

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

УДК 631.3:636

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

_____ Братішко В.В.

“ _____ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
охорони праці та біотехнічних систем
в тваринництві

_____ Хмельовський В.С.

“ _____ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **“ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ЗМІШУВАЧА КОРМІВ ДЛЯ ГОДІВЛІ СВИНЕЙ”**

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко Вячеслав Вячеславович

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф.

науковий ступінь та вчене звання

(підпис)

Хмельовський В.С.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Смотрун М.В.

(ПІБ студента)

Київ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

д.т.н., проф. _____ Хмельовський В.С.
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання магістерської роботи студенту

Смотруну Миколі Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

(код і назва)

Тема магістерської роботи: «Дослідження конструкційних та технологічних параметрів змішувача кормів для годівлі свиней»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “07” грудня 2023р. № 2223 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру

2024.10.28.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Загальна характеристика підприємства і його тваринницької галузі;

- Виробничо-економічна характеристика господарства;

- Структура поголів'я тварин та перспектива розвитку галузі;

- Довідкові дані про машини та обладнання;

- Структура поголів'я ВРХ та перспективи його розвитку;

- Спосіб утримання тварин;

- План ферми і характеристика тваринницьких приміщень;

- Норми та раціони годівлі тварин;

- Стан механізації виробничих процесів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Дослідити виробничо-економічну характеристику господарства;

- Дослідження технічного процесу приготування кормів;

- Техніко-економічна оцінка запропонованого рішення.

Дата видачі завдання “ 17 ” жовтня 2023 р.

Керівник магістерської роботи

_____ Хмельовський В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

_____ Смотрун М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

Перелік умовних позначень

АДС – Агрономічна дослідна станція.

ч.м.з. - частинок матеріалу завантаження.

n – кількість груп тварин з однаковою нормою видачі даного виду корму.

g_i - норма видачі i -того виду корму на одну голову j -тої групи тварин, кг/доб.

$T_{доб.л}$ – допустимий час роботи лінії, год.

γ - об'ємна вага корму, (т/м³).

$R_б$ - радіус барабана, м.

$N_{заг}$ - потужність на урухомлення змішувача, кВт.

ψ - коефіцієнт заповнення барабана, м.

Зміст

Завдання на магістерську роботу	2
Перелік умовних позначень	3
Зміст	4
Реферат	6
Вступ	7
1. Характеристика підприємства і його тваринницької галузі	8
1.1. Загальні відомості	8
1.2. Напрямки діяльності	9
1.3. Господарська діяльність	14
1.4. Аналіз механізації виробничих процесів у тваринництві	15
2. Технологічна частина	16
2.1. Механізація виробничих процесів	16
2.2. Технологія утримання тварин	18
2.3. Класифікація способів підготовки кормів до згодовування та їх значення	22
2.4. Поняття про технологію та основні схеми кормоприготування	25
2.4.1. Обґрунтування технологічної схеми роздавання кормів	25
2.4.2. Визначення обсягу робіт, вибір машин та обладнання	27
3. Конструктивна частина проекту	32
3.1. Зоотехнічні вимоги до процесу та обладнання	32
3.2. Фізичні основи змішення	33
3.3. Обґрунтування конструкційно-функціональної схеми змішувача	34
3.4. Технологічний та конструктивний розрахунки змішувача	36
4. Експериментальні дослідження	40
5. Техніко- економічне обґрунтування (лінії, машини)	44
5.1. Загальний огляд	44
5.2. Розрахунок техніко-економічних показників	44

6. Охорона праці та навколишнього середовища	52
6.1. Аналіз стану охорони праці в підприємстві	52
6.2. Аналіз виробничих небезпек	55
6.3. Розрахунок вентиляції	57
6.4. Пожежна безпека на свинофермі	61
Висновки	62
Список використаної літератури	63
Додаток	68

Реферат

Магістерська робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка виконана на 68 сторінках друкованого тексту і містить 7 таблиці, додатки та список використаної літератури, який налічує 53 джерела.

Тема роботи: «Дослідження конструкційних та технологічних параметрів змішувача кормів для годівлі свиней».

Метою магістерської роботи є - покращення процесу відгодівлі свиней шляхом удосконалення змішувача порційної дії.

Предмет дослідження – встановити закономірності впливу параметрів змішувача на рівномірність змішування кормових компонентів удосконаленого змішувача.

Об'єкт дослідження – є процес приготування комбікормів та порційний змішувач.

В основних розділах магістерської роботи проведено аналіз виробничої діяльності ВП НУБіП Агрономічна дослідна станція, який розташований у с. Пшеничне Київської області в цілому та свиноферми зокрема. На основі аналізу виробничої діяльності господарства в роботі обґрунтована необхідність лінії приготування та роздавання кормів і приділена увага його технічному обладнанню.

Також в магістерській роботі вирішені питання економічного обґрунтування і охорони праці для запропонованих рішень.

Ключові слова: приготування комбікормової суміші, змішувач, бункер з горизонтальним розміщенням валу.

ВСТУП

Одним із основних завдань тваринницьких галузей є забезпечення населення продуктами харчування, а промисловості – сировиною. Економіка країни й добробут населення значною мірою залежать від розвитку тваринництва. У цій галузі досягнуто певних успіхів у селекційній роботі. Створено нові вітчизняні породи свиней – українська й полтавська м'ясні.

У проведенні розрахунків із складання раціонів і в підборі інгредієнтів кормів використовується комп'ютерна техніка. Ведуться роботи щодо створення автоматизованих систем управління технологічними процесами. Технологія виробництва продукції тваринництва розглядається, як комплекс виробничих процесів і операцій, спрямованих на одержання великої кількості й високої кількості й високої якості продукції. Крім традиційної технології, у практиці ведення галузі тваринництва застосовується і промислова, що сприяє поліпшенню умов праці тваринників, наближуючи їх до умов праці робітників промисловості.

Для виконання завдань, поставлених перед тваринництвом, і роботи в сучасних умовах потрібні висококваліфіковані кадри із зоотехнічних, агрономічних, інженерних і економічних спеціальностей, які б досконало знали технологію виробництва продукції тваринництва, вміло застосовували її у практичних умовах й отримували б достатню кількість продукції з мінімальними витратами кормів та затратами праці.

РОЗДІЛ 1.

ВИРОБНИЧО - ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1. Загальні відомості

Керівником Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» є Юрій Олександрович Росамаха, кандидат технічних наук, доцент кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка.

Агрономічна дослідна станція організована у травні 1956 р. на базі відділка радгоспу Саливонківського цукрового комбінату. З метою створення бази практичної підготовки спеціалістів, проведення науково-дослідної роботи та зразкового ведення господарства у березні 1966 р. її безпосередньо підпорядковано університету.

Основною в АДС є навчальна, науково-дослідна та господарська діяльність, які технологічно пов'язані з навчальним та навчально-інноваційним процесом у системі підготовки фахівців у НУБіП України, а також проведення науково-дослідних робіт співробітниками університету. Станція має науковий і виробничий відділи. Плідні дослідження тут проводять науковці кафедр землеробства, рослинництва, кормовиробництва, селекції та насінництва, агрохімії, фітопатології, годівлі сільськогосподарських тварин.

Чимало наукових розробок учених університету впроваджено у виробництво.

Станція займається вирощуванням і реалізацією елітного насіння озимих та ярих зернових культур і ріпаку. На основі наукових досліджень, проведених на полях станції, було підготовлено 11 докторських та десятки кандидатських дисертацій.

У господарстві щорічно одержуються високі врожаї сільськогосподарських культур та надої молока. Агрономічна дослідна станція є базою практичної підготовки студентів університету, де протягом року проходять навчальну і виробничу практики понад 500 студентів. Для керівництва цією важливою ділянкою навчального процесу створена кафедра виробничого навчання.

1.2. Напрямки діяльності

Основними напрямками діяльності господарства є:

- створення необхідних умов для проведення навчальної і виробничої практики студентів, здійснення теоретичного та практичного навчання студентів за профілем обраної спеціальності та підвищення кваліфікації спеціалістів відповідно до навчальних планів і програм НУБіП України;
- створення необхідних умов для проведення науково-дослідних робіт науково-педагогічними і науковими працівниками, докторантами, аспірантами і студентами, впровадження наукових розробок у виробництво;
- створення сучасної матеріальної, технічної і соціальної баз для навчання студентів. науково-дослідної і науково-інноваційної діяльності науково-педагогічних і наукових працівників НУБіП України;
- впровадження наукових розробок у виробництво;
- виробництво елітно-насінневої продукції рослинництва, розробка нових технологій, створення перспективних сортів і гібридів сільськогосподарських культур та їх реалізація на підставі договорів з сільськогосподарськими підприємствами різних форм власності і способів господарювання;
- вирощування та реалізація великої рогатої худоби української чорно-рябої породи;
- розробка нових технологій у тваринництві;
- виробництво, переробка і реалізація продукції рослинництва та тваринництва;
- виготовлення та реалізація товарів широкого вжитку;
- надання послуг, виконання робіт, здійснення господарської діяльності, спрямованої на досягнення економічних, соціальних та інших результатів без мети одержання прибутку;
- здійснення заходів щодо охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів.

Наукова діяльність

Станція має науковий та виробничий підрозділи. Багато наукових розробок вчених університету впроваджені у виробництво і дають високий економічний ефект. Станція займається вирощуванням і реалізацією елітного насіння озимих і ярих зернових культур та ріпаку.

На основі наукових досліджень, проведених на полях станції, було підготовлено 15 докторських та десятки кандидатських дисертацій.



ННВЛ “Насіння”



ННВЛ “Рослинництва”



ННВЛ “Кормовиробництва”



ННВЛ “Овочі”



ННВЛ “Млин”



Агрономічна дослідна станція є базою практичної підготовки студентів університету, де протягом року проходять навчальну і виробничу практику понад 500 студентів. Для керівництва цією важливою ділянкою навчального процесу створена кафедра виробничого навчання.



1.3. Господарська діяльність

Виробничий відділ щороку одержує високі врожаї сільськогосподарських культур і надої молока. Постійно впроваджуються нові прогресивні технології вирощування с.-г. культур на інноваційній основі. На території Агрономічної дослідної станції розміщений експериментальний завод з виробництва біодизельного палива.

Організовано виробництво кінцевих продуктів споживання на основі інтеграції з переробними підприємствами та розвитку власних підприємств з обробки с.-г. продукції.

Структура

У складі АДС створюються навчально-науково-виробничі лабораторії, бази практичної підготовки, виробничі, науково-інноваційні та інші функціональні підрозділи:

бази практичної підготовки (*поля, теплиці, сади, тваринницькі ферми, ветеринарна клініка, машинний двір, пункти технічного обслуговування, ремонтна майстерня*);

виробничі підрозділи:

цех рослинництва (*зернові, технічні, кормові, лікарські, ефіроолійні, овочеві та плодові культури*);

цех тваринництва (*молоко, м'ясо*);

цех переробки продукції рослинництва (*переробка зерна, виробництво макаронів, хлібобулочні вироби, олійно-жирова продукція, корми*);

цех інженерно-технічного сервісу (*машинно-тракторний парк, машинний двір, ремонтні майстерні, автопарк, машини та обладнання фермерської техніки, електроцех*);

інші функціональні підрозділи.

1.4. Аналіз механізації виробничих процесів у тваринництві

В господарстві технічне забезпечення знаходиться у складному стані, вирішено питання механізації окремих процесів але техніка морально та фізично застаріла.

Кормоприготування та роздавання кормів. Корми згодуюються у вигляді кормових сумішок, проте, є періоди де складові раціону видають в роздільному вигляді, без ефективного змішування та утворення однорідних сумішок. Для роздавання використовується тросо-шайбовий конвеєр, а також ручні візки з яких сухий корм роздається у годівнички вручну, чим збільшуються затрати праці на виробництво продукції тваринництва.

Гноєприбирання. На фермі використовують гноєприбиральні транспортери КСГ- 3 - 1 шт. Гній вивозиться два рази на день з кагатуванням на майданчику.

Водопостачання. Зношена водопровідна мережа ферми на 70%, що призводить до значних втрат води та незабезпечення водою всіх приміщень. Клітки для свиней обладнані автонапувалками для вільного доступу до води.

Кліткове обладнання. Клітки виконанні з металу. Підлога стійл для утримання тварин дерев'яна.

Для виробничих процесів, відповідно, використовують наступне обладнання і машини:

- навантажувач ПУ-0,5 , ПГ-0,5Д
- мобільні роздавачі НС -5, КС-1,5.
- напувалки – ПСС-1;
- скребкові конвеєри КСГ-3,0 Б;

Ефективність механізації виробничих процесів господарства знаходиться не на високому рівні. Є ряд недоліків, насамперед:

- навантажувально-розвантажувальні роботи здійснюються вручну, в більшості випадків.

- кормоцех фізично зношений та не відповідає необхідним технологічним вимогам і не в повній мірі виконує свої функції.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Механізація виробничих процесів

Основні завдання сфери виробництва полягають у підвищенні добробуту населення. У галузі тваринництва ці завдання зводяться до подальшого збільшення виробництва м'яса, молока, яєць, вовни та інших видів продукції для повнішого задоволення потреб населення в продуктах харчування та промисловості в сировині, для створення необхідних державних резервів сільськогосподарської продукції [1, 8, 12].

Виходячи з класичного визначення, що виробництво продуктів харчування є найпершою умовою життя безпосередніх виробників і будь-якого виробництва взагалі, слід підкреслити особливе значення галузі тваринництва не лише для розвитку сільського, а і народного господарства країни в цілому [1, 8, 12].

Не менш важливою є і друге завдання виробництва у тваринництві - підвищення якості і сортності продукції, особливо, якщо мова йде про виробництво продуктів харчування [1, 4].

