

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми
великої рогатої худоби з розробкою мобільного кормороздавача**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-4-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Юськів Ігор Анатолійович

Керівник: _____ Лупко Кристина Олегівна

Рецензент: _____ Носенко Євгеній Олегович

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Юськіву Ігорю Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою мобільного кормороздавача
керівник проєкту Лупко Кристина Олегівна, доктор філософії

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз сучасного стану тваринництва та наявних технологій приготування і роздавання кормів. Проведення патентного пошуку, вивчення наукових публікацій і останніх досліджень за обраним напрямом.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз технічних і технологічних рішень ферм ВРХ. 2. Проєктування технологічної лінії приготування та роздавання кормів на фермах ВРХ. 3. Проєктування кормороздавача. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна ефективність проєкту. Висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

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

1. План, розріз корівника (А1). 2. Технологічна схема (А1). 3. Вигляд загальний (А1). 4. Шнек. Складальне креслення (А1). 5. Вал (А3). 6. Вісь (А4). 7. Стакан (А3). 8. Планка (А4). 9. Кришка (А4). 10. Кришка (А4). 11. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Лупко К.О., доктор філософії	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		12.06.2026

7. Дата видачі завдання: «05» травня 2026 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Технологічний	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Охорона праці	до 02.06.2026 р.	
5	Економічний	до 09.06.2026 р.	
6	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент

_____ **Юськів І. А.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ **Лупко К.О.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ п/п	формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
					<u>Текстові документи</u>			
1	A4	46ДП.184000.000.ПЗ			Пояснювальна записка	71		
					<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	46ДП.184000.000.ПР			План, розріз	1	1	
3	A1	46ДП.184000.000.ТС			Технологічна схема	1	2	
4	A1	46ДП.184000.000.ВЗ			Вигляд загальний	1	3	
5	A1	46ДП.184001.000.СК			Шнек. Складальне креслення	1	4	
6	A3	46ДР.184001.001			Вал	1	5	
7	A4	46ДР.184001.002			Вісь	1	5	
8	A3	46ДР.184001.003			Стакан	1	5	
9	A4	46ДР.184001.004			Планка	1	5	
10	A4	46ДР.184001.005			Кришка	1	5	
11	A4	46ДР.184001.006			Кришка	1	5	
12	A1	46ДП.184000.000.ПЕ			Економічні показники	1	6	
					46ДП.184000.000.ПЗ			
Вм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Юськів І.А.				Удосконалення технологічної лінії видалення гною на фермі великої рогатої худоби з розробкою машини для внесення солом'яної підстилки	літе	аркуш	арк
Перевірів	Лупко К.О.						4	71
						ДДАЕУ АІС-4-23		
Н. контр.	Івлєв В.В.							
Затверд.	Дудін В. Ю.							

АНОТАЦІЯ

Юськів І. А. Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою мобільного кормороздавача / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі розглянуто сучасний стан та тенденції розвитку молочного скотарства в Україні, а також проаналізовано існуючі технічні й технологічні рішення функціонування тваринницьких ферм. Обґрунтовано вибір технології утримання великої рогатої худоби та проведено огляд сучасних методів приготування і роздавання кормів.

У другому розділі виконано проєктування технологічної лінії приготування та роздавання кормів, визначено зоотехнічні вимоги до кормів, розраховано річну потребу в них і обґрунтовано вибір систем зберігання. Проведено підбір і розрахунок необхідної кількості машин та обладнання, визначено параметри технологічних ліній, розроблено компоновку кормоцеху та організацію процесу роздавання кормосумішей.

У третьому розділі здійснено аналіз існуючих конструкцій кормороздавачів і обґрунтовано необхідність модернізації кормороздавача КТУ-10А. Запропоновано удосконалену конструкцію зі шнековим робочим органом, наведено розрахунки його технологічних, кінематичних та енергетичних параметрів, а також виконано перевірку основних елементів на міцність і надійність.

У роботі також розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації кормоприготувального обладнання. Проведено техніко-економічну оцінку проєкту, яка підтверджує доцільність впровадження запропонованих рішень за рахунок зниження витрат і підвищення ефективності виробництва.

Ключові слова: велика рогата худоба, молочне скотарство, кормоприготування, кормороздавання, кормосуміш, технологічна лінія, кормоцех, кормороздавач, КТУ-10А, шнековий робочий орган, механізація, продуктивність, енергоефективність, техніко-економічна ефективність.

Зміст

Вступ	8
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ФЕРМ ВРХ	11
1.1 Аналіз розвитку молочного скотарства в Україні	11
1.2 Обґрунтування вибору технології утримання ВРХ.....	14
1.3 Огляд технологій приготування і роздавання кормів для ВРХ	20
1.4 Висновки до розділу	23
2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА ФЕРМАХ ВРХ	24
2.1 Загальні положення та обґрунтування вибору технології	24
2.2 Нормативні зоотехнічні вимоги до підготовки кормів до згодовування ..	25
2.3 Розрахунок річної потреби в кормах і вибір систем їх зберігання	28
2.4 Обґрунтування кількості машин для завантаження кормів та їх транспортування.....	31
2.5 Визначення параметрів ліній приготування кормів	32
2.6 Розробка компоновки виробничого корпусу кормоприготувального цеху	35
2.7 Організація та технологія роздавання кормосумішей для великої рогатої худоби	37
2.8 Висновки до розділу	39
3 ПРОЄКТУВАННЯ КОРМОРОЗДАВАЧА	40
3.1 Дослідження та аналіз існуючих конструкцій кормороздавачів	40
3.2 Обґрунтування необхідності модернізації кормороздавача КТУ-10А	44
3.3 Конструкція та принцип дії удосконаленого кормороздавача.....	45
3.4 Розрахунок основних технологічних показників модернізованого кормороздавача	47
3.5 Визначення кінематичних характеристик шнекового робочого органа	48
3.6 Розрахунок енергетичних характеристик шнекового робочого органа.....	49
3.7 Розрахунок елементів конструкції на міцність і надійність.....	50

3.8 Висновки до розділу	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ	55
ВИСНОВКИ	59
БІБЛІОГРАФІЯ.....	61
Додатки.....	64

Вступ

Сучасний розвиток тваринництва, зокрема галузі скотарства, характеризується інтенсифікацією виробництва, впровадженням новітніх технологій та підвищенням вимог до якості продукції. В умовах зростання конкуренції на аграрному ринку та необхідності забезпечення продовольчої безпеки особливого значення набуває ефективна організація технологічних процесів на фермах великої рогатої худоби. Одним із ключових процесів, що безпосередньо впливає на продуктивність тварин, є процес підготовки та роздавання кормів.

Раціональна годівля великої рогатої худоби є визначальним фактором підвищення її продуктивності, покращення якості молока та м'яса, а також зниження собівартості продукції. Водночас ефективність годівлі значною мірою залежить не лише від складу раціону, але й від технічного рівня засобів механізації процесів транспортування, змішування та роздавання кормів. Нерівномірність розподілу кормів, їх втрати під час транспортування та роздавання, а також значні витрати праці негативно впливають на економічні показники роботи ферми.

Аналіз сучасного стану технічного забезпечення процесів роздавання кормів свідчить, що на більшості фермерських господарств використовуються як стаціонарні, так і мобільні кормороздавачі. Стаціонарні системи мають обмежену гнучкість і потребують значних капіталовкладень, тоді як мобільні кормороздавачі є більш універсальними, здатними обслуговувати різні технологічні зони та забезпечувати адаптацію до змін виробничих умов. Проте існуючі конструкції мобільних кормороздавачів не завжди повною мірою відповідають сучасним вимогам щодо енергоефективності, рівномірності роздавання кормів та зниження їх втрат.

Особливої актуальності набуває удосконалення технологічних ліній роздавання кормів із урахуванням сучасних тенденцій розвитку аграрного виробництва, зокрема впровадження ресурсозберігаючих технологій,

автоматизації процесів та підвищення рівня механізації. Удосконалення конструкцій мобільних кормороздавачів дозволяє забезпечити більш рівномірне внесення кормів, зменшити їх втрати, підвищити продуктивність праці та знизити експлуатаційні витрати.

Важливим аспектом є також забезпечення однорідності кормової суміші, що безпосередньо впливає на поїдання кормів тваринами та їх фізіологічний стан. Нерівномірне змішування компонентів раціону може призводити до вибіркового поїдання кормів, що, у свою чергу, негативно позначається на продуктивності тварин та ефективності використання кормових ресурсів. Саме тому удосконалення технологічних процесів роздавання кормів повинно здійснюватися у комплексі з удосконаленням процесів їх підготовки.

Крім того, сучасні вимоги до ведення тваринництва передбачають зменшення негативного впливу виробництва на навколишнє середовище, що обумовлює необхідність впровадження енергоощадних та екологічно безпечних технологій. У цьому контексті вдосконалення мобільних кормороздавачів має враховувати не лише техніко-економічні показники, але й екологічні аспекти їх використання.

Таким чином, удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою мобільного кормороздавача є актуальним науково-технічним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності функціонування тваринницьких підприємств, зниженню витрат виробництва та покращенню якості продукції.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби шляхом удосконалення технологічної лінії та розробки конструкції мобільного кормороздавача.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- провести аналіз існуючих технологічних рішень роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби;

- обґрунтувати вибір раціональної технологічної схеми роздавання кормів;
- розробити конструкцію мобільного кормороздавача з урахуванням сучасних вимог;
- виконати теоретичні та інженерні розрахунки основних параметрів машини;
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованого рішення;
- розглянути питання охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Об’єктом дослідження є технологічний процес роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби.

Предметом дослідження є конструктивно-технологічні параметри мобільного кормороздавача та їх вплив на ефективність процесу роздавання кормів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості впровадження розробленої технологічної лінії та мобільного кормороздавача у виробничих умовах фермерських господарств, що дозволить підвищити продуктивність праці, зменшити витрати кормів та покращити умови утримання тварин.

Отже, дана робота спрямована на вирішення актуальної проблеми підвищення ефективності механізації процесів годівлі великої рогатої худоби шляхом удосконалення технологічної лінії роздавання кормів та створення сучасного мобільного кормороздавача, що відповідає вимогам сучасного аграрного виробництва.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ФЕРМ ВРХ

1.1 Аналіз розвитку молочного скотарства в Україні

Функціонування молочного ринку України забезпечується взаємодією кількох ключових секторів агропромислового комплексу, серед яких провідне місце займають молочне скотарство та молокопереробна промисловість. Саме молочне скотарство формує сировинну основу для переробних підприємств і відіграє важливу роль у забезпеченні населення продуктами харчування. Тісний взаємозв'язок між виробниками молока та його переробниками визначає необхідність комплексного аналізу їх діяльності, проблем та перспектив розвитку.

Останні десятиліття характеризуються значними трансформаціями у молочному секторі України. Загальноекономічні зміни, зростання вартості енергоносіїв, порушення логістичних зв'язків і військові дії суттєво вплинули на стан ринку молока та молочної продукції. У сучасних умовах зростає собівартість виробництва, змінюється структура ринку, а також загострюються проблеми забезпечення стабільного функціонування галузі.

Аналіз наукових досліджень свідчить, що значний внесок у розвиток теоретичних і практичних засад функціонування молочного ринку зробили провідні вітчизняні науковці. Ними обґрунтовано підходи до формування ринкової інфраструктури, оптимізації виробництва, підвищення ефективності галузі та впровадження інноваційних технологій. Водночас низка практичних питань, особливо в умовах сучасних викликів, потребує подальшого дослідження.

Негативні тенденції у молочному скотарстві України формувалися протягом тривалого часу. Серед основних проблем слід виділити різке скорочення поголів'я корів, недостатній рівень спеціалізації виробництва, дисбаланс кормової бази та недосконалість виробничої інфраструктури.

Відсутність чіткої стратегії розвитку галузі та ефективної взаємодії між її учасниками також стримує її розвиток.

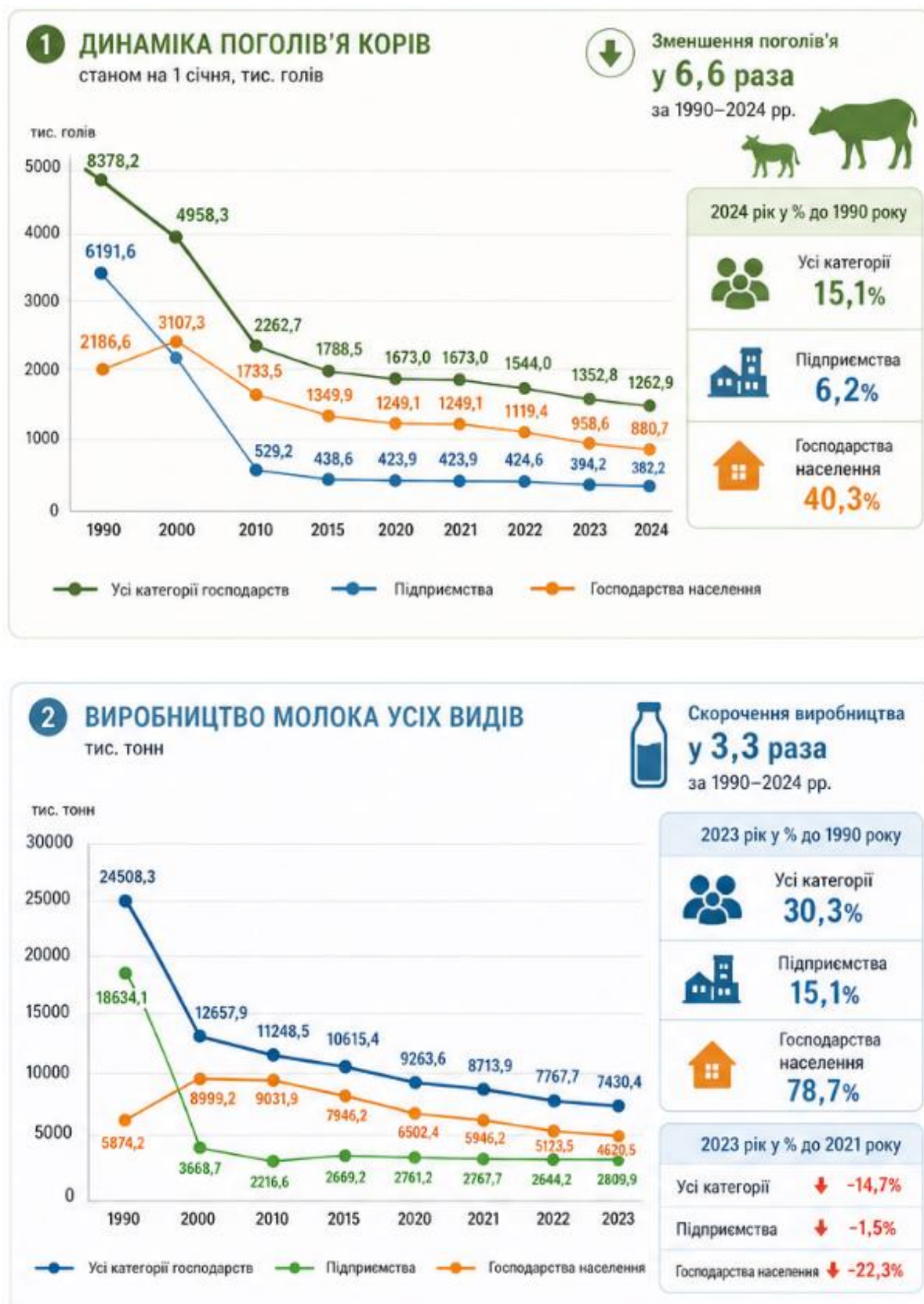


Рисунок 1.1 – Аналіз розвитку молочного скотарства в Україні

За період незалежності України поголів'я корів зменшилось більш ніж у шість разів і станом на 2024 рік становить лише близько 15 % від рівня початку 1990-х років. Найбільш суттєве скорочення відбулося у сільськогосподарських підприємствах, тоді як у господарствах населення цей процес був менш інтенсивним, але також негативним. Водночас саме господарства населення досі утримують більшу частину поголів'я, що свідчить про збереження дрібнотоварної структури виробництва.

