

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

**Удосконалення процесу роздавання кормів на молочно-товарній
фермі з модернізацією кормороздавача**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-1-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Жидко Сергій Петрович

Керівник: _____ Трипутень Микола Мусійович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Рівень вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інжинірингу технічних систем
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)
Дудін В.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«07» травня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Жидко Сергій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі з модернізацією кормороздавача

керівник проєкту Трипутень Микола Мусійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«07» травня 2026 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для роздавання кормів на фермах ВРХ. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз стану питання. 2. Модернізація процесу роздавання кормів. 3. Удосконалення мобільного кормороздавача. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Технологічна схема. 3. Кормороздавач. 4. Шнек. 5. Кришка підшипника. 6. Кришка підшипника. 7. Втулка. 8. Вісь. 9. Зірочка. 10. Виток. 11. Охорона праці. 12. Економічні показники

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Трипутень М.М., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 07.05.2026р._____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2026 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2026 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2026 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2026 р.	
5	Економічний	до 22.05.2026р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2026 р.	

Здобувач

(підпис)

Жидко С.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Трипутень М.М.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Жидко С.П. Удосконалення процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі з модернізацією кормороздавача / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Дипломний проєкт присвячено підвищенню ефективності процесу роздавання кормів на фермі великої рогатої худоби шляхом удосконалення мобільного кормороздавача. У роботі розглянуто сучасні технології годівлі ВРХ, проаналізовано типи кормороздавачів та обґрунтовано доцільність модернізації наявної машини для забезпечення дозованого подавання і часткового змішування кормових компонентів.

Запропоновано конструкційно-технологічне удосконалення мобільного кормороздавача, яке передбачає поділ бункера повздовжніми перемичками на окремі відсіки, використання ланцюгово-планчастого транспортера на дні бункера, встановлення бункера концентрованих кормів, дозувального пристрою, блока бітерів і розвантажувально-змішувального шнека. Таке рішення дозволяє підвищити функціональність кормороздавача та забезпечити формування кормової суміші безпосередньо під час роздавання.

У проєкті виконано технологічні, конструкційні, кінематичні та енергетичні розрахунки основних параметрів удосконалення. Розглянуто вимоги охорони праці під час експлуатації кормороздавача та розроблено інструкцію для оператора. Економічна оцінка показала доцільність впровадження запропонованого рішення, оскільки модернізація дозволяє зменшити витрати праці, пального та втрати кормів, а також має короткий термін окупності.

Ключові слова: велика рогата худоба, годівля, кормороздавач, мобільний кормороздавач, кормова суміш, дозування, змішування, роздавання кормів, модернізація, економічна ефективність.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Аналіз стану питання	9
1.1 Огляд технологій годівлі ВРХ	9
1.2 Типи кормороздавачів на фермах ВРХ	12
1.3 Мобільні кормороздавачі	14
1.4 Висновки	18
2 Модернізація процесу роздавання кормів	20
2.1 Обґрунтування важливості питання	20
2.2 Вихідні дані	21
2.3 Розробка технологічної схеми процесу	22
2.4 Розрахунок необхідної кількості кормів	24
2.5 Визначення типу та кількості машин і обладнання	25
2.5.1 Підготовка компонентів суміші	25
2.5.2 Приготування та роздавання суміші	26
2.6 Висновки	29
3 Удосконалення мобільного кормороздавача	30
3.1 Існуючі конструкційно-технологічні рішення	30
3.2 Розробка конструкційно-технологічної схеми удосконалення	31
3.3 Визначення технологічних параметрів удосконалення	33
3.4 Визначення кінематичних параметрів	36
3.5 Визначення конструкційних параметрів	39
3.6 Визначення енергоємності роботи роздавача	42
3.7 Робота удосконаленого кормороздавача	44
3.8 Висновки	45
4 Охорона праці	47
4.1 Загальні вимоги охорони праці при роздаванні кормів ВРХ	47

4.2	Інструкція з охорони праці для оператора кормороздавача	49
4.3	Висновки	51
5	Економічна оцінка	52
5.1	Вихідні дані	52
5.2	Результати економічної оцінки	53
5.3	Висновки	55
	ВИСНОВКИ	57
	БІБЛІОГРАФІЯ	59
	ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Ефективність виробництва продукції скотарства значною мірою залежить від якості організації годівлі тварин. Саме корми формують основну частину виробничих витрат на молочнотоварних фермах, тому їх раціональне використання, своєчасне роздавання та рівномірне забезпечення тварин поживними речовинами мають важливе технологічне й економічне значення.

На сучасних фермах ВРХ усе більшого поширення набуває годівля повнораціонними кормовими сумішами. Така технологія дозволяє зменшити вибіркове поїдання окремих компонентів, підвищити стабільність раціону та покращити продуктивність тварин. Однак широке впровадження спеціалізованих змішувачів-кормороздавачів часто обмежується їх високою вартістю. Особливо це актуально для господарств середнього розміру, які використовують наявні мобільні кормороздавачі, але потребують підвищення їх функціональності.

Одним із можливих напрямів вирішення цієї проблеми є удосконалення існуючих мобільних кормороздавачів шляхом надання їм додаткових функцій дозування, часткового змішування та рівномірного роздавання кормових компонентів. Таке технічне рішення дозволяє без придбання дорогого нового обладнання покращити технологічний процес годівлі, зменшити витрати праці, скоротити втрати кормів і підвищити ефективність використання техніки.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності процесу роздавання кормів ВРХ шляхом удосконалення конструкції мобільного кормороздавача.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання: проаналізувати існуючі технології годівлі ВРХ та типи кормороздавачів; обґрунтувати технологічну схему процесу роздавання кормів; розробити конструкційно-технологічне удосконалення мобільного кормороздавача; визначити основні технологічні, кінематичні, конструкційні та енергетичні параметри розробки; розглянути питання охорони праці під час експлуатації кормороздавача; виконати економічну оцінку запропонованого удосконалення.

1 Аналіз стану питання

1.1 Огляд технологій годівлі ВРХ

Годівля великої рогатої худоби є одним із головних технологічних процесів на тваринницькій фермі, оскільки від її організації залежать продуктивність тварин, витрати кормів, якість молока або прирости живої маси, а також загальна економічна ефективність виробництва. У структурі собівартості продукції скотарства корми та операції, пов'язані з їх підготовкою і роздаванням, займають значну частку, тому правильний вибір технології годівлі має важливе виробниче значення.

Технологія годівлі ВРХ охоплює комплекс операцій із заготівлі, зберігання, підготовки, дозування, змішування, транспортування і роздавання кормів тваринам. На практиці застосовують різні системи годівлі, які відрізняються способом подачі кормів, рівнем механізації, складом кормових сумішей, режимом роздавання та організацією доступу тварин до кормового фронту.

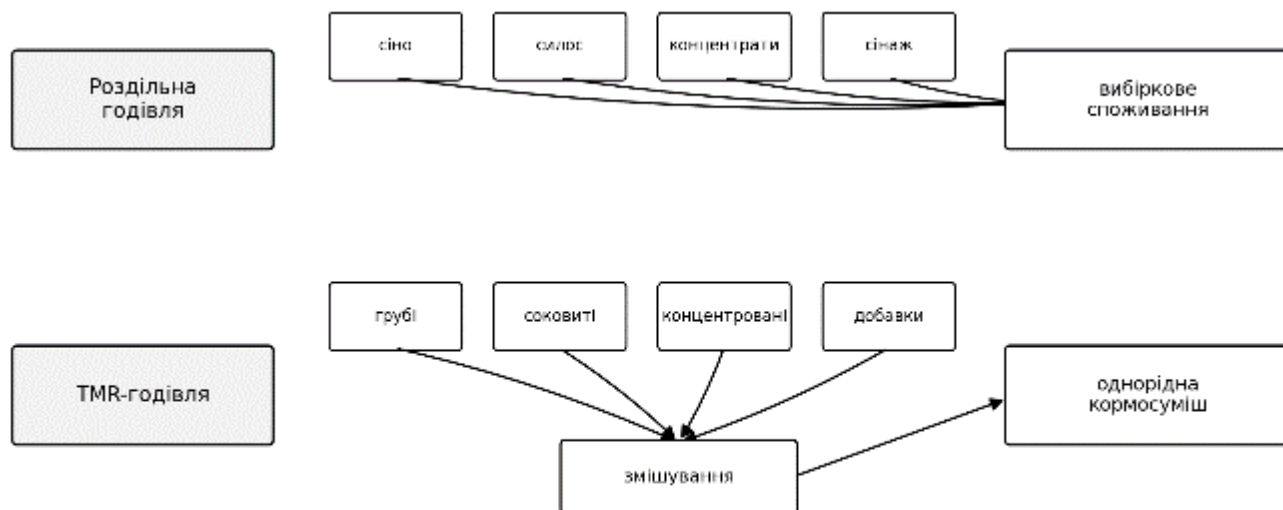


Рисунок 1.1 – Порівняння роздільної годівлі та годівлі повнораціонною кормосумішню

Однією з традиційних технологій є роздільне згодовування кормів, за якого грубі, соковиті та концентровані корми роздаються окремо. У цьому випадку сіно, сінаж, силос, коренеплоди та концентрати надходять у годівниці послідовно або в різний час доби. Перевагою такої системи є простота організації та можливість використання відносно нескладних технічних засобів. Однак вона не завжди забезпечує рівномірне споживання поживних речовин, оскільки тварини можуть вибірково поїдати окремі компоненти раціону.

Більш прогресивною є технологія годівлі повнораціонними кормовими сумішами, або TMR-технологія. Її сутність полягає в тому, що всі компоненти раціону попередньо дозуються, за потреби подрібнюються, змішуються до однорідного стану і роздаються тваринам у вигляді єдиної кормової суміші. Такий підхід зменшує можливість вибіркового поїдання, забезпечує стабільне надходження енергії, протеїну, клітковини, мінеральних речовин і вітамінів та сприяє кращій роботі травної системи тварин.

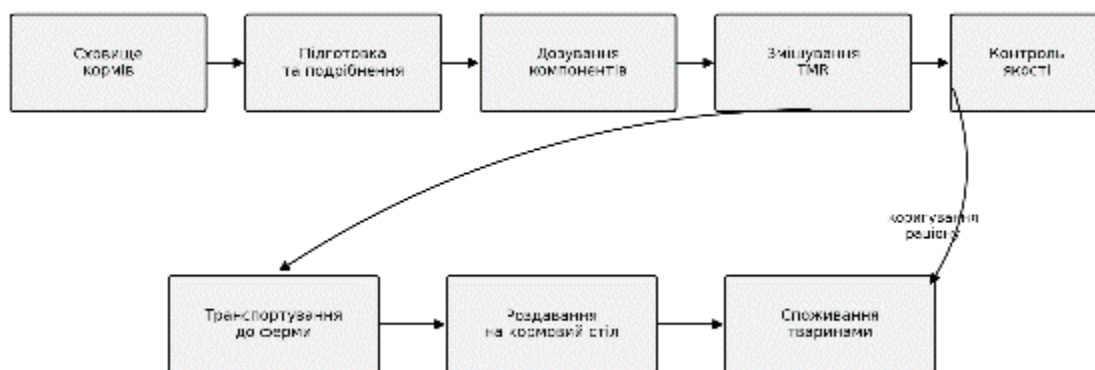


Рисунок 1.2 – Загальна технологічна схема годівлі ВРХ повнораціонною кормосумішшю

Для молочного скотарства використання повнораціонних кормосумішей є особливо доцільним, оскільки продуктивність корів значною мірою залежить від стабільності годівлі. За умови правильного складання раціону тварина з кожною порцією отримує збалансовану кількість поживних речовин, що позитивно впливає на надої, якість молока, стан рубця та загальний фізіологічний стан поголів'я.

На фермах ВРХ застосовують групову та індивідуальну годівлю. Групова годівля передбачає формування технологічних груп за віком, живою масою, продуктивністю, фізіологічним станом або періодом лактації. Для кожної групи складається окремий раціон, який роздається відповідно до її потреб. Індивідуальна годівля є точнішою, але потребує електронної ідентифікації тварин, автоматизованих станцій видачі концентрованих кормів і складнішої системи керування.

Залежно від типу утримання худоби технології годівлі також мають певні особливості. При прив'язному утриманні корми роздаються вздовж годівниць, розташованих перед кожним стійлом, тому важливо забезпечити рівномірність подачі по довжині ряду. При безприв'язному утриманні тварини мають вільний доступ до кормового столу, а роздавання виконується вздовж фронту годівлі, що добре узгоджується з роботою мобільних кормороздавачів-змішувачів.

Ефективність технології годівлі визначається не лише складом раціону, а й якістю виконання механізованих операцій. Основними вимогами є точність дозування компонентів, рівномірність змішування, мінімальні втрати під час транспортування і роздавання, збереження структури кормової маси, своєчасність виконання операцій та зручність обслуговування обладнання. Порушення цих вимог призводить до перевитрати кормів, зниження продуктивності тварин і збільшення собівартості продукції.

Отже, сучасна технологія годівлі ВРХ повинна забезпечувати біологічну повноцінність раціону та високу технологічність його приготування і роздавання. Найбільш перспективним напрямом є використання повнораціонних кормосумішей із застосуванням мобільних змішувачів-кормороздавачів, які дозволяють об'єднати декілька операцій в одному технологічному циклі.

1.2 Типи кормороздавачів на фермах ВРХ

Кормороздавачі є основними технічними засобами, які забезпечують доставку кормів від місць зберігання або підготовки до тварин і їх рівномірне розміщення у годівницях або на кормовому столі. Від правильного вибору типу кормороздавача залежать продуктивність лінії годівлі, якість роздавання, витрати праці, енергоємність процесу та зручність експлуатації ферми.

За способом переміщення кормороздавачі поділяють на стаціонарні, пересувні та мобільні. Стаціонарні кормороздавачі встановлюються безпосередньо у тваринницькому приміщенні або вздовж лінії годівлі. Вони можуть бути виконані у вигляді стрічкових, скребкових, шнекових або ланцюгово-планчастих транспортерів. Такі системи забезпечують роздавання корму вздовж годівниць без переміщення самої машини.