Нарешті, третє важливе завдання в процесі розвитку тваринництва полягає в зниженні собівартості вироблюваної продукції. Величезне економічне значення останньої пов'язане з великими обсягами виробництва продукції тваринництва. В останні роки на цю галузь припадає більше половини виробництва валової продукції сільського господарства України [4, 12].

Однією з особливостей сільського, господарства є велика розосередженість об'єктів виробництва, технологічних процесів і операцій на значних площах і відстанях. Звідси і великі витрати на мобільні операції та міжопераційні переміщення машин, об'єктів і продуктів виробництва та самих виконавців. З цим також пов'язані розпилення засобів, істотні відмінності в умовах та можливостях виробництва: різниця в розмірах і фондооснащеності, в рівнях механізації і продуктивності праці тощо [4, 12].

Тваринництву притаманні загальногалузеві риси сільського господарства з його сезонним характером робіт. Безпосередньо ж технологія виробництва основної продукції ґрунтується на стаціонарних процесах, що з чіткою періодичністю повторюються протягом кожної доби і щорічно. У цьому відношенні тваринництво ближче до промислового виробництва [1, 4].

Розвитку сучасного тваринництва на основі науково-технічного прогресу характерні такі організаційно-технологічні напрямки: спеціалізація, концентрація, комплексна механізація, а також автоматизація окремих виробничих ліній чи цехів, переведення виробництва продукції на промислову основу або ж індустріалізація галузі. В останні роки поряд із вказаними напрямками йде розвиток і малих тваринницьких ферм (підсобні, сімейні, фермерські господарства тощо) [1, 4].

Залежно від розмірів свинарських ферм, їх виробничого спрямування, типів приміщень, умов годівлі та утримання тварин використовують різні системи машин і обладнання [1, 12].

З метою удосконалення управління, оптимального використання матеріальних, фінансових і трудових ресурсів, збільшення виробництва свинини, поліпшення її якості, зниження собівартості й підвищення рентабельності галузі передбачають автоматизовані технологічні лінії та диспетчерські пульти управління. Рівень автоматизації основних виробничих процесів під час проектування або реконструкції свинарських підприємств має становити не менше ніж 15 %, у тому числі за системами забезпечення мікрокліматичних параметрів — не нижче від 60 % [2, 4].

До трудомістких процесів відносять приготування і роздавання кормів, водопостачання, видалення гною, створення необхідного мікроклімату в приміщеннях.

Серед загальної кількості витрат на виробництво тваринницької продукції на приготування кормів припадає близько 20 - 30 %. Для одержання повноцінних сухих розсипних та гранульованих комбікормів у свинарських господарствах використовують комплекти комбікормових цехів «Харків'янка», де корми

подрібнюють і змішують. На невеликих свинофермах для подрібнення зернових кормів можна застосовувати агрегати АМК-2, АК-1,2, ККН-ІМ [2, 4, 8].

Трав'яне борошно вологістю 10 - 13 % отримують на різних агрегатах та різних модифікацій. Подрібнюють сухе сіно - на універсальних дробарках ДКУ-1 і ДКУ-2. Для одночасного змішування кількох кормів використовують змішувачі-запарники С-12, АПС-6.

Щоб вивантажити кормосуміші з кормоцеху в транспортні засоби чи подати сінне борошно, макуху тощо, використовують похилі ланцюгові конвеєри ТС-40 М або ТС-40 С. У горизонтальному напрямку корми переміщують на шнекових конвеєрах ШЗС-40, ШВС-40. Приймання, тимчасове зберігання і дозоване видавання концкормів у змішувачі та запарники здійснюють за допомогою живильників ПК-6, бункерів Б-6, Г-807С та ПСМ-10 [3, 8, 12].

2.2. Технологія утримання тварин

При утриманні свиней застосовують дві основні системи утримання: вигульну та безвигульну. Вигульну використовують на невеликих свинофермах та племінних репродукторах великих свинокомплексів. Для останніх існує режимно-вигульна та вільно-вигульна системи утримання тварин. Безвигульна поширена у великих господарствах промислового типу [2, 3].

Для вирощування молодняку свиней застосовують три системи- три-, дво- та однофазну. Трифазна передбачає перебування поросят у трьох приміщеннях: свинарнику-маточнику - до 60-денного віку, дорощуванні - до 90 - 120-денного та на відгодівлі; двофазна - в двох приміщеннях: свинарнику-маточнику - до 90 - 120-денного віку та на відгодівлі; однофазна поросята від народження до досягнення технологічних м'ясних кондицій перебувають у свинарнику-маточнику в тому самому станку [3, 4, 8].

Для різних статево-вікових груп свиней використовують станки різних конструкцій. Індивідуальні - для свиноматок та вирощування поросят: ОСМ-60 для товарних та племінних ферм, СОС-Ф-35 для індустріальної технології,

універсальні станки УСП і СОІЛ-17, станок-секція для безперегрупованого вирощування молодняку свиней за двофазною технологією; станки для групового утримання свиней: ОСУ-1, ОСУ-1.20.А та БКВ-2 [2, 3].

Утримання свиней

Для свинарських ферм і комплексів найдоцільніший павільйонний тип забудови, коли свинарники розміщуються автономно. При такій забудові можлива організація вигулів та забезпечення природного освітлення приміщень. Технологічні розриви між свинарниками становлять 18-20 м [2, 4, 8].

Для санітарної обробки і дезинфекції приміщень свинарники розділяють суцільними перегородками на ізольовані секції. Місткість секцій визначається залежно від розміру технологічних груп, але не повинна перевищувати 60 маток у свинарниках-маточниках, 600 відлучених поросят, 1200 свиней на відгодівлі [2, 4]

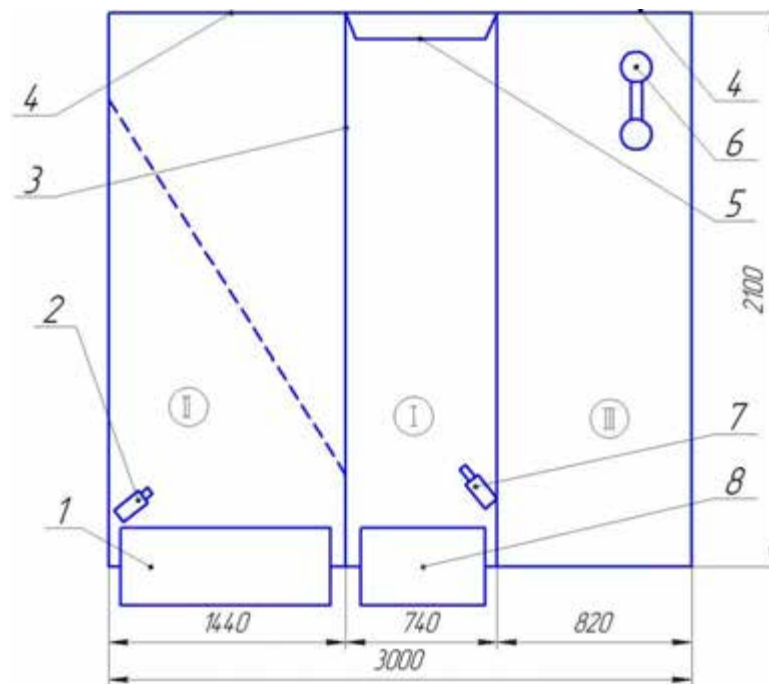


Рис 2.1 - Схема станкового обладнання свинарників-маточників: I - бокс для свиноматки; II - бокс для годівлі поросят; III - бокс для відпочинку поросят:

1 - годівниці для поросят; 2 - напувалки для поросят; 3 - бокова перегородка; 4 – дверцята; 5 - обмежувальна задня дуга; 6 - установка для обігрівання і опромінення поросят; 7 - напувалки для свиноматки; 8 - годівниці для свиноматки.

Залежно від виробничого напрямку і типорозміру ферми застосовують такі основні системи утримання свиней: безвигульну і вигульну [2, 3, 4].

Безвигульна система утримання поширена у великих тваринницьких підприємствах. При цій системі тварин від народження до реалізації утримують в приміщеннях з індивідуальними або груповими станками. Іноді практикують клітково-ярусне утримання. Інтенсивне ведення свинарства при цілорічному безвигульному утриманні всіх вікових і виробничих груп свиней нерідко веде до ослаблення конституції і зниження їх продуктивності. Тому для підприємств племінного напрямку, а також для кнурів-плідників, свиноматок і ремонтного молодняка промислових репродукторів доцільна вигульна система утримання [3, 4, 11].

Вигульна система ділиться на режимно-вигульну і вільно-вигульну. При режимно-вигульному утриманні тваринам надається можливість виходу з приміщень на вигульні майданчики лише в час, передбачений розпорядком дня; при вільно-вигульному тварини мають вільний доступ до місця вигулу. Вигули, як правило, розміщують уздовж стін свинарників і поділяють на окремі секції [3, 8].

Норма площі вигулів для кнурів і поросних свиноматок (за 10- 15 днів до опоросу), а також підсисних маток з поросятами - 10 м² на одну голову, для свиноматок холостих і першого періоду поросності - 5 м², ремонтного та відгодівельного молодняка - відповідно 1,5 і 0,8 м² на 1 голову. Вигульні майданчики повинні мати суцільне тверде покриття [3, 4, 12].

Приміщення для літньо - табірної утримання будують за типом стаціонарних будівель або у вигляді пересувних споруд.

Для опоросу свиноматок і утримання їх з поросятами до 30-60-денного віку останніх використовують обладнання з дво- (ОСМ-120) або трибоксовими (ОСМ-60, СОС-Ф-35) станками, а також спарені двосекційні станки типу ССД. Наявність перегородок всередині станка дозволяє утворювати в ньому бокси для утримання і фіксованого опоросу свиноматки, годівлі та відпочинку поросят.

Внутрішні перегородки можна переставляти, трансформуючи при цьому площу боксів залежно від фізіологічного стану свиноматки і віку поросят [4, 8, 11].

Станки оснащені сосковими напувалками та годівницями, положення яких за висотою можна регулювати у боксах для поросят. Конструкція станків дозволяє застосовувати одну із систем прибирання гною: механічну за допомогою скребкових транспортерів або гідравлічну. Бокс для відпочинку поросят обладнаний установкою ІЧУФ-1М для їх обігрівання та опромінення [2, 3, 11].

На дорощуванні поросят утримують залежно від прийнятої технології погніздно (8-10 голів) або групами (20-25 голів) у станках з площею підлоги 0,35-0,40 м² на одну голову [4, 8, 12].

У свинарниках для дорощування виділяють кілька станків (для 5 % загального поголів'я) для утримання слабких, відсталих у рості поросят (не більше 12 голів у станку). Огородження станків - суцільне, висотою 0,8 м, а біля решітчастої частини підлоги - із металевих решіток [3, 11, 12].

Годують поросят із групових годівниць. Фронт годівлі при цьому дорівнює 0,2 м. Норми освітлення - такі ж, як і для підсисних поросят (75—100 лк) [3, 11].

Молодняк, призначений для ремонту, до 4-місячного віку утримують погніздно з наступним формуванням у групи по 10 свинок і 5 кнурів залежно від їх живої маси і віку. Норма площі станка на одну голову на племінних фермах – 1 м², на товарних - 0,8 м². Фронт годівлі - 0,3 м. Щоденно тварин двічі випускають на прогулянку тривалістю 1-1,5 год. Для активного моціону тварин на великих промислових комплексах доцільно використовувати механічні установки типу «Тренажер» [2, 4].

Для утримання відлучених поросят застосовують групові станки КГО-Ф-10. Це збірна конструкція у вигляді окремих кліток з піднятою щілинною підлогою. Годують поросят розсипними комбікормами за допомогою групової бункерної самогодівниці, напувають з автонапувалок АС-Ф-25 або ПБП-1А. Станки також оснащені установками ІЧУФ-1М [4, 8].

Відгодівельне поголів'я розміщують у спеціальних приміщеннях групами по 10-15 голів (але не більше 25) у станку. Площу станка приймають із розрахунку 0,8 м² на голову. Огородження станка висотою 1 м суцільне. Годують тварин із групових годівниць, фронт годівлі - 0,3 м. Система і технічні засоби прибирання гною можуть використовуватись як механічні, так і гідравлічні [8, 12].

2.3 Класифікація способів підготовки кормів до згодовування та їх значення

Процес кормоприготування може включати ряд технологічних заходів різних за своєю природою та цілеспрямованістю.

Ефективність застосування того чи іншого технологічного заходу у процесі кормоприготування може проявлятися різними шляхами і переслідувати як окремі цілі, так і цілий їх комплекс. В основному вони зводяться до наступного [3, 4, 11].

1. Розширюється і спрощується можливість використання тієї чи іншої сировини для годівлі і цим самим збільшується набір компонентів для різних видів тварин, зміцнюється кормова база галузі. Після відповідної обробки (наприклад, подрібнення) в раціони свиней та птиці можна включати стеблові (сухі - у вигляді сінного чи трав'яного борошна, а зелені - у вигляді дрібної січки або пасти), крупно кускові (макуха, коренеплоди, баштанні) та деякі інші корми.[3, 8]

2. Збільшується і покращується поїдання кормів. Наприклад, тварини погано поїдають непідготовлену солому (не більше 2-3 кг з розрахунку на голову великої рогатої худоби), а її втрати досягають 20-30 %. Після відповідної підготовки (подрібнення, теплової або хімічної обробки тощо) солома поїдається майже повністю і у більшій кількості.[12, 4]

3. Підвищується і прискорюється перетравність кормів. Так, зернові корми, що мають високий вміст поживних речовин та добрі смакові якості, у більшості

випадків виявляються малоефективними, якщо їх згодовувати без попередньої підготовки. Ціле сухе зерно тварини погано розжовують, тому значна кількість поживних речовин залишається неперетравленою і видаляється з організму разом із калом. Істотно підвищується і перетравність соломи після її гідролізу (розщеплення одеревілої речовини), наприклад шляхом хімічної обробки. При цьому попереднє подрібнення соломи прискорює процес хімічної обробки, підвищує її ефективність [1, 2, 8].