Окремої уваги заслуговує структура підприємств за розмірами поголів'я. Більшість господарств утримують від 100 до 499 корів, проте значна частка поголів'я зосереджена у великих підприємствах із чисельністю понад 1000 голів. Це свідчить про поступову концентрацію виробництва, яка є економічно доцільною, але стримується загальними кризовими явищами.

Незважаючи на скорочення поголів'я, продуктивність корів в Україні має тенденцію до зростання. Середній річний надій у 2023 році досяг понад 5,4 тис. кг на корову, що майже вдвічі більше, ніж у 1990 році. У сільськогосподарських підприємствах цей показник є значно вищим і перевищує 7,5 тис. кг, що свідчить про більш ефективну організацію виробництва. Проте, навіть за таких умов, рівень продуктивності залишається нижчим порівняно з провідними країнами світу.

Загальні обсяги виробництва молока в Україні мають стійку тенденцію до зниження. Якщо у 1990 році вироблялося понад 24 млн тонн молока, то у 2023 році цей показник скоротився більш ніж утричі. При цьому у сільськогосподарських підприємствах виробництво зменшилось значно більше, ніж у господарствах населення. Це свідчить про структурні дисбаланси та недостатню ефективність галузі.

Військові дії завдали значних втрат молочному скотарству. Значна частина виробничих потужностей опинилася в зоні бойових дій або була зруйнована. Втрати поголів'я корів обчислюються десятками тисяч, а продуктивність у постраждалих регіонах суттєво знизилась. Водночас

підприємства у центральних і західних регіонах змогли частково компенсувати ці втрати та стабілізувати виробництво.

Важливою складовою функціонування молочного ринку є забезпечення переробної галузі якісною сировиною. У 2023 році на переробні підприємства надійшло близько 2,9 млн тонн молока, причому основна частка припадає на сільськогосподарські підприємства. Водночас обсяги закупівлі молока у господарствах населення значно скоротилися, що пояснюється нижчою якістю продукції.

Позитивною тенденцією є підвищення якості молока. Зокрема, зростає частка молока вищих гатунків, що відповідає сучасним вимогам переробної промисловості та сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції. Це також є важливим чинником розвитку експортного потенціалу галузі.

Зовнішньоекономічна діяльність молочного сектору зазнала суттєвих змін. У період війни експорт молочної продукції частково переорієнтувався на ринки Європейського Союзу, що стало можливим завдяки спрощенню торговельних умов. Проте коливання світових цін і нестабільність ринку впливають на обсяги експорту та його ефективність.

Узагальнюючи викладене, слід зазначити, що молочне скотарство України перебуває у складному стані, що зумовлено як внутрішніми проблемами, так і зовнішніми викликами. Галузь потребує системного реформування, модернізації виробництва, розвитку інфраструктури та активної державної підтримки. Перспективи її розвитку пов'язані з підвищенням продуктивності тварин, впровадженням сучасних технологій, укрупненням виробництва та покращенням якості молочної продукції.

1.2 Обґрунтування вибору технології утримання ВРХ

На фермах великої рогатої худоби застосовують кілька основних систем утримання тварин: прив'язну, безприв'язну та потокову

(конвеєрну), а також утримання молодняку в індивідуальних будиночках або станках.

За прив'язного способу утримання тварини в зимовий період перебувають у приміщеннях із обов'язковими щоденними прогулянками тривалістю 1,5–2 години на вигульних майданчиках, а влітку – на вигульно-кормових дворах або в літніх таборах. Така система дозволяє враховувати індивідуальні особливості кожної тварини, сприяє більш раціональному використанню кормів і, як наслідок, підвищенню продуктивності. Водночас її суттєвим недоліком є значні витрати праці, що обумовлено необхідністю індивідуального обслуговування (очищення гнойових каналів, відв'язування тварин, підготовка до доїння тощо). При цьому один працівник обслуговує в середньому 10–12 корів.

Прив'язне утримання тривалий час залишалося традиційним і нині широко застосовується, особливо на молочних фермах. Воно відзначається відносною простотою організації виробничих процесів, забезпечує належні умови догляду за тваринами, дозволяє індивідуалізувати годівлю та сприяє підвищенню їх продуктивності.

За цієї системи кожна тварина розміщується у власному стійлі, де вона фіксується за допомогою спеціальних пристроїв. Сійла можуть бути короткими або довгими та оснащуються годівницями, напувалками і гнойовими каналами. Як правило, їх розташовують у приміщенні паралельними рядами – у два або чотири ряди вздовж будівлі. Роздавання кормів здійснюється як стаціонарними, так і мобільними кормороздавачами. У випадку використання пересувної техніки ширина кормового проходу має становити не менше 2 м. Видалення гною здійснюється за допомогою транспортерів із подальшим вивантаженням у транспортні засоби. Доїння може виконуватися через молокопровід або з використанням переносних ємностей.

Особливу роль відіграє система прив'язі, яка повинна обмежувати зайві переміщення тварини, не перешкоджаючи при цьому її нормальному

відпочинку, годівлі та напуванню. Прив'язі класифікують за різними ознаками: індивідуальні та групові, жорсткі (рамні, хомутові) або ланцюгові, а також за ступенем механізації – ручні, напіваавтоматичні й автоматичні. Сучасне стійлове обладнання передбачає можливість як індивідуального, так і групового прив'язування та відв'язування тварин, забезпечує підведення води, а також монтаж молоко- і вакуумпроводів. Удосконалені конструкції дозволяють підвищити безпеку експлуатації, спростити обслуговування та покращити умови утримання худоби.

Безприв'язна система утримання характеризується значно меншими витратами праці завдяки широкому використанню засобів механізації процесів годівлі, доїння та видалення гною. При цьому тварини утримуються без фіксації, мають вільний доступ до вигульно-кормових майданчиків, обладнаних годівницями, автонапувалками та укриттями для кормів. Нормативна площа становить близько 4,5–5 м² на одну тварину в приміщенні та не менше 10 м² на вигульному майданчику. Довжина фронту годівлі визначається залежно від вікової та виробничої групи тварин. У межах безприв'язної технології виділяють кілька різновидів: утримання на глибокій підстилці, боксове та комбібоксове. Найбільш прогресивним вважається боксовий варіант, оскільки він забезпечує комфортні умови для відпочинку тварин, відповідає їх фізіологічним потребам і зоогігієнічним нормам. Використання підстилки з соломи, піску або спеціальних матів сприяє покращенню умов утримання та підвищенню продуктивності.

Відомо, що молочна продуктивність корів значною мірою залежить від інтенсивності кровообігу в вимені. Чим більше часу тварина перебуває у стані спокою (лежить), тим ефективніше відбуваються процеси молокоутворення. Саме тому комфортні умови утримання мають важливе значення для реалізації генетичного потенціалу продуктивності.

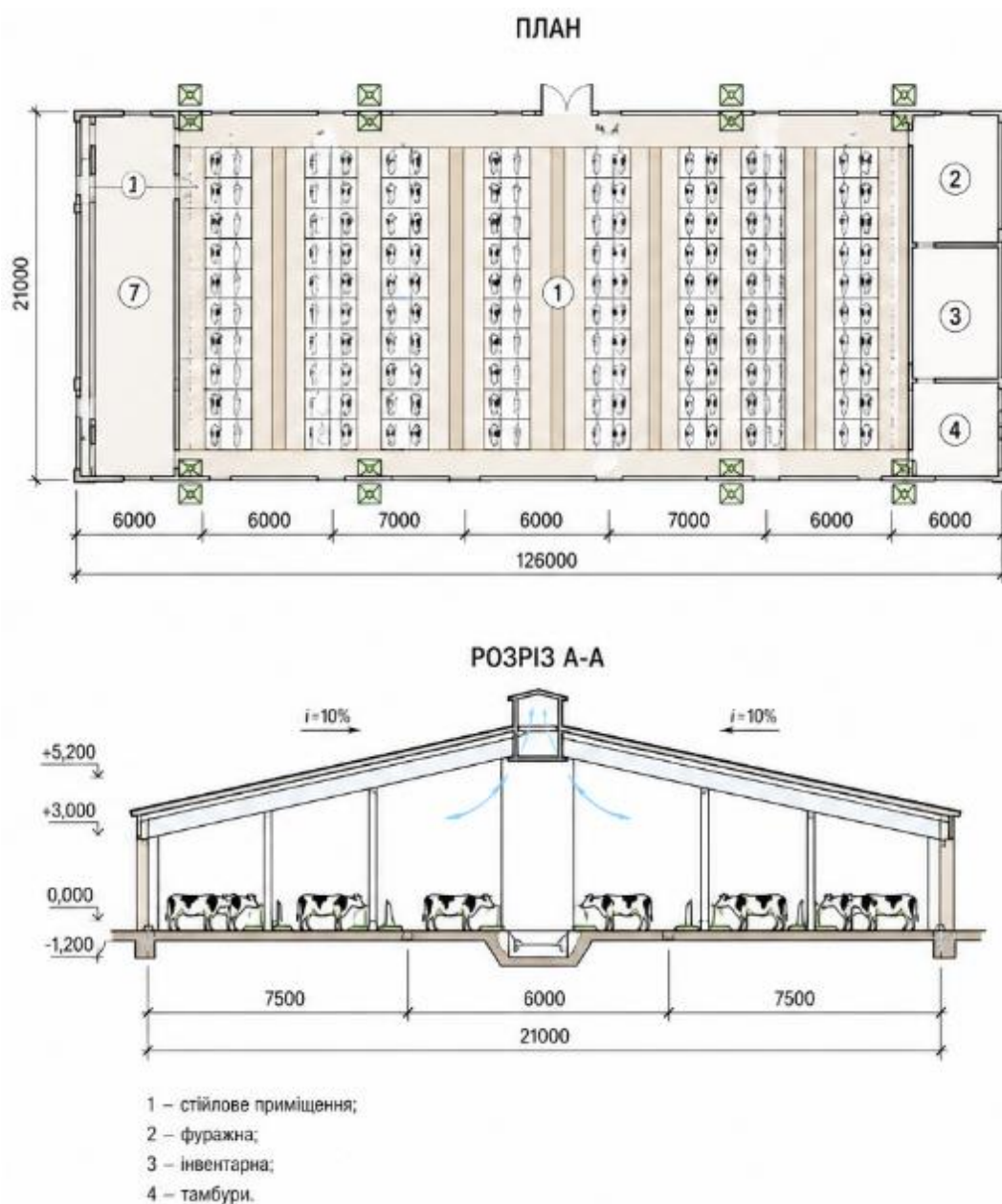


Рисунок 1.2 – План і розріз чотирирядного корівника на 200 і 400 голів із технологічним зонуванням приміщень і системами механізації основних процесів

Останніми роками на фермах активно впроваджуються додаткові засоби покращення добробуту тварин, зокрема механічні щітки, які виконують функції очищення шкіри та масажу, що позитивно впливає на фізіологічний стан худоби.