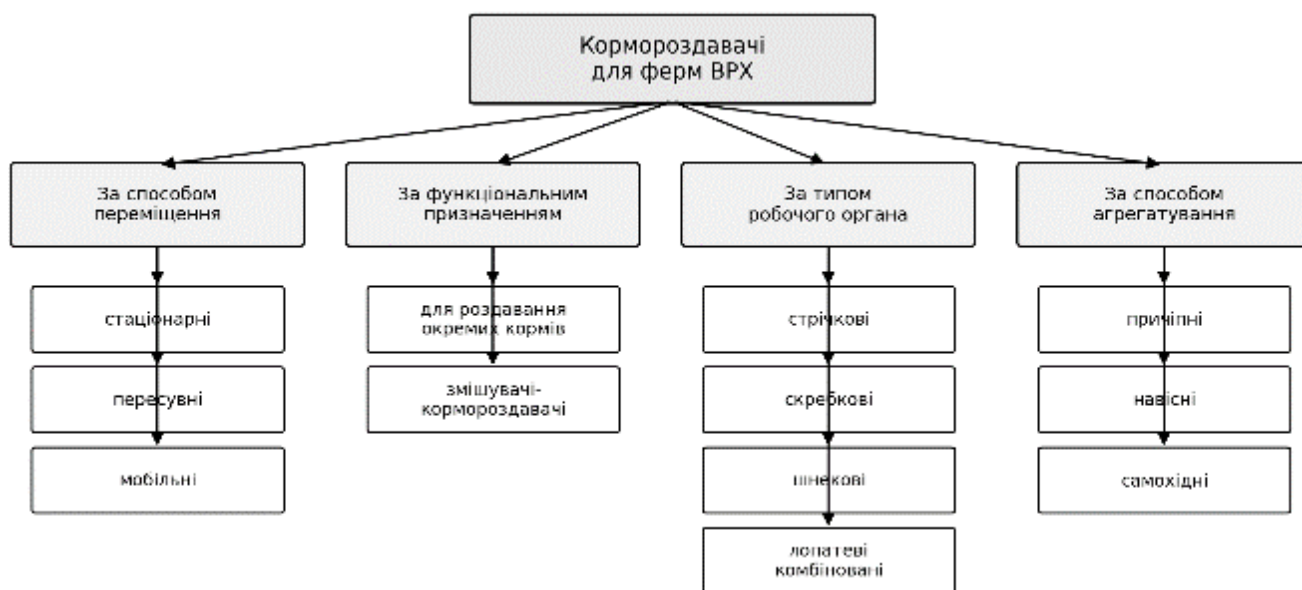


Рисунок 1.3 – Класифікація кормороздавачів, що застосовуються на фермах ВРХ

Перевагою стаціонарних кормороздавачів є можливість автоматизації процесу, зниження потреби у транспортних операціях усередині приміщення та рівномірне подавання корму по довжині фронту годівлі. Водночас такі установки

мають обмежену універсальність, потребують монтажу в конкретному приміщенні та не завжди можуть бути ефективно використані під час реконструкції старих ферм.

Пересувні кормороздавачі зазвичай переміщуються всередині приміщення по рейках або напрямних. Вони можуть обслуговувати окремі ряди тварин або кормові проходи. Такі машини мають вищу гнучкість порівняно зі стаціонарними системами, однак їх застосування обмежується конструкцією тваринницького приміщення. Необхідність улаштування напрямних або рейкових шляхів ускладнює впровадження таких систем на фермах зі змінною технологічною схемою.

Мобільні кормороздавачі є найбільш універсальними технічними засобами для роздавання кормів на фермах ВРХ. Вони переміщуються за допомогою трактора або мають власний привід. Такі машини можуть використовуватися як у приміщеннях, так і на вигульно-кормових майданчиках. Мобільні кормороздавачі особливо ефективні на фермах, де кормові сховища, силосні траншеї, склади концентратів і тваринницькі приміщення розташовані на певній відстані одне від одного.

За функціональним призначенням кормороздавачі поділяють на машини для роздавання окремих видів кормів і машини для приготування та роздавання кормових сумішей. Перші виконують переважно транспортно-роздавальну функцію і використовуються для силосу, сінажу, зеленої маси, подрібненого сіна або концентратів. Другі додатково забезпечують змішування компонентів, що дає змогу реалізувати технологію повнораціонної годівлі.

Кормороздавачі-змішувачі мають складнішу конструкцію, оскільки обладнуються бункером, робочими органами для перемішування, системою вивантаження, дозувальними пристроями та, у багатьох випадках, ваговою системою. Залежно від конструкції робочих органів змішувачі можуть бути шнековими, лопатевими, барабанными або комбінованими. Найбільшого поширення у годівлі ВРХ набули машини з горизонтальними або вертикальними шнеками.

За способом агрегування кормороздавачі поділяють на причіпні, навісні та самохідні. Причіпні машини агрегуються з трактором і приводяться в дію від вала відбору потужності або гідросистеми. Навісні машини мають меншу місткість і можуть використовуватися на невеликих фермах. Самохідні кормороздавачі мають власну енергетичну установку, ходову частину і систему керування, що забезпечує високу продуктивність і маневреність, але потребує значних капіталовкладень.

Під час вибору кормороздавача необхідно враховувати поголів'я тварин, тип утримання, структуру раціону, добову потребу в кормах, ширину кормових проходів, відстань від кормосховищ до приміщень, наявну енергетичну базу та економічні можливості господарства. Для невеликих ферм можуть бути достатніми прості причіпні кормороздавачі, тоді як для середніх і великих молочно-варних комплексів доцільнішими є мобільні змішувачі-кормороздавачі з ваговими системами та регульованою подачею корму.

Отже, на фермах ВРХ застосовується широкий спектр технічних засобів для роздавання кормів. Найбільш перспективними з погляду універсальності, якості приготування кормосуміші та зниження витрат праці є мобільні кормороздавачі-змішувачі, які забезпечують виконання декількох технологічних операцій одним агрегатом.

1.3 Мобільні кормороздавачі

Мобільні кормороздавачі займають важливе місце у технологічних лініях годівлі великої рогатої худоби. Їх широке застосування пояснюється тим, що вони поєднують функції транспортування кормів, дозованого вивантаження, а в удосконалених конструкціях — також змішування компонентів раціону. Такі машини дозволяють обслуговувати декілька тваринницьких приміщень або кормових майданчиків одним агрегатом, що особливо важливо для господарств із розосередженим розміщенням виробничих об'єктів.

Мобільний кормороздавач у загальному вигляді складається з рами, ходової частини, бункера або кузова для корму, механізму подавання кормової маси, роздавального пристрою, приводу робочих органів і системи керування. У причіпних машинах привід робочих органів найчастіше здійснюється від вала відбору потужності трактора або від його гідравлічної системи. Самохідні машини мають власний двигун, трансмісію і робоче місце оператора.



Рисунок 1.4 – Схема мобільного змішувача-кормороздавача з вертикальним шнеком

Одним із поширених типів мобільних кормороздавачів є причіпний кормороздавач, призначений для транспортування та роздавання силосу, сінажу, подрібненої зеленої маси й інших об'ємних кормів. Такі машини мають кузов із рухомим дном або транспортером, який переміщує кормову масу до вивантажувального вікна. Далі корм подається на поперечний транспортер або роздавальний бітер, за допомогою якого рівномірно розподіляється у годівниці чи на кормовому столі.

До переваг простих мобільних кормороздавачів належать порівняно невисока вартість, простота конструкції, ремонтпридатність і можливість використання з тракторами загального призначення. Такі машини можуть ефективно працювати у господарствах із традиційною системою годівлі. Однак вони мають обмежені можливості щодо підготовки кормів, оскільки переважно не забезпечують якісного змішування компонентів.

Більш сучасним різновидом мобільних машин є змішувачі-кормороздавачі. Їх конструкція передбачає наявність бункера з робочими органами для змішування кормів. Компоненти раціону завантажуються у бункер за допомогою фронтального навантажувача, грейферного навантажувача або інших засобів механізації. Після цього робочі органи перемішують масу до отримання однорідної кормосуміші. Готова суміш транспортується до місця годівлі та вивантажується через бокове або заднє роздавальне вікно.

За розташуванням робочих органів мобільні змішувачі-кормороздавачі поділяють на машини з горизонтальними та вертикальними шнеками. Горизонтальні шнекові змішувачі зазвичай мають один, два або більше шнеків, які переміщують кормову масу вздовж бункера і забезпечують її перемішування. Такі машини добре працюють із подрібненими кормами, силосом, сінажем, концентратами та іншими компонентами, які не потребують інтенсивного подрібнення.

Вертикальні змішувачі-кормороздавачі обладнуються одним або двома вертикальними шнеками, на яких можуть бути встановлені ножі. Під час обертання шнек піднімає кормову масу вгору і переміщує її до стінок бункера, після чого вона опускається вниз. Завдяки такому циркуляційному руху забезпечується перемішування компонентів. Наявність ножів дає можливість частково подрібнювати рулони сіна, соломи або інші довговолоконисті корми.

Важливим елементом сучасного мобільного кормороздавача є система зважування. Вона дозволяє контролювати масу завантажених компонентів і забезпечувати точне дотримання рецепта кормосуміші. Використання електронних ваг спрощує облік кормів, зменшує вплив людського фактора та дає можливість оперативно контролювати роботу оператора.

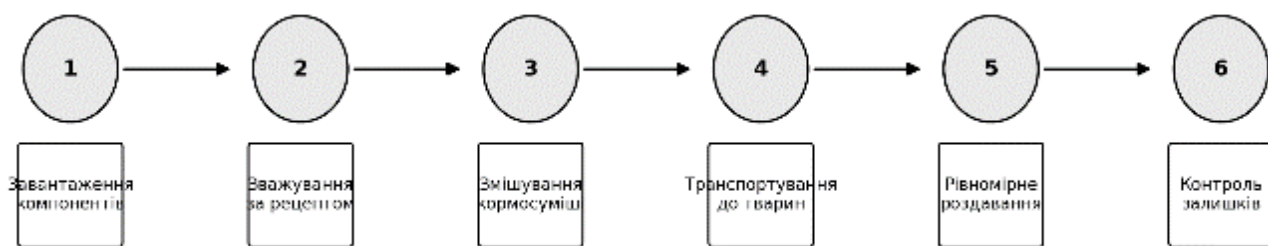


Рисунок 1.5 – Послідовність роботи мобільного кормороздавача у технологічній лінії годівлі

Робота мобільного кормороздавача включає декілька послідовних операцій. Спочатку машина подається до місця завантаження кормів. У бункер у визначеній послідовності завантажуються грубі, соковиті та концентровані корми. Порядок завантаження залежить від конструкції змішувача і властивостей компонентів. Після завантаження виконується змішування, тривалість якого повинна забезпечувати достатню однорідність кормосуміші, але не призводити до надмірного руйнування структури корму.

До основних експлуатаційних показників мобільних кормороздавачів належать місткість бункера, продуктивність, рівномірність роздавання, ступінь однорідності суміші, енергоємність процесу, маневреність, габаритні розміри, витрати палива і зручність технічного обслуговування. Місткість бункера повинна відповідати розмірам ферми та добовій потребі тварин у кормах. Надмірно мала місткість збільшує кількість рейсів, а надмірно велика потребує потужнішого трактора й ускладнює маневрування.

Рівномірність роздавання є одним із найважливіших показників якості роботи кормороздавача. Нерівномірне розміщення корму по довжині кормового фронту призводить до неоднакового доступу тварин до корму, конкуренції між ними та втрат кормової маси. Для забезпечення рівномірності подачі застосовують регульовані вивантажувальні вікна, поперечні транспортери, бітери, шнеки або стрічкові роздавальні механізми.

Під час експлуатації мобільних кормороздавачів необхідно враховувати фізико-механічні властивості кормів. Силос і сінаж мають підвищену вологість і

можуть ущільнюватися в бункері, що ускладнює їх рівномірне подавання. Солома і сіно мають волокнисту структуру, можуть намотуватися на робочі органи або утворювати нерівномірні скупчення. Концентровані корми, навпаки, мають сипку структуру і потребують точного дозування.

Незважаючи на значні переваги, мобільні кормороздавачі мають і певні недоліки. До них належать залежність від технічного стану трактора або власної ходової частини, потреба у достатній ширині кормових проходів, витрати палива на транспортні операції, а також можливе ущільнення кормового столу при русі агрегату. Крім того, при використанні застарілих машин без вагової системи складно забезпечити точне дотримання рецепта раціону.

Удосконалення мобільних кормороздавачів може здійснюватися у декількох напрямках: підвищення рівномірності роздавання кормів, покращення якості змішування, зниження енергоємності робочого процесу, підвищення надійності приводу, застосування електронних систем контролю завантаження та адаптація конструкції до конкретних умов ферми. Перспективним є використання регульованих робочих органів, які дозволяють змінювати інтенсивність подачі корму залежно від швидкості руху агрегату та потреб тварин.

Таким чином, мобільні кормороздавачі є ефективним технічним засобом для механізації годівлі ВРХ. Вони забезпечують гнучкість технологічного процесу, можливість обслуговування різних груп тварин, зменшення витрат ручної праці та підвищення якості годівлі. Найбільш доцільним є використання мобільних кормороздавачів-змішувачів, які дозволяють реалізувати сучасну технологію повнораціонної годівлі.

1.4 Висновки

У результаті огляду технологій годівлі ВРХ встановлено, що ефективність виробництва продукції тваринництва значною мірою залежить від правильного

вибору системи годівлі та рівня механізації процесу роздавання кормів. Традиційна роздільна годівля є відносно простою в організації, однак не забезпечує достатньої рівномірності споживання поживних речовин тваринами. Більш прогресивною є технологія годівлі повнораціонними кормовими сумішами, яка дозволяє підвищити збалансованість раціону, зменшити вибіркове поїдання кормів і стабілізувати продуктивність тварин.

Розглянуті типи кормороздавачів свідчать, що на фермах ВРХ можуть застосовуватися стаціонарні, пересувні та мобільні технічні засоби. Стаціонарні системи доцільні у приміщеннях із постійною технологічною схемою, однак вони мають обмежену універсальність. Мобільні кормороздавачі є більш гнучкими та можуть використовуватися в різних умовах утримання тварин, що робить їх найбільш поширеними на фермах середнього і великого розміру.

Встановлено, що найбільш перспективними є мобільні кормороздавачі-змішувачі, які поєднують операції завантаження, змішування, транспортування і роздавання кормів. Їх використання дозволяє скоротити витрати праці, підвищити якість приготування кормосуміші, забезпечити точніше дотримання раціону та покращити організацію годівлі ВРХ.

Разом з тим аналіз показує, що існуючі мобільні кормороздавачі не завжди забезпечують необхідну рівномірність роздавання, мають підвищену енергоємність і потребують удосконалення окремих робочих органів. Тому подальше дослідження доцільно спрямувати на обґрунтування конструктивного вдосконалення мобільного кормороздавача з метою підвищення якості роздавання кормів, зменшення втрат і покращення експлуатаційних показників машини.

2 Модернізація процесу роздавання кормів

2.1 Обґрунтування важливості питання

Годівля великої рогатої худоби є одним із найбільш трудомістких процесів на молочнотоварній фермі, оскільки вона виконується щоденно, має чітку періодичність і безпосередньо впливає на продуктивність тварин. Для корів молочного напрямку важливим є не лише забезпечення потрібної кількості кормів, а й дотримання сталого співвідношення компонентів раціону, рівномірність їх роздавання та своєчасність подачі до кормового столу. Порушення цих вимог призводить до вибіркового поїдання кормів, нерівномірного надходження поживних речовин, збільшення залишків і зниження ефективності використання кормової бази.