4. Скорочуються витрати енергії тварин на пережовування корму, запобігаються деякі захворювання тварин. Відомо, наприклад, що на пережовування 1 кг соломи тварина витрачає 625-840 Дж. Отже, економія енергії на пережовування рівноцінна додатковій продуктивній дії корму [1, 3].

Встановлено, що поживна цінність 100 кг подрібненої на січку соломи зростає на 8 - 12 кормових одиниць, а подрібненої на борошно - на 16-20, або майже вдвічі порівняно з натуральною. Виявлено також зниження витрат енергії і на перетравлення подрібнених кормів. А згодовування, наприклад, цілого зерна чи несвіжих кормів може спричинити шлункові захворювання у тварин [1, 2].

5. Розширюється асортимент кормів, створюються умови для кормовиробництва та кормоприготування на промисловій основі і впровадження прогресивних технологій годівлі тварин. Відповідна обробка кормової сировини дозволяє готувати кормові сумішки, комбіновані та повнораціонні корми. Перетравність же кормів в організмі тварин у значній мірі залежить від повноцінності і збалансованості годівлі. При надмірному, але погано збалансованому раціоні до 35-40 % поживних речовин його не засвоюється. У той же час приготування повноцінних кормових сумішок дозволяє значно зменшити витрати більш дорогих (концентрованих) і збільшити споживання відносно дешевих (грубих, відходи деяких виробництв) кормів, підвищує ефективність всіх компонентів раціону [3, 4].

Поряд із традиційним використанням соковитих, грубих та концентрованих кормів в останні роки набули розповсюдження сінажно-концентратний тип

годівлі, приготування вітамінного борошна, брикетування та гранулювання кормів [1, 4].

З підвищенням рівня інтенсифікації тваринництва спостерігається тенденція до переходу від багатокомпонентних раціонів на монокорми з додаванням необхідних добавок. Технологія приготування монокорму така. Рослини скошують у стадії бутонізації - початку цвітіння трав або молочно-воскової стиглості зерна, тобто коли вони мають найбільш високий вміст поживних речовин. Після цього висушують в сушильному агрегаті і подрібнюють на борошно або січку, а потім збагачують білковими, мінеральними та біологічно активними речовинами і гранулюють чи брикетують [3, 4].

Перехід від багатокомпонентних раціонів до ущільнених монокормів має такі переваги:

- дозволяє суміщати кормовиробництво і підготовку кормів до згодовування в одному процесі, здійснюючи заготівлю кормів у заздалегідь сплановані оптимальні строки і незалежно від погодних умов;
- забезпечує суттєве збільшення виходу поживних речовин з одиниці площі посіву і знижує їх втрати у процесі зберігання;
- спрощує рішення питань механізації та автоматизації приготування, зберігання і роздавання кормів: дозволяє на всьому шляху від поля до годівниці, тобто починаючи зі збирання і закінчуючи годівлею, механізувати всі процеси і операції;
- не потребує різнотипних сховищ та технічних засобів [3, 8]

Таким чином, відносно до процесів кормоприготування можливі два підходи. Перший коли відповідна підготовка є обов'язковою, щоб забезпечити саму можливість використання тієї чи іншої сировини як корму, тобто для перетворення потенційного корму на дійсний. Другий коли підготовка доцільна в технологічному та економічному відношеннях, оскільки сприяє раціональнішому і ефективнішому використанню кормів, супроводжується збільшенням виходу продукції тваринництва при тих же запасах кормів [1, 2, 3]

Якщо враховувати масштаби розвитку тваринництва, а також той факт, що в сучасному виробництві тваринницької продукції доля затрат, пов'язаних з кормами, у загальному балансі собівартості цієї продукції перевищує 40-45 % (молочнотоварне виробництво), а на промислових комплексах досягає 70-80 % (наприклад, свинарство, птахівництво), то обидва названі підходи - розширення кормових ресурсів і підвищення їх ефективності - є дуже важливими і постійно актуальними [1, 4].

2.4. Поняття про технологію та основні схеми кормоприготування

Зображена загальна класифікація свідчить про досить широкі можливості вибору технологічних заходів підготовки кормів до згодовування. Проте далеко не всі з них часто чи навіть взагалі застосовують у кормоприготуванні через, наприклад, недостатню ефективність чи економічну недоцільність, складність технології та технічного оснащення тощо [4, 8]

Вибір технології кормоприготування обумовлюється наявними кормовими компонентами та їх якістю, видом та віком тварин, прийнятим (заданим) типом годівлі. При цьому технологія кормоприготування в широкому розумінні цього визначення - це структура і послідовність способів та заходів обробки кормової сировини, мета яких одержати готові до згодовування корми [2, 4].

Стосовно конкретних видів кормів багаторічним досвідом визначені раціональні технологічні заходи. Деякі з них є обов'язковими для більшості видів кормової сировини. Це - очищення та подрібнення. Крім того, для реалізації найбільш доцільної технології годівлі тварин (кормовими сумішками) обов'язковими є також операції дозування та змішування [2, 11]

Таким чином, процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних операцій, спрямованих на надання сировині, що обробляється, нових властивостей. А машини, що виконують такі операції, називаються технологічним обладнанням. Крім технологічного обладнання, у процесі кормоприготування для переміщення об'єкту обробки від машини до машини чи

його перевантаження використовується і допоміжне обладнання, яке забезпечує поточність і безперервність, усуває ручну працю в процесі кормоприготування.

2.4.1. Обґрунтування технологічної схеми приготування кормів

Для приготування кормів для поголів'я, яке знаходиться в господарстві потрібно мати певний набір обладнання для кожного процесу та кормового компоненту [3, 8].

Приготування комбікормів відбувається у чіткій послідовності виконання технологічних операцій.

Нами запропоновано приготування комбікормів в одній універсальній машині, яка виконує операції транспортування кормових компонентів з одночасним змішуванням та приготування з них комбікормової суміші [4, 8].

Приготування комбінованих кормів здійснюють в спеціальному приміщенні, яке обладнане машинами, які здатні готувати комбікорми для всіх вікових груп великої рогатої худоби та свиней.

Приймальні бункери (бетоновані ями) зерна та мікроелементів (ДК-10) служать накопичувачами для безперебійної роботи обладнання, яке готує комбікорм [3, 4]

Дробарка зернових компонентів (ДК-5Б) служить для їх подрібнення забору із бункерів накопичувачів та транспортування їх до бункера (ПК – 6) для подрібнених компонентів. При потребі до комбікормів можуть подавати рідкі поживні розчини цю операцію забезпечує лінія поживних розчинів СМ – 1,7.

Безпосереднє приготування комбікормів відбувається в змішувачі, який ми проектуємо. Зважування порцій комбікорму відбувається завдяки ваговому механізму ВК – 10 [4, 8, 12].

Таблиця 2.1 - Перелік машин і обладнання

Назва машини	Марка машини	Q_m, T	Кількість машин n_m
Приймальні бункери зерна	Бетоновані ями	10	3

Приймальний бункер мікроелементів	ДК-10	0,1-8,0	1
Дробарка зернових компонентів	ДК-5Б	40	1
Ваговий механізм	ВК-10	0,1-12,0	1
Лінія поживних розчинів	СМ – 1,7	5,0	1
Бункера для подрібнених компонентів	ПК - 6	10	3
Змішувач корму (проект)	проект	19,0	1

2.4.2. Визначення обсягу робіт, вибір машин та обладнання

Для обґрунтування вибору типу розміру чи розрахунку кормоприготувального об'єкт необхідно знати добові потреби кормів для ферми, разовий обсяг їх видачі, продуктивність окремих технологічних ліній, кормоцеху в цілому.

Добову витрату кожного виду кормів $G_{доби}$ визначають за формулою

$$G_{доби} = \sum_{j=1}^n g_i m_j, \quad (2.1)$$

де (відповідно до кормового раціону);

m_j - кількість тварин у j -тій групі;

n – кількість груп тварин з однаковою нормою видачі даного виду корму.

Орієнтовний раціон годівлі свиней кілограм на голову за добу

Трав'яне борошно-4

Концентровані корми-7

Сіль кухонна-0,1

Корми тваринного походження-1

Таблиця 2.2 - Розподілення добового раціону при дворазовій годувлі

Вид корму	I-е роздавання кормів	II-е роздавання кормів
Трав'яне борошно	731	731
Концентровані корми	1255	1255
Сіль кухонна	10	10
Корми тваринного походження	424	424

Таблиця 2.3 - Знаходження разової видачі корму

Вид кормів	Добова потреба корму	I- годування		II- годування	
		%	кг	%	кг
Трав'яне борошно	1462	0,5	731	0,5	731
Концентровані корми	2510	0,5	1255	0,5	1255
Сіль кухонна	20	0,5	10	0,5	10
Корми тваринного походження	848	0,5	424	0,5	424
Всього	4840,5	-	2420	-	2420

Добова потреба в трав'яному борошні дорівнює:

$$G_{\text{трав.борошно}} = 50 \cdot 4 = 200 \text{ кг/доб.} \quad G_{\text{трав.борошно}} = 200 \cdot 1.5 = 300 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{трав.борошно}} = 300 \cdot 1 = 300 \text{ кг/доб.} \quad G_{\text{трав.борошно}} = 300 \cdot 1.5 = 450 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{трав.борошно}} = 400 \cdot 0.5 = 200 \text{ кг/доб.} \quad G_{\text{трав.борошно}} = 3 \cdot 4 = 12 \text{ кг/доб}$$

$$G_{\text{додат.міди}} = 200 + 300 + 300 + 450 + 200 + 12 = 1462 \text{ кг/доб.}$$

Добова потреба в концентрованих кормах дорівнює:

$$G_{\text{рідк.доб}} = 7 \cdot 50 = 350 \text{ кг/доб.} \quad G_{\text{рідк.доб}} = 200 \cdot 3 = 600 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{рідк.доб}} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ кг/доб.} \quad G_{\text{рідк.доб}} = 400 \cdot 0,5 = 200 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{рідк.доб}} = 300 \cdot 3 = 900 \text{ кг/доб.} \quad G_{\text{рідк.доб}} = 3 \cdot 3,5 = 10,5 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{рідк.доб}} = 350 + 600 + 450 + 200 + 900 + 10,5 = 2510,5 \text{ кг/доб.}$$

Добова потреба кухонної солі дорівнює:

$$G_{\text{к.корму}} = 0,1 \cdot 50 = 5 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{к.корму}} = 0,01 \cdot 200 = 2 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{к.корму}} = 0,05 \cdot 300 = 15 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{к.корму}} = 0,01 \cdot 300 = 3 \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{к.корму}} = 5 + 2 + 15 + 3 = 20 \text{ кг/доб.}$$

Добова потреба в кормах тваринного походження дорівнює:

$$G_{\text{т.н}} = 2,5 \cdot 50 = 125, \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{т.н}} = 1,5 \cdot 200 = 300, \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{т.н}} = 1 \cdot 300 = 300, \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{т.н}} = 0,3 \cdot 400 = 120, \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{т.н}} = 3 \cdot 1 = 3, \text{ кг/доб.}$$

$$G_{\text{т.н}} = 3 + 125 + 300 + 300 + 120 = 848, \text{ кг/доб.}$$

Добова продуктивність кормоцеху:

$$G_{\text{доб}} = 1462 + 2510,5 + 20 + 848 = 4840,5, \text{ кг/доб.}$$

Визначення продуктивності лінії концентрованих кормів

Продуктивність лінії дорівнює :

$$Q_{\text{л.к.к}} = \frac{Q_{\text{раз.к.к}}}{T_{\text{доб.л}}} \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{раз.к.к}}$ – кількість концентрованих кормів необхідна для разового годування,

$$Q_{\text{раз.к.к}} = 2510 \text{ кг};$$

$T_{\text{доб.л}}$ – допустимий час роботи лінії,

$$Q_{\text{л.к.к}} = \frac{2510}{1} = 2510, \text{ кг/год}$$

Визначення продуктивності лінії трав'яного борошно

Продуктивність лінії дорівнює :

$$Q_{л.к.к} = \frac{Q_{раз.к.к}}{T_{доб.л}},$$

$$Q_{раз.к.к} = 1462, кг.$$

$T_{доб.л}$ – допустимий час роботи лінії, $T_{доб.л} = 1, год.$

$$Q_{лін.к.к} = \frac{1462}{1} = 1462, кг/год.$$

Визначення продуктивності лінії кормів тваринного походження

Продуктивність лінії дорівнює :

$$Q_{л.к.к} = \frac{Q_{раз.к.к}}{T_{доб.л}},$$

$$Q_{раз.к.к} = 848, кг$$

$T_{доб.л}$ – допустимий час роботи лінії, $T_{доб.л} = 1 год$

$$Q_{лін.к.к} = \frac{848}{1} = 848, кг/год$$

Таблиця 2.4 - Раціон годівлі тварин

Вікова група тварин	голів	Концентрати	Трав'яне борошно	Сіль кухонна	Тваринного походження
Свиноматки підсисні	50	7	4	0,03	2,5
Молодняк ремортний	200	3	1,5	0,01	1,5
Поросята 2-4 місяця	300	1,5	1	0,05	1
Поросята 0-2 місяця	400	0,5			0,3
Відгодівля	300	3	1,5	0,01	
Кнури	3	3,5	4		1

Загальна кількість кормів, що згодують свиням продовж доби:

$$G_{доб} = 1462 + 2510,5 + 20 + 848 = 4840,5 \text{ кг/доб}$$

Кількість корму , що необхідна на одну годівлю визначають виходячи з умови, кратності годівлі. В господарстві відбувається двократна годівлі

свинопоголів'я, тому разова потреба в кормах при їх рівномірному розподілі за два рази становить: 50 % ввечері, 50 % ранком [1, 5]:

$$Q_{зр} = Q : n, \text{ кг.}$$

$$Q_{зр} = 4840,5 : 3 = 1613,50 \text{ кг}$$

де n_k - кратність годівлі.

