 \text{ мм.}$$

Сумарна робоча висота леза визначається за рівнянням

$$H_p = K\lambda D. \quad (3.9)$$

$$K = \frac{\pi}{m} \sum_{i=0}^{i=m-1} \sin\left(\varphi - \frac{2\pi}{m} i\right). \quad (3.10)$$

При $m = 3$ $K = 1,203$.

Сумарна робоча висота леза дорівнює

$$H_p = 1,203 \cdot 0,099 \cdot 0,524 = 80 \text{ мм.}$$

Площа, що скошується лезом за один оборот ротору дорівнює

$$F = \frac{v \Theta D}{\omega}. \quad (3.11)$$

$$F = \frac{5,6 \cdot 2,1 \cdot 0,524}{215} = 287 \text{ см}^2.$$

При роботі багатороторних косарок необхідно, щоб траєкторії ріжучих елементів сусідніх роторів дещо перекривали одна одну. Таким чином можна уникнути пропуску не зрізаних ділянок трави. Розрахункова формула для визначення перекриття ріжучих елементів має вигляд:

$$\Delta \geq D \left[(1 - \lambda)^2 - \sqrt{(1 - \lambda)^4 - \left(\frac{\pi \lambda}{m} \right)^2} \right]. \quad (3.12)$$

Величина перекриття ріжучих елементів дорівнює

$$\Delta = 524 \left[(1 - 0,099)^2 - \sqrt{(1 - 0,099)^4 - \left(\frac{3,14 \cdot 0,099}{3} \right)^2} \right] = 5 \text{ см.}$$

Конструктивний радіус ротора визначається за рівнянням

$$r_k = r + \Delta. \quad (3.13)$$

$$r_k = 0,262 + 0,05 = 0,312 \text{ м.}$$

Сила різання визначається по формулі:

$$P = A + \frac{B}{v^C}. \quad (3.14)$$

де A, B, C – коефіцієнти, що характеризують фізико-механічні властивості матеріалу та геометрію леза, $A = 0,1$, $B = 2,4$, $C = 1,1$.

$$P = 0,1 + \frac{2,4}{45^{1,1}} = 0,14 \text{ кН.}$$

Крутний момент на одному роторі:

$$M = P \cdot H_p \cdot r. \quad (3.15)$$

$$M = 0,14 \cdot 80 \cdot 0,312 = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сумарний момент, приведений до ВВП трактору:

$$M_{\text{сум}} = \frac{K \cdot M \cdot n}{n_{\text{ВВП}}}. \quad (3.16)$$

де $n_{\text{ВВП}}$ – частота обертання ВВП трактору, $n_{\text{ВВП}} = 540$ об/хв.

$$M_{\text{сум}} = \frac{4 \cdot 0,35 \cdot 2050}{540} = 53 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сумарна потужність приводу різального апарату визначається за рівнянням:

$$N_{\text{сум}} = N \cdot K, \quad (3.17)$$

де N – потужність на привід одного ротору.

Потужність на привід одного ротору:

$$N = \frac{\omega \cdot M}{75} \cdot 1,36. \quad (3.18)$$

$$N = \frac{215 \cdot 0,35}{75} \cdot 1,36 = 1,36 \text{ кВт}.$$

Тоді сумарна потужність на привід різального апарату:

$$N_{\text{сум}} = 1,36 \cdot 4 = 5,4 \text{ кВт}.$$

Таким чином годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\text{год}} = \frac{b \cdot v_p \cdot 10^3}{10^4} \quad (3.19)$$

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot b \cdot v_p, \quad (3.20)$$

де v_p – робоча швидкість МТА, $v_p = 20$ км/год.

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 20 = 4 \text{ га/год}.$$

З виконаних розрахунків видно, що із збільшенням швидкості на 5 км/ч і збільшенні числа ріжучих сегментів до 3 штук, ми добиваємося збільшення продуктивності на 30 %. Що не мало важливе при заготівці трав на сіно,

оскільки збирання відбувається в дуже стислі терміни.

