

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

д.т.н., професор

_____ Костянтин ДЯДЮРА

« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Освітньої програми «Агроінженерія»

За спеціальністю 208 «Агроінженерія»

МЕХАНІЗАЦІЯ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ З УДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ ДОЗАТОРУ СИПКИХ КОМПОНЕНТІВ

Науковий керівник: доцент

_____ Ярослав ЯРОШ

Рецензент: Степан КАЛМАЦУЙ

Виконав здобувач денної форми навчання

Андрій ЦУРКАН

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
результати власних досліджень. Використання
ідей і текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ **Андрій ЦУРКАН**

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії

Кафедра Агроінженерії

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітня програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Агроінженерії

_____ Костянтин ДЯДЮРА

« ____ » _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Андрію ЦУРКАНУ

(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

1. Тема кваліфікаційної роботи (кваліфікаційного проєкту):

**« Механізація дозування компонентів комбікормів з удосконаленням
конструкції дозатору сипких компонентів»,**

науковий керівник кваліфікаційної роботи:

_____ д.т.н.. професор Ярослав ЯРОШ

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

затверджені наказом ректора Одеського державного аграрного університету
№ 118-з від « 05 » вересня 2026 р.

**2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи : 15 вересня
2026 року**

3. Об'єкт дослідження: технологічний процес однорідності дозування

4. Предмет дослідження: дозатор комбікормів з шнековим робочим
органом

5.Перелік завдань, які потрібно розробити:

5.1. Теоретико-методичний розділ:

1.Природно – кліматичні умови сільськогосподарського
підприємства

5.2. Дослідницько-аналітичний розділ: _____

1. Аналіз основних машин для дозування

5.3.Проектно-рекомендаційний розділ: _____

Технологічні розрахунки

Розрахунок потужності приводу машини

Розрахунок підшипників на довговічність

Розрахунок шпоночного з'єднання

6. Орієнтовний перелік графічного та табличного матеріалу:

6.1. До теоретико-методичного розділу: _____

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

6.2. До дослідницько-аналітичного розділу: _____

СХЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ

ТЕХНОЛОГІЯ ДОЗУВАННЯ КОМБІКОРМІВ

6.3. До проєктно-рекомендаційного розділу: _____

1. Технологічна схема виробництва комбікормів.
2. Функціональна схема дозатора.
3. Складальне креслення дозатора.
4. Технічні креслення деталей.
5. Економічна ефективність від впровадження розробки.

7. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи :

Технологічні лінії для дозування компонентів комбікормів являють собою сучасні інженерні рішення, що спрямовані на оптимізацію процесів сільськогосподарського виробництва. Їх функціонування базується на принципах роботи дозувальних установок, які забезпечують інтеграцію двох ключових операцій: здрібнювання компонентів та їх подальшого змішування в одному технологічному потоці. Крім того, ці системи дозволяють проводити дозування вже попередньо здрібнених кормів, що значно підвищує ефективність технологічного процесу.

8. Перелік публікацій за напрямом досліджень

9. Дата видачі завдання: «20» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Кількість кредитів	Примітка
1.	Природно – кліматичні умови сільськогосподарського підприємства	Лютий 2026	0,25	
2.	Отримання завдання і складання змісту (плану) кваліфікаційної роботи	Лютий 2026	0,25	
3.	Складання календарного плану – графіку з підготовки кваліфікаційної роботи	Березень 2026	0,5	
4.	Написання першого (теоретико-	Березень 2026	2,0	

	методичного) розділу кваліфікаційної роботи			
5.	Вивчення конструкцій пристосувань для дозування сипких компонентів комбікормів.	Квітень 2026	1,0	
6.	Написання другого (дослідницько-аналітичного) розділу кваліфікаційної роботи	Квітень 2026	2,0	
7.	Написання третього (проектно-розрахункового) розділу кваліфікаційної роботи	Травень 2026	3,0	
8.	Написання висновків, списку літератури	Вересень 2026	0,5	
9.	Перевірка кваліфікаційної роботи науковим керівником	Вересень 2026		
10.	Доопрацювання роботи після зауважень наукового керівника	Вересень 2026	0,5	
11.	Підготовка до захисту: доповідь, ілюстративний матеріал	Вересень 2026	0,5	
12.	Подання кваліфікаційної роботи на кафедру	25 серпня 2026		
13.	Перевірка кваліфікаційної роботи на оригінальність	Вересень 2026		
14.	Попередній захист на кафедрі	Вересень 2026		
15.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Вересень 2026		
16.	Захист кваліфікаційної роботи	18-20 вересня 2026	1,5	
	Загальна кількість		12	

Здобувач ОС «Бакалавр» _____ Андрій ЦУРКАН

Науковий керівник _____ Ярослав ЯРОШ

підпис

Гарант ОП _____ Дмитро ДОМУЩІ

підпис

ЗМІСТ

стор.

Завдання на виконання кваліфікаційної роботи.....2

Реферат.....4

Вступ..... 8

2. АКТУАЛЬНІСТЬ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

2.1 Задачі виробництва з виготовлення комбікормів

2.2 Призначення дозуючих пристроїв

2.3 Принципи дозування компонентів комбікормів

3. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ДОЗУВАННЯ ІНГРЕДІЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

3.1 Обладнання для дозування сировини

3.2 Типова технологія виготовлення комбікормів

3.3 Технічна пропозиція

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Основні розрахункові властивості сипких компонентів комбікормів

4.2 Технологічні розрахунки

4.3 Визначення потужності на валу гвинта

4.4 Визначення потужності двигуна для привода

4.5 Визначення основних кінематичних параметрів та приводу дозатора.

4.6 Технологічна схема виготовлення комбікормів

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Висновки

Додатки

Література

РЕФЕРАТ

У рамках завдання, поставленого кафедрою, виконано проект, спрямований на вдосконалення та механізацію процесу виготовлення кормів. Основною метою є забезпечення подачі необхідної кількості сировини відповідно до рецептури складу для отримання продукту високої якості, такий підхід є актуальним для виробників комбікорму.

Цей проект розроблено для забезпечення безперервної діяльності комбікормових виробництв, зокрема для ефективної та збалансованої подачі компонентів у технологічні лінії. Він враховує сучасні вимоги до організації виробничих процесів і актуальні завдання, пов'язані з підвищенням ефективності виробництва.

У ході виконання проекту виконано технологічні розрахунки дозуючої машини проведено обчислення параметрів приводу, які гарантують її надійне функціонування та працездатність, розглянута схема виробництва комбікорму та місце використання запропонованого дозатору.

Ключові слова: КОМБІКОРМ, ШНЕК, ПРИВОД, ДОЗАТОР, СИРОВИНА.

ВСТУП

Дозатори є пристроями, призначеними для точного виділення одного або декількох продуктів (одно- та багатокомпонентні дозатори), яким користується один споживач або ж декілька одночасно (одно- та багатоканальні дозатори). Вони надають можливість коригувати пропорції компонентів згідно з внутрішніми співвідношеннями системи (дозатори зі співвідношенням), а також задавати порядок додавання речовин у визначеному часовому чи логічному порядку (програмовані дозатори).