Приймаємо $Q_{зр} = 1613,50 \text{ кг}$.

Продуктивність потокової лінії змішування корму визначається за такою формулою [14, 18]:

$$W_p = Q_{зр} : T_d \quad (2.11)$$

де T_d – допустима тривалість роздавання кормів на фермі (приймаємо 1 годину).

При попередньо розрахованій разовій потребі сумішки для ферми продуктивність лінії складає:

$$W_p = 1613,5 : 2 = 806,75 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність змішувача залежить від маси корму, що знаходиться в бункері та від тривалості циклу змішування.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗМІШУВАЧА КОРМІВ

3.1. Зоотехнічні вимоги до процесу та обладнання

Для годівлі тварин і птиці у господарствах України застосовують такі види кормів: фуражне зерно (кукурудзи, ячменю, гороху, сої, пшениці тощо); стеблові корми (сіно, сінаж, солома, кукурудзяний та інший силос, зелена трава).

Кормовими сумішками залежно від типу годівлі і наявності кормів у господарствах можуть бути сухі комбікорми (вологість до 20%), зволожені (20-40%), вологі (40-60%), напіврідкі (60-80%) і рідкі (більші 80%) [8, 12].

Основними компонентами комбікормів є зернові (кукурудза, ячмінь, овес, пшениця) і зернобобові (горох, вика, соя), а також відповідно до призначення білково – вітамінно- мінеральні добавки (БВД), які вводяться в дозі від 5 до 15% за масою. Загальні вимоги до комбікормів: вологість не більше 14%, фракції розміром 3мм не більше 10%, перетравного протеїну не менше 25%, сирої клітковини не більше 0,5%, металевих включень не більше 25 мг/кг, нерівномірність змішування не більше 10% (при масі проби 5 г і частці контрольного компоненту 1%) [2, 4, 8].

У випадку включення до складу БВД трав'яного борошна допускається збільшення клітковини до 0.25% на кожний процент введеного борошна, але в сумі не більше 11%. Напіврідкі сумішки характерні при годівлі свиней- це 25-30% комбікормів, 8-11% трав'яного або вітамінно - сінного борошна, решта – коренеплоди. Відхилення від рецепту в процентах до загальної ваги комбікорму для інгредієнтів, які входять в комбікорм у кількості більше 30%, не повинні перевищувати $\pm 1,5$ від 10 до 30% - $\pm 1,0\%$; для інгредієнтів, що входять в кількості до 10% - $\pm 0,5\%$, для кожного з видів мінерального лорму в кількості менше 3% - $\pm 0,1\%$ [2, 4, 8].

Вологі кормосумішки для тварин для великої рогатої худоби та свиней, повинні бути свіжо приготовленими, не мати неприємного запаху. У зимовий період розчини в кормо сумішки добавляють підігрітими [3, 4, 11].

Поживні розчини або воду вводять у складні суміші в кількості, необхідній для отримання заданої вологості сумішки. Регулюючи при цьому концентрацію введених в розчин поживних речовин і мікроелементів. Це може бути також клітковий сік, відвійки тощо. У порційні змішувачі порцію розчину подають, виходячи з часу роботи насоса і його продуктивності. У змішувачі безперервної дії встановлюють продуктивність подачі розчину так, щоб забезпечити в сумішці його частку, задану рецептом [2, 4].

3.2. Фізичні основи змішення

Процес змішення різних по фізико-механическим властивостях сипких матеріалів припускає отримання на виході з машини однорідною по складу суміші, в будь-якій точці якої до кожної частинки одного компоненту примикають частинки інших компонентів в співвідношенні, заданому рецептурою. Якість змішення залежить від багатьох чинників:

1. щільність змішуваних матеріалів;
2. розміру частинок матеріалів;
3. вологості змішуваних матеріалів;
4. форми частинок матеріалів;
5. адгезійних властивостей частинок компонентів.

З урахуванням цих чинників розроблений великий парк змішувачів, що розрізняються по структурі робочого циклу, по характеру дії і по конструктивних ознаках. Змішувачі періодичної дії. Механічні змішувачі періодичної дії підрозділяються на тих, що обертаються і транспортують. Схеми барабаних змішувачів різних типів, що обертаються, представлені на рис. 3.1. Вал барабана співпадає або з віссю симетрії барабана, або з його діагоналлю. Для поєднання

змішення з частковим подрібненням сипких матеріалів використовуються шестикутні барабани (рис. 3.1, в). Змішення матеріалів, що не допускають дроблення, проводять в барабанах з конічним дном (рис. 3.1, г) Найбільш ефективно змішення в барабані V-образної форми (рис. 3.1, е) з кутом 90° при вершині.

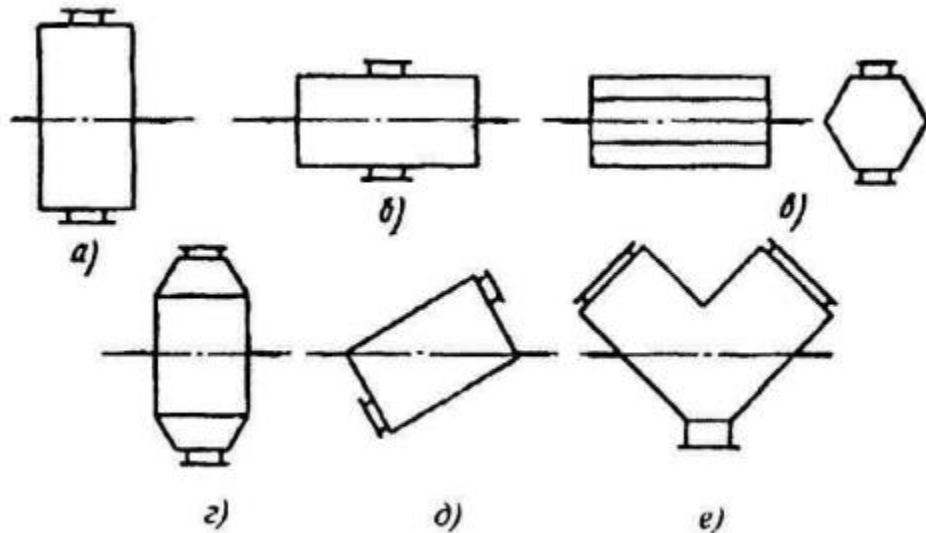


Рис. 3.1. – Схеми основних типів барабанних змішувачів

3.3. Обґрунтування конструкційно-функціональної схеми змішувача

Серед сучасних змішувачів порційного типу найбільш поширені спеціальні машини (тобто призначені лише для змішування кормів). У практиці кормоприготування віддають перевагу агрегатам з лопатевими або шнековими робочими органами.

Приступаючи до проектування змішувача потрібно уточнити його призначення та застосувати найбільш оптимальні компоновочні рішення. Наш змішувач призначений для приготування сирих кормових сумішок вологістю 15-20 % та вивантаження їх у бункер накопичувач чи транспортні засоби.

Змішувач має металевий бункер в середині, якого встановлено вал. Бункер закріплено на валу, відносно діагоналі під кутом до осі обертання. При обертанні валу на якому жорстко закріплений бункер, створює рух кормової суміші з

нижньої мертвої точки до середини і знову до нижньої точки тільки в лівій або правій секції бункера. Бункер має електричне урухомлення та пульт керування.

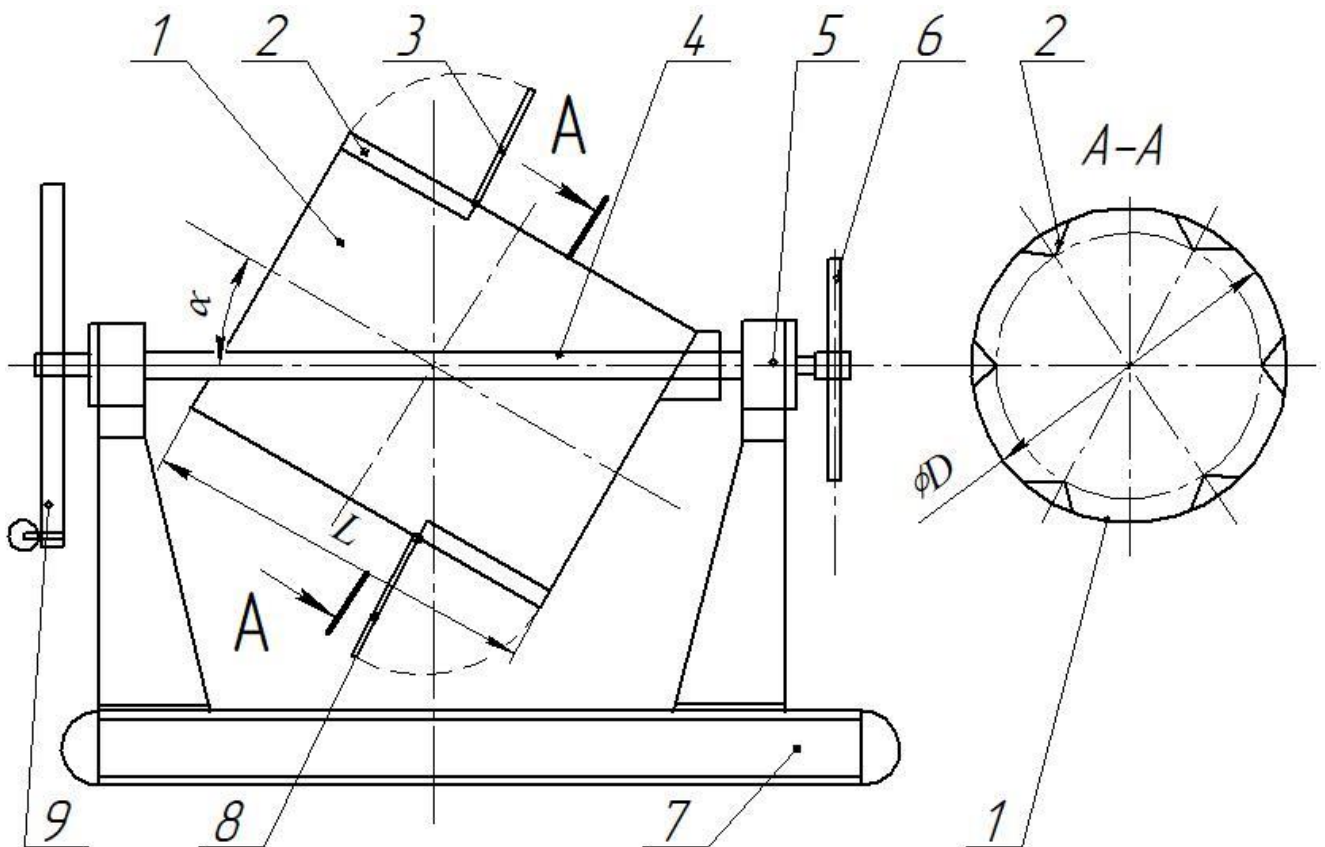


Рис. 3.2 - Змішувач концентрованих кормів

1 - циліндричний барабан; 2 - клиноподібний гребінець; 3 - закривка завантажувального вікна; 4 - вал; 5 - опора з підшипниковими вузлами; 6 - клинопасова передача; 7 - рама змішувача; 8 - закривка розвантажувального вікна; 9 - колесо з ручкою.

Кормові компоненти конвеєром завантажують у бункер 1, крізь завантажувальне вікно при відкритій закривці 3. Максимальне допустиме заповнення бункера змішувача не повинно перевищувати 0,6 його місткості. Змішують кормові компоненти продовж 10-15 хв після останнього завантаження кормових компонентів. У разі необхідності в процесі змішування у кормову сумішку можуть додати різні кормові добавки.

Готову сумішку вивантажують крізь вивантажувальне вікно 8, встановлене в бункеру.

3.4. Технологічний та конструктивний розрахунки змішувача

Розглянуто теоретичні основи розрахунку механічного змішування компонентів у процесі їх руху всередині циліндричного барабана змішувача з горизонтальною віссю обертання, зазначено, що для цих процесів характерні два види руху частинок матеріалу завантаження (ч.м.з.) в окружному напрямку - каскадний і водоспадний.

Розглянуто умови оборотності матеріалу завантаження в барабані змішувача, при його русі по кругових і параболічних траєкторіях. Наведено формули для визначення робочої та критичної швидкостей обертання барабана змішувача, а також споживаної потужності змішувачем в залежності від основних розмірів барабана, і ступеня його завантаження.

Для встановлення критичної частоти обертання барабана змішувача, характерної для зазначених вище режимів руху маси матеріалу їх завантаження, а також корисної потужності споживаної барабанним змішувачем на цих режимах, детально досліджується рух частинок матеріалу в циліндричному барабані з горизонтальними осями обертання.

При деякій швидкості руху (ч.м.з.) будь-якого шару по круговій траєкторії в точці А, розташованій у верхньому квадранті, радіальна сила N може стати рівною відцентрової силі C (рис. 3.3).