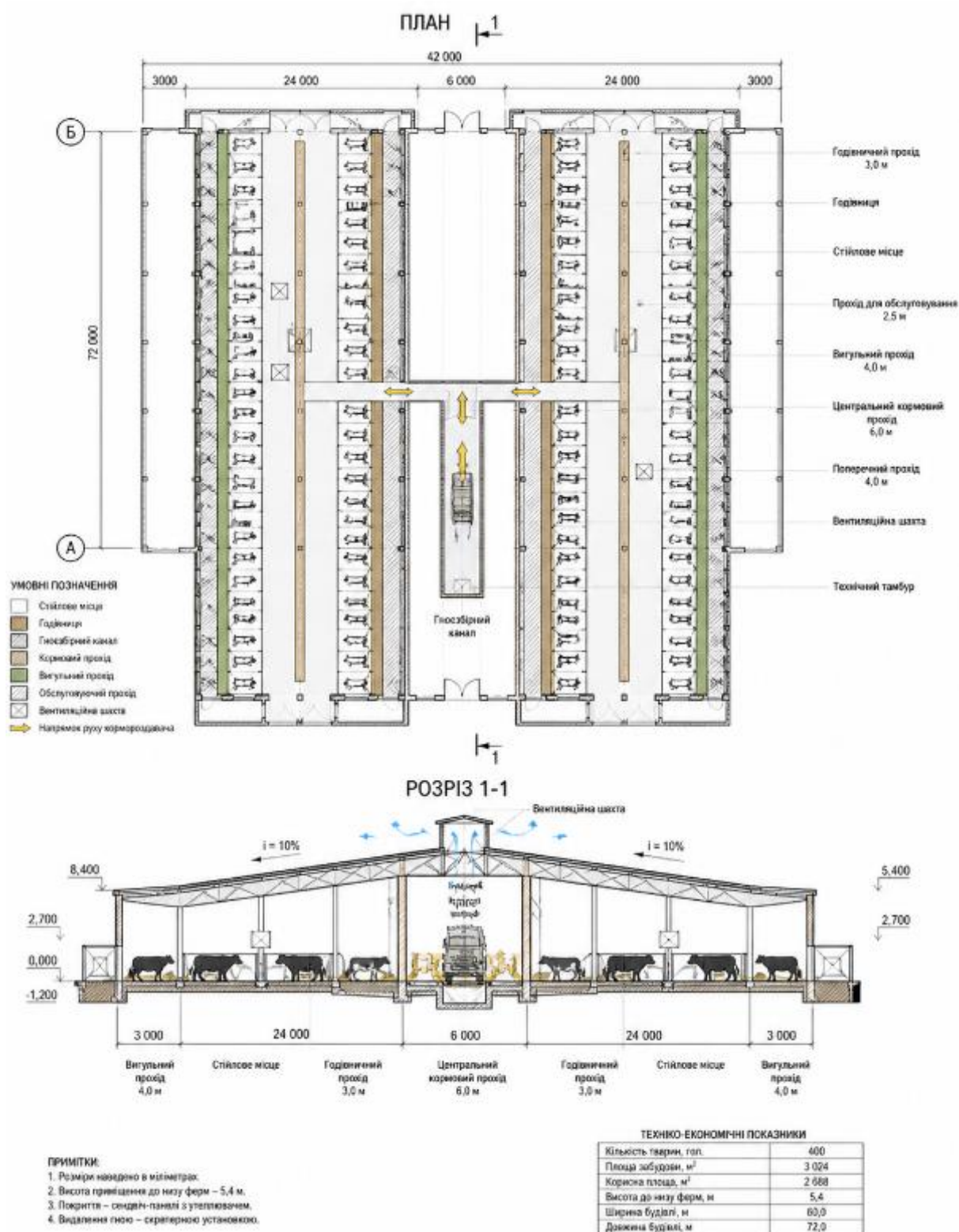


Рисунок 1.3 – Конструктивно-планувальна схема тваринницького приміщення шириною 21 м (варіант 1: безприв'язне боксове утримання корів; роздавання кормів із кормового столу; напування за допомогою групових напувалок; доїння здійснюється в доїльному залі; видалення гною – скреперним транспортером); 1, 2 – корівники, розраховані на 128 голів

Порівняно з прив'язним утриманням, безприв'язна система дозволяє значно збільшити навантаження на одного оператора (до 100–150 корів проти 50 при прив'язному способі), однак супроводжується дещо більшими витратами кормів через підвищену рухову активність тварин.

Конвеєрний спосіб утримання поєднує переваги обох зазначених систем. У цьому випадку тварини переміщуються до місць обслуговування за допомогою механізованих пристроїв (транспортерів або тягових механізмів), що забезпечує чітку організацію виробничих процесів. Такий підхід сприяє формуванню умовних рефлексів у тварин, підвищує рівень автоматизації та дозволяє зменшити витрати праці.

Сучасний стан розвитку тваринництва в Україні свідчить про необхідність підвищення обсягів виробництва молока та м'яса, що потребує збільшення поголів'я та вдосконалення технологій утримання і годівлі. Важливим чинником при цьому є ефективна організація кормовиробництва та роздавання кормів.

Рациональне ведення господарства передбачає оптимальне поєднання площ сільськогосподарських угідь і кількості поголів'я. Для середніх господарств доцільним є використання ферм на 160–250 корів, при цьому типовим модулем вважається корівник на 200 голів, що потребує відповідного технічного оснащення.

Значний вплив на продуктивність тварин має мікроклімат у приміщеннях, витрати на підтримання якого становлять до чверті загальних витрат. Зниження цих витрат можливе шляхом використання енергоощадних систем вентиляції.

Подальший розвиток галузі пов'язаний із впровадженням інтенсивних технологій вирощування та відгодівлі худоби, модернізацією обладнання та переходом до більш ефективних систем механізації. Використання сучасних технологічних рішень дозволяє суттєво знизити витрати праці та енергії, а також підвищити продуктивність тварин і ефективність виробництва в цілому.

1.3 Огляд технологій приготування і роздавання кормів для ВРХ

Традиційні технології приготування і роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби в Україні історично базувалися на використанні універсальних засобів механізації, зокрема навантажувачів типу ПФ-0,5, тракторних причепів, кормоцехів КОРК-15 і КЦК-5, а також кормороздавачів КТУ-10 та РММ-5. Така технологічна схема передбачала приготування багатокомпонентних кормосумішей із значною часткою грубих кормів, насамперед соломи, і була орієнтована на відносно невисокий рівень продуктивності – близько 2,5–3,0 тис. літрів молока на корову за рік.

Разом з тим, зазначена система має низку суттєвих недоліків. Вона характеризується підвищеною енергоємністю, значною металомісткістю та високими затратами праці. Багатоопераційність процесу, потреба у використанні кількох одиниць техніки та значна кількість обслуговуючого персоналу знижують загальну ефективність виробництва. У сучасних умовах такі технології не забезпечують достатнього рівня продуктивності тварин і конкурентоспроможності молочної продукції.

Досвід розвинених країн із високим рівнем розвитку молочного скотарства свідчить про суттєву трансформацію підходів до організації годівлі. Там перевага надається малокомпонентним, але збалансованим кормосумішам, які готуються та роздаються за допомогою універсальних багатофункціональних машин – кормозмішувачів-роздавачів, або так званих «фермських комбайнів». Ці машини поєднують у собі функції завантаження, подрібнення, дозування, змішування, транспортування та безпосереднього роздавання кормів.

Широкі впровадження таких технічних засобів обумовлене їх високою технологічною ефективністю, універсальністю та здатністю забезпечувати стабільну якість кормосумішей. Водночас в Україні виробництво подібної техніки лише розвивається.



Зокрема, одним із перших кроків у цьому напрямі стало створення у 2009 році на підприємстві «Брацлав» дослідного зразка причіпного кормозмішувача-роздавача з вертикальним бункером, який наразі пройшов стадію випробувань і став основою для подальших розробок.

Сучасна технологія приготування кормосумішей для великої рогатої худоби передбачає виконання комплексу взаємопов'язаних операцій. До них належать: завантаження компонентів раціону, їх транспортування, подрібнення грубих кормів і коренеплодів, додаткове до подрібнення силосу та сінажу, точне дозування відповідно до рецептури, а також ретельне змішування для отримання однорідної кормової маси.

У сучасних умовах реалізація цих процесів здійснюється за допомогою універсальних машин, які здатні виконувати всі зазначені операції в межах одного технологічного циклу. Такі машини не лише забезпечують приготування кормосуміші, а й здійснюють її транспортування безпосередньо до місць утримання тварин та рівномірне роздавання вздовж кормового фронту.

На сьогодні кормозмішувачі-роздавачі є основним технічним засобом у системах годівлі ВРХ у країнах Західної Європи. Їх застосування дозволяє значно підвищити ефективність виробництва завдяки скороченню кількості технологічних операцій, зменшенню потреби в робочій силі та оптимізації використання енергетичних ресурсів. Один оператор здатен обслуговувати весь процес приготування і роздавання кормів, що суттєво знижує трудомісткість.

Результати досліджень свідчать, що впровадження сучасної технології дозволяє знизити металомісткість процесу майже вдвічі (до 1,9 разу), а енерговитрати – приблизно в 1,6 разу. Крім того, кількість необхідних енергетичних засобів і персоналу зменшується у 2–3 рази порівняно з традиційними схемами.

Важливою перевагою сучасних кормозмішувачів-роздавачів є висока якість виконання технологічного процесу. Рівномірність змішування

компонентів кормосуміші досягає 91–98%, що забезпечує однорідність раціону і запобігає вибіркового поїданню кормів тваринами. Рівномірність роздавання також перебуває на високому рівні – близько 95–97%, що позитивно впливає на споживання корму та продуктивність тварин. Крім того, такі машини характеризуються високою надійністю, довговічністю та зручністю в експлуатації.

Отже, перехід до сучасних технологій приготування і роздавання кормів є одним із ключових напрямів підвищення ефективності функціонування ферм великої рогатої худоби. Він забезпечує не лише економію ресурсів, але й сприяє підвищенню продуктивності тварин, покращенню якості продукції та зниженню собівартості виробництва.

1.4 Висновки до розділу

Проведений аналіз розвитку молочного скотарства в Україні показав, що галузь перебуває у складному та нестабільному стані, що зумовлено як внутрішніми структурними проблемами, так і впливом зовнішніх чинників, зокрема воєнних дій. Відбулося суттєве скорочення поголів'я корів і загального виробництва молока, однак при цьому спостерігається позитивна тенденція до зростання продуктивності тварин та покращення якості молочної сировини.

Встановлено, що ключовими напрямками підвищення ефективності галузі є укрупнення виробництва, впровадження сучасних технологій утримання та годівлі, а також удосконалення технічного забезпечення процесів приготування і роздавання кормів. Перспективний розвиток молочного скотарства пов'язаний із модернізацією виробництва, підвищенням рівня механізації та державною підтримкою, що дозволить забезпечити стабільне функціонування галузі та підвищити її конкурентоспроможність.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА ФЕРМАХ ВРХ

2.1 Загальні положення та обґрунтування вибору технології

Технологічні процеси приготування і роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби є ключовими складовими ефективного функціонування тваринницького підприємства, оскільки безпосередньо впливають на продуктивність тварин, якість продукції та економічні показники виробництва.

Традиційні технологічні рішення, що застосовувалися на фермах України, базувалися на використанні розрізнених машин і агрегатів: універсальних навантажувачів, тракторних причепів, стаціонарних кормоцехів та мобільних кормороздавачів. Така система передбачала багатоступеневу обробку кормів із залученням значної кількості техніки та персоналу. Вона орієнтувалася на приготування багатокомпонентних кормових сумішей із високою часткою грубих кормів, що обмежувало рівень продуктивності тварин.

Недоліками цієї технології є:

- висока енергоємність;
- значна металомісткість;
- підвищена трудомісткість;
- низький рівень автоматизації процесів.

У сучасних умовах такі технології не забезпечують необхідної ефективності виробництва молока.

На відміну від традиційного підходу, у країнах із розвиненим молочним скотарством широко застосовуються інтегровані технології, що базуються на використанні універсальних машин — кормозмішувачів-роздавачів (фермських комбайнів). Ці машини виконують повний цикл операцій:

- завантаження компонентів;
- подрібнення;
- дозування;
- змішування;
- транспортування;
- роздавання кормів.

Застосування таких машин дозволяє суттєво зменшити витрати ресурсів і підвищити якість кормосумішей.

2.2 Нормативні зоотехнічні вимоги до підготовки кормів до згодовування

У структурі витрат на виробництво продукції тваринництва вагома частка припадає на процеси приготування кормів, що обумовлює необхідність їх раціональної організації та технічного вдосконалення. Ефективність кормоприготування безпосередньо впливає не лише на собівартість продукції, а й на рівень продуктивності тварин та їх фізіологічний стан.

Згідно з сучасними зоотехнічними нормами, до кормів, технологій їх підготовки, умов зберігання та способів роздавання висувається комплекс вимог, спрямованих на забезпечення повноцінної годівлі тварин. Порушення цих вимог призводить до зниження засвоюваності поживних речовин, погіршення здоров'я тварин, зменшення продуктивності, а також до підвищення витрат ресурсів у процесі виробництва.

Якість кормів визначається вмістом поживних компонентів (білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів), а також наявністю сторонніх домішок. Допустимий рівень забруднення залежить від виду корму і характеру включень. Зокрема, вміст землі не повинен перевищувати 1–2%, піску – 0,3–1%, металевих домішок (розміром до 2 мм без гострих країв) – не більше 30 мг на 1 кг корму, а насіння отруйних

рослин – до 0,25%. Перевищення цих показників може негативно впливати на здоров'я тварин та знижувати ефективність використання кормів.

Одним із ключових факторів є ступінь подрібнення кормів, який визначається зоотехнічними рекомендаціями та повинен забезпечувати оптимальні умови для їх споживання і перетравлення. Надмірне подрібнення призводить до утворення пиловидної фракції у сухих кормах або втрати соку у соковитих, що супроводжується зменшенням поживної цінності. Крім того, кормовий пил негативно впливає на органи дихання як тварин, так і обслуговуючого персоналу.

Для великої рогатої худоби рекомендовані такі параметри подрібнення кормів:

- грубі корми (сіно, солома) – близько 30 мм;
- силос і зелені корми – 10–50 мм;
- коренеплоди – до 15 мм;
- зернові корми – 1,0–1,6 мм.

Під час приготування кормових сумішей важливо забезпечити рівномірність подачі компонентів у змішувач. Допустиме відхилення становить: для концентрованих кормів – не більше $\pm 5\%$, для інших компонентів – $\pm 10\%$. Це гарантує однорідність суміші та стабільність раціону.

Кормосуміші повинні бути свіжими, без ознак псування та сторонніх запахів. Особливо це стосується сумішей, що містять подрібнені коренеплоди, які необхідно використовувати протягом 1,5–2 годин після приготування. У холодний період доцільно додавати теплі рідкі компоненти, що сприяє підвищенню поїдання кормів і покращенню травлення.

Окрім вимог до якості кормів, важливу роль відіграють технічні характеристики машин та обладнання, що застосовуються у процесі кормоприготування. Основні вимоги до таких машин полягають у наступному:

- забезпечення необхідної якості подрібнення відповідно до зоотехнічних норм;
- універсальність та можливість обробки різних видів кормів;
- регулювання ступеня подрібнення;
- висока продуктивність і енергоефективність;
- узгодженість із системами механізованого завантаження та вивантаження;
- простота конструкції, надійність і зручність в експлуатації.

Крім того, обладнання повинно забезпечувати мінімальні втрати кормів і сприяти автоматизації технологічного процесу.

До засобів роздавання кормів також висуваються чіткі зоотехнічні вимоги. Зокрема, корми повинні подаватися рівномірно по всій довжині годівниці з дотриманням заданої норми. Робочі органи машин не повинні порушувати структуру корму або спричиняти його втрати. Обладнання має бути безпечним для тварин і персоналу, простим у використанні та обслуговуванні.