На багатьох фермах ВРХ досі застосовується роздільна або послідовна годівля, за якої силос, сінаж, сіно, коренеплоди та концентровані корми завантажуються і роздаються окремими порціями. Такий варіант є простим за організацією і може виконуватися на базі серійних причіпних кормороздавачів, однак він не забезпечує достатньої однорідності раціону. Тварини мають можливість вибрати окремі компоненти, унаслідок чого фактичне споживання кормів відрізняється від розрахункового. Особливо це проявляється при використанні кормів з різними фізико-механічними властивостями: вологого силосу, волокнистого сіна, соковитих коренеплодів і сипких концентратів.

Перспективним напрямом удосконалення процесу годівлі є перехід до технології повнораціонних кормових сумішей TMR. За такої технології всі компоненти раціону дозуються, завантажуються в бункер, змішуються до однорідного стану і роздаються тваринам як єдина кормова суміш. Це підвищує рівномірність споживання поживних речовин, зменшує можливість вибіркового поїдання, стабілізує роботу рубця і сприяє підвищенню продуктивності корів. Тому модерні-

зація процесу роздавання кормів повинна бути спрямована на поєднання операцій транспортування, дозування, змішування і рівномірного вивантаження кормової маси.

У базовому варіанті для роздавання кормів приймається причіпний кормороздавач типу КТУ-10А, який працює переважно як транспортно-роздавальна машина. Його перевагами є простота конструкції, придатність до агрегування з тракторами загального призначення, достатня місткість кузова і ремонтпридатність. Разом з тим базова конструкція не забезпечує повноцінного приготування ТМР-суміші. Тому в подальшому доцільно розглянути удосконалення робочого органа та бункера кормороздавача, що дозволить підвищити якість змішування і розширити функціональні можливості машини.

2.2 Вихідні дані

Вихідними даними до проектування є поголів'я тварин на фермі за технологічними групами, раціон годівлі, добова потреба в кормах, кількість годівель та зоотехнічні вимоги до процесу роздавання. За умовами проектування приймається ферма молочного напрямку з поголів'ям 300 корів. Кількість нетелей приймаємо на рівні 20 % від поголів'я корів, що відповідає потребі у ремонтному молодняку для відтворення стада.

$$n_{\text{н}} = 0,20 \ n_{\text{к}} = 0,20 \cdot 300 = 60 \text{ гол.} \quad (2.1)$$

де $n_{\text{н}}$ – кількість нетелей, гол.; $n_{\text{к}}$ – кількість корів, гол.

Основні вихідні дані для технологічного розрахунку наведено у таблиці 2.1.

До зоотехнічних вимог процесу роздавання належать рівномірність подачі корму вздовж кормового фронту, збереження структури волокнистих кормів, мінімальні втрати при транспортуванні та вивантаженні, дотримання послідовності завантаження компонентів і можливість коригування норми видачі залежно

від технологічної групи тварин. Для подальших розрахунків основним приймаємо зимовий раціон, оскільки він містить найбільшу кількість різnorідних компонентів і є більш вимогливим до підготовки, дозування та роздавання кормів.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані до проектування процесу роздавання кормів

Показник	Позначення	Значення
Поголів'я корів, гол.	n_k	300
Поголів'я нетелей, гол.	n_n	60
Кількість годівель на добу	z	2
Тривалість підготовки компонентів за добу, год	T_{Π}	2,0
Коефіцієнт використання часу	K_v	0,85
Місткість бункера кормороздавача, м ³	V_b	10
Розрахункова щільність кормосуміші, т/м ³	$\rho_{\text{сум}}$	0,35
Допустимий час виконання однієї годівлі, год	$T_{\text{доп}}$	3,0

2.3 Розробка технологічної схеми процесу

Технологічна схема процесу роздавання кормів передбачає послідовне виконання операцій відбору кормів зі сховищ, підготовки окремих компонентів, завантаження їх у кормороздавач, транспортування до тваринницького приміщення і роздавання вздовж кормового столу. У базовому варіанті використовується кормороздавач для роздільної або послідовної годівлі, тобто машина в основному виконує функції транспортування і вивантаження кормів.

Силос і сінаж відбираються зі сховищ навантажувачем, подаються у кузов кормороздавача та транспортуються до місця годівлі. Сіно за потреби попередньо подрібнюється до довжини часток, яка забезпечує зручне поїдання і не створює труднощів під час вивантаження. Коренеплоди проходять очищення від домішок, миття і подрібнення. Концентровані корми дозуюються окремо та вводяться до раціону відповідно до прийнятої норми.

У базовому варіанті недоліком є те, що компоненти фактично не утворюють стабільної однорідної суміші. Тому кормова маса може розподілятися нерівномірно, а фактична структура раціону в різних точках кормового столу може відрізнятися. З цієї причини подальша модернізація повинна передбачати створення умов для внутрішнього перемішування компонентів у бункері кормороздавача та забезпечення рівномірної подачі готової суміші при вивантаженні.

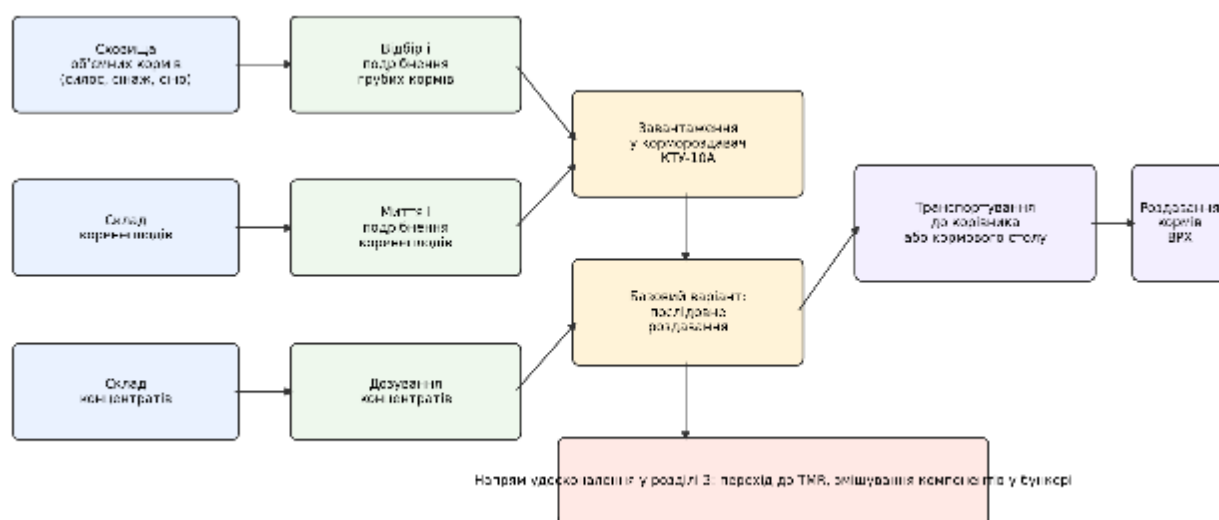


Рисунок 2.1 - Схема технологічного процесу приготування та роздавання кормів

Запропонована технологічна схема є базою для розрахунку потреби в кормах, продуктивності підготовчих ділянок і кількості машин. У третьому розділі на її основі буде розглянуто конструктивне удосконалення кормороздавача для переходу від послідовного роздавання компонентів до приготування і роздавання повнораціонної кормосуміші.

2.4 Розрахунок необхідної кількості кормів

Для проектного процесу роздавання кормів добову потребу визначаємо за раціоном годівлі для корів продуктивністю близько 7000 кг молока на рік і прийнятого поголів'я тварин. Раціони для корів і нетелей наведено додатках.

Добову потребу в окремому компоненті раціону визначаємо за формулою

$$Q_{\text{доб},i} = \frac{n_{\text{к}}q_{\text{к},i} + n_{\text{н}}q_{\text{н},i}}{1000} \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{доб},i}$ – добова потреба в i -му кормі, т; $n_{\text{к}}$ і $n_{\text{н}}$ – відповідно поголів'я корів і нетелей, гол.; $q_{\text{к},i}$ і $q_{\text{н},i}$ – добова норма видачі i -го корму для корови і нетелі, кг/гол.; 1000 – коефіцієнт переведення кілограмів у тонни.

Загальну добову потребу у кормах визначаємо як суму потреб за всіма компонентами раціону:

$$Q_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^m Q_{\text{доб},i} \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – загальна добова потреба у кормах, т; m – кількість компонентів раціону.

Кількість корму, яка повинна бути роздана за одну годівлю, визначаємо за формулою

$$Q_{\text{раз}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{z} \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{раз}}$ – кількість корму на одну годівлю, т; z – кількість годівель на добу.

Результати розрахунку добової потреби у кормах для зимового періоду наведено у таблиці 2.4.

Отже, загальна добова потреба у кормах для прийнятого поголів'я у зимовий період становить 17,324 т. За дворазової годівлі кількість корму на одну годівлю дорівнює

$$Q_{\text{раз}} = \frac{17,324}{2} = 8,662 \text{ т} \quad (2.5)$$

Отримане значення використовується для вибору місткості кормороздавача, визначення кількості завантажень і розрахунку тривалості технологічного циклу.

Таблиця 2.2 - Добова потреба в кормах у зимовий період

Вид корму	Потреба для корів, т/добу	Потреба для нете- лей, т/добу	Загальна пот- реба, т/добу
Силос	7,80	1,20	9,00
Сіно	1,80	0,27	2,07
Сінаж	2,70	0,00	2,70
Коренеплоди	2,70	0,15	2,85
Концентрати	0,66	0,044	0,704
Усього	15,66	1,664	17,324

2.5 Визначення типу та кількості машин і обладнання

2.5.1 Підготовка компонентів суміші

Продуктивність окремої технологічної ділянки підготовки відповідного виду корму визначаємо з урахуванням добової потреби в компоненті, тривалості підготовчих робіт та коефіцієнта використання часу:

$$P_{\text{л},i} = \frac{Q_{\text{доб},i}}{T_{\text{п}} K_{\text{в}}} \quad (2.6)$$

де $P_{л,i}$ – потрібна продуктивність технологічної лінії підготовки i -го корму, т/год; $Q_{доб,i}$ – добова потреба в i -му кормі, т; $T_{п}$ – тривалість підготовки компонентів за добу, год; $K_{в}$ – коефіцієнт використання часу.

Потрібну кількість машин на відповідній ділянці визначаємо за співвідношенням потрібної продуктивності лінії та технічної продуктивності обраної машини:

$$n_{м,i} = \text{ceil} \left(\frac{P_{л,i}}{P_{м,i}} \right) \quad (2.7)$$

де $n_{м,i}$ – потрібна кількість машин на i -й ділянці; $P_{м,i}$ – продуктивність однієї машини, т/год; оператор $\text{ceil}()$ означає округлення результату у більший бік до цілого числа.

Результати вибору машин і обладнання для підготовки компонентів наведено у додатках.

Із таблиці видно, що для кожної підготовчої ділянки достатньо однієї машини прийнятої марки. Найбільше навантаження припадає на ділянку силосу, оскільки силос має найбільшу частку у зимовому раціоні. Ділянки сіна, сінажу, коренеплодів і концентрованих кормів мають меншу розрахункову продуктивність, однак їх робота є необхідною для забезпечення стабільного складу кормової суміші.

2.5.2 Приготування та роздавання суміші

Технологічний розрахунок ділянки роздавання кормів зводиться до визначення частки кожного компонента у суміші, маси компонентів за одне завантаження, кількості завантажень кормороздавача і потрібної кількості машин.

Вагову частку кожного компонента у кормовій суміші визначаємо за формулою

$$\alpha_i = \frac{Q_{доб,i}}{Q_{доб}} \cdot 100 \quad (2.8)$$

де α_i – вагова частка i -го компонента у суміші, %; $Q_{\text{доб},i}$ – добова потреба в i -му компоненті, т; $Q_{\text{доб}}$ – загальна добова потреба у кормах, т.

Корисну масу одного завантаження бункера визначаємо з урахуванням його місткості та розрахункової щільності кормосуміші:

$$G_6 = V_6 \rho_{\text{сум}} = 10 \cdot 0,35 = 3,50 \text{ т} \quad (2.9)$$

де G_6 – корисна маса корму в бункері за одне завантаження, т; V_6 – місткість бункера, м³; $\rho_{\text{сум}}$ – розрахункова щільність кормосуміші, т/м³.

Масу окремого компонента за одне завантаження визначаємо за формулою

$$G_i = G_6 \frac{\alpha_i}{100} \quad (2.10)$$

де G_i – маса i -го компонента у бункері за одне завантаження, т; G_6 – корисна маса одного завантаження, т; α_i – вагова частка i -го компонента, %.

Час завантаження окремого компонента визначаємо за формулою

$$t_{3,i} = \frac{G_i}{P_{3,i}} \quad (2.11)$$

де $t_{3,i}$ – час завантаження i -го компонента, год; $P_{3,i}$ – продуктивність завантаження відповідного компонента, т/год.

Розрахунок вагової частки компонентів за одне завантаження наведено у додатках.

Кількість завантажень корм мороздавача за одну годівлю визначаємо за формулою

$$N_3 = \text{ceil} \left(\frac{Q_{\text{раз}}}{G_6} \right) = \text{ceil} \left(\frac{8,662}{3,50} \right) = 3 \quad (2.12)$$

де N_3 – кількість завантажень за одну годівлю; $Q_{\text{раз}}$ – кількість корму на одну годівлю, т; G_6 – корисна маса одного завантаження, т.

Тривалість одного технологічного циклу роботи кормороздавача визначаємо як суму часу завантаження, технологічної витримки або перемішування, транспортування і безпосереднього роздавання корму:

$$T_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{зм}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{р}} \quad (2.13)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу, год; t_3 – сумарний час завантаження компонентів, год; $t_{\text{зм}}$ – час перемішування або технологічної підготовки кормової маси, год; $t_{\text{тр}}$ – час транспортування до місця годівлі, год; $t_{\text{р}}$ – час роздавання корму, год.

За даними таблиці 2.6 сумарний час завантаження становить $t_3 = 0,522$ год. Приймаємо $t_{\text{зм}} = 0,15$ год, $t_{\text{тр}} = 0,12$ год, $t_{\text{р}} = 0,08$ год. Тоді

$$T_{\text{ц}} = 0,522 + 0,15 + 0,12 + 0,08 = 0,872 \text{ год} \quad (2.14)$$

Потрібну кількість кормороздавачів визначаємо з урахуванням кількості завантажень і допустимого часу виконання однієї годівлі:

$$n_{\text{кр}} = \text{ceil} \left(\frac{N_3 T_{\text{ц}}}{T_{\text{доп}}} \right) = \text{ceil} \left(\frac{3 \cdot 0,872}{3,0} \right) = 1 \quad (2.15)$$

де $n_{\text{кр}}$ – потрібна кількість кормороздавачів; N_3 – кількість завантажень за одну годівлю; $T_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу, год; $T_{\text{доп}}$ – допустимий час виконання однієї годівлі, год.