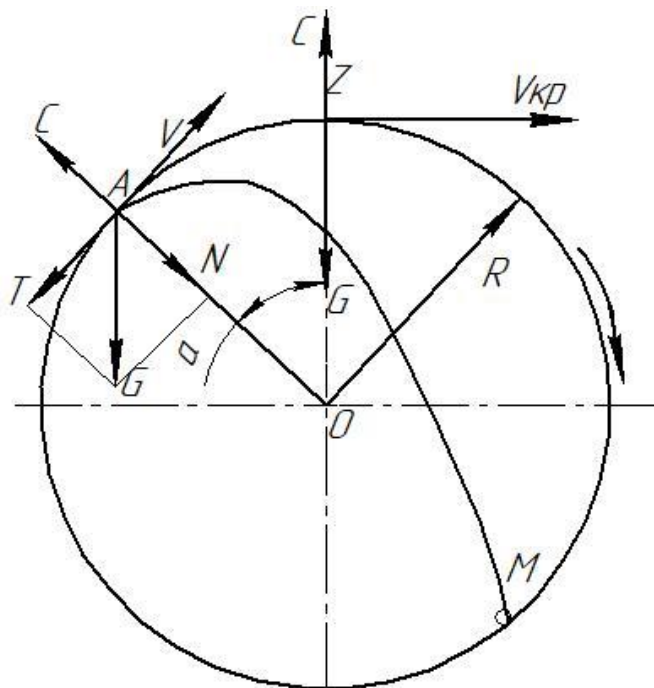


Рисунок 3.3. - Сили, що діють на ч.м.з, у верхньому квадранті при русі її по круговій траєкторії

Тангенціальна сила T погашається реакцією опори, опором подальшого ряду ч.м.з. того ж шару, і стає вільним. Володіючи швидкістю $V = \sqrt{R \cdot g \cdot \cos \alpha}$, рівної окружної швидкості руху його центру по круговій траєкторії радіусу R , ч.м.з. від точки A буде рухатися під дією сили тяжіння як тіло, кинуте зі швидкістю V під деяким кутом α до горизонту, тобто по параболічній траєкторії. Кут відриву ч.м.з. від кругової траєкторії буде дорівнює α і в точці A буде справедливо співвідношення, при

$$R = R_6 \pm e,$$

де e – ексцентриситет, м;

R_6 - радіус барабана, м.

$$C = N \text{ або } mV^2/R = G \cos \alpha. \quad (3.1)$$

Вважаючи в цьому рівнянні $G = m \cdot g$, одержимо

$$V^2 = R \cdot g \cos \alpha. \quad (3.2)$$

$$V^2 = 0,5 \cdot 9,81 \cos 29 = 4,29, \text{ м/с.}$$

$$V = 2,07 \text{ м/с.}$$

Підставивши в рівняння (3.2) $V = \pi R n/30$ (де n - частота обертання барабана змішувача хв^{-1}), отримаємо

$$n = \frac{30 \sqrt{R \cdot g \cdot \cos \alpha}}{\pi R}, \quad (3.3)$$

$$n = (30 \cdot 2,07) / 2,67 = 23,27, \text{ хв}^{-1}$$

Час t_c проходження ч.м.з. по круговій траєкторії у скільки разів менше часу t_n одного оберту барабана, у скільки разів дуга $MA = 2(\pi - 2\alpha)$ менше 2π .

Тому

$$\frac{t_c}{t_n} = \frac{2(\pi - 2\alpha)}{2\pi} \quad t_c = \frac{(\pi - 2\alpha)}{\pi} t_n, \text{ с.} \quad (3.4)$$

Час T одного циклу руху

$$T = \frac{2(\pi - 2\alpha) + \sin 2\alpha}{\pi} t_n, \quad (3.2)$$

$$T = ((244 + 0,848) / 180) \cdot 2,57 = 4,74$$

Число циклів ч.м.з. за час одного оберту барабану змішувача:

$$\text{Ц} = \frac{\pi}{(\pi - 2\alpha) + \sin 2\alpha}, \quad (3.5)$$

$$\text{Ц} = \frac{180}{(180 - 2 \cdot 29) + \sin 2 \cdot 29} = 1,46$$

Число циклів ч.м.з. залежить від кута відриву α . Воно різне для різних шарів корму при постійній частоті обертання барабана змішувача, а для ч.м.з.

одного і того ж шару змінюється зі зміною частоти обертання. Чим вище частота обертання, тим менше кут α і тим менше циклів робиться за один оборот барабана.

При обертанні барабана змішувача зі швидкістю більше критичної складові кормової суміші піднімаються по кругових траєкторіях на певну висоту, а потім падають по параболічним траєкторіям на нижні шари завантаження барабана.

Корисна потужність барабанних змішувачів з горизонтальною віссю обертання, в яких реалізується водоспадний режим руху кормових матеріалів, може бути наближено визначена за формулою Неронова, яка задовільно описує процес руху завантаженого матеріалу близького до дослідних даних:

$$N_n = 3,46 M_3 / \varphi \sqrt{D} \psi [2 (1 - K^4) - 4/3 \psi^4 (1 - K^6)], \quad (3.6)$$

де M_3 - маса матеріалу завантажених кормів, т;

φ - ступінь заповнення об'єму барабана змішувача, %;

D - діаметр барабана змішувача, м;

ψ - частота обертання барабана змішувача, с⁻¹;

K - коефіцієнт, що впливає на рівномірність змішування $K = 0,95-1,05$.

$$\begin{aligned} N_n &= 3,46 \cdot 100 / 0,6 \cdot 1 \cdot 0,4 [2 \cdot (1 - 0,9^4) - 4/3 \cdot 0,4^4 (1 - 0,9^6)] = 3,46 \cdot 166,6 \cdot \\ &0,4 [2 \cdot (1 - 0,6561) - 4/3 \cdot 0,0256 (1 - 0,5314)] = 3,46 \cdot 166,6 \cdot 0,4 [2 \cdot 0,3439 - 4/3 \cdot \\ &0,0256 \cdot 0,4686] = 3,46 \cdot 166,6 \cdot 0,4 [0,6878 - 0,01599] = 1,54 \text{ кВт}, \end{aligned}$$

Отже, потужність на урухомлення змішувача з горизонтальною віссю обертання становить

$$N_{заг} = 1,54 / 0,96 = 1,6 \text{ кВт}.$$

РОЗДІЛ 4.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі аналізу існуючих видів барабанних змішувачів з горизонтальними і похилими осями, була запропонована принципово нова конструкція змішувача, вісь якого перетинає під деяким кутом геометричну вісь барабана (рис. 3.2). Запропонований пристрій обґрунтовує динамічної нерівноваженості і спосіб досягнення перемішування матеріалів.

Нами вибраний циліндричний барабан з шістьма поздовжніми клиноподібними гребінцями всередині, розташованими рівномірно по колу, що створює додатковий ефект перемішування матеріалу. Їх наявність сприяє піднесенню кормового матеріалу всередині барабана на висоту, вищу ніж в барабані з гладкими стінками, і призводить до більш інтенсивного перемішування, імовірно вище ніж в барабані шестигранної форми.

Так як запропонований змішувач є універсальним, призначеним для отримання кормових сумішей, встановлено діапазон робочих швидкостей обертання барабана, від кількості корму в барабані.

Отримаємо залежність годинної продуктивності змішувача, від об'єму завантаження бункера.

Коефіцієнт заповнення барабана - $\psi = 0,4 - 0,65$.

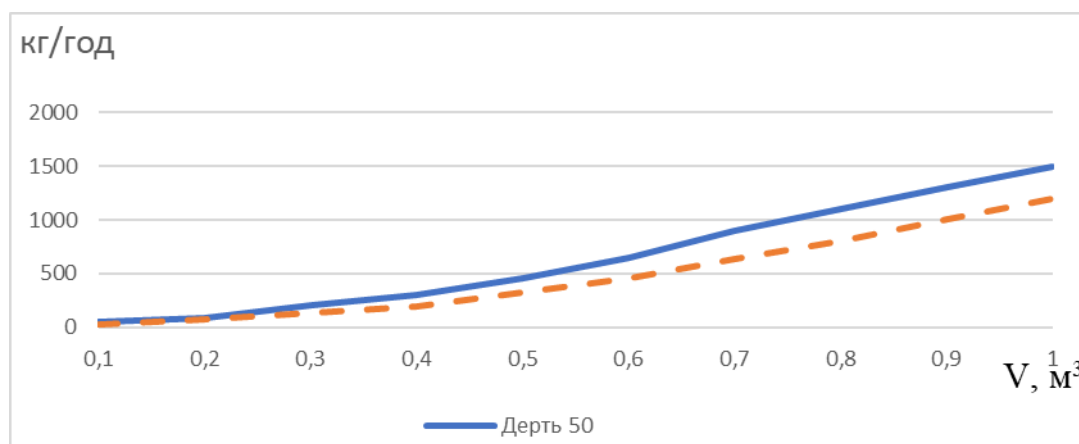


Рис. 4.1 - Залежність годинної продуктивності змішувача, від об'єму завантаження при вмісті дерті 50 та 80 % від маси суміші

При регульованому приводі, для вибору робочої швидкості обертання барабана змішувача пропонується використовувати залежність спожитої потужності двигуна від числа обертів барабана рис. 4.2.

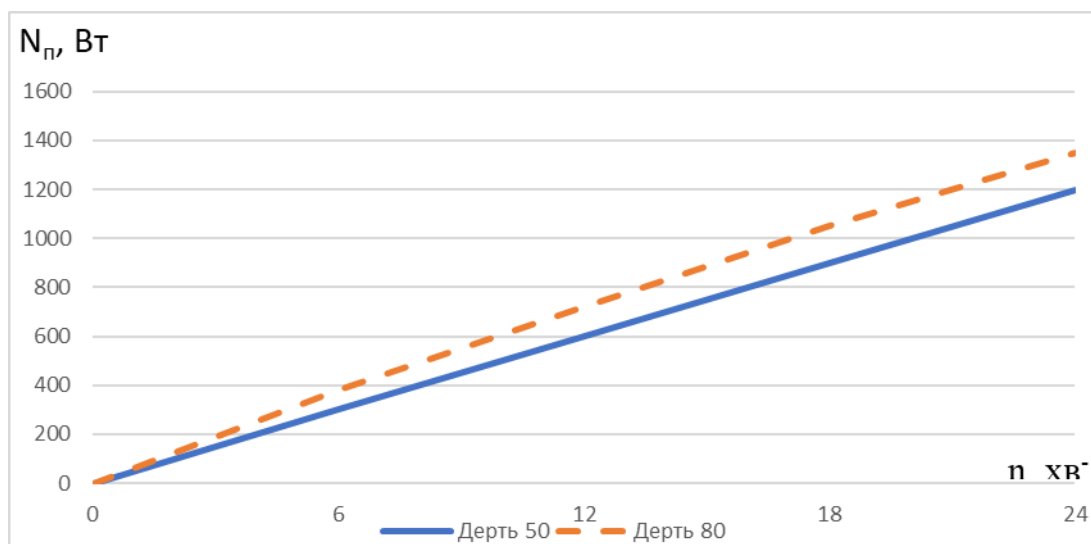


Рис. 4.2 - Графік залежності спожитої потужності двигуна від числа обертання барабана змішувача

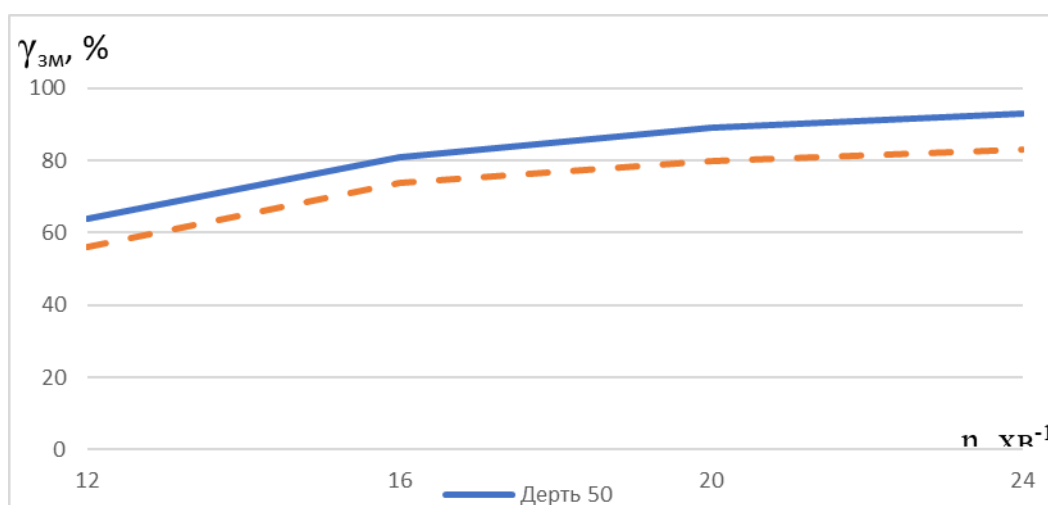


Рис. 4.3. - Графік залежності рівномірності змішування від числа обертання барабана змішувача (за 6 хв. змішування)

У роботі наведено графічний метод розрахунку двоопорного валу барабана змішувача по знайденим навантаженням і розрахунок на міцність циліндричної тонкостінної обичайки барабана.

Для підтвердження отриманої в роботі теоретичної залежності числа обертів барабана змішувача $n_6 = n_6(t, z)$ від часу перемішування t і кількості замісів z , а також оцінки якості змішання від цих параметрів, в даному розділі наведені результати перевірки процесу змішування на сухій суміші компонентів у дослідній установці, яка представляє собою зменшену модель барабана нової конструкції змішувача.

Проведення експериментальних досліджень проводилося на лабораторному стенді. Барабан змішувача був закріплений в патроні токарно-гвинторізного верстата 1-К62 (рис. 4.3).



Рисунок 4.4.- Лабораторний стенд

Технічна характеристика експериментального стенда;

Діаметр барабана, мм - 170;

Довжина барабана, мм - 170, 212, 255;

Число обертів барабана, об/хв - 12,0, 18,0, 24,0;

Обсяг барабана, дм³ - 5,0, 6,25, 7,5;

Вид суміші - суха.

Відповідно до геометричної подібності модель виконана в зменшеному масштабі з прозорого матеріалу (поліетилену), зі збереженням заданих співвідношень між довжиною і діаметром барабана існуючої конструкції, а саме: $P = L/D = 1; 1,25; 1, 5$. При цьому барабан моделі виконаний з 2-х частин, що дозволяють змінювати його довжину.