Допустимі відхилення при роздаванні кормів становлять:

- для стеблових кормів – до $\pm 15\%$;
- для концентрованих – до $\pm 5\%$;
- незворотні втрати кормів – не більше 1%.

Тривалість роздавання кормів також регламентується: для мобільних засобів вона не повинна перевищувати 30 хвилин у межах одного приміщення, а для стаціонарних — 20 хвилин. Дотримання цих вимог сприяє рівномірному споживанню кормів тваринами та запобігає їх вибіркового поїданню.

Таким чином, виконання зоотехнічних вимог до приготування і роздавання кормів є необхідною умовою ефективного функціонування тваринницького підприємства, забезпечення високої продуктивності тварин і раціонального використання кормових ресурсів.

2.3 Розрахунок річної потреби в кормах і вибір систем їх зберігання

Кормові ресурси, що використовуються у тваринництві, класифікуються за кількома основними ознаками, що враховують їх походження, фізико-хімічні властивості та поживну цінність. Такий поділ є необхідним для правильного формування раціонів годівлі та організації технологічних процесів їх підготовки і використання.

За походженням корми поділяються на рослинні, тваринні та мінеральні. За фізичними властивостями і хімічним складом виділяють грубі, соковиті, зелені та концентровані корми. Окрему групу становлять кормові добавки, які включають біологічно активні речовини – вітаміни, мікроелементи, білкові концентрати, ферменти та інші компоненти, що підвищують поживну цінність раціонів.

До кормів рослинного походження належать:

- грубі корми (сіно, солома, полова, сінаж, трав'яне борошно);
- соковиті корми (силос, коренебульбоплоди, багаторічні кормові культури);
- зелені корми (свіжа трава, гичка);
- продукти штучного сушіння (трав'яне борошно, жом, сушена картопля);
- концентровані корми (зерно, комбікорми, побічна продукція харчової промисловості).

До кормів тваринного походження відносять рибне та м'ясо-кісткове борошно, сухе молоко, жири та інші продукти, що характеризуються високим вмістом протеїну і незамінних амінокислот.

Мінеральні корми представлені кухонною сіллю, крейдою, кормовими фосфатами, черепашником та іншими речовинами, що забезпечують потребу тварин у макро- і мікроелементах.

Кормові добавки (білково-вітамінні, мінеральні та інші)

застосовуються для балансування раціонів і підвищення продуктивності тварин.

При проєктуванні технологічної лінії кормоприготування необхідно враховувати структуру стада, загальну кількість тварин і добові норми споживання кормів відповідно до їх фізіологічного стану.

У даному випадку на фермі утримується 500 голів великої рогатої худоби.

Раціон годівлі дійних корів прийнято відповідно до нормативів і умов господарства (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Добовий раціон кормів для дійних корів

Вид корму	Норма, кг/гол.
Силос	25
Солома	8
Коренебульбоплоди	11
Концентровані корми	2
Меляса	1
Разом	47

Річна потреба в кожному виді корму визначається за формулою:

$$G = g_{\text{доб}} \cdot m \cdot n \cdot \beta$$

де $g_{\text{доб}}$ – добова норма корму на одну тварину, кг; m – кількість тварин, гол.; n – тривалість періоду годівлі (240 днів); β – коефіцієнт втрат (1,2).

Силос

$$G_{\text{сил}} = 25 \cdot 500 \cdot 240 \cdot 1,2 = 3600 \text{ т}$$

Об'єм сховища:

$$V = \frac{3600}{0,3} = 12000 \text{ м}^3$$

Силос зберігається у траншейних сховищах із залізобетону. Приймається 3 траншеї об'ємом по 4200 м³.

Концентровані корми

$$G_{\text{конц}} = 2 \cdot 500 \cdot 240 \cdot 1,2 = 288 \text{ т}$$

Концентрати зберігаються у зерноскладі, тому додаткові сховища не потрібні.

Коренебульбоплоди

$$G_{\text{кор}} = 11 \cdot 500 \cdot 240 \cdot 1,2 = 1584 \text{ т}$$

Об'єм сховищ:

$$V = \frac{1584}{0,65} = 2437 \text{ м}^3$$

Приймається 2 сховища розмірами 120×6×1,7 м (по 1224 м³ кожне).

Солома

$$G_{\text{сол}} = 8 \cdot 500 \cdot 240 \cdot 1,2 = 1152 \text{ т}$$

Солома зберігається у скиртах або під навісами на території ферми.

Меляса

$$G_{\text{мел}} = 1 \cdot 500 \cdot 240 \cdot 1,2 = 144 \text{ т}$$

Для зберігання використовується резервуар та змішувач типу СМ-1,7.

Проведені розрахунки показують, що найбільшу частку в структурі кормів займає силос, що характерно для молочного скотарства. Значні обсяги соковитих кормів вимагають організації ефективної системи зберігання, яка забезпечує мінімальні втрати поживних речовин.

Раціональне розміщення сховищ на території ферми дозволяє скоротити транспортні витрати та підвищити ефективність роботи кормороздавальної техніки.

Застосування різних типів сховищ (траншей, складів, навісів, резервуарів) забезпечує оптимальні умови зберігання кожного виду корму з урахуванням його фізико-хімічних властивостей.

Таким чином, визначення річної потреби в кормах і правильний вибір засобів їх зберігання є важливими етапами проектування технологічної лінії кормоприготування. Це дозволяє забезпечити безперебійне постачання кормів, зменшити втрати та підвищити ефективність виробництва продукції тваринництва.

2.4 Обґрунтування кількості машин для завантаження кормів та їх транспортування

Для відбору кормів зі сховищ на тваринницьких фермах застосовують різні типи механізмів залежно від виду корму. Зокрема, для коренебульбоплодів доцільно використовувати машини типу ТК-5,2, ПЭ-0,86 та ТК-5,06. Завантаження концентрованих кормів здійснюється за допомогою норій або систем пневмотранспорту. Для роботи з силосом, сінажем і соломою застосовують спеціалізовані навантажувачі, такі як ФН-1,4, ПСК-5, ПСС-5,5, ПЭ-Ф-1,0А та ПЭА-1А.

У даному проєкті для завантаження силосу обрано універсальний навантажувач ПЭ-0,86. Його експлуатаційна продуктивність при роботі з різними видами кормів становить: для силосу – 15...20 т/год, сінажу – 10...12 т/год, соломи – 5...6 т/год.

Необхідну кількість навантажувачів визначаємо за залежністю:

$$n = \frac{G_{\text{доб}}}{Q \cdot t}$$

де $G_{\text{доб}}$ – добова потреба в кормі, т; Q – продуктивність навантажувача, т/год; t – тривалість роботи машини за добу, год.

Добова потреба у силосі визначається за формулою:

$$G_{\text{доб}} = g_{\text{доб}} \cdot m$$

де $g_{\text{доб}}$ – добова норма силосу на одну тварину, кг; m – кількість тварин, гол.

Підставляючи вихідні дані, отримуємо:

$$G_{\text{доб}} = 25 \cdot 500 = 12500 \text{ кг} = 12,5 \text{ т}$$

Кількість навантажувачів:

$$n = \frac{12,5}{17 \cdot 6} \approx 0,12$$

Отримане значення менше одиниці, тому для забезпечення процесу достатньо одного навантажувача.

Аналогічно визначаємо потребу для коренебульбоплодів:

$$G_{\text{доб}} = 11 \cdot 500 = 5500 \text{ кг} = 5,5 \text{ т}$$

$$n = \frac{5,5}{17 \cdot 6} \approx 0,05$$

Таким чином, один навантажувач ПЭ-0,86 може ефективно використовуватись як для силосу, так і для коренебульбоплодів, що забезпечує раціональне використання техніки та зменшення експлуатаційних витрат.

Транспортування кормів від місць зберігання до тваринницьких приміщень може здійснюватися за допомогою мобільних кормороздавачів (КТУ-10А, РММ-5, ЭСК-10) або тракторних причепів типу 2-ПТС-4 та їх модифікацій. Вибір транспортних засобів залежить від відстані перевезення, обсягів кормів і організації технологічного процесу на фермі.

Застосування універсального навантажувача в поєднанні з мобільними транспортними засобами дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу, зменшити простої техніки та підвищити ефективність кормоприготування.

2.5 Визначення параметрів ліній приготування кормів

Лінія концентрованих кормів. У випадку, коли на ферму концентровані корми надходять у вигляді готових комбікормів із спеціалізованих підприємств, виникає необхідність у підборі обладнання для їх приймання, зберігання, транспортування та дозованої подачі до змішувальних установок.

Об'єм приймального бункера для концентрованих кормів визначається з урахуванням добової потреби та коефіцієнта використання його місткості:

$$V = \frac{G_{\text{доб.к}}}{\rho \cdot K_6}$$

де $G_{\text{доб.к}}$ – добова потреба у концентрованих кормах, кг; ρ – насипна щільність корму ($0,6 \text{ т/м}^3$); K_6 – коефіцієнт заповнення бункера ($0,85\text{--}0,9$).

Добова потреба становить:

$$G_{\text{доб.к}} = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ кг} = 1 \text{ т}$$

Тоді об'єм бункера:

$$V = \frac{1}{0,6 \cdot 0,87} \approx 2 \text{ м}^3$$

З урахуванням необхідності створення запасу кормів приймається бункер для п'ятидобового зберігання об'ємом 10 м^3 типу БСК-10.

Транспортування концентрованих кормів у межах технологічної лінії здійснюється за допомогою шнекових, скребкових, ковшових або пневматичних транспортерів, що забезпечують безперервність подачі та точність дозування.

Лінія коренебульбоплодів. Пропускна здатність лінії визначається за формулою:

$$Q = \frac{G_{\text{раз}}}{\tau}$$

де $G_{\text{раз}}$ – маса корму на одне годування, т; τ – допустимий час обробки (2 год).

Разова потреба:

$$G_{\text{раз}} = \frac{11 \cdot 500}{3} = 1,83 \text{ т}$$

Тоді:

$$Q = \frac{1,83}{2} \approx 0,91 \text{ т/год}$$

На основі отриманого значення обирається мийка-подрібнювач типу ІКМ-5 та живильник ТК-5, які забезпечують необхідну продуктивність і якість підготовки корму.

Лінія силосу. Продуктивність лінії для силосу визначається аналогічно:

$$Q = \frac{12,5}{3} \approx 4,1 \text{ т/год}$$

Для дозованої подачі силосу застосовується стаціонарно переобладнаний кормороздавач КТУ-10А з електроприводом потужністю 7,5 кВт, який забезпечує продуктивність у межах 4–30 т/год.

Лінія соломи. Пропускна здатність лінії для грубих кормів (соломи) становить:

$$Q = \frac{4}{3} \approx 1,3 \text{ т/год}$$

Для реалізації даного процесу доцільно використовувати той самий кормороздавач КТУ-10А, адаптований до стаціонарної роботи, що дозволяє уніфікувати обладнання та зменшити витрати.

Лінія рідких добавок. Продуктивність лінії для рідких компонентів визначається:

$$Q = \frac{1500}{3 \cdot 1000} \approx 0,16 \text{ т/год}$$

Для підготовки та дозування рідких добавок використовується змішувач СМ-1,7, який забезпечує необхідну точність введення компонентів у кормосуміш.

Лінія змішування кормів. Продуктивність змішувальної лінії визначається за формулою:

$$Q = \frac{m \cdot G_{\text{доб}}}{z \cdot 1000}$$

де m – кількість тварин; $G_{\text{доб}}$ – добова норма корму на одну голову; z – кількість годівель.

$$Q = \frac{500 \cdot 47}{3 \cdot 1000} \approx 7,8 \text{ т/год}$$

Для змішування кормів застосовується змішувач ІСК-3, продуктивність якого досягає 25 т/год, що забезпечує необхідний запас потужності та стабільність технологічного процесу.

Загальні положення щодо вибору обладнання. Підбір машин і

обладнання для кожної технологічної операції здійснюється відповідно до прийнятої схеми кормоприготування. При цьому основними вимогами є:

- узгодженість продуктивності всіх елементів лінії;
- забезпечення безперервності технологічного процесу;
- мінімізація втрат кормів;
- дотримання встановлених строків підготовки та роздавання кормів.

Результати розрахунків та обрані технічні засоби оформлюються у вигляді технологічної карти, яка є основою для подальшого проєктування та організації виробництва.

2.6 Розробка компоновки виробничого корпусу кормоприготувального цеху

Приміщення кормоцеху поділяють на виробничу та допоміжну зони. У виробничих відділеннях розміщують основне технологічне обладнання і машини, що формують окремі лінії обробки та підготовки кормів. Допоміжні приміщення призначені для забезпечення безперебійної роботи виробництва, включаючи складські, побутові та керуючі функції.

Під час компонування обладнання у виробничих приміщеннях необхідно дотримуватись ряду інженерно-технологічних вимог:

- забезпечення найкоротших шляхів переміщення кормових матеріалів;
- створення зручних умов для обслуговування, ремонту та контролю роботи машин;
- мінімізація протяжності інженерних комунікацій і електромереж;
- організація потокового виробництва з мінімальною кількістю перевантажувальних операцій.

Для визначення необхідної площі кормоцеху застосовується розрахунковий метод. Загальна площа приміщення визначається як сума трьох складових:

- площі, зайнятої технологічним обладнанням;
- площі, необхідної для виконання виробничих операцій персоналом;
- площі проходів і технологічних зазорів між машинами.

Площа, зайнята обладнанням, розраховується як сума площ, які займають окремі одиниці техніки з урахуванням їх габаритних розмірів і кількості. В результаті підсумовування отримано, що загальна площа, зайнята машинами та агрегатами, становить близько 48,17 м².

Площа, необхідна для роботи обслуговуючого персоналу, визначається залежно від чисельності працівників та нормативної площі на одну особу. При прийнятті норми 4–5 м² на одного працівника та чисельності персоналу 2 особи, необхідна площа становить приблизно 10 м².

Площа проходів і проміжків між обладнанням визначається з урахуванням вимог безпеки та ергономіки:

- відстань від стіни до машини – не менше 0,5–0,7 м;
- ширина основних проходів – 1,2–1,5 м;
- відстань між машинами – близько 1,5 м;
- ширина сходів – не менше 1 м.