Автоматичний регулятор є центральним елементом системи керування кожного дозатора. Максимальна ефективність функціонування такого обладнання досягається, коли регулятор забезпечує згладжування зовнішніх впливів (наприклад, коливань параметрів виробничого процесу), надає можливість реалізації дозувань за попередньо встановленою програмою, має комфортний для оператора інтерфейс та забезпечує передачу інформації про результати роботи (наприклад, дані стосовно обсягу виданого продукту) до вищих рівнів управління [4,11].

Об'ємні дозатори активно використовуються для роботи як з рідкими, так і з сипучими матеріалами. Їхня конструкція відзначається простотою, високою надійністю та зручністю експлуатації.

Специфічні характеристики запропонованого гвинтового дозатора забезпечують неперервне надходження матеріалу до робочої зони наступного устаткування, що, у свою чергу, допомагає підтримувати необхідну продуктивність машини.

Проведені в рамках проекту розрахунки підтверджують технологічну доцільність розробленої машини, а її технічні показники відповідають вимогам визначеного виробничого циклу [2,11,15]

.

2. АКТУАЛЬНІСТЬ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

2.1 Задачі виробництва з виготовлення комбікормів

Кормові підприємства, що спеціалізуються на виробництві кормів для птиці, свиней і великої рогатої худоби, займаються розробкою спеціалізованих рецептів раціонів, які ретельно враховують специфічні потреби кожної групи тварин на різних стадіях їхнього розвитку. Основним завданням таких рецептур є створення максимально збалансованого складу кормів, здатного забезпечити оптимальні показники росту, швидкий набір ваги та загальне зміцнення здоров'я тварин. Для досягнення таких результатів необхідно з особливою ретельністю підходити до дозування усіх компонентів. Це стосується як сировини, так і різних добавок, консервантів та вітамінних комплексів, що використовуються під час виготовлення кормів. Варто враховувати, що навіть незначні порушення в складі можуть спричиняти серйозні проблеми зі здоров'ям сільськогосподарських тварин, включаючи ослаблення опорно-рухового апарату, дефіцит необхідних мікроелементів, зниження ефективності засвоєння корму та інші ускладнення[3,10,12]. Основна місія виробника комбікормів полягає у забезпеченні максимального використання доступних ресурсів із дотриманням принципів ефективності, економічної доцільності та екологічної безпеки. При цьому кінцева продукція має представляти повноцінний раціон, який відповідає всім фізіологічним потребам тварин. Це сприяє не лише високій продуктивності селянських та фермерських господарств, але й забезпечує стає та рентабельне функціонування загалом. Від збалансованості і якості кормів залежить не лише ефективність виробництва продукції тваринного походження, але й їх кондиційність[2,8,13].

Комбікорми є незамінною складовою у сільськогосподарських підприємствах, адже вони можуть бути представлені як повнораціонні корми, що задовольняють усі харчові потреби, так і додаткові суміші, які використовуються в поєднанні із наявними кормовими матеріалами на фермах. Фундаментальною основою забезпечення кормами тварин є надання

їм збалансованого раціону, який містить усі необхідні макро- та мікроелементи в оптимальних співвідношеннях. Власне, комбікорми створені саме для того, щоб ефективно відповідати цим потребам. Варто підкреслити, що навіть незначний дисбаланс у раціоні може негативно позначитися на продуктивності тварин, а серйозні порушення балансу поживних речовин здатні спричинити суттєві проблеми зі здоров'ям і добробутом поголів'я. Крім того, ефективне використання ресурсів та мінімізація втрат відходів і поживних компонентів становить ще один важливий аспект сучасної годівлі, спрямований на підтримку екологічної рівноваги та зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Протягом тривалого часу ключові параметри годівлі тварин оцінювалися переважно за вмістом сирого білка, жиру та клітковини. Проте, завдяки розвитку науки та технологій, сучасна методологія аналізу потреб у поживних речовинах змістила акценти на більш точно визначені показники. Сьогодні основну увагу приділяють засвоюваності амінокислот, біодоступності мінеральних речовин, специфічним мікроінгредієнтам (таким як ферменти, пробіотики і стабілізатори кишкової флори), а також виявленню і усуненню антинутриційних факторів у складі кормів[2,14,17]. Сучасні формули включають інноваційні рішення, які покликані не тільки підвищити їхню поживну цінність, але й мінімізувати утворення пилу при використанні кормів, що знижує ризик впливу дрібнодисперсних частинок на самопочуття фермерів і працівників тваринницьких господарств. Дуже важливим моментом є і те, що комбікорми розробляються з урахуванням життєвих етапів розвитку тварин, враховуючи різні фази їхнього фізіологічного стану. Наприклад, потреби організму під час періодів до відлучення, після відлучення або після лактації істотно відрізняються, тому раціони коригуються відповідним чином для забезпечення оптимального результату як для здоров'я тварини, так і для продуктивності господарства. Крім власне кормових продуктів, сучасні виробники комбікормів також пропонують додаткові послуги та рішення. Серед них – спеціалізовані дієтичні корми для

тварин у стресових умовах, а також терапевтичні корми, розроблені на основі рекомендацій ветеринарних лікарів для допомоги хворим або ослабленим тваринам. Таким чином, комбікорми є не просто харчовим продуктом для тваринництва, але і невід'ємним елементом комплексної системи управління годівлею й підтримки здоров'я тварин у сучасних фермерських господарствах. Їх грамотне використання дозволяє досягти як ефективного виробництва, так і гармонії з екологічними вимогами [4,6,12].

Виробництво готових кормів еволюціонувало далеко за межі простого подрібнення та змішування складників. Завдяки багаторічним стратегічним інвестиціям у передове промислове обладнання та сучасні енергетичні рішення, виробники кормів змогли запровадити спеціалізовані виробничі процеси для досягнення конкретних, чітко визначених результатів. Такі етапи, як подрібнення, гранулювання, кондиціонування, нанесення покриттів або капсулювання захищених речовин для рубця, мають передбачуваний позитивний вплив на продуктивність, стан здоров'я та загальний добробут тварин, екологічні показники та якість кінцевої продукції. Для сталої еволюції в галузі годівлі тварин, виробники комбікормів активно вкладають кошти в наукові дослідження та інноваційні розробки, постійно шукаючи стійкі та дієві альтернативи. Зрештою, тварини потребують не просто кормової маси, а, перш за все, збалансованого комплексу поживних речовин. Незалежно від того, чи йдеться про повнораціонні комбікорми, чи про інші типи харчування для тварин, ключовим фактором у запобіганні проблемам зі здоров'ям та забезпеченням належного добробуту є гарантія безпечності продукту. Додатково, сучасні виробники інтегрують новітні наукові знання з галузі харчування тварин, розробляючи продукти, що відповідають індивідуальним стратегіям управління здоров'ям, які застосовують фермерські господарства. Такий підхід не тільки сприяє зміцненню стану здоров'я тварин, але й дозволяє зменшити залежність від застосування ветеринарних препаратів.