Експерименти проводилися згідно плану - таблиці 4.1, складеної для 3-х факторів $P = L/D$, яка містить рядки і колонки заданих чисел оборотів барабана – n_6 (об/хв) і фіксованого часу змішання t_c (сек), за один цикл - $z = 1$, отримання однорідної суміші, при незмінному коефіцієнті заповнення - $\psi = 0,43$.

Таблиця 1 - План експерименту

Відношення L/D	$P=1$			$P = 1,25$			$P = 1,5$		
Оберти барабана - n_6 (об/хв) X_1	12,0	18,0	24,0	12,0	18,0	24,0	12,0	18,0	24,0
Час змішування - t_c (сек), X_2	40	29	20	60	45	35	90	70	50
Однорідність	95	75	50	95	75	50	95	75	50

На рис. 4.3. представлений графік залежності рівномірності перемішування від числа оборотів барабана при 6 хв. змішування.

В результаті випробувань встановлено раціональне співвідношення розмірів барабана при якому відбувається рівномірне перемішування суміші при $L/D = 1,0/1,25$ і число оборотів в межах 12,0, ... 24,0, що відповідає теоретичним розрахункам і підтверджуються рівнянням регресії

$$y = 505,5 - 17,0 X_1 - 3,3 X_2$$

В економічному розділі наводяться основні техніко-економічні показники конструкції барабанного змішувача з осями, що пересікаються під час обертання, капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності, оцінка економічної ефективності.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1. Загальний огляд

Підвищення продуктивності праці в тваринництві, зниження собівартості продукції можливо перш за все при застосуванні на тваринницьких фермах прогресивних методів організації праці і комплексної механізації всіх виробничих процесів [13].

В економічній частині даного проекту приведена оцінка експлуатації машин і обладнання для приготування кормових сумішок в кормоцеху, що проектується, в порівнянні із існуючою технологією приготування кормових сумішок в господарстві [13].

5.2. Техніко-економічні показники проекту

Капітальні вкладення

Основні капіталовкладення в роботі кормоцеху складаються із капіталовкладень на обладнання.

Капіталовкладення визначаємо за формулою:

$$K = C_{об}, \quad (5.1)$$

де $C_{об}$. – балансова вартість машин і обладнання.

Балансова вартість машин і обладнання:

$$B = K \cdot Ц, \quad (5.2)$$

де K – коефіцієнт, що враховує затрати на транспортування машин і обладнання та їх встановлення, $K = 1,3$;

Ц- прејскурантна вартість машин і обладнання, грн.

Таблиця 5.1 - Балансова вартість машин і обладнання

Марка машин	Кількість машин, шт.		Прејскурантна ціна, грн.	Балансова вартість, грн	
	Проект	Існуюч. техн.		Проект	існуюча технологія
ДКМ-5	1	1	248120,0	322556,0	322556,0
ПК- 6	1	1	84000,0	109200,0	109200,0
ТС-40	1	1	55000,0	71500,0	71500,0
ДК-10	1	1	146000,0	189800,0	189800,0
С-7	-	1	104000,0	-	135200,0
Проект (змішувача)	1	-	110200,0	143260,0	
Всього:				836316,0	828256,0

Балансова вартість змішувача, що проектується рівна:

$$B_{\text{пр}} = 143260,0$$

Капіталовкладення для кормоцеху, що проектується складає:

$$K_{\text{пр}} = 836316,0$$

Капіталовкладення для існуючої технології складають:

$$K_{\text{існ.}} = 828256,0 \text{ грн.}$$

Додаткові капіталовкладення становлять:

$$K_{\text{дод}} = K_{\text{пр}} - K_{\text{існ.}} \quad (5.3)$$

$$K_{\text{дод}} = 836316,0 - 828256,0 = 8060,0 \text{ грн.}$$

Річна програма кормоцеху та існуючої технології приготування кормів

Річну програму кормоцеху, що проектується знаходимо за формулою:

$$P_{\text{к}} = T \cdot Q_{\text{д}}, \quad (5.4)$$

де T – число днів роботи кормоцеху, $T = 365$ днів;

Q_d – денна норма кормової суміші, $Q_d = 4840,5$ кг, близько – 5 т.

t – тривалість роботи кормоцеху на добу, 3 год.

$$P_k = 365 \cdot 5 = 1825,0, \text{ т}$$

За даним господарства річна програма для існуючої технології приготування кормів складає:

$$P_{k.існ.} = 1700,0 \text{ т}$$

Визначення оплати праці

Затрати на оплату праці з врахуванням доплати нарахувань визначаємо за формулою:

$$Z_{o.п.} = [(T \cdot C \cdot m_1 \cdot t) + (T \cdot C \cdot m_2 \cdot t)] \cdot K_0, \quad (5.5)$$

де T – число робочих днів кормоцеху в рік, $T = 365$ днів.

t – тривалість робочої зміни, год;

K_0 – коефіцієнт, що враховує нарахування, $K_0 = 1,1$;

m_1, m_2 – число операторів і робітників обслуговуючих кормоцех, чол; для кормоцеху, що проектується $m_1 = 0, m_2 = 1$, для існуючої технології $m_1 = 0, m_2 = 1$;

C – ставка відрядників, $C = 26,5$ грн.

Оплата праці складає:

$$Z_{o.п.} = 365 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 26,5 \cdot 1,1 = 74478,25, \text{ грн.}$$

$$Z_{o.п.існ.} = 365 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 26,5 \cdot 1,1 = 74478,25, \text{ грн.}$$

Відрахування на амортизацію машин і обладнання складає 14,2 % від їх балансової вартості:

$$Z_{ам.} = C_{об.} \cdot 0,142, \quad (5.6)$$

$$Z_{ам. пр.} = 836316,0 \cdot 0,142 = 118756,87, \text{ грн}$$

$$Z_{ам.існ.} = 828256,0 \cdot 0,142 = 117612,35, \text{ грн.}$$

Затрати на поточний ремонт і ТО машини і обладнання

Відрахування на поточний ремонт і ТО машин і обладнання складає 18 % від їх балансової вартості:

$$Z_{п.р.об.пр.} = C_{об} \cdot 0,18 \quad (5.7)$$

$$Z_{п.р.об.пр.} = 836316,0 \cdot 0,18 = 150536,9 \text{ грн.}$$

$$Z_{п.р.об.існ.} = 828256,0 \cdot 0,18 = 149086,1 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію

Вартість електроенергії визначаємо по формулі:

$$Z_{ел.} = 365 \cdot N \cdot K, \quad (5.8)$$

де N – використана електроенергія на добу, кВт.год;

K – вартість одного кВт.год, $K = 8,6$ грн.

$$Z_{ел.пр.} = 365 \cdot 1,6 \cdot 6 \cdot 8,6 = 30134,4, \text{ грн.}$$

$$N_{існ.} = N_{дв.} \cdot t, \quad (5.9)$$

де $N_{дв.}$ – потужність двигунів, кВт;

t – час роботи, год.

$$N_{існ.} = 4,6 \cdot 3 = 13,8 \text{ кВт. год}$$

Тоді. $Z_{ел.ген.} = 365 \cdot 13,8 \cdot 8,6 = 43318,2, \text{ грн.}$

Експлуатаційні затрати обчислюємо за формулою:

$$Z = (Z_{оп.} + Z_{тон.} + Z_{ел.} + Z_{амм} + Z_{пр.б.}) \cdot 1,05 \quad (5.10)$$

$$З_{\text{пр.}} = (74478,25 + 118756,87 + 150536,9 + 30134,4) \cdot 1,05 = 392601,74 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{існ.}} = (74478,25 + 117612,35 + 149086,1 + 43318,2) \cdot 1,05 = 403719,64 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на приготування 1 т корму визначаємо за формулою:

$$C = \frac{З_{\text{з}}}{P_{\text{н}}}, \quad (5.11)$$

$$C_{\text{пр}} = 392601,74 / 1825 = 215,12 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{існ.}} = 403719,64 / 1700 = 237,48 \text{ грн}$$

Степінь зниження експлуатаційних затрат

Даний показник визначаємо по залежності:

$$P_{\text{екс}} = \frac{C_{\text{існ}} - C_{\text{пр}}}{C_{\text{існ}}} \quad (5.12)$$

$$P_{\text{екс.}} = \frac{237,48 - 215,12}{237,48} \cdot 100 \% = 9,4\%$$

Річна економія експлуатаційних затрат становить

$$E_{\text{ек.}} = (C_{\text{існ}} - C_{\text{пр}}) \cdot P_{\text{к}}, \quad (5.13)$$

$$E_{\text{ек.}} = (237,48 - 215,12) \cdot 125 = 2795,0 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень визначають за формулою:

$$t = K_{\text{дод}} / E_{\text{ек.}}, \text{ років}$$

$$t = 8060,0 / 2795,0 = 2,88 \text{ рік.}$$

Степінь зниження затрат праці на 1 т корму

Цей показник визначаємо за формулою:

$$C_{\phi} = \frac{g_m}{Q_m} \quad (5.14)$$

де g_m - добові затрати праці в кормоцеху, що проектується, та для існуючої технології приготування кормів:

$$g_{\text{нпр}} = 1 \cdot 7 = 7 \text{ люд.год.}$$

$$g_{\text{існ}} = 1 \cdot 7 = 7 \text{ люд.год.}$$

Q_m – об'єм кормосуміші, яка приходить на одну зміну.

$$Q_{m \text{ нр.}} = 5 \text{ т}$$

$$Q_{m \text{ існ.}} = 4,8 \text{ т}$$

Тоді:

$$z_{\text{т. нр.}} = \frac{7}{5} = 1,4 \text{ люд.} \cdot \text{год} / \text{т}$$

$$z_{\text{т. існ.}} = \frac{7}{4,8} = 1,45 \text{ люд.} \cdot \text{год} / \text{т}$$

Зниження затрат робочого часу буде складати

$$n = \frac{1,45-1,4}{1,45} \cdot 100 \% = 3,4 \%$$

Продуктивність праці

Продуктивність праці визначаємо за формулою:

де T_r - річні витрати праці на приготування кормосумішки;

$$T_{r \text{ нр.}} = 7 \cdot 365 = 2555 \text{ люд.год.}$$

$$T_{r \text{ існ.}} = 7 \cdot 365 = 2555 \text{ люд.год.}$$

Економія праці в кормоцеху, що проектується, складає:

$$E_m = (Z_{m \text{ існ.}} - Z_{m \text{ пр}}) \cdot P_k, \quad (5.15)$$

$$E_m = (1,45 - 1,4) \cdot 125 = 6,25 \text{ люд.год.}$$

Питомі капіталовкладення на приготування 1 т суміші

Питомі капіталовкладення на приготування 1 т суміші знаходимо по формулі:

$$\Pi = Z_{\text{общ}} + E_k \cdot k \quad (5.16)$$

де E_k – нормативний коефіцієнт ефективності, $E_k=0,15$;

k – капіталовкладення.

$$\Pi_{\text{пр.}} = 392601,74 + 0,15 \cdot 836316,0 = 518049,14 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{\text{існ.}} = 403719,64 + 0,15 \cdot 828256,0 = 527958,04 \text{ грн.}$$

Приведені затрати на одиницю продукції

Приведені затрати на одиницю продукції визначаємо по формулі:

$$\Pi = \frac{p}{pk}, \quad (5.17)$$

$$\Pi_{\text{пр.}} = 518049,14 / 1825 = 283,86 \text{ грн./т.}$$

$$\Pi_{\text{існ.}} = 527958,04 / 1700 = 310,56 \text{ грн./т.}$$

Річний економічний ефект визначаємо згідно залежності:

$$B = [(C_{\text{існ.}} + \Pi_{\text{існ.}}^1 \cdot 0,15) - (C_{\text{пр.}} + \Pi_{\text{пр.}}^1 \cdot 0,15)] \cdot P_{\text{к.пр.}} \quad (5.18)$$

$$B = [(237,48 + 310,56 \cdot 0,15) - (215,12 + 283,86 \cdot 0,15)] \cdot 125 = 3295,12 \text{ грн.}$$

Питому металоємкість та енергоємність визначаємо по формулі

$$\text{Енергоємність: } E = \frac{N}{Q_k}, \quad (5.19)$$

$$E_{\text{пр.}} = \frac{9,6}{5} = 1,92 \frac{\text{кВт.год.}}{\text{т}}$$

$$E_{\text{існ.}} = \frac{13,8}{4,8} = 2,9 \frac{\text{кВт.год.}}{\text{т}}$$

$$\text{Металоємкість } M = \frac{G}{Qk}, \quad (5.20)$$

де G – загальна вага обладнання

$$M_{\text{пр.}} = \frac{11032}{5000} = 2,2 \frac{\text{кг}}{\text{т}}$$

$$M_{\text{існ.}} = \frac{11030}{4800} = 2,3 \frac{\text{кг}}{\text{т}}$$

Таблиця 5.2 - Економічна ефективність проекту

Назва показників	Існуюча технологія	Проект
Об'єм кормової суміші, т	4800	5000
Капіталовкладення:		
- основні, грн.	828256,0	836316,0
- додаткові, грн.		8060,0
-питомі, грн.	527958,04	518049,14
Затрати на 1 т суміші:		
- праці, люд.год./т.	1,45	1,4
- експлуатаційні, грн./т	237,48	215,12
- приведені, грн./т	310,56	283,86
Металоємність, кг/т	2,2	2,3
Енергоємність, кВт.год/т	2,9	1,92
Річний економічний ефект, грн.		3295,12
Економія:		
- праці, люд.год.		6,25
- експлуатаційних затрат, грн.		2795,0
Термін окупності додаткових капіталовкладень		2,88

Аналізуючи дану таблицю можна відмітити, що в кормоцеху, який ми проектуємо, в порівнянні із існуючою технологією приготування кормів, має ряд переваг. Наприклад, затрати праці на приготування 1 т кормів знижуються на 3,4 %, експлуатаційні на 8,4 %, а приведені на 8,3 %. Крім цього знизилась енергоємність і металоємність процесу.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Аналіз стану охорони праці в підприємстві

Специфіка технологій виробництва тваринницької продукції визначає характерні особливості процесів формування та виникнення виробничих небезпек. Найтипівішими для тваринництва небезпечними факторами, небезпечними умовами і просто небезпеками є:

- рухомі машини, механізми та їх окремі деталі;
- підвищена вологість, запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена і понижена температура повітря робочої зони;
- електричний струм небезпечних параметрів (електроприводи, освітлювальні установки, опромінювачі, водонагрівачі тощо);
- недостатня освітленість робочої зони; [7, 19, 20]
- підвищені зусилля при виконанні фізичних та операторських функцій;
- біологічна небезпека (тварини, мікроорганізми, гриби);
- термічна небезпека (нагрівники, гаряча вода, пара);
- небезпека падіння на слизькій підлозі, східцях, трапах;
- наявність хімічних речовин (консерванти, вітаміни, миючі засоби, зооциди тощо); [7, 19, 20]
- вибухова небезпека (компресорні установки, органічний пил);
- пожежонебезпека;
- нервово-психічні перевантаження.