3.5. Розрахунок клинопасової передачі ротаційної косарки

Ремінна передача косарки складається з двох шківів: привідного та відомого, сполучених між собою ременями і натяжного пристрою, що створює контактний тиск між ременем і шківом, а також забезпечує, за рахунок сил тертя, передачу енергії. Початковий натяг створюється при монтажі передачі. Основні переваги передач: простота конструкції, порівняно мала вартість, здатність передавати обертальний рух на великі відстані та працювати з високими швидкостями, плавність роботи та малий шум, відсутність змащувальної системи. На ротаційних косарках ремінна передача служить для передачі енергії від ВВП трактора на робочі органи. У конструкції косарки вона використовується як підвищуюча передача [26].

Досвід використання ремінних передач показав, що їх працездатність обмежена тяговою здатністю та довговічністю ременя. У першому випадку ремінь втрачає тягову здатність з-за буксування у зв'язку з недостатньою міцністю зчеплення ременя з шківом (привідний шків обертається, а відомий залишається нерухомим). В результаті буксування ремінь нагрівається і може зійти зі шківа. Тому на відміну від пружного ковзання буксування в ремінній передачі не допустимо. У другому випадку вихід з ладу ремінної передачі зв'язаний втомним руйнуванням ременя [14].

3.5.1. Розрахунок клинопасової передачі на тягову здатність.

Розрахунок клинопасової передачі на тягову здатність заснований на показниках тягової здатності та довговічності. Тягова здатність передачі визначається коефіцієнтом тяги $\Psi = f(q)$ а, отже, значенням q . Для розрахунку використовується умова працездатності передачі у формі

$$\sigma_t = \frac{F_t}{E} \leq [\sigma_t], \quad (3.21)$$

де σ_t – питома окружна сила (корисна напруга);
 $[\sigma_t]$ – корисна допустима напруга;
 E – площа поперечного перетину ремня, мм².

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}, \quad (3.22)$$

де T_1 – крутний момент на валу;
 d_1 – діаметр провідного шківу.

$$F_t = \frac{2 \cdot 45}{200} = 450 \text{ кН.}$$

Тоді питома окружна сила дорівнюватиме

$$\sigma_t = \frac{450}{0,81 \cdot 3} = 1,85 \text{ МПа.}$$

Питома окружна швидкість σ_t – параметр, що характеризує тягову здатність передачі. Розрахунок тягової здатності передач з нормальними та вузькими клиновими ремнями зводиться до визначення необхідного числа ременів по співвідношенню, витікаючому з умови:

$$Z = \frac{F_t \cdot G_z}{E[\sigma_t]}, \quad (3.23)$$

де G_z – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між ремнями в комплекті, $G_z = 0,8$.

$$Z = \frac{0,45 \cdot 0,8}{0,81 \cdot 0,15} = 2,96 \approx 3 \text{ шт.}$$

Значення G_z можна уточнювати залежно від числа ременів в комплекті.

3.5.2. Визначення допустимої корисної напруги.

Корисну допустиму напругу ремінної передачі знаходять з умови міцносної надійності ремня.

$$\sigma_{1max} \leq \sigma_e, \quad (3.24)$$

У умові σ_e – максимальна ефективна змінна напруга, яку ремінь може витримати в перебігу N_e циклів. Значення σ_e знаходять з рівняння кривої

втоми, що одержується експериментально:

$$\sigma_e = \frac{c}{N_e^{\frac{1}{m}}}, \quad (3.25)$$

де m – показник ступеня кривої втоми, $m = 11$;

c – константа, яка визначається експериментально для кожного типу ременів $c = 38,2$;

Якщо ввести в розгляд число пробігів ременя в секунду:

$$\nu = \frac{V}{L}, \quad (3.26)$$

де V – швидкість ременя м/с ;

L – довжина ременя м;

$$\nu = \frac{30}{1,7} = 18 \text{ об/с},$$

то при постійному режимі навантаження ефективне число циклів за весь термін служби

$$N_e = 3600 \frac{L_h \cdot V \cdot Z_m}{L}, \quad (3.27)$$

де L_h – термін служби ременя, $L_h = 24000$ год;

Z_m – число шківів, $Z_m = 2$ шт.

$$N_e = 3600 \frac{24000 \cdot 30 \cdot 2}{1700} = 30494,12 \text{ циклів}$$

$$\sigma_e = \frac{38,2}{30494,12^{0,09}} = 10 \text{ МПа.}$$

Допустима корисна напруга за стандартних умов роботи

$$[\sigma_t] = \sigma_{to} \cdot c_p \cdot c_\alpha, \quad (3.28)$$

де σ_{to} – корисна допустима напруга передач;

c_p – коефіцієнт динамічності для клинопасових передач, $c_p = 1,1$;

c_α – коефіцієнт, що враховує вплив на тягову здатність передач кута обхвату, при $\alpha = 110^\circ$ $c_\alpha = 0,78$;