У контексті кормів для жуйних тварин, зокрема для молочної худоби, часто створюються концентровані, «високоенергетичні» корми. Їхнє призначення – компенсувати дефіцит поживних речовин у раціоні, який може виникати в зимовий період або за умов низької поживності основних грубих кормів. Першочерговою метою такого підходу є забезпечення належного рівня живлення, а не штучне стимулювання надмірної продуктивності.

Виробники комбікормів у Європі пов'язані необхідністю дотримання складної та надзвичайно суворої нормативно-правової бази. Ця база визначає вимоги до забезпечення безпеки не тільки самих кормів, призначених для тварин, а й продуктів тваринного походження, які зрештою потрапляють до споживачів [2,11,18].

2.2 Призначення дозуючих пристроїв

Дозуюче обладнання виконує надзвичайно важливу функцію у виробничих процесах, забезпечуючи точне вимірювання та подачу матеріалів в точно визначених кількостях за масою або постійний потік компонентів з високою ступенем точності. Цей процес є критично значущим на різних стадіях виробництва, зокрема в технологічному циклі приготування тіста. Тут точне дозування є не просто бажаним, а абсолютно необхідним для досягнення потрібного стандарту якості кінцевого продукту. Дозатори повинні відповідати кільком ключовим вимогам, що мають критичний вплив на їх ефективність [2,11]. Передусім необхідно дотримувати стабільну точність дозування, що дозволяє мінімізувати будь-які відхилення у масі компонентів. Крім того, важлива висока продуктивність роботи дозатора, щоб він міг справно функціонувати у великих виробничих масштабах. Простота конструкції та надійність усіх його механізмів, включаючи вузли і систему управління, є визначальними для забезпечення довготривалої експлуатації обладнання. Важливою є також здатність дозаторів інтегруватися в автоматизовані технологічні комплекси, що дає змогу ефективно виконувати складні завдання. Наприклад, це може бути приготування напівфабрикатів з тіста за чітко встановленими технологічними параметрами, де точність і

надійність є ключовими факторами успіху[2,11,15,19]. Класифікація методів дозування компонентів може здійснюватися, спираючись на характер робочого циклу та засади функціонування. Розглядаючи структуру циклу, розрізняють дозування безперервного типу чи порційного, а за принципом дії – об'ємного або вагового. Метод порційного дозування ґрунтується на циклічній системі, де кожна порція подається через встановлені проміжки часу. Для об'ємного порційного дозування застосовуються спеціалізовані пристрої, оснащені мірними камерами з фіксованим, чітко визначеним об'ємом для дозування складових. Натомість, вагове порційне дозування реалізується шляхом контролю точної маси кожної окремої порції. Безперервне об'ємне дозування передбачає стабільну подачу матеріалу з визначеною об'ємною витратою протягом усього періоду експлуатації. Проте, для досягнення найвищої точності в подібних процесах, вагові дозатори є неперевершеними, що робить їх незамінними для дозування основних компонентів тіста, як-от борошно. Ці дозатори ефективно застосовуються як під час безперервного приготування тіста, так і при циклічному формуванні окремих порцій. Об'ємний спосіб дозування вирізняється низкою значних переваг, серед яких слід відзначити простоту конструктивного виконання та високий ступінь надійності в експлуатації. Завдяки цим якостям, такий підхід часто використовується для роботи з рідкими складовими, оскільки об'єм таких матеріалів піддається легкому регулюванню. Одночасно цей метод має і певні обмеження — найважливішим із них є підвищена похибка у визначенні доз порівняно з ваговим методом дозування. У деяких випадках це може стати серйозним викликом там, де необхідна висока точність у роботі обладнання. Кожен із підходів характеризується власними умовами застосування, а вибір між ними залежить від специфіки виробничого процесу, рівня необхідної точності та характеристик дозованих матеріалів. Тому правильний вибір обладнання є ключовим етапом для забезпечення високої якості кінцевого продукту. У промисловості попит на точно задану подачу різноманітної сировини є

постійним, що робить важливим оптимальне використання багатокомпонентних дозуючих пристроїв. Такі системи зазвичай працюють в автоматичному режимі, зводячи до мінімуму втручання персоналу, який відповідає лише за контроль точності дозування і загальний стан роботи обладнання. Ці технологічні рішення ефективно працюють як для порційного, так і для безперервного дозування, дозволяючи застосовувати як об'ємний, так і ваговий метод залежно від потреб виробництва. [5,17,16,19]. Багатокомпонентне дозування зазвичай здійснюється за одним із двох основних підходів:

1.Поетапне введення компонентів в єдину загальну дозувальну систему** Цей метод зазвичай обирають для порційного приготування тіста через його концептуальну простоту та економічні переваги. Такий підхід має низькі витрати на матеріали та забезпечує компактність установки. Проте через послідовний процес відмірювання кожного інгредієнта тривалість повного циклу дозування може збільшуватися. Це, своєю чергою, знижує продуктивність обладнання, що використовується для підготовки тіста.

2.Одночасне дозування компонентів у спеціалізованих дозаторах (дозувальних станціях) Цей спосіб підходить як для порційного, так і для безперервного виготовлення тістових напівфабрикатів. Використання окремих дозаторів для кожного компонента дає змогу врахувати специфіку різних інгредієнтів, що підвищує точність процесу. Однак така схема потребує більших виробничих площ та є значно дорожчою через складність конструкції дозувальних станцій. Кожен підхід має свої переваги й недоліки. Вибір оптимальної схеми дозування залежить від вимог конкретного виробничого процесу та поставлених технологічних завдань [4,11,12,16].

2.3 Принципи дозування компонентів комбікормів

Для уникнення потенційних проблем у процесі виробництва необхідно забезпечити точне і ретельне дозування як основних інгредієнтів, так і добавок та консервантів, що входять до складу кожної партії продукції. З цією метою сучасні виробничі системи спираються на використання