При догляді за тваринами ряд небезпек походять безпосередньо від тварин (травмування людей тваринами, можливість зараження інфекційними захворюваннями), машин і механізмів, теплової та електричної енергії, від будівель тощо [7, 19, 20].

У тваринництві мають місце і професійні захворювання, викликані різними мікроорганізмами, основним джерелом яких є хворі та заражені тварини. До більш поширених захворювань належать бруцельоз, туберкульоз, туляремія, сальмонельоз, лептоспіроз, токсоплазмоз, орнітоз, лістерельоз, трихофітія та інші. В останні роки найбільш поширеною хворобою є сальмонельоз [7, 19, 20].

Якщо до поширених професійних захворювань працівників тваринництва належать антропоознози, то до

травм — забиття, порізи, переломи кісток, опіки, отруєння, ураження електричним струмом та інші.

Дослідами встановлено, що при експлуатації машин для тваринництва і кормовиробництва відносно загальної кількості травм, які виникають щороку у тваринництві, на машини, що агрегатуються з тракторами припадає 64 %, при обслуговуванні стаціонарного обладнання тваринницьких ферм і кормоцехів — 29, самохідних та інших машин для кормового виробництва — 7 % [7, 19, 20].

Найбільше нещасних випадків при експлуатації обладнання на тваринницьких фермах трапилось (1999 р.) внаслідок травмування рухомими елементами машин (35 %), карданними передачами (15 %), падіння з висоти і обладнання (20 %), ураження електричним струмом (15 %) [7, 19, 20].

При експлуатації теплоенергетичного обладнання і котлів найбільше нещасних випадків (вибух котла) виникало внаслідок випуску води нижче небезпечного рівня і раптового підживлення, припинення циркуляції води (20 %), вибухів котлів через несправну автоматику, допущення помилок при переобладнанні котлів з парового на водогрійний режим роботи (13,3 %), «вибуху» палива у порожнині топки з різних причин (13,3 %), пожежі (13,6 %), ураження електричним струмом (13 %), отруєння (помад 13 %) [7, 19, 20].

При експлуатації агрегованих із тракторами машин для тваринництва і кормовиробництва найбільше нещасних випадків трапляється при технічному і технологічному обслуговуванні роздавачів кормів. Нещасні випадки виникають при перебуванні тракториста біля карданного валу і бітерів, обертових і рухомих деталей [9].

Захват неогородженим карданним валом може статися під час ремонту поперечного транспортера (у разі його забивання, обмерзання і пробуксовування) або намагання визначити кількість корму, що знаходиться у кузові кормороздавача. У цьому випадку тракторист намагається заглянути у кузов через передній борт (найближчий до трактора) [7, 19, 20].

Травмування може статися при неправильній експлуатації прес-підбирачів із знятим огороженням обертових вузлів [7, 19, 20].

При використанні машин для внесення органічних добрив найбільше нещасних випадків відбувається переважно при захваті одягу неогородженим карданним валом, а також в результаті само наїзду (при пуску двигуна трактора на включеній передачі, коли блокуючий пристрій був від'єднаний або не спрацював) [7, 19, 20].

Нещасні випадки часто трапляються в результаті захвату механізатора обертовими і рухомими вузлами, елементами робочих органів у процесі обслуговування машини при працюючому двигуні [7, 19, 20].

При експлуатації начіпних швидкісних косарок нещасні випадки найчастіше спричиняє їх перекидання при порушенні трактористом правил руху на крутих схилах [7, 19, 20].

Багато нещасних випадків відбувається при роботі машин для видалення гною з тваринницьких приміщень. На гноетранспортерах може статися захват людей елементами похилого транспортера при перебуванні у зоні рухомих елементів, травмування при падінні у приямок біля похилого транспортера внаслідок відсутності огорожень, а також травмування електричним струмом при доторканні до корпусу транспортера (за умови експлуатації живильного кабелю з пошкодженою ізоляцією на вході у клемну коробку електродвигуна) [7, 19, 20].

Захват елементами транспортерів — типова травмонебезпечна ситуація при експлуатації агрегатів для кормоприготування і подрібнення. Ця ситуація може статися при перебуванні людини у зоні обертання чи руху деталей під час подачі сировини у приймальні камери, очищення робочих

Органів [7, 19, 20].

Особливу увагу слід звернути на безпечну експлуатацію електричного водонагрівача, при порушенні якої нещасні випадки із смертельним наслідком можуть статися внаслідок ураження електричним струмом (при несправності автоматики, пошкодженні ізоляції ТЕНів, живильних кабелів, неправильному підключенні живильного кабелю) і вибуху (при відсутності циркуляції води у системі, несправності контрольно-запобіжної апаратури) [7, 19, 20].

6.2. Аналіз виробничих небезпек

1. Безпека при проведенні робіт, пов'язаних з утриманням свиней, повинна відповідати ВНТП-СГШ-46-2.95.

2. До обслуговування підсосних свиноматок не допускаються особи молодше 18 років та вагітні жінки. До роботи з іншими групами тварин можна допускати підлітків від 16 років лише з дозволу медичної комісії і згоди комітету профспілки [7, 19, 20].

3. Персонал, допущений до обслуговування свиней, повинен знати:

- призначення і зміст виконуваних операцій;
- будову і призначення обладнання, яке обслуговується, захисних засобів, що забезпечують безпечну його експлуатацію;
- способи і прийоми безпечного виконання технологічних операцій;
- правила користування засобами колективного та індивідуального захисту.
- правила пожежної безпеки;
- способи надання першої долікарської допомоги [7, 19, 20].

4. Індивідуальне фіксування свиней в положенні стоячи необхідно проводити за верхню щелепу щипцями або з використанням закрутки.

5. В групових станках для відокремлювання тварини необхідно використовувати поперечний пересувний щит. Перед заходом у груповий станок необхідно одягати захисні циліндри з залізного листа, фанери або з міцного картону; Такий циліндр кріплять до поясу працівника. Він прикриває нижню частину тіла та ноги, не доходячи до підлоги на 5-6 см [7, 19, 20].

6. Ікла в кнурів, які досягли парувального віку (а надалі — у міру відростання), необхідно вкорочувати і затупляти. При цьому кнурів фіксують у станках.

7. Під час проведення масових зооветеринарних заходів або сортування свиней фіксують групами в загонах-розколах, дорослих — у станку на розв'язках, а поросят — на столі-станку. При відсутності станків тварин необхідно фіксувати шляхом накладання мотузної петлі на носову частину і закріплення її у прив'язі [7, 19, 20].

8. Моціон свиней потрібно проводити за допомогою установки для активного моціону, яка виключає перебування працівників серед тварин.

9. Свинарські ферми та комплекси слід забезпечувати електричними палицями-поганялками.

10. Зважувати свиней потрібно на спеціально призначених вагах.

11. На вигульних майданчиках та в літніх таборах годівниці необхідно розміщувати вздовж огорожі, виключаючи заїзд транспорту і вхід працівників у зону знаходження тварин [7, 19, 20].

12. При утриманні свиней в приміщеннях без вікон необхідно улаштувати чергове освітлення з автоматичним дворучним вмиканням.

13. Для зниження мікробної забрудненості повітря свинарських приміщень необхідно застосовувати фізичні та хімічні засоби знезараження повітря: опромінення бактерицидними лампами БУВ-15, БУВ-30, БУВ-60 з екранами, які запобігають прямому попаданню променів на людину, і тварин, з розрахунку 2-2,5 Вт/м²; зрошування стін за допомогою установок, змонтованих на шасі електрокара ЕП-106, установок УДС „ДУК або універсальної установки ЛСД-2 розчинами свіжогашеного вапна, розчином кальцинованої соди, розчином хлорного вапна і 2 %-ним розчином активного хлору з розрахунку 1 л/м². Для боротьби із запахами рекомендується застосовувати електричні та хімічні озонатори, дезодоранти (хлорне вапно, персульфат амонію та ін.).

6.3. Розрахунок вентиляції

Приміщення кормоцеху найчастіше забруднюється пилом, тому проведемо розрахунок вентиляції [7, 19, 20].

Потрібний повітрообмін $L_{\text{потр}}$, м³/год., залежить від кількості шкідливих речовин, що виділяються в повітря приміщення, гранично допустимої концентрації (ГДК) шкідливої речовини, і обчислюється за формулою (6.1).

$$L_{\text{потр}} = \frac{G}{q_{\text{ГДК}} - q_0} ; \quad (6.1)$$

де: $q_{\text{ГДК}}$ – гранично допустима концентрація пилу, м³/год., приймаємо

$$q_{\text{ГДК}} = 5 \text{ м}^3/\text{год.};$$

q_0 – концентрація пилу в чистому повітрі, м³/год., приймаємо

$$q_0 = 1 \text{ м}^3/\text{год.};$$

G – кількість шкідливої речовини, що виділяє кормоцех за годину, кг/год., приймаємо $G = 0.7$ кг/год.

$$L_{\text{потр}} = \frac{0,7 \cdot 10^6}{5 - 1} = 175000 \text{ м}^3/\text{год.};$$

До (20-30)% повітрообміну здійснюється за рахунок неорганізованої вентиляції, (70-80)% повітря чистого потрібно подати у приміщення за допомогою організованої природної вентиляції.

Розрахунок організованої природної вентиляції.

Він зводиться до визначення площі поперечного перерізу трубопроводу S , м²,

$$S = \frac{L_{\text{потр}}}{V_{\text{в}} \cdot 36000} ; \quad (6.2)$$

де: $V_{\text{в}}$ - швидкість руху повітря у повітрозбірнику, м/с.

Швидкість руху повітря в повітрозбірнику визначаємо за формулою:

$$V_6 = \mu \sqrt{\frac{2\Delta H}{\rho_3}} ; \quad (6.3)$$

де: μ - коефіцієнт опору повітря в повітропроводі, приймаємо $\mu=0,5-0,6$;

$\rho_3, \rho_{вн}$ – щільність повітря в середині і зовні приміщення, кг/м³;

ΔH - перепад тиску в повітропроводі, Па;

Він розраховується по формулі :

$$\Delta H = 9.8 \cdot h \cdot (\rho_3 - \rho_{вн}) . \quad (6.4)$$

де: h - висота відкритої з обох кінців вентиляційної труби, приймаємо

$h = 4$ м.

Щільність повітря ρ , кг/м³, розраховується за формулою:

$$\rho = \frac{353}{(273+t)} \quad (6.5)$$

де: t – температура повітря, °C.

Якщо температура в середині приміщення - 17°C, а зовні -25°C, то

$$\rho_3 = 353 / (273+25) = 1,184 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{вн} = 353 / (273+17) = 1,217 \text{ кг/м}^3;$$

$$\Delta H = 9,8 \cdot 6 \cdot (1,217-1,184) = 1,94 \text{ Па};$$

$$V_6 = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,94}{1,184}} = 1,08 \text{ м/с.}$$

Потрібний повітрообмін з врахуванням неорганізованої вентиляції (30%), $L_{нотр}$ м³/год.

$$L_{нотр} = \frac{100 - 30}{100} \cdot 160000 = 112000 \text{ м}^3/\text{Год.};$$

Розраховуємо потрібний переріз повітропроводів S , m^2 :

$$S = \frac{112000}{1.08 \cdot 3600} = 2.8 \text{ м}^2, \text{ тобто діаметр трубопроводів}$$

повинен бути $D=2,8m$. Можна взяти 10 трубопроводів ($n=10$), діаметром $0,5$ м.

Тоді

$$L_{\phi} = 10 \cdot \frac{3.14 \cdot 0.5^2}{4} \cdot 1.08 \cdot 3600 = 7630.2 \text{ м}^3/\text{год.};$$

Таким чином за рахунок природної вентиляції можна подати в приміщення повітря, $m^3/\text{год.}$:

$$L_{np} = L_{неорг} + L_{орг}; \quad (6.6)$$

$$L_{np} = 0,3 \cdot 16000 + 7630,2 = 55630,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунок штучної вентиляції.