З урахуванням зазначених норм орієнтовна площа, відведена під проходи та технологічні зазори, становить близько 89 м².

Окрім цього, необхідно передбачити площу для допоміжних приміщень (складських зон, пульта керування тощо), яка орієнтовно складає 21 м².

Враховуючи, що частина обладнання (зокрема кормороздавачі та накопичувальні бункери) може бути розміщена частково за межами основного приміщення, загальну площу кормоцеху доцільно прийняти на рівні близько 169 м². Відповідно, раціональними габаритами будівлі є розміри 24 × 7 м, що забезпечує ефективну організацію технологічного процесу та зручність експлуатації обладнання.

2.7 Організація та технологія роздавання кормосумішей для великої рогатої худоби

Проведений аналіз існуючих способів роздавання кормів на тваринницьких фермах, а також узагальнення передового досвіду провідних господарств свідчать, що в сучасних умовах найбільш доцільним є застосування мобільних технічних засобів для виконання цієї операції. Такі машини характеризуються підвищеною гігієнічністю процесу, достатньою надійністю в роботі та відносно низькими експлуатаційними витратами, що робить їх економічно вигідними.

На розглянутій фермі процес роздавання кормових сумішей із використанням мобільних кормороздавачів організований наступним чином. Кормороздавач агрегується з трактором тягового класу 1,4 кН і підводиться до кормоцеху, де встановлюється під вивантажувальний транспортер. Після заповнення бункера кормовою сумішшю агрегат транспортує корм до тваринницького приміщення. Біля годівниць тракторист зупиняє машину, вмикає вал відбору потужності, що забезпечує роботу робочих органів кормороздавача, і починається процес рівномірної видачі корму.

Після обслуговування першого ряду годівниць агрегат переміщується для роздавання корму в наступному ряду. Особливу увагу необхідно приділяти швидкості виконання цієї операції в межах одного приміщення. Це обумовлено тим, що затримки у роздаванні корму викликають підвищену активність тварин, що може призводити до пошкодження годівниць, напувалок та іншого обладнання. Тому для чотирирядних корівників доцільно застосовувати одночасну роботу двох кормороздавачів, що дозволяє значно скоротити тривалість процесу і підвищити його ефективність.

Регулювання норми видачі кормосуміші здійснюється на спеціально підготовленому майданчику поза межами тваринницького приміщення.

Контроль відповідності заданої норми проводиться щоденно, а коригування здійснюється шляхом зміни швидкості руху агрегату або налаштування механізму дозування.

Розрахунок лінії роздавання кормів. Метою розрахунків є визначення разової потреби в кормовій суміші, кількості необхідних технічних засобів, а також основних параметрів їх роботи.

Разову кількість кормової суміші визначають як частку від добової потреби:

$$G_{\text{раз}} = G_{\text{доб}} \cdot \xi / 100$$

де $\xi = 33,3\%$ (при триразовій годівлі).

Добова потреба кормів:

$$G_{\text{доб}} = 47 \cdot 500 = 23,5 \text{ т}$$

Разова выдача:

$$G_{\text{раз}} = 23,5 \cdot 0,333 \approx 7,8 \text{ т}$$

Отже, за одну роздачу необхідно подати близько 7,8 т кормової суміші.

Тривалість одного циклу роздавання. Час виконання одного циклу визначається як сума тривалостей окремих операцій:

$$t = t_z + t_n + t_p + t_x + t_i$$

де t_z – завантаження кормороздавача (0,24 год), t_n – транспортування завантаженого агрегату (0,02 год), t_p – роздавання корму (0,015 год), t_x – холостий хід (0,014 год), t_i – додаткові затрати часу (0,05 год).

Загальна тривалість циклу:

$$t = 0,24 + 0,02 + 0,015 + 0,014 + 0,05 = 0,339 \text{ год}$$

Визначення кількості рейсів. Вантажопідйомність кормороздавача:

$$B = 10 \cdot 360 = 3600 \text{ кг}$$

Кількість рейсів:

$$n = 7800 / 3600 \approx 2,2 \rightarrow \text{приймаємо 3 рейси}$$

Час роздавання при різній кількості машин. При використанні одного кормороздавача:

$$t_{\text{раз}} = 0,339 \cdot 3 = 1,14 \text{ год}$$

Це є недоцільним, оскільки призводить до простою кормоцеху та затримки годівлі.

При використанні двох кормороздавачів:

$$t_{\text{раз}} = (0,339 \cdot 3) / 2 \approx 0,37 \text{ год } (\approx 22 \text{ хв})$$

Результати розрахунків свідчать, що застосування двох мобільних кормороздавачів є оптимальним рішенням, оскільки забезпечує швидке (до 40 хв) та рівномірне роздавання кормів, зменшує стрес тварин і підвищує ефективність використання технічних засобів. Продуктивність одного кормороздавача при цьому становить близько 7,8 т/год, що відповідає технологічним вимогам сучасного тваринництва.

2.8 Висновки до розділу

У ході проектування технологічної лінії приготування та роздавання кормів для ферми на 500 голів ВРХ обґрунтовано застосування мобільних кормозмішувачів-роздавачів як найбільш ефективного рішення.

Встановлено, що добова потреба у кормосуміші становить 23,5 т, а разова – 7,8 т. Для її забезпечення необхідно виконувати 3 рейси, при цьому тривалість одного циклу складає 0,339 год. Використання двох кормороздавачів дозволяє скоротити час роздавання до 0,37 год, що відповідає зоотехнічним вимогам.

Річна потреба в кормах становить: силос – 3600 т, коренебульбоплоди – 1584 т, солома – 1152 т, концентрати – 288 т, меляса – 144 т. Для їх зберігання передбачено відповідні сховища (3 траншеї, 2 сховища тощо).

Продуктивність основних технологічних ліній знаходиться в межах 0,16–7,8 т/год, а площа кормоцеху становить 169 м².

Отже, запропонована технологія забезпечує скорочення витрат часу і ресурсів, підвищення якості кормів та ефективності виробництва молока.

3 ПРОЄКТУВАННЯ КОРМОРОЗДАВАЧА

3.1 Дослідження та аналіз існуючих конструкцій кормороздавачів

Виконуючи функції так званих «мобільних кормоцехів», фермські комбайни відзначаються значною різноманітністю конструкцій і технічних рішень. Вони представлені як у самохідному, так і у причіпному виконанні, можуть бути оснащені системами самозавантаження або працювати без них. За типом змішувально-подрібнювальних органів розрізняють машини з горизонтальними та вертикальними шнеками, які забезпечують обробку різних видів кормів, у тому числі рулонованих і тюкованих матеріалів.

Конструкція бункера залежить від типу робочих органів і може бути прямокутною з призматичним перерізом або конічною з розширенням у верхній частині. Усередині бункера встановлюється робочий орган у вигляді одного чи кількох шнеків або валів із лопатями, обладнаних ножами для подрібнення кормів. Вивантаження готової кормової суміші здійснюється через бічні люки за допомогою транспортерів, кут нахилу яких регулюється гідравлічними механізмами.

У самохідних моделях всі вузли розміщені на спеціальному шасі з двигуном внутрішнього згоряння, тоді як у причіпних агрегатах привід робочих органів здійснюється від вала відбору потужності трактора через редуктори або гідравлічні системи.

Раніше найбільш поширеними були машини з горизонтальними шнеками, однак у сучасних умовах спостерігається тенденція до зростання популярності агрегатів із вертикальними змішувальними органами. Вертикальні шнеки, як правило, мають конічну форму та встановлюються в круглих або овальних бункерах, обладнаних протиріжучими елементами.

Ножі на шнеках можуть мати різну форму – пряму, скошену або шаблеподібну.

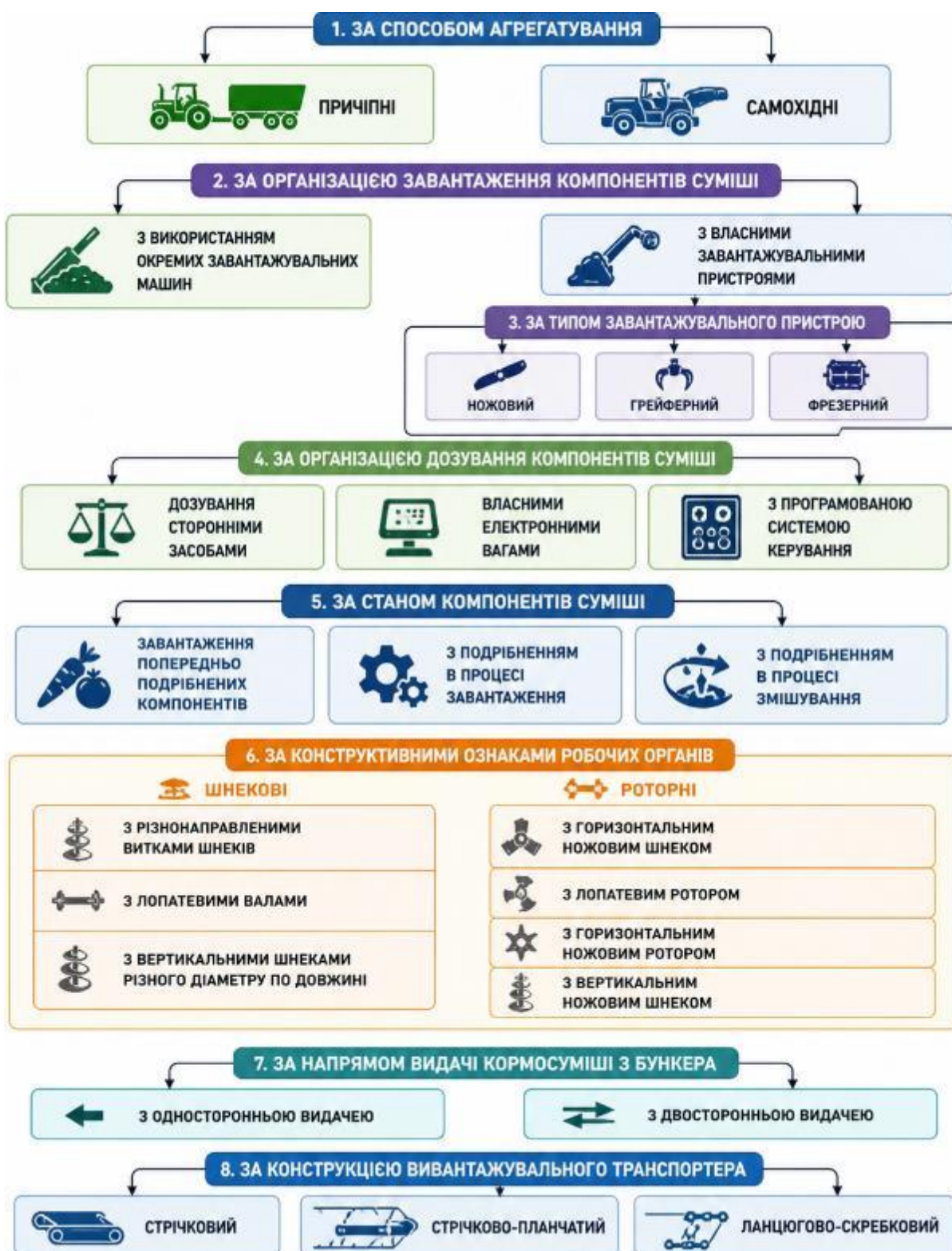


Рисунок 3.1 – Класифікація кормороздавачів-змішувачів

Дослідження показують, що вертикальні змішувачі забезпечують більш однорідну кормову суміш і відзначаються підвищеною надійністю в експлуатації. Вони ефективно працюють із рулонованими кормами та зручні в керуванні. Водночас горизонтальні системи краще виконують додаткове подрібнення волокнистих компонентів, що робить їх доцільними для роботи з недостатньо підготовленими кормами.



Рисунок 3.2 – Робочі органи кормороздавачів-змішувачів

Для підвищення якості роботи вертикальні шнеки додатково оснащують магнітами для вилучення металевих домішок, а також регульованими протиріжучими пластинами, що інтенсифікують процес подрібнення та змішування.

Важливою функціональною особливістю сучасних фермських комбайнів є можливість самозавантаження, що дозволяє відмовитися від використання додаткових навантажувальних машин і зменшити кількість обслуговуючого персоналу. Існує кілька способів реалізації цієї функції:

- за допомогою фрезерного барабана;
- із застосуванням грейферного навантажувача;
- шляхом використання вертикального ножа.

Фрезерний барабан забезпечує ефективне відбирання силосу та сінажу, але збільшує габарити машини та ускладнює конструкцію. Грейферний механізм є універсальнішим, проте потребує збільшення ширини агрегату. Система із вертикальним ножом використовується переважно у машинах невеликої місткості та вимагає спеціальної конструкції шасі.

Самохідні фермські комбайни, як правило, комплектуються фрезерними завантажувальними пристроями, які забезпечують зріз корму з мінімальним порушенням структури силосної маси. Це дозволяє уникнути вторинної ферментації та втрат поживних речовин, на відміну від традиційних ковшових навантажувачів.

Сучасні кормозмішувачі-роздавачі оснащуються електронними системами зважування та бортовими комп'ютерами. Такі системи дозволяють програмувати раціони для різних груп тварин, контролювати процес завантаження компонентів, а також точно дозувати корм при роздаванні. Це значно підвищує точність годівлі, знижує перевитрати кормів і покращує загальну ефективність технологічного процесу.

3.2 Обґрунтування необхідності модернізації кормороздавача КТУ-10А

На молочно-товарних фермах регіону широкого поширення набули мобільні кормороздавачі типу КТУ-10А. Даний агрегат, як правило, працює в складі з тракторами тягового класу 1,4 (МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6) і призначений для транспортування та роздавання кормових сумішей. Об'єм його кузова становить до 10 м³, що дозволяє перевозити близько 4 т корму. Машина характеризується достатньою маневреністю, простотою конструкції та відносною надійністю в експлуатації.

Разом з тим, практика використання кормороздавача КТУ-10А показує наявність суттєвих конструктивних недоліків, які негативно впливають на його експлуатаційні показники. Найбільш проблемним вузлом є стрічковий вивантажувальний транспортер. У процесі роботи кормова суміш потрапляє під стрічку та накопичується на приводному барабані, що призводить до її зміщення, сходження з роликів та інтенсивного тертя об бокові поверхні. У результаті цього спостерігається прискорене зношування стрічки та часті відмови вузла.