різноманітного дозуючого обладнання. Кожна компанія розробляє та інтегрує ці системи відповідно до особливостей власного виробничого процесу, з урахуванням специфічних вимог і стандартів. Для досягнення необхідних результатів у виробничих процесах критично важливо, щоб усі компоненти додавалися у суворо визначених пропорціях. У промисловому середовищі застосування точного та надійного дозуючого обладнання для введення рідких речовин є обов'язковою умовою задля забезпечення ефективного та однорідного змішування. Якщо ж дозування виконується без відповідного обладнання або без належної адаптації до конкретного технологічного процесу, результати можуть бути невтішними: неточна кількість доданих речовин здатна серйозно позначитися на якості кінцевого продукту, спричинити значні фінансові втрати та знизити показники виробництва в цілому. Особливої уваги заслуговує точне дозування кормових добавок, оскільки це є ключовим етапом у досягненні потрібної якості продукції. Важливо уникати навіть найменших помилок при внесенні рідких інгредієнтів, адже будь-які відхилення можуть спричинити порушення процесів у змішувачі та позначитися на характеристиках суміші. У цій статті докладно розглянуто основні принципи та рекомендації для забезпечення точності на цьому етапі[2,4,10,14]. У наш час точність дозування перетворилася на одну з найважливіших вимог через високі стандарти, які встановлено в харчовій промисловості. Від дотримання правильного співвідношення компонентів залежить рівномірність і однорідність готової суміші. Ця однорідність, своєю чергою, впливає на специфікації та ключові параметри якості кінцевого продукту. Варто зазначити, що ступінь однорідності сумішей, досягнутий за допомогою твердих і рідких добавок, певною мірою визначається точною кількістю дозованих компонентів. Що менший обсяг дозування, то вимогливішими стають вимоги до ефективності роботи змішувача. Крім того, важливу роль відіграють допустимі похибки в дозуванні інгредієнтів. Для сухих компонентів ці похибки зазвичай складають $\pm 0,02$ – $0,05$ кг, а для рідин — $\pm 0,1$ – $0,2$ кг. Дотримання цих

показників допомагає мінімізувати ризики та гарантувати виробництво продукції високої якості. У виробництві кормів для сільськогосподарських тварин процес дозування є надзвичайно важливим етапом, який безпосередньо впливає на якість готового продукту. У співпраці з нашим партнером Jesma ми підготували цю статтю, щоб надати вам ключову інформацію щодо цієї теми. Точність і контроль у процесі дозування мають вирішальне значення. Вони не лише гарантують відповідність кожної партії вимогам до вмісту поживних речовин і точності рецептури, але й запобігають можливим проблемам, пов'язаним із передозуванням. Останнє може не тільки негативно вплинути на здоров'я тварин, але й спричинити суттєві фінансові втрати для виробників. Окрім пріоритету на точності й контролі, сучасні системи дозування повинні враховувати також інші аспекти, зокрема безпеку та уникнення перехресного забруднення. Наприклад, наявність технологій для мінімізації утворення пилу не лише створює більш комфортні умови праці, але й значно знижує ризик вибухів—ключовий фактор для забезпечення промислової безпеки. Щодо перехресного забруднення, то додавання невідповідних компонентів у рецептуру може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям тварин, що вимагає особливої обачності на всіх етапах виробничого процесу[4,11,12,16].

Досягнення в дозуючих технологіях зробили можливим впровадження інтелектуальних систем, які забезпечують цілий ряд переваг: - Підвищена точність і контроль: ці системи гарантують точне співвідношення інгредієнтів у кожній партії, що значно знижує варіативність якості кінцевого продукту. - Висока адаптивність: вони легко змінюють параметри відповідно до нових рецептів, забезпечуючи ефективне виробництво з урахуванням потреб у поживних речовинах або вимог ринкового попиту. - Автоматизація процесів: мінімізується необхідність ручного втручання, що не тільки скорочує витрати на робочу силу, але й підвищує узгодженість процесів і зменшує ризик помилок, спричинених людським фактором. - Покращена безпека харчових продуктів: дотримуючись строгих норм, системи

виключають можливість перехресного забруднення між партіями, що гарантує високу якість і безпеку продукції. - Зниження експлуатаційних витрат: сучасні матеріали та спрощена конструкція зменшують потребу в обслуговуванні, скорочують час простою обладнання та оптимізують витрати на виробництво. - Надійність у роботі: ці системи спроектовані для безперебійної роботи навіть у важких умовах великих навантажень. У сфері виробництва комбікормів процес дозування та змішування є типовою багатоступеневою операцією, що повторюється знову і знову. Кожна партія проходить через конкретні етапи: зважування різних компонентів, їх обробку, змішування, розвантаження та інші послідовні дії. У цьому процесі всі елементи, такі як живильники, ваги, бункерні дверцята, розвантажувальні механізми змішувачів та інше обладнання, повинні працювати у суворій відповідності до визначених послідовностей або умов. Для забезпечення безпеки та стабільності кожен пристрій потребує робочих механізмів самоблокування та захисту від ненавмисного втручання. При виборі системи дозування для заводу з виробництва кормів для сільськогосподарських тварин необхідно враховувати кілька ключових аспектів:

1. Гармонійна інтеграція з наявною виробничою лінією.
2. Здатність працювати з різноманітними інгредієнтами, серед яких дрібнодисперсні порошки, в'язкі рідини та мікроінгредієнти, які можуть бути складними для обробки.
3. Дотримання вимог місцевих та міжнародних стандартів безпеки харчової продукції.
4. Енергоефективність та економічність операцій. Дозування є ключовим етапом у виробництві кормів, оскільки від нього залежить контроль над консистенцією продукту, ефективністю використання ресурсів і загальною якістю кінцевої продукції. Правильно підібрана система дозування забезпечує точне поєднання компонентів у потрібних пропорціях, що сприяє створенню стабільного та високоякісного корму, відповідного до галузевих норм та вимог споживачів. Процес дозування включає збирання, точне

зважування та змішування всіх типів компонентів — від великих сипучих матеріалів до мікро- й наноінгредієнтів, поки формула не буде готова для подальшого виробничого циклу. Особливо важливу роль відіграє точність дозування мікроінгредієнтів, таких як вітаміни, мінерали або добавки, адже саме від цього залежить якість і баланс сумішей. Автоматизовані системи дозування здатні працювати як із одноразовим, так і багаторазовим зважуванням, адаптуючись до специфіки кожного інгредієнта. Такі технології підвищують ефективність дозування, мінімізують людські помилки та допомагають оптимізувати витрати, що робить їх ідеальним рішенням для сучасних комбікормових заводів.

Гравіметричне дозування, будь то ручне чи автоматичне, зазвичай вважається стандартом для роботи зі сухими мікроінгредієнтами. Однак для введення рідких добавок та інгредієнтів у змішувач періодичної дії широко використовуються як об'ємні, так і гравіметричні системи дозування в поєднанні з технологією розпилення. Об'ємні дозуючі пристрої для рідин мають чутливість до таких параметрів, як температура та в'язкість, що може стати причиною небажаних відхилень точності дозування до 5%. У свою чергу, навіть гравіметричні системи дозування для рідин стикаються з обмеженнями під час роботи в умовах запиленого або суворого середовища кормових виробництв. Через особливості конструкції, компоновальні аспекти та умови експлуатації, зокрема при низькій швидкості дозування, повторюваність і точність можуть істотно не відповідати заявленим специфікаціям. Додавання рідин неминуче спричиняє утворення мікроагломерацій або злипання частинок, під час якого дрібніші елементи пов'язуються з більшими. Це явище проілюстровано на рисунку 1, де показано взаємодію між частинками d і D . Коли в'язкі рідини розпилюються на поверхню порошків, між сусідніми твердими частками створюються зв'язки, які обмежують їхнє вільне переміщення. Як наслідок, це погіршує якість змішування. Найбільші труднощі виникають на початковій стадії циклу змішування, коли вихідні матеріали, особливо добавки, ще повністю