Корисна допустима напруга передач визначається за рівнянням:

$$\sigma_{to} = \frac{5,55}{\nu^{0,09}} - 6 \frac{b_o^{1,57}}{de} - 10^{-3} \cdot V^2, \quad (3.29)$$

де b_o – ширина ремня в нетраловому шарі, $b_o = 11$ мм;

$$\sigma_{to} = \frac{5,55}{18^{0,09}} - 6 \frac{11^{1,57}}{200} - 10^{-3} \cdot 30^2 = 2,45 \text{ МПа.}$$

Звідси допустима корисна напруга дорівнює

$$[\sigma_t] = 2,45 \cdot 1,1 \cdot 0,78 = 2,1 \text{ МПа.}$$

З проведених розрахунків видно, що умова працездатності виконується, тобто

$$\sigma_t \leq [\sigma_t].$$

3.6. Визначення довговічності підшипника провідного шківа

Підшипник знаходиться під навантаженням:

F_r – радіальна сила, $F_r = 2300$ Н;

F_Q – осьова сила, $F_Q = 1500$ Н.

Внутрішнє кільце обертається з частотою $n = 2050$ хв⁻¹.

З довідника відомо, що динамічна вантажопідйомність цього підшипника:

$$C_v = 32000 \text{ Н; } C_{ov} = 17800 \text{ Н.}$$

Визначимо співвідношення:

$$\frac{F_Q}{C_{ov}} = \frac{1500}{17800} = 0,08. \quad (3.42)$$

Цьому відношенню відповідає $e \approx 0,28$.

Визначимо співвідношення:

$$\frac{F_Q}{VF_r} = \frac{1500}{1 \cdot 2300} = 0,7. \quad (3.43)$$

Так, як це відношення перевищує $e = 0,28$, то знаходимо:

$$x = 0,56 \text{ і } y = \frac{1-x}{e}. \quad (3.44)$$

$$y = \frac{1-0,56}{0,28} = 1,57$$

Визначимо еквівалентне навантаження. Еквівалентне навантаження для підшипників визначають з урахуванням особливості їх роботи в експлуатаційних умовах:

$$R = F_{\sigma} K_{\sigma} K_m = (x V F_r + y F_Q) \cdot F_{\sigma} K_{\sigma} K_m, \quad (3.45)$$

де V – коефіцієнт обертання, $V = 1$ при обертанні внутрішнього кільця;
 K_{σ} – коефіцієнт безпеки, що враховує вплив на довговічність підшипників характеру зовнішніх навантажень;
 K_m – температурний коефіцієнт.

$$R = (0,56 \cdot 1 \cdot 2300 + 1,57 \cdot 1500) \cdot 1,5 \cdot 1 = 5465,5 \text{ Н.}$$

Номінальна довговічність:

$$L = \left(\frac{C_r}{R} \right)^3 = \left(\frac{32000}{5465,5} \right)^3 = 201 \text{ год.} \quad (3.46)$$

Тоді довговічність роботи підшипника:

$$L_h = \frac{L}{610 - 5n} = \frac{201}{610 - 5 \cdot 2050} = 1634 \text{ год.} \quad (3.47)$$

3.7. Розрахунок шпоночного з'єднання привідного шків

Для передачі крутного моменту з валу на привідний шків застосовують шпоночне з'єднання.

Знайдемо діаметр в середньому перетині конічної ділянки завдовжки $L = 22 \text{ мм.}$

$$d_{cp} = d - 0,0005L, \quad (3.48)$$

де d – діаметр валу.

$$d_{cp} = 37 - 0,0005 \cdot 22 = 35,9 \text{ мм.}$$

Шпонка призматична: $b = 10 \text{ мм}$, $h = 8 \text{ мм}$, $t_1 = 5 \text{ мм}$. Довжина шпонки $L = 22 \text{ мм}$.