Крім того, існуюча конструкція стрічкового транспортера не забезпечує рівномірності подачі корму. При нерівномірному надходженні маси з поздовжніх транспортерів відбувається нерівномірне роздавання кормосуміші в годівниці, оскільки стрічка виконує лише функцію транспортування, не вирівнюючи потік матеріалу. Це призводить до порушення нормованого раціону годівлі та зниження ефективності використання кормів.

З огляду на зазначені недоліки виникає необхідність удосконалення конструкції кормороздавача з метою підвищення його технологічної ефективності, надійності та відповідності сучасним вимогам тваринництва. Перспективна конструкція повинна задовольняти комплекс зооінженерних та експлуатаційних вимог, зокрема:

- забезпечувати універсальність використання для різних видів кормів;
- мати високу продуктивність та стабільну роботу в різних умовах експлуатації;
- передбачати можливість регулювання подачі корму відповідно до норм годівлі;
- відзначатися компактністю та відповідністю габаритів існуючим тваринницьким приміщенням;
- забезпечувати зручність очищення, миття та дезінфекції робочих органів;
- характеризуватися високою надійністю та довговічністю вузлів;
- мати взаємозамінні елементи для спрощення ремонту;
- забезпечувати можливість впровадження автоматизованих систем керування;
- бути простою за конструкцією та зручною в обслуговуванні;
- мати стійкість робочих органів до агресивного середовища кормів;
- гарантувати якісне приготування і роздавання кормів без втрат їх поживної цінності;
- виконувати технологічні операції у встановлені зоотехнічні терміни;
- забезпечувати мінімальні енерговитрати при роботі.

Таким чином, модернізація кормороздавача КТУ-10А є актуальним напрямом підвищення ефективності механізованих процесів годівлі ВРХ та покращення техніко-економічних показників роботи ферми.

3.3 Конструкція та принцип дії удосконаленого кормороздавача

Удосконалений кормороздавач має модульну конструкцію та складається з несної рами, ходової частини з гальмівною системою, кузова, а також робочих і привідних механізмів. На дні кузова встановлено два

поздовжніх ланцюгово-планчастих транспортери, які забезпечують переміщення кормової маси до зони вивантаження. У передній частині машини розміщені два бітери (розпушувачі), що виконують функцію додаткового подрібнення і вирівнювання потоку корму.

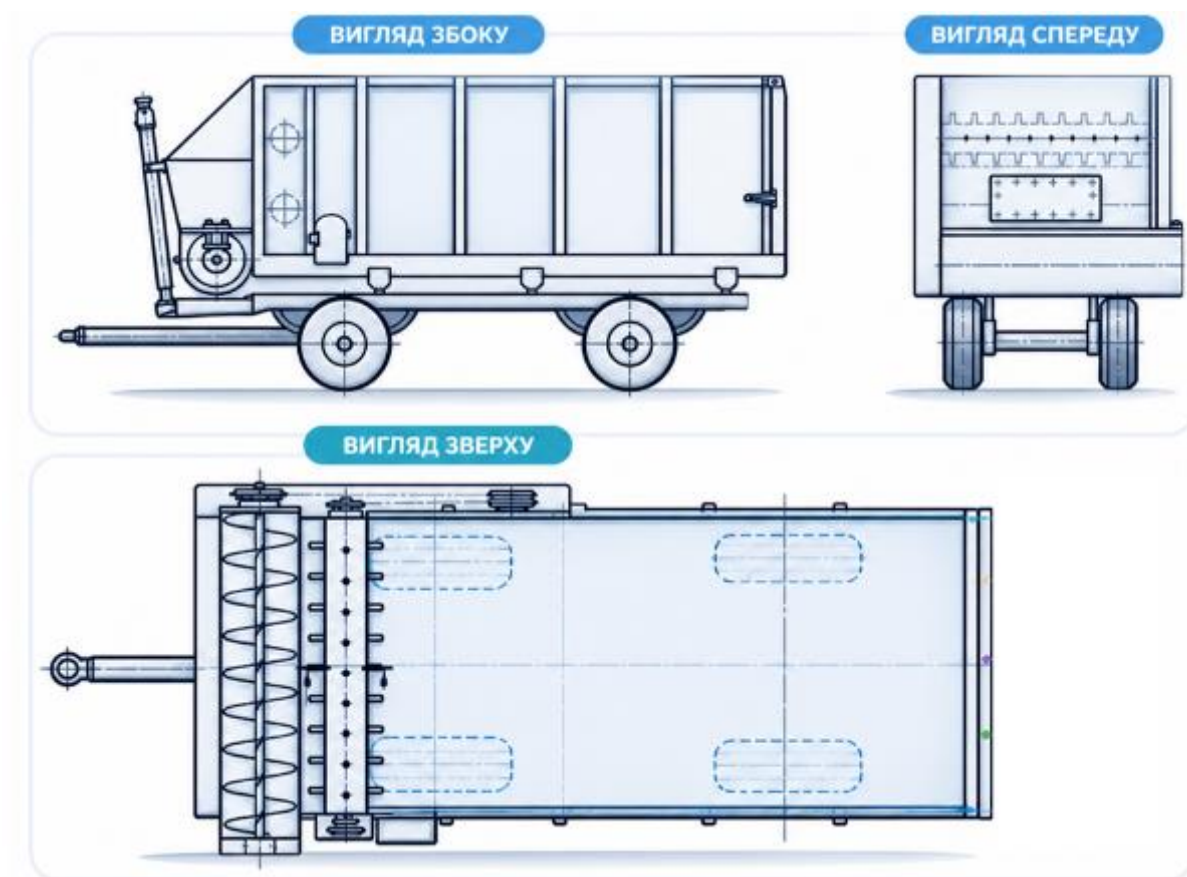


Рисунок 3.3 – Конструктивна схема удосконаленого кормороздавача

Важливим елементом модернізації є заміна традиційного поперечного стрічкового транспортера на шнековий робочий орган. Шнек змонтовано в кожусі та складається з гвинтового валу, підшипникових опор і привідної шестерні. Діаметр витків шнека становить 500 мм, що забезпечує достатню продуктивність і рівномірність подачі корму. Привід шнека здійснюється від вала бітерів через ланцюгову передачу, що дозволяє синхронізувати роботу основних робочих органів.

Привідний механізм кормороздавача включає карданний вал, редуктор, храповий механізм і систему ланцюгових передач. Передача

крутного моменту від трактора до робочих органів забезпечує узгоджену роботу всіх елементів машини (кінематична схема наведена в графічній частині проєкту).

Принцип роботи удосконаленого кормороздавача полягає в наступному. Кормова суміш, завантажена в кузов, за допомогою позовжніх транспортерів переміщується у передню частину агрегату. Тут вона розпушується та частково подрібнюється бітерами, після чого надходить у кожух шнека. Шнек, обертаючись, транспортує кормову масу в поперечному напрямку (справа наліво відносно напрямку руху машини) та забезпечує її рівномірне вивантаження у годівниці.

Регулювання норми видачі корму здійснюється шляхом зміни швидкості руху агрегату, а також частоти переміщення ланцюгово-планчастих транспортерів. Остання встановлюється за допомогою храпового механізму, аналогічно базовій конструкції КТУ-10А. Така система дозволяє адаптувати процес роздавання до зоотехнічних вимог і забезпечує більш рівномірний розподіл кормової суміші порівняно з традиційними схемами.

Запропонована конструкція підвищує надійність роботи машини, зменшує зношування вузлів та забезпечує стабільну якість роздавання кормів, що є важливим фактором ефективної годівлі тварин.

3.4 Розрахунок основних технологічних показників модернізованого кормороздавача

Технологічна та кінематична схеми модернізованого кормороздавача передбачають заміну поперечного стрічкового транспортера шнековим робочим органом. У зв'язку з цим продуктивність шнека повинна бути не меншою, а бажано більшою за продуктивність ланцюгово-планчастих транспортерів. Відомо, що базова машина типу КТУ-10А забезпечує подачу корму в межах 7,2...48 м³/год, тому для стабільної роботи на всіх

режимах удосконалений агрегат необхідно комплектувати шнеком із продуктивністю не нижче 48 м³/год.

З урахуванням заданої продуктивності та конструктивних параметрів визначаємо діаметр гвинта шнека за залежністю:

$$d = \sqrt[3]{\frac{P}{3.4\psi\pi n S}}$$

де P=48 м³/год – необхідна продуктивність; n=4 с⁻¹ – частота обертання шнека; $\psi=0,4$ – коефіцієнт заповнення міжвиткового простору; S=0,4 м – крок гвинтової навивки.

Після підстановки значень отримуємо розрахунковий діаметр близько d≈0,415 м. З урахуванням стандартного ряду приймаємо d=500 мм.

Отже, для забезпечення необхідної продуктивності модернізований кормороздавач доцільно оснащувати шнеком із такими параметрами: діаметр 500 мм, крок витків 400 мм та частота обертання 4 с⁻¹. За цих умов фактична продуктивність шнека становитиме близько 48 м³/год, що повністю відповідає технологічним і зоотехнічним вимогам та забезпечує ефективну і рівномірну роздачу кормової суміші.

3.5 Визначення кінематичних характеристик шнекового робочого органа

Для забезпечення необхідної продуктивності шнек повинен працювати з частотою обертання n=4,0 с⁻¹. Виходячи з цього, визначаємо передаточне число ланцюгової передачі за залежністю:

$$i = \frac{n_{\text{прив}}}{n_{\text{шн}}}$$

За прийнятих параметрів отримуємо i=1. Це означає, що для реалізації такої передачі доцільно застосувати ланцюгову передачу із зірочками однакового розміру та з однаковою кількістю зубців.

Приймаємо зірочки з числом зубців $z=10$ та кроком ланцюга $t=25,4$ мм. Діаметр ділильного кола зірочки визначаємо за формулою:

$$D_d = m \cdot z$$

де $m=12$ – модуль зачеплення, $z=10$ – кількість зубців.

У результаті отримуємо діаметр ділильного кола: $D_d=120$ мм.

Обрані параметри передачі забезпечують необхідну частоту обертання шнека, простоту конструкції та надійність роботи приводу.

3.6 Розрахунок енергетичних характеристик шнекового робочого органа

Потужність, необхідну для обертання шнекового робочого органа, визначаємо з урахуванням його продуктивності та фізико-механічних властивостей кормової суміші:

$$N = k \cdot c \cdot P \cdot \rho \cdot \omega_0 \cdot L$$

де $k=1,4$ – коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості шнека; $c=0,75$ – коефіцієнт, який враховує нахил шнека до горизонту; $P=0,013$ м³/с – продуктивність; $\rho=560$ кг/м³ – об'ємна маса кормової суміші; $\omega_0=1,2$ – коефіцієнт опору переміщенню; L – довжина шнека.

У результаті розрахунку отримуємо необхідну потужність на переміщення кормової маси близько $N \approx 2,25$ кВт.

Потужність приводу шнека з урахуванням перевантажень та втрат у передачах визначаємо за залежністю:

$$N_n = \frac{K_0 \cdot N}{\eta}$$

де $K_0=1,3$ – коефіцієнт перевантаження; $\eta=0,85$ – коефіцієнт корисної дії приводу.

Після підстановки значень отримуємо: $N_n \approx 3,4$ кВт.

Отже, для надійної роботи шнекового механізму в режимі максимальної продуктивності доцільно передбачити привід потужністю не

менше 3 кВт. Такий запас потужності забезпечує стабільність роботи обладнання, знижує ризик перевантажень і підвищує довговічність привідних елементів.

3.7 Розрахунок елементів конструкції на міцність і надійність

Вихідні дані для розрахунку: довжина шнека $L=2,2$ м; діаметр шнека $D=0,5$ м; діаметр вала $d_v=0,06$ м; об'ємна маса кормової суміші $\rho=560$ кг/м³. У даній конструкції шнек виконує функцію транспортуючого та вивантажувального органа, який подає корм безпосередньо в годівниці.

Максимальну масу кормової суміші, що може одночасно знаходитися в кожусі шнека, визначаємо за залежністю:

$$P = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_v^2) \cdot L \cdot \rho$$

Після підстановки значень отримуємо: $P \approx 2382$ кг.

Така маса корму може створювати несприятливі умови роботи (аж до заклинювання), що зумовлює появу максимального крутного моменту на валу шнека. Його визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n}$$

де $N=3440$ Вт – потужність приводу; $n=240$ об/хв – частота обертання.

У результаті: $M_{кр} \approx 136$ Н·м.

Даний крутний момент викликає виникнення осьової сили, яку визначаємо з урахуванням геометрії шнека та умов тертя:

$$P_0 = \frac{M_{кр}}{r} \cdot \tan(\alpha + \varphi)$$

Радіус прикладання сили: $r=0,25$ м.

Кут підйому гвинтової лінії: $\alpha \approx 18^\circ$.

Кут тертя: $\varphi \approx 33^\circ$.

Тоді осьова сила: $P_0 \approx 550$ Н.

Радіальну складову сили визначаємо за залежністю:

$$P_{\text{рад}} = \frac{M_{\text{кр}}}{r} \cdot \sin(\alpha + \varphi)$$

Вона створює додаткові навантаження на опори вала та підшипники.

Згинальний момент від дії осьової сили визначається як:

$$M_{\text{зг}} = P_0 \cdot r$$

Отримані значення навантажень дозволяють оцінити напружений стан вала шнека та перевірити його на міцність і надійність у найбільш навантажених режимах роботи. Такі розрахунки є необхідними для вибору матеріалу, діаметра вала та типу підшипникових опор з урахуванням довговічності та безпечної експлуатації обладнання.