Таким чином, для обслуговування прийнятого поголів'я достатньо одного причіпного кормороздавача з місткістю бункера 10 м³ за умови виконання трьох завантажень за одну годівлю. Тривалість однієї годівлі становить приблизно 2,62

год, а добова тривалість роботи кормороздавача за дворазової годівлі - близько 5,24 год. У базовому варіанті машина забезпечує транспортування і роздавання компонентів, однак для реалізації технології TMR її необхідно конструктивно удосконалити шляхом встановлення робочого органа, здатного забезпечувати якісне перемішування кормової маси в бункері.

2.6 Висновки

У розділі обґрунтовано необхідність модернізації процесу роздавання кормів на фермі ВРХ. Встановлено, що базова технологія роздільної або послідовної годівлі є простою в експлуатації, але не забезпечує достатньої однорідності раціону і створює передумови для вибіркового поїдання компонентів тваринами. Тому доцільним напрямом удосконалення є перехід до технології повнораціонної кормосуміші TMR.

Визначено вихідні дані для проектування: поголів'я корів становить 300 голів, кількість нетелей прийнято 60 голів, кількість годівель - дві на добу. За результатами розрахунку загальна добова потреба у кормах для зимового періоду становить 17,324 т, а потреба на одну годівлю - 8,662 т.

Виконано вибір підготовчих машин і обладнання для роботи з основними компонентами раціону. Для дільниць силосу, сіна, сінажу, коренеплодів і концентрованих кормів достатньо по одній машині прийнятої продуктивності. Для роздавання кормів прийнято один причіпний кормороздавач з бункером 10 м³, який за одну годівлю виконує три завантаження. Результати розрахунку підтверджують можливість використання базової машини як транспортно-роздавального агрегату, однак для повноцінного приготування TMR-суміші необхідне її конструктивне удосконалення, що буде розглянуто у наступному розділі.

3 Удосконалення мобільного кормороздавача

3.1 Існуючі конструкційно-технологічні рішення

Механізація роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби може виконуватися різними технічними засобами, однак для середніх за розміром господарств найбільш поширеними залишаються причіпні мобільні кормороздавачі. Їх застосування пояснюється простою конструкцією, можливістю агрегування з наявними тракторами, відносно невисокою вартістю та придатністю до роботи в умовах існуючих корівників без істотної реконструкції приміщень. Разом з тим більшість таких машин у базовому виконанні призначена переважно для транспортування та послідовного вивантаження корму, а не для формування якісної повнораціонної кормової суміші.

У сучасній технології годівлі ВРХ усе більшого значення набуває використання повнораціонних кормових сумішей. За цієї технології тварина з кожною порцією корму повинна отримувати приблизно однакове співвідношення силосу, сінажу, сіна, коренеплодів і концентрованих кормів. Якщо компоненти подаються окремо, виникає нерівномірність їх споживання, частина тварин вибирає більш поживні або привабливі складові, а інша частина отримує корм із меншою енергетичною цінністю. У результаті знижується стабільність годівлі, збільшуються втрати кормів і ускладнюється контроль фактичного раціону.

На фермах ВРХ застосовуються такі основні конструкційно-технологічні рішення: стаціонарні транспортери для роздавання кормів уздовж годівниць, причіпні транспортно-роздавальні машини, самохідні кормороздавачі-змішувачі та багатофункціональні змішувачі з горизонтальними або вертикальними робочими органами. Стаціонарні системи ефективні за незмінної планувальної схеми приміщення, але вони менш гнучкі та потребують окремих засобів для підготовки і змішування кормів. Самохідні та сучасні причіпні змішувачі-корморозда-

вачі забезпечують найвищу якість приготування суміші, проте їх вартість є суттєвою, що обмежує впровадження у господарствах із помірним обсягом виробництва.

Базовий кормороздавач типу ПКТ-10 або КТУ-10А конструктивно має бункер, повздовжній транспортер, блок бітерів, поперечний транспортер, ходову частину і привід від вала відбору потужності трактора. Під час роботи кормова маса переміщується повздовжнім транспортером до вивантажувальних органів, розпушується бітерами і подається у годівницю. Така схема є простою і ремонтпридатною, але вона не забезпечує точного дозування кількох компонентів та їх достатнього перемішування перед роздаванням.

Аналіз наведених варіантів показує, що для умов проектованої ферми доцільно не замінювати базовий кормороздавач повністю, а надати йому додаткові функції дозування і змішування. Такий підхід дозволяє використати наявну машину, зменшити обсяг капітальних витрат, скоротити потребу у новому обладнанні та поступово перейти від роздільної годівлі до годівлі багатокомпонентною сумішшю. Удосконалення повинно бути простим, технологічним у виготовленні та придатним до виконання силами ремонтної майстерні господарства.

3.2 Розробка конструкційно-технологічної схеми удосконалення

Метою конструктивного удосконалення є розширення функціональних можливостей мобільного кормороздавача за рахунок забезпечення попереднього дозування компонентів раціону у бункері, регульованого введення концентрованих кормів і додаткового перемішування кормової маси безпосередньо у процесі роздавання. За базу приймається причіпний кормороздавач ПКТ-10, який має достатню місткість бункера та може бути агрегатований з трактором, наявним у господарстві.

Суть запропонованого удосконалення полягає у поділі основного бункера кормороздавача на кілька повздовжніх відсіків пересувними розділювальними щитами. Кожний відсік призначений для окремого компонента кормової суміші.

Положення щитів установлюється залежно від частки відповідного компонента в раціоні та його насипної щільності. Завдяки цьому вже на етапі завантаження формується необхідне масове співвідношення компонентів.

У передній частині машини передбачається встановлення окремого бункера концентрованих кормів. Із цього бункера концентрати подаються шнеком до зони вивантаження. Інтенсивність подачі регулюється шибберною заслінкою або зміною частоти обертання подаючого шнека. Таке рішення є доцільним, оскільки концентровані корми мають меншу частку в раціоні, але потребують більш точного дозування порівняно з об'ємними кормами.

Для підвищення рівномірності суміші в зоні вивантаження встановлюється поперечний розвантажувально-змішувальний шнек. Компоненти, які надходять із відсіків бункера повздовжнім транспортером, потрапляють до бітерів, розпушуються і спрямовуються на змішувальний шнек. Під час переміщення поперек машини кормова маса додатково перемішується, а після цього надходить у годівницю або на кормовий стіл.

Запропонована схема передбачає збереження основної рами, ходової частини, кузова, повздовжнього транспортера та частини штатного приводу. Додатково встановлюються пересувні розділювальні щити, напрямні для їх переміщення, бункер концентрованих кормів, подаючий шнек, дозувальний пристрій, поперечний змішувальний шнек і напрямна кришка для формування потоку кормової маси. Такий склад модернізації не потребує принципової зміни базової конструкції машини і може бути реалізований без виготовлення нового бункера.

Технологічний процес роботи удосконаленого кормороздавача виконується у такій послідовності. Спочатку відповідно до розрахованого раціону встановлюються положення розділювальних щитів. Після цього у відсіки завантажують силос, сіно, сінаж і подрібнені коренеплоди. Концентровані корми завантажують в окремий бункер. Під час руху вздовж годівниці повздовжній транспортер одночасно подає всі компоненти до бітерів. Бітери розпушують шар корму, а поперечний шнек додатково переміщує і змішує потік перед вивантаженням.

Перевагою запропонованого рішення є те, що змішування відбувається не в окремому кормоцеху, а безпосередньо під час виконання операції роздавання. Це зменшує кількість технологічних переходів, скорочує тривалість циклу, знижує потребу у додатковому обладнанні та підвищує рівень використання існуючого кормороздавача. При цьому якість змішування буде дещо нижчою, ніж у спеціального вертикального або горизонтального TMR-змішувача, однак для господарства з обмеженими інвестиційними можливостями таке рішення є технічно і економічно виправданим.

3.3 Визначення технологічних параметрів удосконалення

Технологічні параметри удосконалення визначаються на основі раціону годівлі, маси корму за одне завантаження, кількості компонентів і допустимої тривалості роздавання. Вихідні дані для розрахунку приймаються за результатами другого розділу: загальна добова потреба у кормах становить 17,324 т, кількість годівель - дві на добу, корисна маса корму в бункері за одне завантаження - 3,50 т. За одну годівлю необхідно роздати 8,662 т кормової маси, тобто кормороздавач виконує три завантаження.

Масу корму за одне завантаження визначаємо за формулою

$$G_3 = \frac{G_{\text{год}}}{n_3} \quad (3.1)$$

де G_3 - маса корму за одне завантаження, т; $G_{\text{год}}$ - кількість корму, яку необхідно роздати за одну годівлю, т; n_3 - кількість завантажень кормороздавача за одну годівлю.

Для умов проекту приймаємо $G_{\text{год}} = 8,662$ т, $n_3 = 3$. Тоді розрахункова маса одного завантаження становить

$$G_3 = \frac{8,662}{3} = 2,89 \text{ т} \quad (3.2)$$

З урахуванням нерівномірності завантаження, запасу за місткістю та даних технологічного розрахунку приймаємо корисну масу завантаження $G_3 = 3,50$ т.

Це значення використовується для розрахунку об'ємів відсіків бункера та продуктивності робочих органів.

Масу окремого компонента у бункері визначаємо за його часткою в раціоні:

$$G_i = G_3 \cdot \frac{\gamma_i}{100} \quad (3.3)$$

де G_i - маса i -го компонента у бункері, т; γ_i - масова частка i -го компонента у кормосуміші, %.

Об'єм відсіку для окремого компонента визначаємо з урахуванням насипної щільності та коефіцієнта запасу:

$$V_i = k_{\text{зап}} \cdot \frac{G_i}{\rho_i} \quad (3.4)$$

де V_i - потрібний об'єм відсіку для i -го компонента, м³; $k_{\text{зап}}$ - коефіцієнт запасу за об'ємом; G_i - маса компонента у бункері, т; ρ_i - насипна щільність компонента, т/м³.

Результати розрахунку об'ємів відсіків наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок об'ємів відсіків бункера

Компонент	Маса у бункері, т	Частка у суміші, %	Насипна щільність, т/м ³	Коефіцієнт запасу	Потрібний об'єм, м ³
Силос	1,82	51,95	0,65	1,10	3,08
Сіно подрібнене	0,42	11,95	0,15	1,10	3,08
Сінаж	0,55	15,58	0,45	1,10	1,34
Коренеплоди подрібнені	0,58	16,45	0,65	1,10	0,98
Комбікорм	0,14	4,07	0,60	1,10	0,26
Всього	3,50	100,00	-	-	8,74

Із таблиці видно, що потрібний сумарний об'єм для прийнятого завантаження становить 8,74 м³, що не перевищує номінальної місткості бункера 10 м³. Отже, базовий кормороздавач має достатній запас місткості для реалізації запропонованого поділу бункера на відсіки.

Довжину відсіку у бункері визначаємо за формулою

$$L_i = \frac{V_i}{B_{\text{б}} \cdot H_{\text{к}} \cdot \varphi_{\text{в}}} \quad (3.5)$$

де L_i - довжина відсіку для i -го компонента, м; V_i - потрібний об'єм відсіку, м³; $B_{\text{б}}$ - внутрішня ширина бункера, м; $H_{\text{к}}$ - корисна висота завантаження, м; $\varphi_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання перерізу бункера.

Приймаємо $B_{\text{б}} = 1,90$ м, $H_{\text{к}} = 1,20$ м, $\varphi_{\text{в}} = 0,85$. Результати визначення положення розділювальних щитів наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок довжини відсіків бункера

Компонент	Потрібний об'єм, м³	Розрахункова довжина відсіку, м	Прийнята довжина, м	Конструктивне виконання
Силос	3,08	1,59	1,60	Пересувний щит №1
Сіно подрібнене	3,08	1,59	1,60	Пересувний щит №2
Сінаж	1,34	0,69	0,70	Пересувний щит №3
Коренеплоди	0,98	0,50	0,50	Передній відсік
Комбікорм	0,26	-	-	Окремий бункер концормів

Отримані довжини відсіків можна реалізувати у межах довжини кузова кормороздавача. Для спрощення експлуатації напрямні розділювальних щитів доцільно виконати з отворами або пазами через 100 мм. Це дає можливість оперативно змінювати положення щитів у разі коригування раціону.

Потрібну продуктивність роздавання визначаємо за масою одного завантаження і прийнятим часом його видачі:

$$Q_p = \frac{G_3}{t_p} \quad (3.6)$$

де Q_p - потрібна продуктивність роздавання, т/год; G_3 - маса корму за одне завантаження, т; t_p - час роздавання одного завантаження, год.

Приймаємо тривалість роздавання одного завантаження $t_p = 0,18$ год.
Тоді

$$Q_p = \frac{3,50}{0,18} = 19,4 \text{ т/год} \quad (3.7)$$

Для подальших розрахунків приймаємо технологічну продуктивність робочих органів $Q_p = 20$ т/год. Таке значення забезпечує виконання роздавання у встановлений час і створює невеликий запас продуктивності на випадок зміни вологості або щільності кормової маси.

3.4 Визначення кінематичних параметрів

Кінематичні параметри робочих органів визначаються з умови забезпечення узгодженої подачі всіх компонентів до зони змішування. Основними параметрами є швидкість повздовжнього транспортера, частота обертання поперечного змішувального шнека, частота обертання подаючого шнека концентрованих кормів і частота обертання бітерів.

Продуктивність повздовжнього транспортера визначаємо за залежністю

$$Q_{тр} = \frac{3600 \cdot B_{тр} \cdot h_{ш} \cdot v_{тр} \cdot \rho_c \cdot \varphi_{п}}{1000} \quad (3.8)$$

де $Q_{тр}$ – продуктивність транспортера, т/год; $B_{тр}$ – робоча ширина транспортера, м; $h_{ш}$ – середня висота шару корму, м; $v_{тр}$ – швидкість руху транспортера, м/с; ρ_c – розрахункова щільність кормосуміші, кг/м³; $\varphi_{п}$ – коефіцієнт заповнення шару.

Звідси швидкість руху повздовжнього транспортера становить

$$v_{тр} = \frac{1000 \cdot Q_{тр}}{3600 \cdot B_{тр} \cdot h_{ш} \cdot \rho_c \cdot \varphi_{п}} \quad (3.9)$$

Приймаємо $Q_{\text{тр}} = 20$ т/год, $B_{\text{тр}} = 1,85$ м, $h_{\text{ш}} = 0,10$ м, $\rho_c = 550$ кг/м³, $\varphi_{\text{п}} = 0,75$. Тоді

$$v_{\text{тр}} = \frac{1000 \cdot 20}{3600 \cdot 1,85 \cdot 0,10 \cdot 550 \cdot 0,75} = 0,073 \text{ м/с} \quad (3.10)$$

Частоту обертання ведучого вала транспортера визначаємо за кроком ланцюга та кількістю зубців ведучої зірочки:

$$n_{\text{тр}} = \frac{60 \cdot v_{\text{тр}}}{z_3 \cdot t_{\text{л}}} \quad (3.11)$$

де $n_{\text{тр}}$ – частота обертання ведучого вала транспортера, хв⁻¹; z_3 – кількість зубців ведучої зірочки; $t_{\text{л}}$ – крок ланцюга, м.