Робоча довжина:

$$L_p = L - b = 22 - 10 = 12 \text{ мм.} \quad (3.49)$$

Розрахункова напруга зім'яття:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d_{cp}(h - t_1)L_p}, \quad (3.50)$$

де T – крутний момент, $T = 45 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 10^3}{35,9 \cdot (8 - 5) \cdot 12} = 70 \text{ Н/мм}^2,$$

що менше $[\sigma_{см}] = 140 \text{ Н/мм}^2$ для сталевий маточини шківів. Осьову фіксацію шківів забезпечуємо підтисканням шліцьовою гайкою.

Висновки по розділу 3

1. Розраховані основні техніко-економічні показники виконання операції косіння трав модернізованою ротаційною косаркою КРН-2,1, яка агрегатується з трактором Т-25А становлять: годинна продуктивність – 3,42 га/згод; витрата палива – 3,4 кг/га; затрати праці – 1,3 люд.год/га; прямі експлуатаційні затрати – 68,5 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 187,8 грн/га.

2. Запропонована конструкція ротаційної косарки КРН-2,1 в основу роботи якої покладено передачу крутного моменту роторам без твердих зв'язків, шляхом використання гнучкого елемента. Дане вдосконалення дає змогу забезпечити надійність роботи кожного ротора при зустрічі з перепонами, усунути застосування мастильних матеріалів в картері бруса різального апарата, зменшити металоємкість, спростити конструкцію косарки, зменшити матеріальні затрати під час експлуатації.

3. Виконані розрахунки дозволили обрати оптимальні технологічні та кінематичні параметри і режими роботи, а виконані міцнісні розрахунки дозволили розробити конструкційні елементи запропонованої ротаційної косарки з урахуванням її експлуатаційної надійності.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці в ФГ “Колос”

Відповідальність за організацію охорони праці та забезпеченість нормальних умов праці в ФГ “Колос” несе інженер по охороні праці. В господарстві проводяться інструктажі та навчання безпечним методам роботи працівників. Навчання з питань охорони праці носять в основному сезонний характер, вони проводяться взимку. Виконуються правила техніки безпеки на виробничих ділянках та безпосередньо на робочих місцях в майстернях та на фермах, а також бригадах на потрібному рівні. Це досягається за допомогою підвищеного контролю з боку керівників ділянки. Інструктажі проводяться групові або індивідуальні в вигляді бесіди. Вступний інструктаж в господарстві проводять головні спеціалісти господарства по ділянках. Не дивлячись на всю відповідальність покладену на інструктора деякі інструктажі проводяться не вчасно [28].

В господарстві є велика кількість виробничих приміщень. Всі приміщення в господарстві добре обладнані, мають природну та механічну вентиляцію. Видача спецодягу, індивідуальних спецзасобів захисту в господарстві проводиться не регулярно. Видається спецодяг лише робітникам, які пов’язані з агрохімікатами. Не в повній мірі організована видача індивідуальних засобів захисту, аптечок, прання спецодягу.

Аналізуючи річні звіти можна зробити висновок, що в завантаженні періоди в сівозмін організована 2-х змінна робота на тракторах, на роботах пов’язаних з агрохімікатами. Однак в дійсності люди працюють інколи по 10-12 годин на добу, а в день відпочивають. При роботі з агрохімікатами порушується робочий день. Замість 6 годин роботи, робітники працюють по 8-10 годин. За останні три роки в господарстві зареєстровано 3 нещасних випадки, причиною яких є грубе порушення правил експлуатації

сільськогосподарської техніки [29]. Показники стану виробничого травматизму в ФГ “Колос” Жовтневого району за останні три роки наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Стан виробничого травматизму в ФГ “Колос”

Показник	Формула Позначення	Роки		
		2023	2024	2025
1. Середня чисельність працюючих за рік	P	111	101	89
2. Число нещасних випадків з втратою працездатності більше дня	$T1$	1	1	1
3. Число нещасних випадків з смертельним наслідком	Tc	-	-	-
4. Число робочих днів, втрачених у зв'язку з травматизмом	D	18	16	21
5. Коефіцієнт частоти травматизму	$K_{\text{ч}} = \frac{T1 \cdot 10^3}{P}$	9,0	9,9	11,2
6. Коефіцієнт важкості травматизму	$K_{\text{в}} = \frac{D}{T1}$	18	16	21
7. Коефіцієнт непрацездатності	$K_{\text{н}} = \frac{D \cdot 10^3}{P}$	162,1	158,4	235,9
8. Матеріальні наслідки нещасних випадків	грн	578	460	634
9. Витрачено на заходи по охороні праці на одного працюючого	грн/чол	711,2	714,7	819,9

Охорона праці на польових роботах організована задовільно. При роботі на сільськогосподарських машинах зустрічаються порушення техніки безпеки, що може привести до нещасних випадків. До таких порушень відноситься відсутність огорож, робота без спецодягу.