Потрібний повітрообмін штучної вентиляції L_{np} , $m^3/\text{год.}$, розраховуємо за формулою:

$$L_{шт} = L_{нотр} - L_{np} \quad (6.7)$$

$$L_{шт} = 160000 - 55630,2 = 104369,8 \text{ м}^3/\text{год.};$$

При площі поперечного перерізу повітропроводів $S=4,5$ m^2 (5 труб по $0,8m$), швидкість руху повітря V_{ϕ} , m/c розраховуємо по формулі:

$$V_{\phi} = \frac{L_{шт}}{5 \cdot 3600}; \quad (6.8)$$

$$V_{\phi} = \frac{104369,8}{5 \cdot 3600} = 5,8 \text{ м/с.};$$

Потрібний тиск напору H , Pa , розраховуємо по формулі:

$$H = \left(\frac{V_{\phi}}{m}\right)^2 \cdot \frac{\rho_{вн}}{2} \quad (6.9)$$

$$H = (5,8/0,6)^2 \cdot (1,184/2) = 54,3 \text{ Па};$$

Втрати напору від опору трубопроводу:

$$H_{вт} = \tau \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V \cdot \rho_{вн}}{2} \quad (6.10)$$

де: τ - коефіцієнт, що враховує опір повітропроводів, приймаємо $\tau=0,02$;

V - середня швидкість руху повітря, м/с.;

D - довжина повітропроводів, м;

l - довжина повітропроводів, м.

$$H_{вт} = 0,02 \cdot \frac{40}{0,8} \cdot \frac{5,8^2 \cdot 1,184}{2} = 19,5 \text{ Па};$$

Витрати напору на подолання місцевих опорів, $H_{мо}$, Па, розраховуємо за формулою:

$$H_{мо} = \sum E \cdot \frac{V_с^2 \cdot \rho_{вн}}{2} \quad (6.11)$$

де $\sum E$ - коефіцієнт, що характеризує опір усіх місцевих елементів в повітропроводі, приймаємо $\sum E=0,25$.

$$H_{мо} = 0,25 \cdot \frac{5,8^2 \cdot 1,184}{2} = 4,9 \text{ Па};$$

Взагалі потрібний тиск $H_з$, Па, розраховуємо за формулою:

$$H_з = H + H_{вт} + H_{мо} ; \quad (6.12)$$

$$H_з = 54,3 + 19,5 + 4,9 = 78,7 \text{ Па}$$

Потужність двигуна N , Вт розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{L_1 \cdot H_з}{3600 \cdot \eta_с \cdot \eta_n} ; \quad (6.13)$$

де: L_1 - повітрообмін крізь одну трубу, м³/год;

$$L_1 = \frac{L}{5} = \frac{1044369,8}{5} = 20873,96 \text{ м}^3/\text{год};$$

$\eta_с$ - ККД вентилятора;

η_n - коефіцієнт передачі.

Для вентилятора Ц-4-70N10 при частоті обертання $\omega = 300$ об/хв., ККД=0,8:

$$N = \frac{20873,96 \cdot 78,7}{3600 \cdot 0,8 \cdot 0,95} = 912 \text{ Вт}$$

Таким чином необхідно мати двигун потужністю не менше 0,9кВт.

6.4. Пожежна безпека на свинофермі

Тваринницькі приміщення забезпечені первинними засобами пожежогасіння, які утримуються в справному стані і постійній готовності до дії. Всі особи які працюють на тваринницькій фермі навчені користуватися засобами пожежогасіння. До приміщень і споруд ферми забезпечений вільний під'їзд і доступ. Протипожежні розриви між будовами ферми відповідають своєму призначенню і не захаращуються [7, 19, 20].

В усіх тваринницьких приміщеннях проходи, виходи, коридори, тамбури, утримуються в справному стані і не загромождаються. В приміщеннях ферми заборонено палити і користуватися відкритим вогнем.

Тваринницькі площадки систематично очищаються і завжди утримуються в чистоті. Ворота і двері приміщень вільно відкриваються на зовні, не загромождаються, закриваються на гачки і завжди легко відкриваються. Всі приміщення та будови ферми укомплектовані засобами пожежогасіння (вогнегасники, ящики з піском, щити з інструментом) [7, 19, 20].

ВИСНОВКИ

1. В магістерській роботі проведено аналіз виробничої діяльності НДГ ВП «Агрономічна дослідна станція», що розташоване в с. Пшеничне , Васильківського району Київської області та виявлено недоліки в технологічному процесі приготування кормосумішей для свиноферми. Нами обґрунтовано технологічну схему кормоприготування та роздавання кормів на свинофермі.

2. На основі аналізу існуючих видів і типів барабанних змішувачів з горизонтальними і похилими осями обертання, була запропонована принципово нова конструкція бетонозмішувача, вісь барабана якого перетинає під деяким кутом горизонтальну вісь обертання барабана, що забезпечує ефективність процесу перемішування компонентів суміші, скорочення часу перемішування. Визначені геометричні параметри змішувача та розраховано потужність на урухомлення змішувача, яка становить 1,6 кВт.

3. Висвітлено потенційні небезпеки при роботі змішувача, визначено параметри та подані схеми вентиляції приміщення.

4. Економічно доведено доцільність застосування удосконаленого змішувача в процесі виробництва продукції свинарства.

Застосування змішувача дозволить знизити затрати праці на 1 тону кормової суміші на 3,4%.

Впроваджуючи технологію, яку ми проектуємо в порівнянні із існуючою технологією змішування кормів, значно перспективніша оскільки затрати на приготування 1 т кормів знижуються:

праці на 3,4%; - експлуатаційні на 8,4,%; - приведені на 8,3 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Машина та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.С. Хмельовський. - К.: ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 567 с.
2. Національний проект „Відроджене скотарство” Міністерство аграрної політики та продовольства України. Національна академія аграрних наук України Київ, 2011. 31 с.
3. Ревенко І.І., Кравчук В.І., Манько В.М. Машиновикористання у тваринництві. К.: Урожай, 1999. 208 с.
4. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І., Манько В.М. Чос М.М., Проектування механізованих процесів тваринницьких підприємств. К.: Урожай, 1992. 192 с.
5. Проектування технологічних процесів у тваринництві. І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Київ: ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 289 с.
6. Технологія виробництва продукції тваринництва: Підручник / О.Т Бусенко, В. Д. Столюк, О. Й. Могильний та ін.; За ред. О.Т. Бусенка. – К.: Вища освіта, 2005 – 496 с.
7. Войналович О.В. Охорона праці у сільському господарстві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І. – К.: Видавництво «Основа», 2014. 176 с.
8. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва. І.І.Ревенко, В.М.Манько, С.С.Зарайська та ін.; За ред. І.І.Ревенка - К.: Урожай, 1994. 288 с.
9. Дані бухгалтерського відділу природно-економічної діяльності господарства. с. Пшеничне, 2024. 26 с.
10. Механізація сільськогосподарського виробництва. Збірник наукових праць Національного аграрного університету, Том III, Київ, 1997. 120 с.
11. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по дисципліні "Механізація виробництва продукції тваринництва" для студентів сільськогосподарських вузів "Механізація сільського господарства". Частина 16. Прибирання гною. НУБіП України, 2010. 27 с.

12. Машиновикористання у тваринництві / І.І. Равенко, В.М. Манько, В.І. Кравчук; За ред. І.І. Ревенка – К.: Урожай, 1999 208 с.
13. Мочерний С.В. Економічна теорія. Навч. Посіб. – Київ: ВЦ «Академія», 2008. 640 с.
14. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / І.І. Равенко, В.Д. Роговий та ін.; за ред. І.І. Ревенка - К.: Урожай, 1999. 192 с.
15. Ясенецький В.А. Механізація і автоматизація молочних ферм. - К.: Урожай, 1992. 210 с.
16. Основи тваринництва і ветеринарної медицини: Підручник / А.І Вертійчук, М.І. Маценко, І.Л. Плуженко, К.А. Найденко, С.К. Юхимчук; – К.: Урожай, 2004. 653 с.
17. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / І.І Равенко, В. М. Манько. За ред. І.І. Ревенка – К.: Урожай, 1994 – 288 с.
18. Хмельовський В. С. Дослідження зайнятості мобільних засобів механізації при забезпеченні процесу годівлі тварин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація і автоматизація виробничих процесів. 2018. Вип. 5 (33). С. 56–60.
19. Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці у тваринництві / Навчальний підручник. - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. 503 с.
20. Войналович О.В. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І., Кофто Д.Г. / - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. 418.
21. Мікульонок І.О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини. Київ : НТУУ «КПІ», 2009. 264 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/28259>.
22. Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів / В.С. Костюк, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський та ін. ; за ред. А. І Соколенка. Київ: Кондор-Видавництво, 2013. 402 с.
23. Мікульонок І. О. Термопластичні композитні матеріали та їх наповнювачі.

Класифікація та загальні відомості // Хімічна промисловість України. 2005. № 5. С. 30–39.

24. Mikulyonok I. O. Equipment for preparing and continuous molding of thermoplastic composites // Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Vol. 48, N 11–12. P. 658–661. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10556-013-9676-x> 127.

25. Mikulionok I. O. Screw extruder mixing and dispersing units // Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Vol. 49, N 1–2. P. 103–109. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10556-013-9711-y>.

26. Мікульонок І. О., Радченко Л. Б. Переробка вторинної сировини екструзією: монографія. Київ: НТУУ «КПІ», 2006. 184 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38062>.

27. Tadmor Z., Gogos C. G. Principles of polymer processing. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. 961 p. URL: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/procesamiento1/material/Tadmor-Gogos.pdf>.

28. Rauwendaal C. Understanding extrusion. Munich: Hanser Publishers, 2010. 231 p.

29. Mikulionok I. O. Classification of Processes and Equipment for Manufacture of Continuous Products from Thermoplastic Materials // Chemical and Petroleum Engineering. 2015. Vol. 51, N 1–2. P. 14–19. doi: 10.1007/s10556-015-9990-6.

30. Rauwendaal C. Polymer extrusion. 5th ed. Munich : Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2014. 950 p. – URL: <https://doi.org/10.3139/9781569905395>.

31. Vlachopoulos J., Polychronopoulos N. D. Understanding Rheology and Technology of Polymer Extrusion. Dundas (ON, Canada) : Polydynamics Inc, 2019. 337 p. URL: http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/Rheo_Tech_Book_Part_A.pdf.

32. Мікульонок І. О. Механічні та гідромеханічні процеси, апарати і машини хімічної технології. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 172 с. 22.

33. Мікульонок І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 340 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38169>.

34. Todd D. B. Improving incorporation of fillers in plastics. A special report //

- Advances in Polymer Technology. 2000. Vol. 19, N 1. P. 54–64. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2329\(20000117\)19:13.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2329(20000117)19:13.0.CO;2-%23).
35. Mikulenok I. O. Intensification of Fabrication of Extruded Polymeric Shapes // Chemical and Petroleum Engineering. 2014. Vol. 50, No. 7–8. P. 483– 488. DOI: 10.1007/s10556-014-9927-5 128.
36. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. 312 с. 27.
37. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 292 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35084> (дата звернення: 04.11.2024).
38. Сокольський О.Л., Мікульонок І.О. Моделювання обладнання і процесів перероблення полімерних матеріалів методом екструзії. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 252 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37481>.
39. Микулёнок И. О., Петухов А. Д. Производство полимерных сеток. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 72 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38183>.
40. Мікульонок І. О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 419 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2061> (дата звернення: 04.11.2024).
41. Mikulionok I. O. Pretreatment of Recycled Polymer Raw Material // Russian Journal of Applied Chemistry. 2011. Vol. 83, N 6. P. 1105–1113. DOI: 10.1134/S1070427211060371.
42. Mikulionok I. O. Classification of the Structures of Closed-Type Rotary Mixers for Plastics and Rubber Mixtures (Survey of Patents) // Chemical and Petroleum Engineering. 2021. Vol. 57, N 5–6. P. 437–444. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10556-021-00956-3>.
43. Mikulionok I., Gavva O., Kryvoplias-Volodina L. Modeling the process of polymer processing in twin-screw extruders // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 4/5 (94). P. 35–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.139886.
44. Mikulionok I. O. Classification of the Rotor Seals of Internal Mixers for Plastics and Rubber Compounds (Survey of Patents) // Chemical and Petroleum Engineering.

2022. Vol. 58, N 1–2. P. 165–172. DOI: 10.1007/s10556-022-01070-8.
45. Mikulionok I.O., Radchenko L.B. Screw Extrusion of Thermoplastics: II. Simulation of Feeding Zone of the Single Screw Extruder // Russian Journal of Applied Chemistry. 2012. Vol. 85, N 3. P. 505–514. DOI: 10.1134/S1070427211030317.
46. Mikulionok I. O. Classification of Screw Cooling Devices of SingleScrew Extruders for Polymer Materials Processing (Survey of Designs) // Chemical and Petroleum Engineering. 2022. Vol. 58, N 1–2. P. 68–73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10556-022-01057-5>.
47. Mikulionok I. O. Use of Polymer Materials in Heat Exchangers (Review of Patents) // Chemical and Petroleum Engineering. 2019. Vol. 55, N 7–8. P. 687– 695. DOI: 10.1007/s10556-019-00680-z.
48. Мікульонок І.О. Використання полімерів та пластмас у теплообмінному обладнанні (Огляд) // Енерготехнології та ресурсозбереження. 2020. № 1. С. 59–71. DOI: 10.33070/etars.1.2020.08.
49. Mikulionok I. O. Determining the thermophysical properties of thermoplastic composite materials // International Polymer Science and 130 Technology. 2013. Vol. 40, N 9. P. 23–28. doi: <https://doi.org/10.1177/0307174X1304000905>.
50. Mikulionok I. O. Classification of Nozzles of Mass Transfer Apparatuses // Russian Journal of Applied Chemistry. 2011. Vol. 83, N 9. P. 1631–1637. DOI: 10.1134/S107042721109031X.
51. Mikulionok I. O. Ring packing contact elements of mass transfer devices (review of patents) // Chemical and Petroleum Engineering. 2018. Vol. 54, N 1–2. P. 125–129. DOI: 10.1007/s10556-018-0450-y.
52. Mikulionok I. O. Stabilization of the temperature of the working medium in the equipment of chemical plants (a survey of patents) // Chemical and Petroleum Engineering. 2015. Vol. 51, N 5–6. P. 324–327. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10556-015-0046-8>.
53. Мікульонок І.О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 244 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37520>.

Додатки