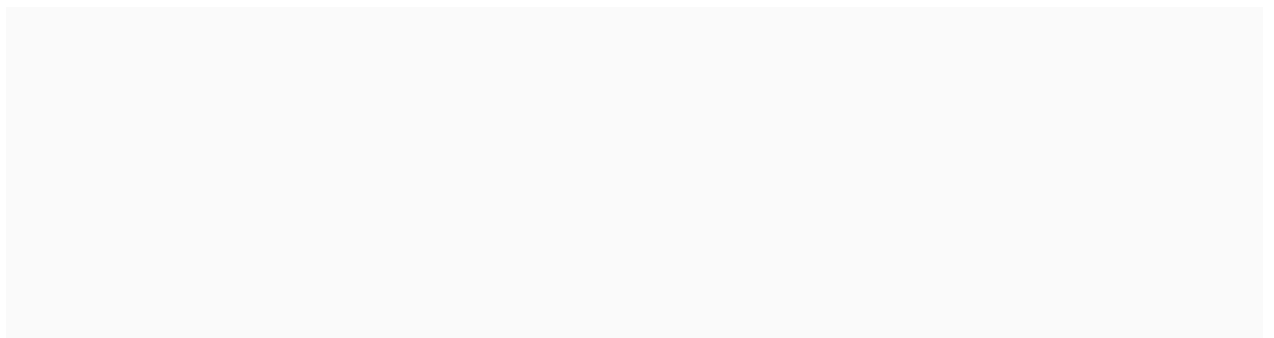
розділені, і необхідність рівномірного змішування є найбільш критичною[5, 16].

Коли мікроінгредієнти розпилюються з відносно низькими дозами приблизно 0,1–0,3%, збільшений розмір частинок добавки для розпилення ставить під загрозу змішування цих мікроінгредієнтів з основними частинками суміші. Додавання сухих мікроінгредієнтів у бункер перед змішувачем, як правило, позитивно впливає на однорідність, особливо якщо їх додавати як «сендвіч» між двома основними або первинними інгредієнтами. Коли мікроелементи та основні інгредієнти потрапляють із бункера у змішувач, утворюється премікс. Навіть якщо процес розпилення рідин буде виконаний з затримкою, це меншою мірою вплине на однорідність суміші. На деяких комбікормових заводах машини періодичної дії використовують для введення таких рідин, як олія, жир, холін хлорид та рідкі форми амінокислот. У певних випадках було помічено, що сукупна швидкість додавання цих рідин перевищувала 5% від загального складу суміші. Варто зазначити, що стандартні двострічкові або лопатеві змішувачі такого типу переважно не розраховані на введення великих обсягів рідин, оскільки їхньої ефективності часто недостатньо для забезпечення якісного змішування. Крім того, необхідно враховувати обмежену здатність кормової основи поглинати додані рідини. Надмірно висока швидкість дозування може призвести до злипання інгредієнтів через нездатність суміші абсорбувати таку кількість рідини. Зважаючи на це, точність є критичним фактором для гарантування оптимальної продуктивності у виробничих процесах. Для забезпечення більшої ефективності важливо впроваджувати сучасні дозувальні системи, які розроблені для забезпечення максимальної гнучкості на різних етапах виробництва. Таке обладнання дає можливість використовувати різноманітні формули, адаптуючи процес під конкретну партію продукції. Це дозволяє не лише максимізувати виробничу продуктивність, але й уникати надлишкових витрат часу і ресурсів.

Під час провадження промислової діяльності вкрай необхідно, аби системи,

залучені до виробничих процесів, незмінно відповідали найважливішим гігієнічним та санітарним стандартам. Монтаж механізмів повинен здійснюватися з найвищим ступенем точності та без жодних технологічних дефектів, адже це дає змогу оптимізувати виробничі витрати та запобігти потенційним ускладненням на етапі експлуатації. Відтак, особливої уваги заслуговує питання очищення дозувальних механізмів за допомогою безрозбірних методів (CIP), що допомагає уникнути контамінації наступних порцій продуктів, які піддаються обробці.

Виробництво комбікормів – це процес формування харчових продуктів для тварин, що гарантує їх безпечне й повноцінне живлення. Цей процес спирається на застосування новітніх наукових розробок у сфері годування тварин та передових технологій їхньої обробки. Спеціалісти, які займаються розробкою кормів, володіють глибокими знаннями в галузі харчування тварин, які нерідко перевищують рівень експертизи у сфері харчування людей[5, 15,19].



3. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ДОЗУВАННЯ ІНГРЕДІЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

3.1 Обладнання для дозування сировини

Дозування сировини відбувається швидко та з максимальною точністю завдяки застосуванню скребкового дозатора ALFRA. Ця техніка є найуніверсальнішим методом для роботи з сипучими матеріалами у вигляді порошку чи гранул, гарантуючи ефективне дозування та вивантаження. Залежно від ваших потреб, цей пристрій пропонується у різноманітних розмірах та комплектаціях, поєднуючи високу точність функціонування з відмінною продуктивністю та довговічністю. Однією з ключових переваг є здатність дбайливо дозувати тендітні (крихкі) матеріали, що вигідно відрізняє його від шнекових дозаторів.

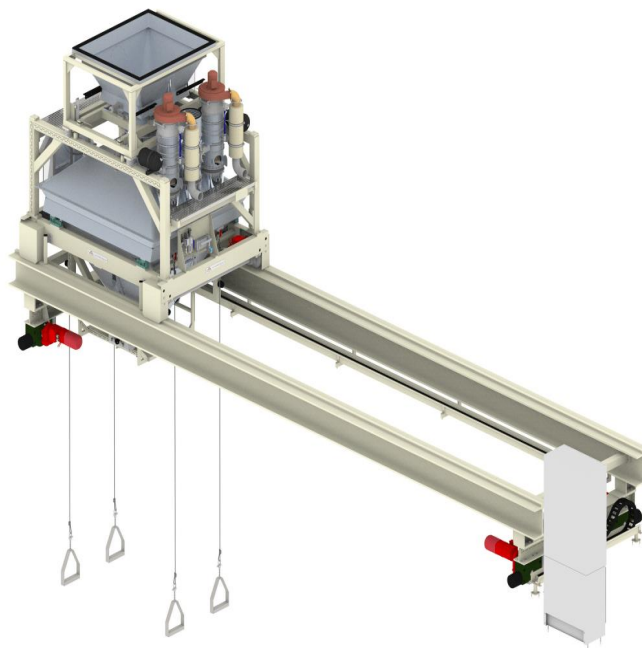


Рисунок 3.1- Дозатор ALFRA BCDxу (Іспанія)