Причини нещасних випадків організаційного характеру складають близько 80 %. Це грубі порушення технологічної дисципліни, халатність потерпілих, спеціалістів та керівників господарств, низька кваліфікація та некомпетентність персоналу, відсутність належного контролю [18].

4.2. Складання карти умов праці при косінні трав

Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, в якій представлені фактори безпеки по трьох напрямках факторів небезпеки: трудовому, санітарно-гігієнічному та технічному. Карта умов праці передбачає виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення; дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу, комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їх вимогам стандартів, норм і правил [18].

На кожне типове робоче місце складається карта умов праці, в яку заносяться трудові, санітарно-гігієнічні і фактори технічної безпеки. За гігієнічною класифікацією праці та іншими джерелами визначається перелік факторів умов праці на робочому місці, для яких з нормативних документів встановлюють гранично допустимий рівень або гранично допустиму концентрацію [17]. Коефіцієнт нормозабезпеченості:

$$K_n = 1 \pm \frac{A_v - A_n}{A_n}, \quad (4.1)$$

де A_v – фактичне значення фактора умов праці;

A_n – гранично допустимий рівень або концентрація.

Коефіцієнт небезпечності від дії фактора можна визначити з виразу:

$$K_{df} = K_n \cdot T_{df}. \quad (4.2)$$

де T_{df} – час дії фактора у частках тривалості зміни.

Коефіцієнт небезпечності від усіх факторів визначається з виразу:

$$K = \frac{K_{df}}{n}, \quad (4.3)$$

де n – кількість факторів умов праці.

Складаємо карту умов праці робочого місця при виконанні косіння трав модернізованою ротаційною косаркою, отримані дані заносимо до табл.

4.2.

Карта умов праці при косінні трав

Фактори умов праці	Нормативне значення фактора		Фактичне значення фактора умов праці, A_v	Коефіцієнт 61овго тривалості k_n	Час дії фактора		Коефіцієнт небезпечно сті	
	Гранично допустимий рівень або концентрація (ГРД, ГДК), A_n	Нормативний документ			в годинах	частках до 61овго тривалості зміни, T_{df}	від дії енергетичного засобу, k_{df}	від усіх факторів k
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Рівень шуму	80 дБ	ГОСТ 12.1.00 9-83	110 дБа		8	0,8	0,26	
2. Пил								
2.1. Ґрунтовий пил	10 мг/м ³	ГОСТ 12.1.00 5-88	55 мг/м ³	-3,5	8	0,8	-2,8	
2.2. Пил рослинного походження	6 мг/м ³		11 мг/м ³	0,17	8	0,8	0,136	
3. Вібрація	0,65 м/с для 1000 Гц, 102 дБ	ГОСТ 23.00.- 93	0,55 м/с для 1000 Гц, 102 дБ	0,846	8	0,8	0,677	
4. Температура повітря	Відкриті території – гранично допустимий +25,8 ⁰ С	1*	+38 ⁰ С	0,527	8	0,8	0,42	
5. Пари нафтопродук тів (мастил, дизпалива, масла)	100 мг/м ³	ГОСТ 12.1.00 5-86	107 мг/м ³	0,93	8	0,8	0,744	
6. Сенсорні навантаження:								
6.1. Тривалість зосередже-ного спостере-ження	25%	1*	65%	-0,6	8	0,8	-0,48	
6.2. Щільність сигналів	75%		80%	0,93	8	0,8	0,744	

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті проведеного аналізу господарсько-економічних умов виробництва ФГ “Колос” Жовтневого району Миколаївської області було виявлено, що господарство спеціалізується на вирощуванні зернових та кормових культур. Крім цього в господарстві розвинута тваринницька галузь. Технічна база господарства вимагає як найповнішого оновлення, а організація виробництва – реструктуризації для підвищення своєї функціональної ефективності. Однією з провідних галузей в господарстві є виробництво тваринницької продукції. Для створення міцної кормової бази доцільно звернути увагу на виробництво сіна та сінажу.