3.8 Висновки до розділу

Виконано аналіз існуючих конструкцій кормороздавачів і обґрунтовано необхідність модернізації машини типу КТУ-10А з метою підвищення її надійності та якості роздавання кормів. Запропоновано конструктивне рішення із заміною стрічкового транспортера на шнековий робочий орган, що дозволяє забезпечити більш рівномірну подачу кормової суміші та зменшити втрати. У процесі проєктування визначено основні технологічні та кінематичні параметри шнека. Обґрунтовано вибір діаметра гвинта 500 мм, кроку витків 400 мм та частоти обертання 4 с^{-1} , що забезпечує продуктивність на рівні $48 \text{ м}^3/\text{год}$ і відповідає вимогам до роботи кормороздавача. Проведені кінематичні розрахунки підтвердили доцільність застосування ланцюгової передачі з передаточним числом 1. Енергетичні розрахунки показали, що необхідна потужність приводу шнека становить близько 3–3,5 кВт, що забезпечує стабільну роботу агрегату навіть у пікових режимах. Розрахунки на міцність дозволили визначити діючі навантаження на вал шнека: крутний момент близько 136 Н·м, осьову силу близько 550 Н, що підтверджує достатню міцність і працездатність конструкції при заданих параметрах.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Організація безпечних умов праці та мінімізація впливу на навколишнє середовище є невід'ємною складовою проєктування та експлуатації технологічних ліній приготування і роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби. Використання мобільного кормороздавача, зокрема удосконаленої конструкції зі шнековим робочим органом, вимагає комплексного врахування виробничих небезпек, санітарно-гігієнічних норм, а також екологічних аспектів функціонування ферми.

У процесі роздавання кормів основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є рухомі механізми машин, обертові робочі органи (шнеки, транспортери, бітери), підвищений рівень шуму та вібрації, запиленість повітря, можливість травмування персоналу при обслуговуванні обладнання, а також ризики, пов'язані з рухом тракторних агрегатів у виробничих приміщеннях. Особливу небезпеку становлять відкриті передачі, ланцюгові та карданні приводи, які можуть захоплювати одяг або частини тіла працівника.

З метою забезпечення безпечної експлуатації мобільного кормороздавача передбачено ряд конструктивних та організаційних заходів. Усі рухомі частини машини повинні бути обладнані захисними кожухами, які унеможливають випадковий контакт з ними. Карданні вали мають бути закриті телескопічними кожухами, а ланцюгові передачі – металевими огороженнями. Робочі органи шнека розміщуються у закритому кожусі, що одночасно виконує функцію транспортування та захисту.

Важливим елементом є забезпечення стійкості та керованості агрегату під час руху. Трактор і кормороздавач повинні відповідати вимогам щодо гальмівної системи, освітлення та сигналізації. У виробничих приміщеннях необхідно дотримуватись обмежень швидкості

руху (не більше 3–5 км/год), а також забезпечити достатню ширину проїздів і радіуси поворотів. Підлога в кормових проходах має бути рівною, неслизькою, з ухилом для відведення рідин.

Особлива увага приділяється організації робочого місця оператора. Кабіна трактора повинна бути обладнана системами вентиляції, шумоізоляції та захисту від пилу. Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати допустимих значень (80–85 дБ). При необхідності оператори повинні використовувати засоби індивідуального захисту — навушники або вкладиші.

Під час технічного обслуговування та ремонту кормороздавача необхідно суворо дотримуватись правил безпеки. Усі роботи виконуються тільки при зупиненому двигуні трактора та відключеному приводі. Забороняється очищення або регулювання робочих органів під час їх руху. Перед початком обслуговування необхідно переконатися у відсутності залишкової енергії в системах приводу.

З метою попередження травматизму персонал повинен проходити інструктажі з охорони праці: вступний, первинний на робочому місці, повторний та позаплановий. Працівники повинні бути забезпечені спецодягом, взуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до умов праці. Важливо також забезпечити належний санітарно-побутовий рівень: наявність місць для відпочинку, умивальників, душових та аптечок першої допомоги.

Щодо захисту навколишнього середовища, основними джерелами впливу є втрати кормів, пил, шум, викиди від двигунів внутрішнього згоряння та утворення відходів. Запропонована конструкція шнекового кормороздавача сприяє зменшенню втрат корму завдяки більш рівномірному та контрольованому вивантаженню. Це дозволяє знизити засмічення території ферми та втрати поживних речовин.

Зменшення запиленості досягається за рахунок використання закритих транспортуючих органів і оптимального ступеня подрібнення

кормів. Для додаткового зниження пилу можливе застосування зволоження кормових сумішей або використання рідких добавок (меляси).

Викиди шкідливих речовин від тракторів регулюються за рахунок технічного стану двигунів та використання якісного палива. Регулярне технічне обслуговування двигунів дозволяє зменшити рівень токсичних викидів (CO, NOx, сажа) та підвищити їх паливну економічність.

Організація поводження з відходами також має важливе значення. Залишки кормів, які не були згодовані, повинні своєчасно видалятися та утилізуватися або використовуватися повторно відповідно до ветеринарно-санітарних норм. Забороняється накопичення кормових відходів у виробничих приміщеннях, оскільки це сприяє розвитку мікрофлори та погіршенню санітарного стану.

Водні ресурси повинні використовуватись раціонально. При митті обладнання необхідно застосовувати замкнуті системи водопостачання або мінімізувати витрати води. Стічні води повинні очищуватися перед скиданням у навколишнє середовище.

Зменшення шумового навантаження досягається шляхом використання технічно справного обладнання, своєчасного змащування вузлів, застосування гумових прокладок та амортизаторів. При проєктуванні кормоцеху доцільно передбачати шумоізоляційні матеріали.

Таким чином, впровадження удосконаленого мобільного кормороздавача у поєднанні з дотриманням вимог охорони праці та екологічної безпеки забезпечує не лише підвищення ефективності виробництва, але й створення безпечних умов праці для персоналу та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Комплексний підхід до вирішення цих питань є запорукою сталого розвитку тваринницького підприємства.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Ефективність функціонування сучасних тваринницьких підприємств значною мірою залежить від рівня механізації процесів приготування та роздавання кормів. Витрати на годівлю великої рогатої худоби становлять понад 50 % собівартості виробництва молока, тому впровадження енергоощадних і високопродуктивних засобів механізації є важливим резервом зниження виробничих витрат. Одним із таких напрямів є удосконалення мобільних кормороздавачів, що дозволяє підвищити якість кормороздавання, зменшити втрати кормів та скоротити енерговитрати під час експлуатації техніки.

У даному проєкті розроблено удосконалений мобільний кормороздавач на базі машини КТУ-10А зі шнековим робочим органом. Запропонована конструкція забезпечує більш рівномірне перемішування та роздавання кормосумішей, покращує очищення робочої зони від залишків корму, а також знижує навантаження на приводні механізми. Це сприяє зменшенню витрат палива, скороченню часу обслуговування та підвищенню загальної ефективності технологічного процесу.

Техніко-економічну оцінку проведено шляхом порівняння базового кормороздавача та удосконаленого варіанта за основними показниками експлуатаційних витрат. Вихідними даними для розрахунків є ферма на 500 голів великої рогатої худоби, дворазове роздавання кормів протягом доби та річний фонд роботи машини 1460 годин. Вартість базового кормороздавача прийнято на рівні 1 400 000 грн, а вартість удосконаленого – 1 560 000 грн з урахуванням модернізації шнекового робочого органа, додаткових приводних елементів та підсиленних вузлів конструкції.

Під час розрахунків враховано сучасні ринкові ціни на дизельне паливо, мастильні матеріали, оплату праці операторів та вартість технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Середня вартість дизельного палива прийнята на рівні 62 грн/л. Норма витрати палива для базового

кормороздавача становить 8,5 л/год, тоді як для удосконаленого – 7,1 л/год завдяки зниженню опору переміщенню кормової маси та оптимізації роботи шнекового механізму.

Для базового кормороздавача річна витрата палива становить: $Q_6 = 8,5 \cdot 1460 = 12410$ л.

Для удосконаленого кормороздавача: $Q_y = 7,1 \cdot 1460 = 10366$ л.

Відповідно річні витрати на паливо складають:

– для базового кормороздавача: $C_6 = 12410 \cdot 62 = 769420$ грн;

– для удосконаленого: $C_y = 10366 \cdot 62 = 642692$ грн.

Отже, економія коштів лише за рахунок зниження витрат дизельного палива становить: $769420 - 642692 = 126728$ грн за рік.

Крім витрат на паливо, значну частину експлуатаційних витрат становлять витрати на оплату праці персоналу. Завдяки покращеній конструкції шнекового робочого органа та більш ефективному очищенню кормового каналу скорочується тривалість щоденного технічного обслуговування і очищення машини після роботи. Для базового кормороздавача трудомісткість обслуговування становить 2,1 люд.-год за зміну, тоді як для удосконаленого – 1,6 люд.-год.

При середній погодинній оплаті праці механізатора 165 грн/год річні витрати на оплату праці становлять:

– базовий кормороздавач: $2,1 \cdot 365 \cdot 165 = 126473$ грн;

– удосконалений: $1,6 \cdot 365 \cdot 165 = 96360$ грн.

Таким чином, річна економія витрат на оплату праці дорівнює: $126473 - 96360 = 30113$ грн.

Важливою складовою експлуатаційних витрат є амортизаційні відрахування. Для сільськогосподарської техніки норматив амортизації прийнято на рівні 10 % від балансової вартості машини.

Річні амортизаційні відрахування:

Для базового кормороздавача: $A_6 = 1400000 \cdot 10 / 100 = 140000$ грн.

Для удосконаленого: $A_y = 1560000 \cdot 10 / 100 = 156000$ грн.

Підвищення амортизаційних витрат пояснюється більшою вартістю модернізованої машини. Проте збільшення капіталовкладень компенсується зменшенням поточних експлуатаційних витрат.

Витрати на технічне обслуговування і ремонт приймають у межах 6–8 % від вартості машини. Для базового кормороздавача прийнято 8 %, а для удосконаленого – 6 %, оскільки вдосконалена конструкція характеризується меншим зношуванням робочих органів та зниженим навантаженням на привод.

Річні витрати на технічне обслуговування становлять:

– базовий кормороздавач: $1400000 \cdot 0,08 = 112000$ грн;

– удосконалений: $1560000 \cdot 0,06 = 93600$ грн.

Отже, річна економія на ремонтах та технічному обслуговуванні складає: $112000 - 93600 = 18400$ грн.

Загальні річні експлуатаційні витрати становлять:

– для базового кормороздавача: $769420 + 126473 + 140000 + 112000 = 1147893$ грн;

– для удосконаленого: $642692 + 96360 + 156000 + 93600 = 988652$ грн.

Сумарне річне зниження експлуатаційних витрат становить: $1147893 - 988652 = 159241$ грн.

Крім безпосередньої економії експлуатаційних витрат, удосконалений кормороздавач забезпечує більш якісне та рівномірне роздавання кормів, що позитивно впливає на споживання кормосуміші тваринами та зменшує її втрати. За рахунок цього очікується додаткове підвищення продуктивності тварин і зменшення перевитрат кормів. Поліпшення очищення робочих органів також знижує ризик псування залишків корму та покращує санітарний стан приміщень.

Річний економічний ефект від впровадження удосконаленого кормороздавача визначається як різниця між річною економією експлуатаційних витрат та додатковими капіталовкладеннями.

Додаткові капіталовкладення складають: $1560000 - 1400000 = 160000$ грн.

Строк окупності удосконаленого кормороздавача становить: $T = 160000 / 159241 = 1,0$ року.

Отриманий результат свідчить про високу економічну доцільність впровадження удосконаленого мобільного кормороздавача у виробничих умовах молочних ферм. Незважаючи на дещо більшу початкову вартість машини, її використання забезпечує суттєве зниження витрат на паливо, технічне обслуговування та оплату праці. Крім того, підвищується якість технологічного процесу роздавання кормів, покращується рівномірність подачі кормосуміші та зменшуються втрати кормів. Усе це забезпечує швидку окупність модернізованої машини та підвищення загальної ефективності функціонування ферми великої рогатої худоби.

Таблиця 5.1 – Порівняльна техніко-економічна характеристика кормороздавачів

Показник	Базовий кормороздавач	Удосконалений кормороздавач
Вартість машини, грн	1 400 000	1 560 000
Річний фонд роботи, год	1460	1460
Витрата палива, л/год	8,5	7,1
Річна витрата палива, л	12 410	10 366
Витрати на паливо, грн	769 420	642 692
Трудовісткість обслуговування, люд.-год/зміну	2,1	1,6
Витрати на оплату праці, грн	126 473	96 360
Амортизаційні відрахування, грн	140 000	156 000
Витрати на ТО і ремонт, грн	112 000	93 600
Загальні експлуатаційні витрати, грн	1 147 893	988 652
Річна економія коштів, грн	—	159 241
Додаткові капіталовкладення, грн	—	160 000
Строк окупності, років	—	1,0

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз розвитку молочного скотарства в Україні показав, що галузь перебуває у складному та нестабільному стані, що зумовлено як внутрішніми структурними проблемами, так і впливом зовнішніх чинників, зокрема воєнних дій. Відбулося суттєве скорочення поголів'я корів і загального виробництва молока, однак при цьому спостерігається позитивна тенденція до зростання продуктивності тварин та покращення якості молочної сировини. Встановлено, що ключовими напрямками підвищення ефективності галузі є укрупнення виробництва, впровадження сучасних технологій утримання та годівлі, а також удосконалення технічного забезпечення процесів приготування і роздавання кормів. Перспективний розвиток молочного скотарства пов'язаний із модернізацією виробництва, підвищенням рівня механізації та державною підтримкою, що дозволить забезпечити стабільне функціонування галузі та підвищити її конкурентоспроможність.

2. У ході проєктування технологічної лінії приготування та роздавання кормів для ферми на 500 голів ВРХ обґрунтовано застосування мобільних кормозмішувачів-роздавачів як найбільш ефективного рішення. Встановлено, що добова потреба у кормосуміші становить 23,5 т, а разова – 7,8 т. Для її забезпечення необхідно виконувати 3 рейси, при цьому тривалість одного циклу складає 0,339 год. Використання двох кормороздавачів дозволяє скоротити час роздавання до 0,37 год, що відповідає зоотехнічним вимогам. Річна потреба в кормах становить: силос – 3600 т, коренебульбоплоди – 1584 т, солома – 1152 т, концентрати – 288 т, меляса – 144 т. Для їх зберігання передбачено відповідні сховища (3 траншеї, 2 сховища тощо). Продуктивність основних технологічних ліній знаходиться в межах 0,16–7,8 т/год, а площа кормоцеху становить 169 м².