BCDxу — це високотехнологічна дозувальна система, створена для забезпечення максимально надійного та точного дозування значних обсягів компонентів. Її мобільний дизайн дозволяє працювати з великою кількістю силосів, включаючи розподілені блоки, що значно розширює функціональні

можливості. Основою системи є дозувальні заслінки ALFRA, контролер дозування та зважування ALFRA, а також опціонально доступна інноваційна концепція «Зважувач у вазі». Вона оптимально підходить для точної обробки кількостей від 500 грамів до 3000 кілограмів. Однією з ключових переваг компактної конструкції є зменшений ризик забруднення. Завдяки меншим розмірам, контактна поверхня із продуктом залишається мінімальною. Це дає змогу рухомому ваговому візку легко позиціонуватися над декількома точками розвантаження, усуваючи необхідність використання горизонтального та вертикального транспортування, такого як трубопроводи або конвеєри. Такий підхід суттєво скорочує ймовірність потрапляння забруднень до продукту. Система дозування мікроінгредієнтів Ottevanger може бути адаптована під конкретні потреби, включаючи до 34 дозувальних комірок. Кожна з них оснащена шнековим живильником, який забезпечує ефективне транспортування матеріалів. Для роботи з компонентами з низькою плинністю може бути використане роторне розвантажувальне обладнання як опція. Шнекові живильники дозволяють завантажувати матеріал у одну, дві або три ваги, виходячи з поставлених задач. При необхідності ваги монтуються на різних рівнях і можуть функціонувати синхронно, забезпечуючи оптимальну продуктивність. У конфігурації, що складається з трьох ваговимірювальних пристроїв, верхній модуль має максимальне навантаження 5 кг з точністю до 5 грамів. Середній модуль розрахований на 10 кг з похибкою 10 грамів, а нижній — на 50 кг, з похибкою 50 грамів. Конструкція включає два гнучкі роторні клапани, що з'єднуються за допомогою спеціального вузла, який виконує функцію гідравлічного затвора. Бункерні ємності виготовляються з нержавіючої чи низьковуглецевої сталі, маючи внутрішнє покриття, що відповідає санітарним нормам для харчової промисловості.

Шнеки для дозування пропонуються в різних діаметрах. Шнеки більшого розміру мають додатковий менший шнековий елемент в нижній частині для забезпечення максимально точного дозування. На сучасних підприємствах з

виробництва кормів системи дозування мікрокомпонентів можуть функціонувати паралельно з централізованою системою завантаження. Бункери для зберігання компонентів виготовляються з нержавіючої сталі або сталі марки ST37, покритої спеціальним харчовим покриттям.

Шнекові годувачі також відрізняються за діаметром і в більших моделях доповнені спеціальними дозуючими механізмами для досягнення високого рівня точності. На сучасних підприємствах із виробництва комбікормів процес дозування мікродобавок найчастіше інтегрується з центральною системою подачі інгредієнтів. Якщо зважуються невеликі партії, рекомендовано спочатку змішати мікроінгредієнти з допоміжним матеріалом (носієм) у спеціальному змішувачі для досягнення однорідності, а потім вже цю суміш додати до основного складника.

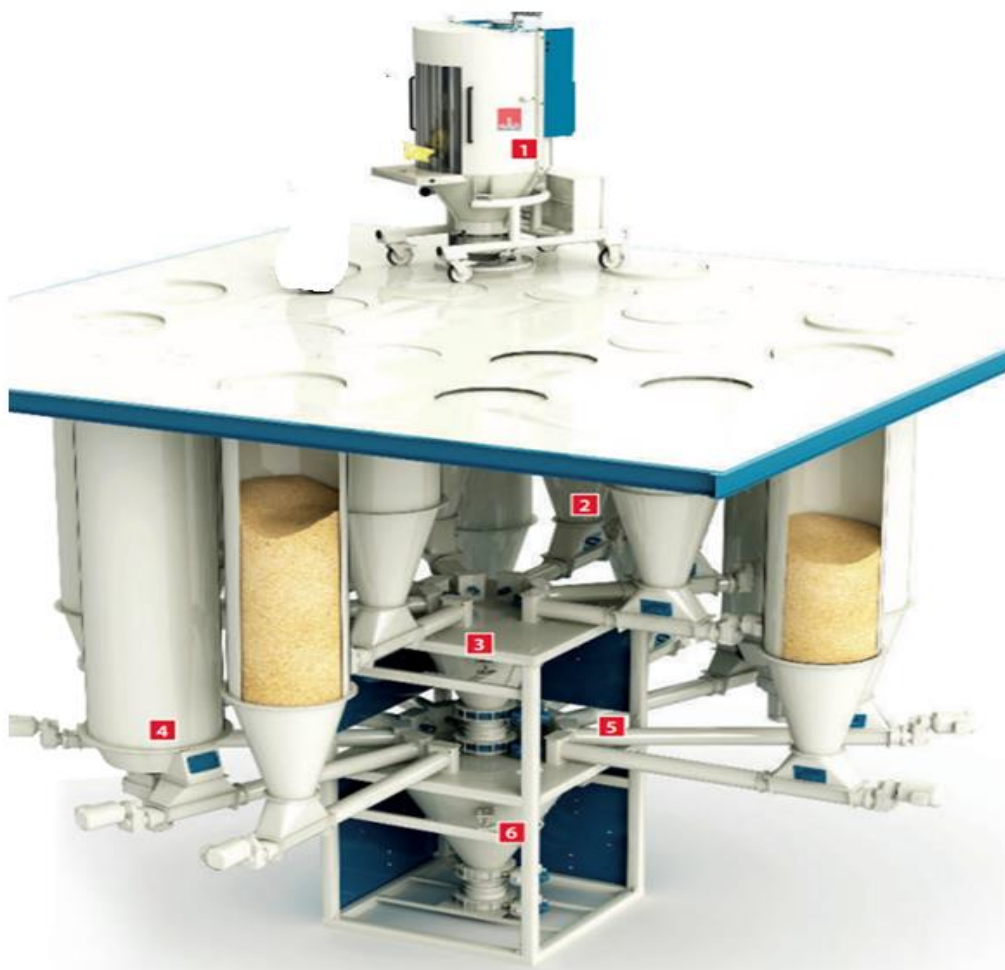


Рисунок 3.2 - Система дозування інгредієнтів Ottevanger: 1- Пересувний перекидний блок, 2 –Мікробункер, 3- Вага 5 кг, 4- Ротаційний розвантажувач

зі шнеком-подавником, 5- Пневматичний запірний клапан, 6 Вага 10 кг.



Рисунок 3.3 - Micro-dosing System BUHLER

Система призначена для точного дозування вітамінів, амінокислот, мікроелементів та інших компонентів комбікормів. Точність дозування досягає приблизно 0,1% від місткості. Компоненти зберігаються в окремих бункерах. Шнекові живильники або дозатори подають продукт у ваговий контейнер. Тензодатчики постійно контролюють масу. Система PLC

автоматично коригує швидкість подачі, а після набору необхідної ваги компонент подається до змішувача. Після завершення циклу запускається дозування наступного інгредієнта.