За $z_3 = 12$ і $t_{\text{л}} = 0,038$ м одержуємо

$$n_{\text{тр}} = \frac{60 \cdot 0,073}{12 \cdot 0,038} = 9,6 \text{ хв}^{-1} \quad (3.12)$$

Продуктивність поперечного змішувального шнека визначаємо за формулою

$$Q_{\text{ш}} = \frac{60 \cdot F_{\text{ш}} \cdot S_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}} \cdot \rho_c \cdot \psi_{\text{ш}}}{1000} \quad (3.13)$$

де $Q_{\text{ш}}$ – продуктивність шнека, т/год; $F_{\text{ш}}$ – площа живого перерізу шнека, м²; $S_{\text{ш}}$ – крок гвинтової поверхні, м; $n_{\text{ш}}$ – частота обертання шнека, хв⁻¹; ρ_c – щільність кормосуміші, кг/м³; $\psi_{\text{ш}}$ – коефіцієнт заповнення міжвиткового простору.

Площу живого перерізу визначаємо за зовнішнім і внутрішнім діаметрами шнека:

$$F_{\text{ш}} = \frac{\pi(D_{\text{ш}}^2 - d_{\text{в}}^2)}{4} \quad (3.14)$$

де $D_{\text{ш}}$ – зовнішній діаметр шнека, м; $d_{\text{в}}$ – діаметр вала шнека, м.

Потрібну частоту обертання змішувального шнека визначаємо з формули продуктивності:

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000 \cdot Q_{\text{ш}}}{60 \cdot F_{\text{ш}} \cdot S_{\text{ш}} \cdot \rho_c \cdot \psi_{\text{ш}}} \quad (3.15)$$

Приймаємо $D_{\text{ш}} = 0,32$ м, $d_{\text{в}} = 0,10$ м, $S_{\text{ш}} = 0,28$ м, $\rho_{\text{с}} = 550$ кг/м³, $\psi_{\text{ш}} = 0,40$. Тоді $F_{\text{ш}} = 0,073$ м², а потрібна частота обертання становить

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000 \cdot 20}{60 \cdot 0,073 \cdot 0,28 \cdot 550 \cdot 0,40} = 74,6 \text{ хв}^{-1} \quad (3.16)$$

Приймаємо частоту обертання поперечного змішувального шнека $n_{\text{ш}} = 75 \text{ хв}^{-1}$.

Частота обертання бітерів визначається за рекомендованою коловою швидкістю:

$$n_{\text{б}} = \frac{60 \cdot v_{\text{б}}}{\pi \cdot D_{\text{б}}} \quad (3.17)$$

де $n_{\text{б}}$ – частота обертання бітера, хв^{-1} ; $v_{\text{б}}$ – колова швидкість лопатей бітера, м/с; $D_{\text{б}}$ – діаметр бітера, м.

За $v_{\text{б}} = 3,5$ м/с і $D_{\text{б}} = 0,38$ м маємо

$$n_{\text{б}} = \frac{60 \cdot 3,5}{3,14 \cdot 0,38} = 176 \text{ хв}^{-1} \quad (3.18)$$

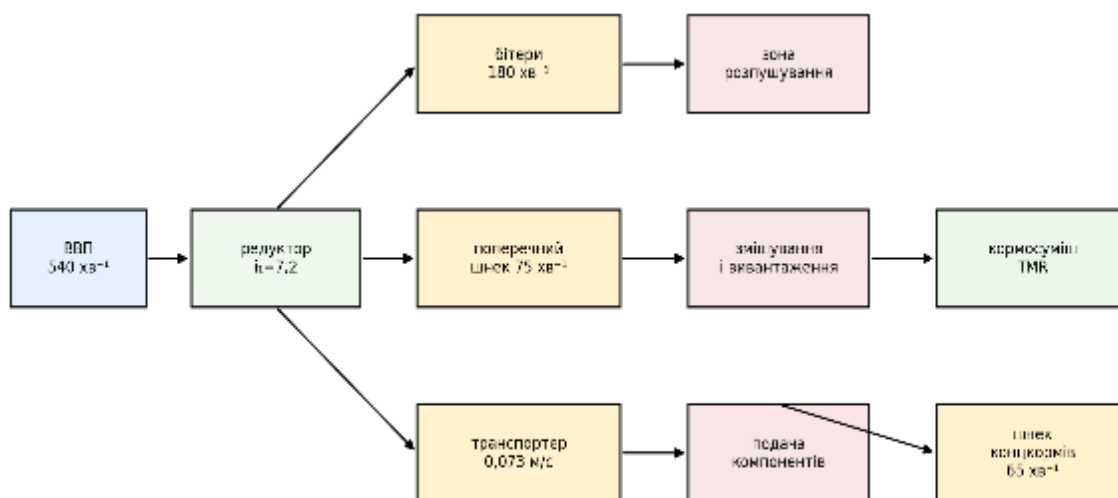


Рисунок 3.3 – Спрощена кінематична схема приводу робочих органів

Приймаємо $n_{\text{б}} = 180 \text{ хв}^{-1}$. Для шнека концентрованих кормів потрібна продуктивність визначається за масою комбікорму у завантаженні та часом роздавання:

$$Q_k = \frac{G_k}{t_p} \quad (3.19)$$

де Q_k – потрібна продуктивність шнека концентрованих кормів, т/год; G_k – маса комбікорму у бункері за одне завантаження, т; t_p – тривалість роздавання одного завантаження, год.

За $G_k = 0,14$ т і $t_p = 0,18$ год отримаємо $Q_k = 0,78$ т/год. При діаметрі подаючого шнека 0,12 м і кроці 0,09 м потрібна частота обертання становить приблизно 65 хв^{-1} .

Узагальнені кінематичні параметри наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.4 - Прийняті кінематичні параметри робочих органів

Робочий орган	Розрахунковий параметр	Розрахункове значення	Прийняте значення
Повздовжній транспортер	Швидкість руху, м/с	0,073	0,07-0,08
Ведучий вал транспортера	Частота обертання, хв^{-1}	9,6	10
Поперечний змішувальний шнек	Частота обертання, хв^{-1}	74,6	75
Бітери	Частота обертання, хв^{-1}	176	180
Шнек концентрованих кормів	Частота обертання, хв^{-1}	66	65

3.5 Визначення конструкційних параметрів

Конструкційні параметри удосконалення повинні забезпечувати технологічну працездатність машини, надійність кріплення додаткових вузлів, зручність регулювання і можливість виготовлення деталей у ремонтній майстерні господарства. Основними елементами модернізації є розділювальні щити, напрямні,

бункер концентрованих кормів, подаючий шнек, поперечний змішувальний шнек і напрямна кришка.

Розділювальні щити доцільно виготовляти зі сталевих листів завтовшки 2,5-3,0 мм із підсиленням по периметру кутником або профільною трубою. Нижня крайка щита повинна розташовуватися з невеликим зазором над повздовжнім транспортером, щоб не перешкоджати його руху та одночасно обмежувати перетікання компонентів між відсіками.

Зазор між нижньою крайкою щита і полотном транспортера приймаємо за умовою

$$\delta_{\text{щ}} = (1,5 \dots 2,0) d_{\text{ч}} \quad (3.20)$$

де $\delta_{\text{щ}}$ - зазор між щитом і транспортером, мм; $d_{\text{ч}}$ - характерний розмір часток подрібненого корму, мм.

За середнього розміру часток $d_{\text{ч}} = 8 \dots 10$ мм приймаємо $\delta_{\text{щ}} = 15 \dots 20$ мм. Такий зазор не спричиняє заклинювання транспортера і не призводить до помітного змішування компонентів до початку роздавання.

Крок фіксації розділювальних щитів на напрямних приймаємо з умови достатньої точності дозування за довжиною відсіку:

$$\Delta V = B_{\text{б}} \cdot H_{\text{к}} \cdot \varphi_{\text{в}} \cdot \Delta L \quad (3.21)$$

де ΔV - зміна об'єму відсіку при перестановці щита на один крок, м³; ΔL - крок перестановки щита, м.

За $B_{\text{б}} = 1,90$ м, $H_{\text{к}} = 1,20$ м, $\varphi_{\text{в}} = 0,85$ і $\Delta L = 0,10$ м маємо

$$\Delta V = 1,90 \cdot 1,20 \cdot 0,85 \cdot 0,10 = 0,194 \text{ м}^3 \quad (3.22)$$

Для більшості об'ємних кормів така дискретність регулювання є достатньою, оскільки похибка маси одного відсіку не перевищує допустимих меж технологічного налаштування.

Діаметр поперечного змішувального шнека приймається на основі потрібної продуктивності та габаритних обмежень кормороздавача. Зовнішній діаметр $D_{\text{ш}} = 0,32$ м забезпечує потрібну пропускну здатність і може бути розміщений у

зоні штатного вивантаження. Діаметр вала приймаємо $d_b = 0,10$ м, крок гвинтової поверхні $S_{ш} = 0,28$ м. На витках шнека доцільно встановити змінні лопатки або невеликі ножі, які покращують розпушування волокнистих кормів.

Для шнека концентрованих кормів приймаємо зовнішній діаметр 0,12 м, діаметр вала 0,035 м і крок витка 0,09 м. Бункер концентрованих кормів виконується з листової сталі у вигляді призматично-конічної ємності об'ємом 0,30 м³. Такий об'єм перевищує розрахункову потребу 0,26 м³ і забезпечує запас на нерівномірність завантаження.

Основні конструкційні параметри удосконалення наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Прийняті конструкційні параметри кормороздавача

Елемент конструкції	Позначення	Прийняте значення	Обґрунтування
Внутрішня ширина бункера, м	B_6	1,90	Відповідає габаритам базової машини
Корисна висота завантаження, м	H_k	1,20	Забезпечує використання місткості без пересипання
Крок фіксації щитів, м	ΔL	0,10	Достатня точність налаштування відсіків
Зазор під щитом, мм	$\delta_{щ}$	15-20	Запобігає заклинюванню транспортера
Діаметр змішувального шнека, м	$D_{ш}$	0,32	Забезпечує продуктивність 20 т/год
Крок змішувального шнека, м	$S_{ш}$	0,28	Прийнято за умовою транспортування вологої маси
Діаметр шнека концентратів, м	D_k	0,12	Забезпечує подачу 0,78 т/год
Об'єм бункера концентратів, м ³	V_k	0,30	Із запасом щодо розрахункової потреби
Частота обертання бітерів, хв ⁻¹	n_6	180	Забезпечує розпушування кормової маси

Конструкція розділювальних щитів повинна передбачати швидке знімання або перестановку без застосування складного інструменту. У верхній час-

тині щитів доцільно передбачити відкидні напрямні кришки, які під час завантаження виконують роль приймальних поверхонь і спрямовують корм у потрібний відсік. Після завантаження кришки закриваються і запобігають пересипанню компонентів між відсіками під час руху машини.

3.6 Визначення енергоємності роботи роздавача

Енергоємність роботи удосконаленого кормороздавача визначається витратами потужності на переміщення кормової маси повздовжнім транспортером, роботу поперечного змішувального шнека, обертання бітерів, подачу концентрованих кормів і втрати у приводі. Оскільки модернізація не передбачає встановлення окремого двигуна, енергія подається від вала відбору потужності трактора через редуктор і ланцюгові передачі.

Потужність на привід повздовжнього транспортера визначаємо за формулою

$$P_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot v_{\text{тр}}}{1000 \cdot \eta_{\text{тр}}} \quad (3.23)$$

де $P_{\text{тр}}$ - потужність на привід транспортера, кВт; $F_{\text{тр}}$ - тяговий опір транспортера, Н; $v_{\text{тр}}$ - швидкість транспортера, м/с; $\eta_{\text{тр}}$ - коефіцієнт корисної дії приводу транспортера.

Тяговий опір транспортера визначаємо наближено як

$$F_{\text{тр}} = k_0 \cdot G_3 \cdot g \cdot f_{\text{тр}} \quad (3.24)$$

де $F_{\text{тр}}$ - тяговий опір, Н; k_0 - коефіцієнт, що враховує додаткові опори та ущільнення корму; G_3 - маса корму в бункері, кг; g - прискорення вільного падіння, м/с²; $f_{\text{тр}}$ - умовний коефіцієнт опору руху транспортера.

За $G_3 = 3500$ кг, $k_0 = 2,5$, $f_{\text{тр}} = 0,08$, $v_{\text{тр}} = 0,073$ м/с і $\eta_{\text{тр}} = 0,80$ одержуємо

$$F_{\text{тр}} = 2,5 \cdot 3500 \cdot 9,81 \cdot 0,08 = 6867 \text{ Н} \quad (3.25)$$

$$P_{\text{тр}} = \frac{6867 \cdot 0,073}{1000 \cdot 0,80} = 0,63 \text{ кВт} \quad (3.26)$$

З урахуванням пускових режимів і нерівномірності шару приймаємо встановлену потужність для повздовжнього транспортера $P_{\text{тр}} = 1,0$ кВт.

Потужність на привід поперечного змішувального шнека визначаємо за питомою енергоємністю переміщення кормової маси:

$$P_{\text{ш}} = \frac{k_{\text{ш}} \cdot Q_{\text{р}} \cdot L_{\text{ш}}}{\eta_{\text{ш}}} \quad (3.27)$$

де $P_{\text{ш}}$ - потужність на привід змішувального шнека, кВт; $k_{\text{ш}}$ - питома енергоємність переміщення і перемішування корму, кВт·год/(т·м); $Q_{\text{р}}$ - продуктивність роздавання, т/год; $L_{\text{ш}}$ - довжина робочої частини шнека, м; $\eta_{\text{ш}}$ - коефіцієнт корисної дії приводу шнека.

За $k_{\text{ш}} = 0,08$ кВт·год/(т·м), $Q_{\text{р}} = 20$ т/год, $L_{\text{ш}} = 1,80$ м і $\eta_{\text{ш}} = 0,85$ маємо

$$P_{\text{ш}} = \frac{0,08 \cdot 20 \cdot 1,80}{0,85} = 3,39 \text{ кВт} \quad (3.28)$$

Потужність на привід бітерів приймаємо за умовою розпушування і подрібнення грудок кормової маси. Для прийнятої продуктивності достатньо $P_{\text{б}} = 1,2$ кВт. Потужність на привід шнека концентрованих кормів приймаємо $P_{\text{к}} = 0,3$ кВт.

Загальна потужність на робочі органи визначається за формулою

$$P_{\Sigma} = \frac{P_{\text{тр}} + P_{\text{ш}} + P_{\text{б}} + P_{\text{к}}}{\eta_{\Pi}} \quad (3.29)$$

де P_{Σ} - загальна потрібна потужність, кВт; $P_{\text{тр}}$ - потужність на повздовжній транспортер, кВт; $P_{\text{ш}}$ - потужність на змішувальний шнек, кВт; $P_{\text{б}}$ - потужність на бітери, кВт; $P_{\text{к}}$ - потужність на шнек концентратів, кВт; η_{Π} - коефіцієнт корисної дії загального приводу.