2. Збільшення якості кормів та об’ємів їх виробництва можна досягти за рахунок впровадження розрахованої механізованої технології косіння трав, яка передбачає застосування в даному аграрному підприємстві транспортних комплексів, що дозволяє значно скоротити строки виконання робіт, зменшити потрібність в притягуванні транспортних засобів, раціонально використовувати трудові ресурси та суттєво підвищити якість виконання технологічних операцій.

3. Проведений оптимальний розподіл МТА при виконанні технологічної операції косіння трав за допомогою математичної моделі оптимального розподілу. Згідно отриманих залежностей доцільно обирати машинно-тракторний агрегат в складі Т-25 + КРН-2,1М, так як у нього показники виконання технологічної операції знаходяться на достатньо високому рівні при мінімальних витратах пального та приведених затрат.

4. Розраховані основні техніко-економічні показники виконання операції косіння трав модернізованою ротаційною косаркою КРН-2,1, яка агрегатується з трактором Т-25А

5. Запропонована нова конструкція ротаційної косарки КРН-2,1 в основу роботи якої покладено передачу крутного моменту роторам без твердих зв’язків, шляхом використання гнучкого елемента. Дане

вдосконалення дає змогу забезпечити надійність роботи кожного ротора при зустрічі з перепонами, усунути застосування мастильних матеріалів в картері бруса різального апарата, зменшити металоємкість, спростити конструкцію косарки, зменшити матеріальні затрати під час експлуатації

6. Виконані розрахунки дозволили обрати оптимальні технологічні та кінематичні параметри і режими роботи, а виконані міцнісні розрахунки дозволили розробити конструкційні елементи запропонованої ротаційної косарки з урахуванням її експлуатаційної надійності.

7. Шляхом аналізу стану охорони праці в господарстві виявлені недоліки і подані пропозиції для їх усунення, а також розглянуті питання безпеки під час виконання операції косіння трав.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформ.-аналіт. зб. / за ред. П. Т. Саблука та ін. К.: ІАЕ УААН, 2010. Вип. 6. 763 с.
2. Агротехнічні вимоги до процесу заготівки розсипного сіна. УкрНІІМЕСГ. К.: 2002. 46 с.
3. Агротехнічні вимоги до заготівки пресованого сіна. УкрНІІМЕСГ. К.: 2003. 123 с.
4. Вітяський В. В. Створення стійкої кормової бази. К.: Урожай, 2004, 346 с.
5. Войтюк Д.Г. Дипломне та курсове проектування. К.: Урожай, 1994. 445 с.
6. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк. К.: Урожай, 2004. 558 с.
7. Гарькавий А. Д. Як перейти на виробництво конкурентноспроможної продукції на селі. *Вісник інженерної академії України*. 2008. №3. С. 97–99.
8. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Київ. Знання. 2000. 205 с.
9. Котаров М. С. Альтернативи і пропозиції при заготівлі кормів. Львів: Вища школа, 1999. 346 с.
10. Лінник М. К. Напрямки технічної політики в сільськогосподарському виробництві та шляхи їх вирішення. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ: НАУ. 1998. № 9. С. 56–58.
11. Лінник М. К. Шляхи енергозбереження у сільському господарстві. *Агротехсервіс*. 1996. № 8–9.
12. Хайліс Г. А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г. А. Хайліс, А. Ю. Горбовий, З. О. Гошко та ін. Луцьк: ЛДТУ, 1998. 268 с.

13. Осіпов М. М. Моделі прийняття рішень при випробуваннях техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва. *Збірник наукових праць Національного аграрного університету. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. Том IX. Київ: НАУ. 2000. 315 с.

14. Промфінплан ФГ "Колос" Жовтневого району Миколаївської області на 2023, 2024 роки.

15. Річні звіти ФГ "Колос" Жовтневого району Миколаївської області за 2023, 2024, 2025 роки.

16. Статистичний щорічник України за 2024 рік. Державний комітет статистики України / За ред. О.Г. Осауленка. К.: Видавництво «Консультант», 2024. 576 с.

17. Farm Production Expenditure. 2019 Summari. August, 2020. United States Department of Agriculture. National Agriculture Statistics Service. – 175 p.

18. Key World Energy Statistics. 2020. International Energy Agency, 2021.