Рисунок 3.4 - ANDRITZ — Micro Fluid System (MFS) Комплекс для точного введення рідких та сухих добавок (Австрія)

Добавки знаходяться в окремих резервуарах, а насоси або дозувальні клапани подають матеріал до дозуючого вузла. Витрата контролюється датчиками потоку та ваговими системами та за допомогою комп'ютера порівнюється фактичну подачу із заданою рецептурою. При відхиленнях автоматично змінюється швидкість насосів. Готова суміш надходить у змішувач або екструдер.



Рисунок 3.5 - Дозатор мікрокомпонентів Van Aarsen (Нідерланди)

Автоматизована карусельна система для високоточного дозування мікродобавок у виробництві комбікормів. Підходить для вітамінів, преміксів та мінеральних сумішей при цьому мікрокомпоненти засипаються в окремі секції каруселі і система обирає потрібний бункер відповідно до рецепта. За використанням дозувального механізму сатеріали подають продукт у вагову ємність. Контролер вимірює фактичну масу та після досягнення заданої ваги подача автоматично припиняється. Далі компонент надходить у змішувальну лінію.



Рисунок 3.6 - Промисловий дозатор для сипучих матеріалів, (Чехія)

Автоматичний промисловий дозатор сипучих сумішей зі зважуванням дозволяє точно відміряти задану кількість продукту в діапазоні від 10 до 3000 грамів. Виготовлений із суцільного металу, цей пристрій працює на основі технології вібраційного зважування, забезпечуючи високу точність дозування та подальше вивантаження суміші в попередньо підготовлену упаковку за запитом оператора. Конструкція дозатора складається з двох ключових компонентів: вібраційної платформи та вагового бункера. У процесі

зважування продукт із віброуючої платформи поступово переміщується у ваговий відсік. Після досягнення заданої ваги пристрій автоматично припиняє вібрацію, сигналізуючи про готовність партії до вивантаження. Оператор може активувати переливання продукту у тару за допомогою ножної педалі: перше натискання запускає процес зважування, друге відкриває клапан бункера, направляючи суміш у підготовлений мішок. Для роботи з меншими упаковками можливо встановити адаптер, що забезпечує додаткову зручність і функціональність. Дозатор вирізняється простотою експлуатації, що робить його ідеальним рішенням для автоматизації процесу фасування в різноманітних промислових сферах. Сипучі суміші додаються до дозатора через верхню лійку, яка завдяки спеціальній формі запобігає розсипанню матеріалу на навколишню поверхню, одночасно виконуючи функцію верхнього резервуару. Для точного дозування дрібніших сумішей лійка обладнана клапаном, що дозволяє регулювати обсяг або висоту потоку, який подається вздовж вібраційної платформи. Дозатор є універсальним рішенням для роботи з практично будь-якими типами сипучих матеріалів: хімікатами, порошками, гранулами, пластиковими кульками, металевими деталями, насінням та іншими сухими сумішами. Максимальна допустима вага для одного завантаження становить 3000 грамів і застосовується до сумішей із дрібними частинками. Однак обмеження щодо об'єму зерносховища унеможлиблює одноразове зважування великих партій, таких як 3 кг вівсянки, через співвідношення ваги до об'єму продукту. У випадку роботи із сумішами із великими зернами партію можна ділити на два або більше зважувань. Якщо ваша суміш має високий рівень вологості або жиру і схильна до утворення грудочок, це може значно вплинути на точність процесу дозування. Дозатор працює за принципом вібрації, і якщо в процесі зважування потрапляє грудка з набагато більшою вагою, ніж решта частинок, це може викликати перевантаження і погіршення точності. У випадку грудкуватих сумішей ми радимо надіслати зразок достатнього обсягу (приблизно на 15+ доз ваших потреб) на нашу адресу разом із супровідним

листом. Після тестування вашої суміші на обладнанні ми надамо висновок щодо того, чи підходить вона для дозатора та які рекомендації варто врахувати для її успішного використання.



Рисунок 3.7 - П'ятиголовковий автоматичний дозатор для сипучих матеріалів (Чехія)

П'ятиголовковий (або п'ятипотоковий) промисловий дозатор сипучих сумішей та матеріалів є високотехнологічною установкою для точного зважування й дозування. Він дозволяє зважувати індивідуальні дози в діапазоні 5 x 10–500 г (або до 1 x 50–2500 г) та забезпечує можливість змішування до п'яти різних видів сипучих речовин в одну єдину суміш. При цьому компоненти можуть додаватися як у однаковому, так і в різному співвідношенні, залежно від потреб виробничого процесу. Цей дозатор виготовлений з надійної нержавіючої сталі та працює за принципом вібраційного зважування й дозування, що забезпечує високу точність

розрахунку маси кожного інгредієнта. Після визначення встановлених доз кожного з компонентів, всі інгредієнти одночасно висипаються з окремих контейнерів у заздалегідь підготовлену упаковку. У процесі цього також здійснюється їх ефективне перемішування. Активізація вивантаження сумішей здійснюється за допомогою ножної педалі, яку управляє оператор дозатора, або автоматично через зовнішні пристрої управління, такі як програмовані логічні контролери (ПЛК), таймери чи інші автоматики. Завдяки своїй універсальності, дозатор чудово підходить для роботи з найрізноманітнішими типами сировини чи продуктів. До них можна віднести хімічні речовини, порошкові матеріали, пластикові гранули, металеві деталі, насіння рослин та інші сухі сипучі субстанції. Це обладнання також ідеально підходить для приготування готових для використання сумішей із харчових продуктів: мюслі, горіхи, готові суміші для випічки, спеції, сушені фрукти, рис, сочевиця чи кавові зерна. Залежно від потреб користувача, дозатор може бути адаптований для виконання специфічних завдань, пов'язаних із точною підготовкою і дозуванням певних інгредієнтів, що робить його унікальним і надзвичайно корисним у багатьох галузях промисловості. Вага кожного компонента в процесі змішування визначається повністю окремо та з максимальною точністю, вказано в грамах. Дозатор, виготовлений із нержавіючої сталі, складається з п'яти автономних контейнерів ємністю по 18 літрів кожен, що разом утворюють загальний об'єм у 90 літрів, та п'яти вібраційних вагових модулів. Переміщення матеріалу до ваг відбувається за допомогою точних вібраційних механізмів, а після досягнення встановленої ваги матеріал може вивантажуватися поступово або одночасно з усіх вагових блоків у загальний вихідний отвір. Діапазон налаштувань ваги коливається від 10 до 500 г для кожного окремого модуля, що дозволяє налаштовувати дозований об'єм відповідно до конкретних потреб. Максимальна загальна маса, яку можна отримати при роботі всіх блоків одночасно, становить від 50 до 2500 г. Завдяки індивідуальному налаштуванню кожного модуля можна гнучко регулювати співвідношення компонентів, досягаючи необхідної

точності дозування. Конструкція дозатора базується на міцній металевій рамі і має загальну висоту 1350 мм. Пристрій оснащений колесами, що забезпечують його легке й зручне переміщення в разі необхідності, наприклад, для очищення робочої зони чи проведення технічного обслуговування. Для безпеки під час роботи колеса обладнані гальмами, які надійно фіксують дозатор у потрібній позиції. Дозатор закріплюється на металевій рамі за допомогою міцних фіксуючих затискачів, які надійно тримають весь модуль на місці. Завдяки конструкції затискачів блок можна легко й оперативно розібрати або зняти з рами при потребі. Управління дозуючим пристроєм здійснюється через ножну педаль. На правому боці пристрою розташований перемикач, що дозволяє змінювати функцію педалі. Це дає можливість дозувати зважений продукт або одночасно, або окремо — спершу з першого бункера, а потім із другого. Крім того, замість ножної педалі управління може виконуватися через зовнішній сигнал, який надходить від будь-якого суміжного обладнання, що контролює або координує роботу технологічної лінії.