За $P_{\text{тр}} = 1,0$ кВт, $P_{\text{ш}} = 3,39$ кВт, $P_{\text{б}} = 1,2$ кВт, $P_{\text{к}} = 0,3$ кВт і $\eta_{\Pi} = 0,90$ одержуємо

$$P_{\Sigma} = \frac{1,0 + 3,39 + 1,2 + 0,3}{0,90} = 6,54 \text{ кВт} \quad (3.30)$$

З урахуванням запасу на пускові навантаження приймаємо

$$P_{\text{пр}} = 1,2 \cdot P_{\Sigma} = 1,2 \cdot 6,54 = 7,85 \text{ кВт} \quad (3.31)$$

Отже, додаткова потрібна потужність для роботи удосконалених вузлів становить близько 7,9 кВт, що не перевищує можливостей приводу від ВВП трактора, який агрегатується з кормороздавачем. Результати енергетичного розрахунку наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Енергетичні показники роботи удосконаленого кормороздавача

Споживач потужності	Потужність, кВт	Частка в загальній потужності, %	Примітка
Повздовжній транспортер	1,00	15,3	Подача компонентів із відсіків
Поперечний змішувальний шнек	3,39	51,8	Основний споживач потужності
Бітери	1,20	18,3	Розпушування кормової маси
Шнек концентрованих кормів	0,30	4,6	Дозоване введення комбікорму
Втрати у приводі	0,65	10,0	Редуктор і передачі
Разом	6,54	100,0	Без запасу
Прийнято з коефіцієнтом запасу 1,2	7,85	-	Для пускових режимів

Таким чином, енергоємність удосконалення є помірною. Найбільша частина потужності витрачається на поперечний змішувальний шнек, оскільки саме цей робочий орган виконує не тільки переміщення корму, а й додаткове перемішування потоку перед роздаванням. При цьому загальна потужність залишається в межах, які дозволяють використовувати наявну енергетичну базу господарства.

3.7 Робота удосконаленого кормороздавача

Перед початком роботи оператор перевіряє справність приводу, стан ланцюгових передач, кріплення розділювальних щитів, вільне обертання шнеків і бітерів, а також відсутність сторонніх предметів у бункері. Після цього за розрахованим раціоном встановлює положення розділювальних щитів. Для силосу і подрібненого сіна передбачаються найбільші відсіки, оскільки ці компоненти

мають найбільший об'єм у завантаженні. Сінаж і коренеплоди розміщують у менших відсіках, а концентровані корми завантажують у окремий бункер.

Завантаження компонентів виконується навантажувачем або іншими засобами механізації відповідно до прийнятої технологічної послідовності. Спочатку доцільно завантажувати більш об'ємні та легкі компоненти, після чого - силос, сінаж і подрібнені коренеплоди. Концентрати завантажують останніми в окрему ємність, щоб уникнути їх передчасного змішування та втрат.

Під час руху кормороздавача вздовж кормового проходу вмикається по-вздовжній транспортер. Усі компоненти одночасно переміщуються до передньої частини бункера. За рахунок установлених щитів кожен компонент подається у кількості, яка відповідає об'єму його відсіку. Бітери розпушують кормову масу, руйнують ущільнені грудки і спрямовують потік до поперечного змішувального шнека. Одночасно шнек концентрованих кормів подає комбікорм у зону змішування.

Поперечний шнек виконує дві функції: переміщує корм до вивантажувального вікна і додатково змішує компоненти. За рахунок гвинтового переміщення та взаємодії потоку з напрямною кришкою формується більш однорідна кормова маса, ніж при звичайному послідовному вивантаженні. Готова суміш надходить у годівницю рівномірним потоком. Оператор регулює кількість корму зміною швидкості руху агрегату та положенням заслінок.

Запропонована модернізація не перетворює базову машину на повноцінний спеціалізований змішувач-кормороздавач, однак значно підвищує якість роздавання порівняно з роздільною годівлею. Найбільший ефект очікується за умови правильного подрібнення грубих кормів, дотримання послідовності завантаження і належного регулювання шнека концентрованих кормів.

3.8 Висновки

У розділі розглянуто існуючі конструкційно-технологічні рішення для роздавання кормів на фермах ВРХ. Встановлено, що найбільш досконалими є спе-

ціалізовані змішувачі-кормороздавачі, однак їх висока вартість обмежує застосування у господарствах із помірним рівнем технічного забезпечення. Тому для умов проекту доцільним є удосконалення наявного мобільного кормороздавача ПКТ-10 з наданням йому функцій дозування та часткового змішування компонентів раціону.

Запропоновано конструкційно-технологічну схему модернізації, яка передбачає поділ бункера пересувними розділювальними щитами, встановлення бункера концентрованих кормів із подаючим шнеком, використання поперечного розвантажувально-змішувального шнека і прямої кришки. Така схема дозволяє формувати співвідношення компонентів безпосередньо у бункері та отримувати кормосуміш під час роздавання.

Виконано розрахунок технологічних параметрів удосконалення. Встановлено, що для одного завантаження масою 3,50 т потрібний сумарний об'єм відсіків становить 8,74 м³, що не перевищує місткості базового бункера. Визначено довжини відсіків для силосу, подрібненого сіна, сінажу і коренеплодів, а концентровані корми запропоновано подавати з окремого бункера об'ємом 0,30 м³.

Визначено кінематичні параметри робочих органів: швидкість повздовжнього транспортера прийнято 0,07-0,08 м/с, частоту обертання змішувального шнека - 75 хв⁻¹, бітерів - 180 хв⁻¹, шнека концентрованих кормів - 65 хв⁻¹. Розрахована потрібна потужність на робочі органи становить 6,54 кВт, а з урахуванням запасу - 7,85 кВт. Це підтверджує можливість реалізації запропонованого удосконалення з використанням штатного приводу від ВВП трактора.

Таким чином, запропоноване удосконалення є конструктивно простим, технологічно доцільним і придатним до впровадження в умовах господарства. Воно підвищує рівномірність годівлі та створює передумови для переходу до більш збалансованої годівлі ВРХ кормовими сумішами.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги охорони праці при роздаванні кормів ВРХ

Роздавання кормів великій рогатій худобі є щоденною технологічною операцією, під час якої оператор взаємодіє з мобільним кормороздавачем, трактором, навантажувальною технікою, кормовою масою, тваринами та елементами приміщення. Безпечність процесу залежить від справності машини, правильної організації маршруту руху, дотримання послідовності завантаження, контролю робочих органів і дисципліни персоналу.

Нормативною основою організації безпечної праці є чинне законодавство України з охорони праці, правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, типові вимоги до навчання та перевірки знань працівників, інструкції підприємства і заводська експлуатаційна документація на трактор та кормороздавач. До самостійної роботи допускають працівників, які пройшли інструктаж, навчання безпечним методам роботи та перевірку знань у встановленому порядку.

Основними небезпечними факторами під час роздавання кормів є рухомі частини машини, поздовжній ланцюгово-планчастий транспортер, бітери, шнеки, карданна передача, гідропривід, колеса агрегату, можливість наїзду або затискання працівника, а також неконтрольована поведінка тварин. Додатковими шкідливими факторами є пил від сухих кормів, підвищена вологість у приміщенні, слизька підлога, шум і вібрація.

Перед початком роботи необхідно перевірити стан кормового проходу, справність освітлення, відсутність сторонніх предметів, відкритих люків, пошкоджених настилів і місць накопичення слизької кормової маси. Ширина проходу повинна забезпечувати безпечний рух агрегату без контакту з годівницями, стінами, стійками та тваринами.

Особливу увагу приділяють технічному стану кормороздавача. Огородження карданної передачі, бітерів, шнеків, ланцюгово-планчастого транспортера та інших небезпечних зон мають бути встановлені й надійно закріплені. Забороняється експлуатувати машину з пошкодженими кожухами, несправними гальмами, витоками мастила з гідросистеми, ослабленими кріпленнями або сторонніми предметами у бункері.

Завантаження компонентів кормосуміші виконують тільки після встановлення агрегату на рівному майданчику. Забороняється перебувати у бункері, стояти під ковшем навантажувача, подавати корм вручну до працюючих органів або проштовхувати масу сторонніми предметами. Якщо потрібно видалити зависання корму, привід зупиняють, трактор глушать, а робочі органи чекають до повної зупинки.

Таблиця 4.1 – Основні небезпечні та шкідливі фактори під час роздавання кормів

Фактор	Можливий прояв безпеки	Профілактичні заходи
Рухомі робочі органи	Захоплення одягу, травмування рук під час очищення	Огородження, зупинка приводу, заборона очищення на ходу
Карданна передача і привід	Намотування, удар елементами передачі	Справний кожух, огляд перед запуском, робота без сторонніх осіб
Рух агрегату у приміщенні	Наїзд на працівника або тварину, зіткнення з конструкціями	Мала швидкість, сигнал перед рухом, вільний кормовий прохід
Пил, волога, слизька підлога	Подразнення органів дихання, падіння, погіршення огляду	Провітрювання, прибирання проходів, ЗІЗ, достатнє освітлення

Під час роздавання кормів оператор повинен підтримувати сталу швидкість руху, не допускати різких поворотів і гальмувань, контролювати рівномірність подачі корму та роботу вивантажувальних органів. У зоні дії машини не

повинно бути сторонніх осіб. Оператор користується спецодягом, спецвзуттям із неслизькою підошвою, рукавицями, а за наявності пилу — засобами захисту органів дихання.

Організаційні заходи безпеки передбачають закріплення за оператором справної машини, визначення постійного маршруту руху, обмеження перебування сторонніх осіб у зоні завантаження та роздавання кормів, а також погодження дій між трактористом, оператором навантажувача і працівниками ферми. Роботи бажано виконувати за сталою технологічною картою, щоб уникати випадкових маневрів, перехрещення транспортних потоків і скупчення тварин у кормовому проході.

Санітарно-гігієнічні вимоги мають забезпечувати нормальні умови праці оператора протягом зміни. У приміщенні повинні підтримуватися достатнє освітлення, провітрювання, справний стан підлоги та своєчасне видалення залишків корму. При роботі із сухими або подрібненими компонентами необхідно зменшувати запиленість, уникати різкого скидання корму з висоти і використовувати засоби індивідуального захисту.

Пожежна безпека під час експлуатації кормороздавача забезпечується недопущенням перегріву підшипникових вузлів, ковзання приводних передач, накопичення сухої кормової маси біля нагрітих частин трактора та використання відкритого вогню у зоні зберігання кормів. На фермі мають бути справні первинні засоби пожежогасіння, а оператор повинен знати місця їх розміщення і порядок дій при загорянні.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора кормороздавача

Ця інструкція є проєктом локального документа для оператора мобільного кормороздавача, що використовується для транспортування, дозування, змішування та роздавання кормів ВРХ. Вона повинна уточнюватися з урахуванням конкретної марки машини, типу трактора, планування ферми, прийнятого маршруту руху, складу кормів та фактичних умов експлуатації.

До роботи оператором допускається працівник, який має необхідну професійну підготовку, знає будову кормороздавача, порядок його агрегування з трактором, правила керування, вимоги безпеки під час роботи з карданными передачами, транспортерами, бітерами, шнеками, гідросистемою і навантажувальною технікою.

Вимоги безпеки перед початком роботи. Оператор повинен одягнути справний спецодяг, перевірити зовнішній стан трактора і кормороздавача, справність зчіпного пристрою, шин, гальм, сигналізації, огорожень, приводних ланцюгів, карданного вала, гідравлічних рукавів і механізмів керування. Потрібно переконатися, що у бункері та біля робочих органів немає сторонніх предметів, інструменту, каміння або злежаних грудок корму.

Підготовка до завантаження. Агрегат встановлюють на рівному майданчику, не допускаючи самовільного переміщення. Завантаження здійснюють у послідовності, передбаченій технологічною картою. При використанні удосконаленого роздавача з повздовжніми перемичками перевіряють їх положення, фіксацію на напрямних і відповідність об'ємів відсіків заданому раціону. Положення заслінок дозатора встановлюють до вмикання приводу.

Вимоги безпеки під час роботи. Пуск робочих органів здійснюють лише після попереджувального сигналу та переконання, що біля машини немає людей. Під час руху по фермі оператор підтримує безпечну швидкість, особливо на поворотах, біля воріт, у вузьких проходах і поряд із тваринами. Забороняється перевозити людей на рамі, дишлі, бункері, кришках або підніжках кормороздавача, відкривати захисні кожухи та нахилятися до працюючих бітерів, шнека чи транспортера.

Робота у тваринницькому приміщенні. Перед заїздом у приміщення подають звуковий сигнал і перевіряють відсутність людей у проході. Рух виконують плавно. Вивантаження корму починають після виходу робочих органів на сталий режим. Якщо корм подається нерівномірно або виникли стуки, заклинювання, надмірна вібрація, запах перегріву чи витік мастила, роботу негайно припиняють і встановлюють причину несправності.

Очищення та технічне обслуговування. Очищення бункера, транспортера, бітерів, шнека та дозувальних пристроїв проводять тільки після повної зупинки робочих органів, вимкнення ВВП і двигуна трактора. Регулювання натягу ланцюгів, кріплення ножів, заміна пальців, підтягування болтів і змащування вузлів виконують на зупиненому агрегаті. Після роботи машину очищають, встановлюють на стоянку, опускають опорну стійку та проводять контрольний огляд.

Дії в аварійних ситуаціях. У разі травмування працівника, пожежі, заклинювання механізмів, обриву ланцюга, пошкодження карданної передачі, витoku гідравлічної рідини або некерованої поведінки тварин оператор негайно зупиняє агрегат, вимикає привід, глушить двигун трактора, огорожує небезпечну зону та повідомляє керівника робіт. Потерпілому надають домедичну допомогу і за потреби викликають медичних працівників.

4.3 Висновки

У розділі розглянуто основні вимоги охорони праці при виконанні процесу роздавання кормів ВРХ із використанням мобільного кормороздавача. Встановлено, що найбільшу небезпеку становлять рухомі робочі органи, карданна передача, ланцюгово-планчастий транспортер, бітери, шнеки, рух агрегату в обмеженому просторі тваринницького приміщення, а також слизькі проходи, пил і поведінка тварин.

Запропоновані заходи безпеки спрямовані на попередження механічного травмування, наїздів, захоплення одягу рухомими деталями, падінь і порушень технологічної дисципліни. Розроблена інструкція для оператора кормороздавача може бути використана як основа для локального документа підприємства після уточнення відповідно до конкретної марки машини, умов ферми та затвердження відповідальною особою.

5 Економічна оцінка

5.1 Вихідні дані

Економічну оцінку виконано з метою визначення доцільності впровадження розробленого удосконалення мобільного кормороздавача на фермі великої рогатої худоби. Для порівняння прийнято два варіанти організації процесу: базовий, у якому кормороздавач використовується переважно для роздільного роздавання компонентів раціону, та удосконалений, у якому машина додатково обладнується повздовжніми перемичками у бункері, бункером концентрованих кормів, дозувальним пристроєм, блоком бітерів і розвантажувально-змішувальним шнеком.