3. Виконано аналіз існуючих конструкцій кормороздавачів і обґрунтовано необхідність модернізації машини типу КТУ-10А з метою

підвищення її надійності та якості роздавання кормів. Запропоновано конструктивне рішення із заміною стрічкового транспортера на шнековий робочий орган, що дозволяє забезпечити більш рівномірну подачу кормової суміші та зменшити втрати. У процесі проектування визначено основні технологічні та кінематичні параметри шнека. Обґрунтовано вибір діаметра гвинта 500 мм, кроку витків 400 мм та частоти обертання 4 с^{-1} , що забезпечує продуктивність на рівні $48 \text{ м}^3/\text{год}$ і відповідає вимогам до роботи кормороздавача. Проведені кінематичні розрахунки підтвердили доцільність застосування ланцюгової передачі з передаточним числом 1. Енергетичні розрахунки показали, що необхідна потужність приводу шнека становить близько 3–3,5 кВт, що забезпечує стабільну роботу агрегату навіть у пікових режимах. Розрахунки на міцність дозволили визначити діючі навантаження на вал шнека: крутний момент близько $136 \text{ Н}\cdot\text{м}$, осьову силу близько 550 Н, що підтверджує достатню міцність і працездатність конструкції при заданих параметрах.

4. Впровадження удосконаленого мобільного кормороздавача у поєднанні з дотриманням вимог охорони праці та екологічної безпеки забезпечує не лише підвищення ефективності виробництва, але й створення безпечних умов праці для персоналу та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Комплексний підхід до вирішення цих питань є запорукою сталого розвитку тваринницького підприємства.

5. Проведені розрахунки показали, що впровадження удосконаленого мобільного кормороздавача є економічно доцільним. Завдяки зменшенню трудомісткості обслуговування та витрат на технічне обслуговування річна економія додатково становить 48 513 грн. Загальні експлуатаційні витрати знижуються з 1 147 893 до 988 652 грн, а річний економічний ефект складає 159 241 грн. Строк окупності удосконаленого кормороздавача становить близько 1 року, що підтверджує ефективність і доцільність його впровадження у виробничих умовах.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гладій М. Р., Просович О. П. Сучасний стан та перспективи розвитку молочної галузі України // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2022. № 2 (10). С. 20–31.
2. Мудрак Р. П., Цимбалюк Ю. А., Корман І. І. Маркетинговий аналіз національного ринку молока та молочної продукції // Актуальні проблеми економіки. 2016. № 8. С. 69–84.
3. Бєлінська Н. С., Лєсько О. Й. Економічна ефективність діяльності молокопереробних підприємств в період ринкових трансформацій в Україні (1991–2007 роки): монографія. Вінниця: ВНТУ, 2012. 280 с.
4. Мошковська О. А. Аналіз сучасного стану молокопродуктового підкомплексу України, проблем його розвитку та шляхів їх вирішення // Агросвіт. 2019. № 18. С. 16–23.
5. Svynous I., Mykytyuk D., Semysal A. Economic aspects of efficient milk production in Ukraine // Ekonomika ta upravlinnja APK. 2020. № 2. Р. 83–94. DOI: 10.33245/2310-9262-2020-159-2-83-94.
6. Цвігун А., Семисал А. Організаційно-економічні засади реалізації молока переробним підприємствам в умовах воєнного стану // Економічний аналіз. 2023. Т. 33. № 4. С. 74–81.
7. Тварини гинуть не лише через активні бойові дії – в Україні уже втрачено понад 50 тис. корів // GreenPost.media: веб-сайт. URL: <https://greenpost.ua/news/tvaryny-gynut-ne-lyshe-cherez-aktyvni-bojovi-diyi-v-ukrayini-uzhe-vtracheno-ponad-50-tys-koriv-i46106>
8. Державна служба статистики України: офіційний веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
9. Тулуш Л. Молочна галузь за воєнного стану // Infagro: веб-сайт. URL: <https://infagro.com.ua/ua/2023/10/25/leonid-tulush-zaviduvach-viddilunnts-iae-molochna-galuz-za-voyennogo-stanu>

10. Руткевич Т. І. Економічна ефективність виробництва молока // Ефективна економіка. 2015. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4658>
11. Де в Європі найпродуктивніші корови // MilkUA.info: веб-сайт. URL: <http://milkua.info/uk/post/de-v-evropi-najproduktivnisi-korovi>
12. Корова у дворі, то і харч на столі. Як виживає молочна галузь України під час війни // Latifundist.com: веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/cards/82-korova-u-dvori-to-i-harch-na-stoli-yak-vizhivaye-molochna-galuz-ukrayini-pid-chas-vijni>
13. Ібатуллін М. І., Артимонова І. В., Свиноус Н. І., Сіра Ю. В. Економічні аспекти функціонування ринку молока та молокопродуктів в умовах воєнного стану // Інноваційна економіка. 2022. № 2–3. С. 5–10. DOI: 10.37332/2309-1533.2022.2-3.115.
14. Молочний експорт – потужна підтримка молочної галузі // Агробізнес України: веб-сайт. URL: <https://agrobusiness.com.ua/molochnyi-eksport>
15. Augère-Granier M.-L. The EU dairy sector: main features, challenges and prospects. 2018. URL: <https://www.europarl.europa.eu/>
16. Карпенко В. Л. Аналіз стану розвитку молокопереробної галузі України // Вісник Хмельницького національного університету. 2020. № 5. С. 90–101.
17. Tulush L., Hryshchenko O., Strikhovskyi D. Trends in the development of dairy farming and its state financial support in Ukraine // Ekonomika APK. 2023. Vol. 30 (5). P. 33–45.
18. Постельга С., Калітинський Ю. Дослідження технології приготування і роздавання кормосумішей на фермах ВРХ // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства. 2006. № 9. С. 77–84.

19. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми): ВНТП-АПК-01.05. Київ: Мінагрополітики України, 2005. 88 с.
20. Бойко А., Новицький А., Голосов А. Засоби для приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ та оцінка їх надійності // Техніко-технологічні аспекти розвитку аграрної техніки. 2009. № 13. С. 310–315.
21. Романюха І. О., Дудін В. Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. 418 с.
22. Ревенко І. І. та ін. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. Київ: Урожай, 1999. 201 с.
23. Технологічні карти з виробництва продукції тваринництва та птахівництва / за ред. Д. І. Мазуренка. Харків: ХНТУСГ, 2005. 245 с.

Додатки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою мобільного кормороздавача

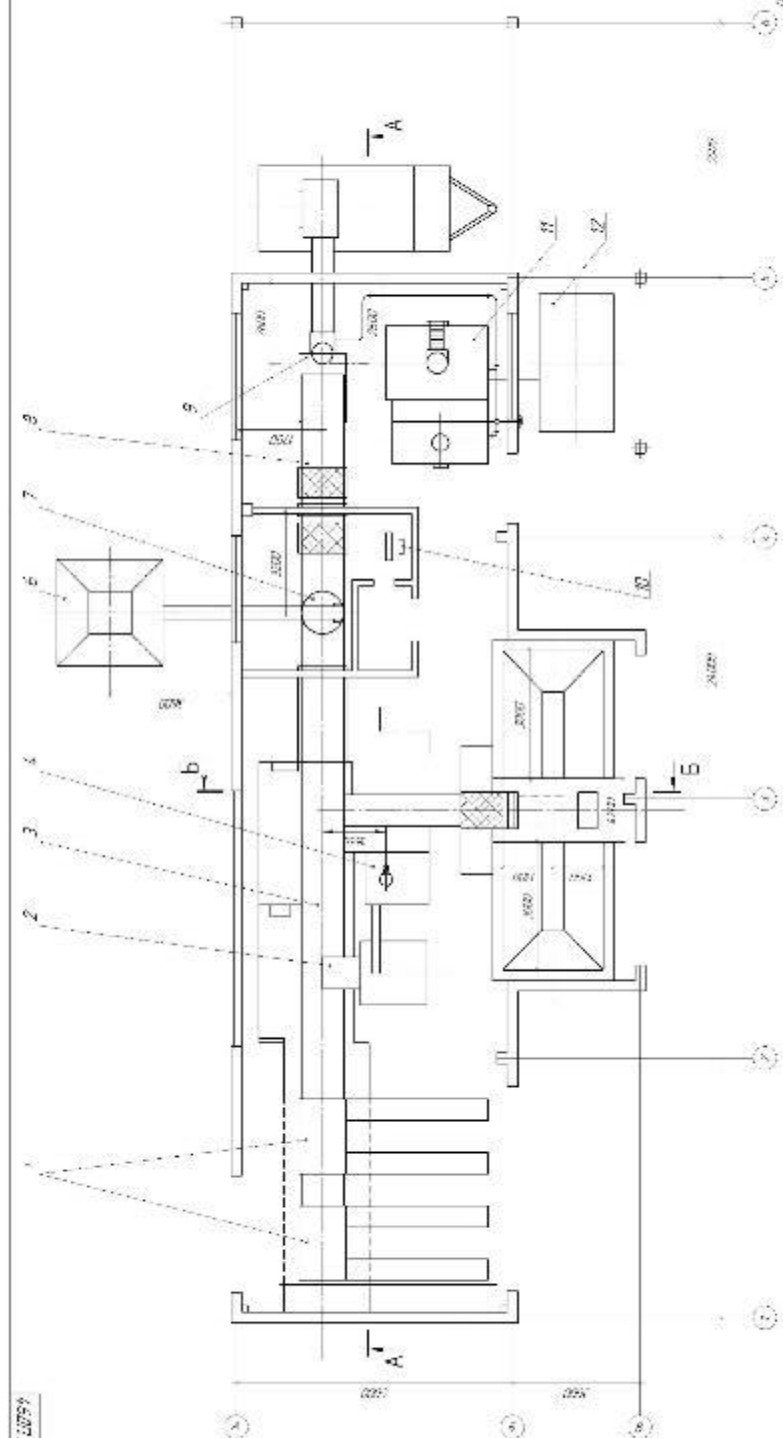
Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-4-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Юськів Ігор Анатолійович

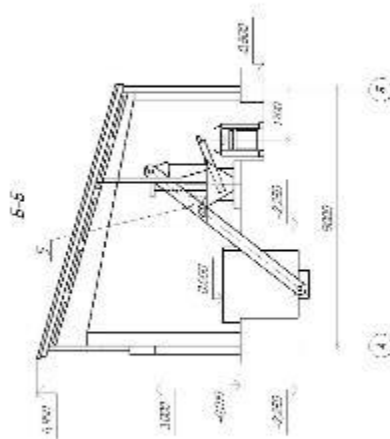
Керівник: доктор філософії
Лупко Кристина Олегівна

Дніпро, 2026

сд/03070307/88.0079-9



№	Наименование	Материал	Количество	Единица измерения
1	Пол	Линолеум	2	м ²
2	Пол	Паркет	1	м ²
3	Пол	Паркет	1	м ²
4	Пол	Паркет	1	м ²
5	Пол	Паркет	1	м ²
6	Пол	Паркет	1	м ²
7	Пол	Паркет	1	м ²
8	Пол	Паркет	1	м ²
9	Пол	Паркет	1	м ²
10	Пол	Паркет	1	м ²

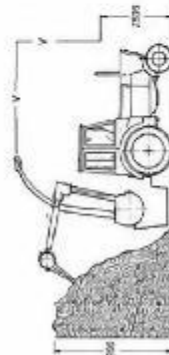


Примечание: 1. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 2. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 3. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 4. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 5. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 6. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 7. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 8. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 9. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету. 10. В проекте не указаны материалы, не входящие в смету.

Итого	10	м ²	10	м ²
Итого	10	м ²	10	м ²
Итого	10	м ²	10	м ²
Итого	10	м ²	10	м ²

6027-330-0000

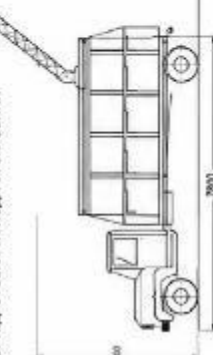
1. ПРИЙОМ ТА ДОСТАВКА СИРОВИНИ



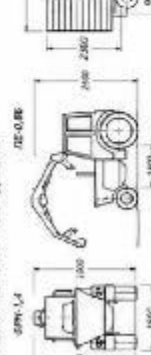
2. ПЕРЕБАТОВАЖЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ



3. ПІДГОТОВКА ТА ПОДАЧА СИГНАЛИНИ



4. ПОДАЧА У ПРЕС ТА ГРАНУЛЮВАННЯ

KOBLENZ UNIVERSITÄT - ONE-STOP-UNIVERSITY

2	good structural preservation
8 (central)	1st half of 19th century
100 (central)	1st half of 19th century
16 (S)	19th century
5 (S)	19th century

BIBLIOTHECA D'ORIENTALISMO ITALIANA

Φ_{max}	Материал	Идентификатор	K_{D}	Φ_{max}
0.01-0.1	Спиртос/полиэтиленовый материал	1	-	-
0.1-1	МТ-12.5	2	-	-
1-1.65	МТ-1.65	3	-	-
1.65-4	МТ-4	4	-	-

[illegible]

9	AC2-24	Linearly expanded composite	1	1
10	AC2-25	Linearly expanded material	1	1
11	18-2	Total density capacity	2	1
12	18-3	Thermal capacity	2	1
13	20-5	Dynamic stress-strain relationship	1	1

[illegible]

	the world
--	-----------

**Узагальнена таблиця техніко-економічної ефективності
мобільного кормороздавача**

Показник	Базовий кормороздавач	Удосконалений кормороздавач
Вартість машини, грн	1 400 000	1 560 000
Річний фонд роботи, год	1460	1460
Витрата палива, л/год	8,5	7,1
Річна витрата палива, л	12 410	10 366
Витрати на паливо, грн	769 420	642 692
Трудомісткість обслуговування, люд.-год/змін	2,1	1,6
Витрати на оплату праці, грн	126 473	96 360
Амортизаційні відрахування, грн	140 000	156 000
Витрати на ТО і ремонт, грн	112 000	93 600
Загальні експлуатаційні витрати, грн	1 147 893	988 652
Річна економія коштів, грн	—	159 241
Додаткові капіталовкладення, грн	—	160 000
Строк окупності, років	—	1,0

№ документа	46.07.04.000.000.00
Дата	2014.09
Відомство	Департамент агропродовольства
Підприємство	ДП «Держспецтранс»
Відділ	Відділ техніко-економічних досліджень
Спеціаліст	Спеціаліст 1-го класу
Підпис	Підпис
Печатка	Печатка