У базовому варіанті окремі компоненти кормового раціону подаються тваринам послідовно, що збільшує тривалість роботи агрегату, потребу в обслуговуючому персоналі та втрати кормів. Удосконалений варіант забезпечує дозоване переміщення компонентів із відсіків бункера до робочих органів, їх часткове змішування під час роздавання та рівномірніше укладання кормової маси у годівниці.

Розрахунок проведено для ферми з поголів'ям 300 голів ВРХ. Прийнято, що роздавання кормів виконується двічі на добу протягом року. Основними складовими економічної оцінки є витрати на оплату праці, пальне, технічне обслуговування і ремонт, амортизацію додаткового обладнання та втрати кормової маси при роздаванні.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для економічної оцінки

Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Удосконалений варіант
Поголів'я ВРХ	гол.	300	300
Кількість роздавань кормів на добу	разів	2	2
Тривалість роботи протягом року	діб	365	365

Середньодобова маса кормів, що роздаються	т/добу	17,0	17,0
Кількість працівників, зайнятих на процесі	осіб	2	1
Середня тривалість виконання операції за добу	год/добу	5,8	3,4
Витрата пального	л/добу	18,0	14,0
Середня вартість пального	грн/л	55	55
Середня вартість кормової маси	грн/т	1900	1900
Втрати кормів при роздаванні	%	3,0	1,8
Вартість удосконалення кормороздавача	грн	-	180000
Строк амортизації удосконалення	років	-	5

Прийняті вихідні дані відповідають умовам експлуатації кормороздавача у господарстві середнього розміру. Вартість модернізації включає виготовлення та встановлення розділювальних щитів, направляючих елементів, додаткового бункера для концентрованих кормів, дозатора, шнека та допоміжних деталей кріплення.

5.2 Результати економічної оцінки

Порівняльна економічна оцінка показала, що впровадження удосконаленого кормороздавача дає змогу зменшити річні експлуатаційні витрати. Основний результат формується за рахунок зниження трудомісткості процесу, скорочення витрати пального та зменшення втрат кормів під час транспортування і роздавання.

У базовому варіанті більша частина витрат пов'язана з необхідністю виконувати додаткові проходи агрегату та залучати двох працівників. В удосконале-

ному варіанті частина технологічних операцій поєднується, тому процес роздавання стає коротшим, а потреба у ручному контролі та допоміжних операціях зменшується.

Таблиця 5.2 – Порівняння річних експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Базовий варіант, грн/рік	Удосконалений варіант, грн/рік	Зміна витрат, грн/рік
Оплата праці з нарахуваннями	254000	149000	-105000
Витрати на пальне	361350	281050	-80300
Технічне обслуговування і ремонт	42000	54000	+12000
Амортизація додаткового обладнання	-	36000	+36000
Втрати кормів при роздаванні	353685	212211	-141474
Разом експлуатаційні витрати	1011035	732261	-278774

За результатами порівняння річні експлуатаційні витрати у базовому варіанті становлять 1011035 грн, а в удосконаленому – 732261 грн. Загальне зменшення витрат становить 278774 грн на рік. Найбільший вплив на економічний результат має зниження втрат кормів, оскільки навіть невелике зменшення їх частки суттєво позначається на річному обсязі витрат.

Економія витрат на оплату праці пояснюється скороченням тривалості виконання операції та зменшенням кількості працівників, безпосередньо зайнятих на роздаванні кормів. Економія пального пов'язана зі зменшенням кількості проходів агрегату та тривалості роботи трактора. Водночас в удосконаленому варіанті зростають витрати на технічне обслуговування і ремонт, що зумовлено наявністю додаткових робочих органів, однак це збільшення не перекриває отриманої економії.

Таблиця 5.3 – Основні показники економічної ефективності

Показник	Одиниця виміру	Значення
Вартість удосконалення кормороздавача	грн	180000
Річна економія експлуатаційних витрат	грн/рік	278774
Додаткові річні витрати на обслуговування та амортизацію	грн/рік	48000
Річний економічний ефект	грн/рік	278774
Орієнтовний термін окупності	року	0,65
Орієнтовний термін окупності	місяців	8

Отримані показники свідчать про те, що модернізація має короткий строк окупності. За прийнятої вартості удосконалення 180000 грн вкладення повертаються приблизно за 0,65 року, або близько восьми місяців експлуатації. Такий результат пояснюється тим, що господарство не купує новий дорогий змішувач-кормороздавач, а підвищує функціональність наявної машини шляхом конструктивного дообладнання.

Крім прямого економічного ефекту, удосконалення має додаткові виробничі переваги. До них належать підвищення рівномірності годівлі, зменшення вибіркового споживання кормів тваринами, поліпшення організації роботи оператора та скорочення простоїв техніки. У комплексі ці переваги сприяють підвищенню технологічної дисципліни на фермі та раціональнішому використанню кормових ресурсів.

5.3 Висновки

Економічна оцінка підтвердила доцільність впровадження розробленого удосконалення мобільного кормороздавача на фермі ВРХ. Запропонована модернізація дозволяє зменшити трудові витрати, скоротити витрати пального та знизити втрати кормів під час роздавання.

Річні експлуатаційні витрати при використанні удосконаленого кормороздавача зменшуються порівняно з базовим варіантом на 278774 грн. За вартості модернізації 180000 грн орієнтовний термін окупності становить 0,65 року, або приблизно 8 місяців.

Отже, розроблене удосконалення є економічно ефективним, технічно доступним і може бути реалізоване силами господарства без придбання нового дорогого обладнання. Його впровадження забезпечує підвищення функціональності мобільного кормороздавача та покращення організації процесу годівлі великої рогатої худоби.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянуто питання підвищення ефективності процесу годівлі великої рогатої худоби шляхом удосконалення мобільного кормороздавача. Актуальність роботи зумовлена тим, що роздавання кормів є однією з найбільш трудомістких операцій на молочнотоварній фермі, а якість її виконання безпосередньо впливає на рівномірність споживання кормів, продуктивність тварин і собівартість виробництва продукції.

У першому розділі проаналізовано основні технології годівлі ВРХ та типи технічних засобів, які використовуються для роздавання кормів. Встановлено, що найбільш перспективним напрямом є застосування повнораціонних кормових сумішей, оскільки така система забезпечує кращу збалансованість раціону та зменшує вибіркове поїдання окремих компонентів. Разом з тим придбання сучасних змішувачів-кормороздавачів потребує значних капітальних вкладень, тому для господарств середнього розміру доцільним є удосконалення наявних мобільних кормороздавачів.

У другому розділі виконано технологічне обґрунтування процесу роздавання кормів для ферми ВРХ. Визначено вихідні дані, розглянуто раціони годівлі корів і нетелей, розраховано добову потребу в основних видах кормів та обґрунтовано послідовність виконання технологічних операцій. Запропонована технологічна схема передбачає підготовку компонентів раціону, їх завантаження у кормороздавач, дозоване переміщення до робочих органів і подальше роздавання кормової суміші тваринам.

У третьому розділі розроблено конструкційно-технологічну схему удосконалення мобільного кормороздавача. Запропоновано поділ основного бункера повздовжніми перемичками на окремі відсіки для компонентів раціону, використання ланцюгово-планчастого транспортера на дні бункера, встановлення

бункера концентрованих кормів із дозувальним пристроєм, блоку бітерів у передній частині машини та розвантажувально-змішувального шнека. Таке рішення дає змогу надати існуючому кормороздавачу додаткові функції дозування і змішування компонентів без суттєвого ускладнення конструкції.

Проведені технологічні, кінематичні, конструкційні та енергетичні розрахунки підтвердили працездатність запропонованого варіанта модернізації. Удосконалений кормороздавач забезпечує послідовне надходження компонентів із відсіків бункера до бітерного блоку, їх попереднє розпушування, часткове змішування та подавання до розвантажувально-змішувального шнека. У результаті на виході машини формується більш однорідна кормова маса, ніж за роздільного роздавання кормів.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці при роздаванні кормів ВРХ та експлуатації удосконаленого кормороздавача. Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі чинники, пов'язані з рухом агрегату, роботою транспортерів, бітерів, шнеків і приводу. Розроблено інструкцію з охорони праці для оператора кормороздавача, у якій наведено вимоги безпеки перед початком роботи, під час виконання технологічного процесу, після його завершення та в аварійних ситуаціях.

У п'ятому розділі виконано економічну оцінку запропонованого удосконалення. Порівняння базового та модернізованого варіантів показало, що впровадження розробленої конструкції дозволяє зменшити тривалість виконання операцій, скоротити витрати праці та пального, а також знизити втрати кормів під час роздавання. Річна економія експлуатаційних витрат становить 278774 грн, а орієнтовний термін окупності витрат на модернізацію - близько 0,65 року, або приблизно 8 місяців.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. International Organization for Standardization. (2007). ISO 5707:2007: Milking machine installations — Construction and performance. ISO.
2. International Organization for Standardization. (2007). ISO 6690:2007: Milking machine installations — Mechanical tests. ISO.
3. Codex Alimentarius Commission. (2004). Code of hygienic practice for milk and milk products (CXC 57-2004). FAO/WHO.
4. European Parliament and Council. (2004). Regulation (EC) No 853/2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. Official Journal of the European Union.
5. Tetra Pak. (2025). Tetra Pak Dairy Processing Handbook. Tetra Pak.
6. Tetra Pak. (n.d.). Pasteurized and ESL dairy products. Dairy Processing Handbook.
7. Tetra Pak. (n.d.). Heat exchangers. Dairy Processing Handbook.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Milk processing. FAO Dairy Production and Products.
9. ГК «Брацлав». Установка доїльна в молокопровід УДМ-200. URL: <https://www.bratslav.com/ua/product/ustanovka-doyilna-v-molokoprovid-udm-200/>
10. Установка доїльна у молокопровід УДМ-200 «Брацлавчанка». Технічні характеристики. URL: <https://bratslav.agrobiz.net/goods/ustanovka-doilna-u-molokoprovid-udm-200-bratslavchanka/>
11. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Доїльна установка УДМ-200 «Брацлавчанка». URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/tsapk_2/page51.html
12. ДСТУ ISO 5707:2012. Установки доїльні. Конструкція і технічні характеристики (ISO 5707:2007, IDT). Київ: Мінекономрозвитку України, 2012.
13. ISO 6690:2007. Milking machine installations — Mechanical tests. Geneva: International Organization for Standardization, 2007.

14. Codex Alimentarius Commission. Code of Hygienic Practice for Milk and Milk Products CAC/RCP 57-2004. Rome: FAO/WHO, 2004.
15. Tetra Pak. Dairy Processing Handbook. Lund: Tetra Pak Processing Systems AB.
16. Новітні технології виробництва молока. Колектив авторів. За ред. Кравчука В.І. Дослідницьке, УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2008 - 70 с.
17. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
18. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Козуб Ю.Г., Рижков І.Є. Деталі машин. - Луганськ: ДЗ "ЛНУ ім. Тараса Шевченка", 2010. - 308 С.
19. Вибір матеріалу пластин ротаційного вакуумного насоса/В.Ю. Дудін//Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.- 2015.-Вип. 157.-С. 14-18.-Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2015_157_6.
20. Сиротюк В. М. Обґрунтування параметрів електроприводу для енергоощадного доїльного апарата / В. М. Сиротюк, С. В. Сиротюк, М. І. Магац // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2009. – № 13. – С. 355 – 359.
21. Дмитрів В. Т. Автоматизований доїльний апарат / В. Т. Дмитрів // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідом. темат. наук. зб. – Глеваха : Нац. наук. центр «Ін-т механіз. та електриф. сільс. госп-ва», 2010. – № 84. – С. 134 – 136.
22. Доїльні апарати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.delaval.ru/Dairy Knowledge/EfficientMilking/DeLaval>.
23. Дудін В.Ю. Фази розподілу повітря ротаційного вакуумного насоса з тангенційним розміщенням пластин. Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України. Дніпропетровськ: 2008. Вип. 75. С. 254-258.

24. Патент 46831 (Україна). Вакуумний пластинчасто-роторний насос / А.О. Парієв, С.І. Павленко, С.В. Дубовенко, В.Ю. Дудін. – 11.01.2010, Бюл. № 1.

25. Дудін В.Ю., Плотницький В.І., Алієв Є.Б. Експериментальні дослідження фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса *Materiały IX Międzynarodowej naukowipraktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami - 2013».* – Rolnictwo : Przemysł. – Nauka i studia, 2013. Volume 32. P. 24–27.

26. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12>.

27. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) : наказ Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0231-05>.

28. Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників : наказ МНС України від 25.01.2012 № 67. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0226-12>.

29. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском : наказ Мінсоцполітики України від 05.03.2018 № 333. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0433-18>.

30. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ДНАОП 0.00-1.21-98) : наказ Мінпраці України від 09.01.1998 № 4. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0093-98>.

31. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0252-15>.

32. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/771/97-%D0%B2%D1%80>.

33. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/va042282-99>.

34. Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/852/oj/eng>.

35. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/853/2023-02-15/eng>.

ДОДАТКИ

Раціон годівлі корів

Вид корму	Літній період, кг	Зимовий період, кг
Сіно	-	6,0
Сінаж	-	9,0
Силос	-	26,0
Коренеплоди	-	9,0
Концентрати	2,7	2,2
Зелені корми	60,0	-
Усього	62,7	52,2

Раціон годівлі нетелей

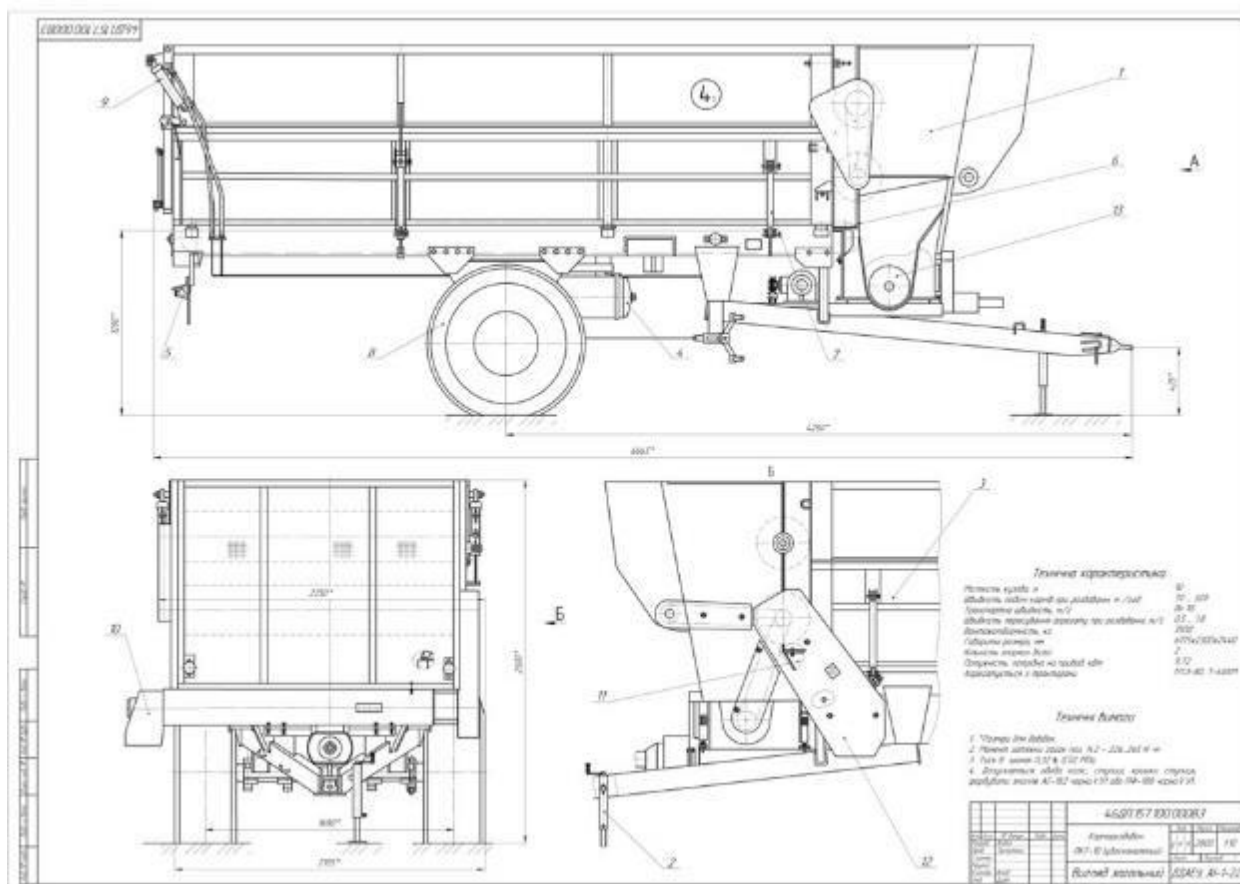
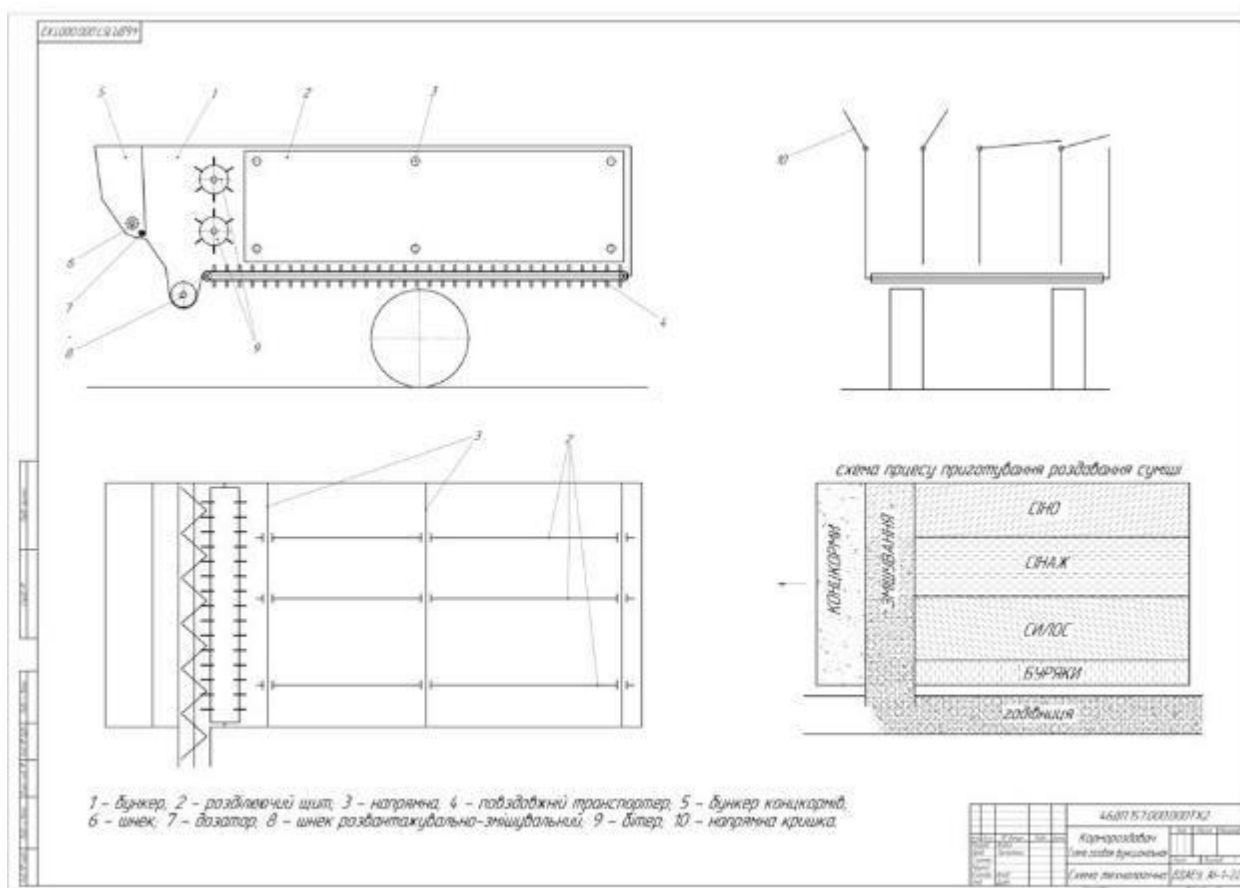
Вид корму	Літній період, кг	Зимовий період, кг
Сіно	-	4,5
Сінаж	-	-
Силос кукурудзяний	-	20,0
Коренеплоди	-	2,5
Концентрати	0,74	0,74
Зелені корми	30,0	-
Усього	30,74	27,74

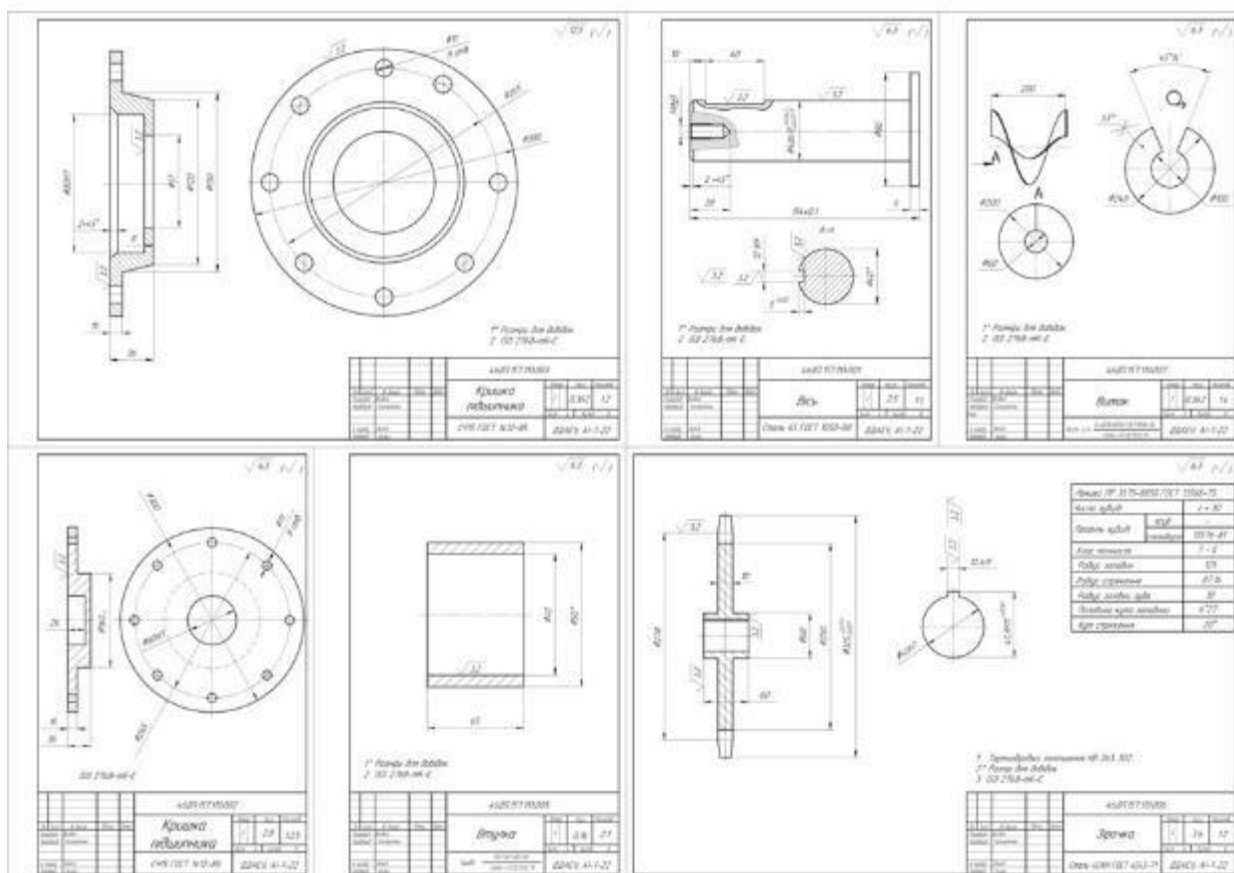
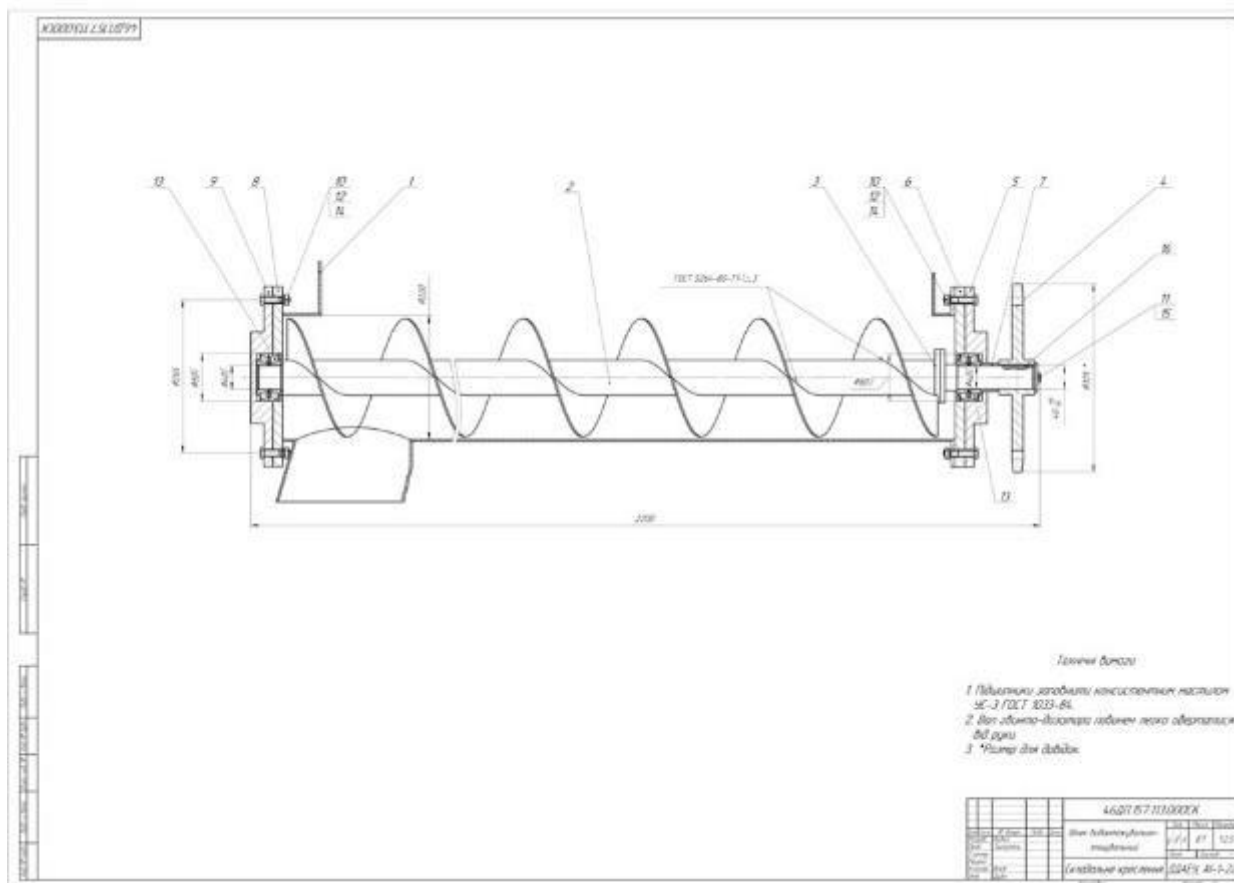
Розрахунки потрібної кількості машин та обладнання

Назва технологічної лінії	Продуктивність лінії, т/год	Марка машини	Продуктивність машини, т/год	Кількість машин
Дільниця силосу	5,29	Навантажувач ПЕ-Ф-1БМ	12,0	1
Дільниця сіна	1,22	Подрібнювач ІГК-30Б	3,0	1
Дільниця сінажу	1,59	Навантажувач ПЕ-Ф-1БМ	12,0	1
Дільниця коренеплодів	1,68	Мийка-подрібнювач ІКМ-5	5,0	1
Дільниця концентрованих кормів	0,41	Дробарка-змішувач ДКУ-2,0	2,0	1

Вагова доля компонентів корму за одне завантаження

Вид кормів	Добова потреба, т	Доля в суміші, %	Вагова доля в бункері, т	Продуктивність завантаження, т/год	Час завантаження, год
Силос	9,000	51,95	1,82	12,0	0,152
Сіно	2,070	11,95	0,42	3,0	0,139
Сінаж	2,700	15,58	0,55	12,0	0,045
Коренеплоди	2,850	16,45	0,58	5,0	0,115
Комбікорм	0,704	4,07	0,14	2,0	0,071
Всього	17,324	100,00	3,50	-	0,522





[illegible]

Порівняння річних експлуатаційних витрат			
Стаття витрат	Базовий варіант, грн/рік	Удосконалений варіант, грн/рік	Зміна витрат, грн/рік
Оплата праці з нарахуваннями	254000	149000	-105000
Витрати на пальне	361350	281050	-80300
Технічне обслуговування і ремонт	42000	54000	+12000
Амортизація додаткового обладнання	-	36000	+36000
Втрати кормів при роздаванні	353685	212211	-141474
Разом експлуатаційні витрати	1011035	732261	-278774

Основні результати економічної оцінки		
Показник	Одиниця виміру	Значення
Вартість удосконалення кормороздавача	грн	180000
Річна економія експлуатаційних витрат	грн/рік	278774
Додаткові річні витрати на амортизацію	грн/рік	48000
Річний економічний ефект	грн/рік	278774
Орієнтовний термін окупності	року	0,65
Орієнтовний термін окупності	місяців	8

[illegible]