3.2 Типова технологія виготовлення кшмбікормів

Виробничий процес складається з кількох послідовних етапів, під час яких інгредієнти підготовлюються, зважуються та змішуються для отримання однорідного продукту. Цей продукт у подальшому піддається фізичній або термічній обробці, що сприяє поліпшенню властивостей корму. Етап шліфування відіграє ключову роль у забезпеченні високої якості готової суміші. Основна мета цього процесу — досягнення однакових розмірів частинок у складі корму, що дозволяє отримати рівномірну текстуру на наступних фазах виробництва. Чим дрібніше подрібнені компоненти, тим краще забезпечується зчеплення кормових гранул, а також підвищується ефективність роботи млина в енергетичному плані. Під час цього етапу подрібнюються виключно гранульовані складники або цільні гранули; решта інгредієнтів додаються пізніше, на стадії змішування. Для шліфування найчастіше використовуються молоткові млини, кількість яких може

варіюватися залежно від специфіки виробничої лінії. Млин доповнений системою подачі, яка зазвичай включає в себе силос з шнековим конвеєром у нижній частині. Саме через цей механізм сировина подається на подрібнення. Перед тим як потрапити до камери млива, сировина проходить очистку від сторонніх домішок: металеві частинки видаляються за допомогою магнітних фільтрів, а великі фрагменти, наприклад каміння, усуваються системою повітряного відсіювання. Після цього частинки подрібнюються за допомогою реверсивних молотків, що прикріплені до дисків, які монтуються на роторі, що обертається зі швидкістю 1500–3000 обертів на хвилину. Ця швидкість обертання визначає ефективність подрібнення матеріалу в млині. Між диском і молотками можуть також знаходитися контрмолоти для підвищення якості подрібнення. Високий тиск, що виникає внаслідок всмоктування повітря всередині бункера млина завдяки створенню потужного повітряного потоку, сприяє видаленню сторонніх часток, таких як каміння. Це також дає змогу автоматично виводити частинки з камери помелу, щойно вони досягають необхідного розміру. Повітря, що забирається разом із продуктом, проходить через фільтрувальну систему, що відокремлює борошно, де використовується шланг, встановлений під молотками млина. Подальша очистка відбувається шляхом впорскування стисненого повітря під тиском 6–8 бар. У нижній частині бункера під молотковим млином знаходиться транспортувальна система, зазвичай представлена шнековим конвеєром, яка забезпечує видалення залишкового матеріалу. Очищення завершується застосуванням ротонних клапанів, які унеможливають повернення повітря в циркуляційну систему млина і тим самим перешкоджають повторному захопленню або відшаруванню частинок матеріалу.

Дозування.

Цей процес регулює постачання та розподіл потоку продукту, враховуючи розмір сировини та дані з вагових сенсорів, щоб забезпечити точну кількість кожного компонента у рецептурі, адаптованій до конкретного виду тварин. У процесі створення сумішей із різних інгредієнтів (сировина, премікси,

добавки) висуваються різні вимоги до точності дозування залежно від того, чи є компонент макро- або мікроінгредієнтом. Серед типів ваг існують пристрої з різними швидкісними характеристиками й точністю; за принципом функціонування їх поділяють на об'ємні та гравіметричні. Змішування є наступним етапом, метою якого є досягнення однорідності продукту. Однорідність гарантується тоді, коли всі компоненти рівномірно розподілені по всій масі, що дозволяє забезпечити тварин усіма необхідними поживними речовинами, важливими для їхнього раціону. Для цього використовуються змішувачі, які бувають вертикальними та горизонтальними, при цьому другий тип більш поширений. Основні параметри процесу змішування, як-от тривалість та швидкість наповнення, відіграють ключову роль у продуктивності заводу, оскільки зазвичай на виробництві встановлено лише один змішувач.

Технологічні обробки.

Обробки сировини можуть здійснюватися як до, так і після її змішування, тобто вже на готовому змішаному продукті. Різноманітні технологічні процеси, згадані в Каталозі кормової сировини (Регламент ЄС № 2017/1017), можуть бути як простими, так і складними. Вибір методу залежить від бажаного впливу на кінцевий продукт: від санітарної обробки до підвищення поживної цінності чи поліпшення його смакових властивостей, що робить корм більш привабливим для тварин. Сушіння є процесом видалення вологи, що виконується за допомогою природних або штучних методів. Основна мета цього процесу — знизити вміст води в продукті для поліпшення його зберігання. Розпушування передбачає обробку зернових культур, таких як кукурудза, ячмінь і овес, які пропарюють за високих температур і вологості для утворення пластівців. Цей процес включає очищення (за потреби — лущення) зерна, обробку парою протягом 15–40 хвилин при температурі 80–100°C, плющення (пресування зерен між валами) та зниження рівня вологи до 12–13%. Плющення — це механічний метод зменшення розмірів частинок сировини шляхом її пропускання між двома валками.

Гранулювання : Цей процес передбачає трансформацію обробленого корму в тверді гранули, які зазвичай мають форму паличок, розмір яких змінюється залежно від виду та віку тварини. Таке фізичне перетворення надає корму численні переваги. Зокрема, відбувається ущільнення матеріалу (приблизно на 40%), що дозволяє економити місце при зберіганні, знижує витрати на транспортування, зменшує об'єм пилу та покращує збереження якісних властивостей корму. Процес гранулювання включає кілька основних етапів: - Зберігання сировини в невеликих силосах. - Переміщення корму шнековим конвеєром для контролю потоку до гранулятора. - Змішування зі струменем пари в циліндричному змішувачі (так званому кондиціонері). - Пропуск через прес-гранулятор. На етапі підготовки сировина надходить до кондиціонера за допомогою спеціального пристрою, який регулює швидкість подачі відповідно до заданих параметрів, що залежать від потужності двигуна подрібнювача. Кондиціонування інгредієнтів досягається шляхом подачі сухої пари, яку постійно контролюють за допомогою температурного датчика. Завдяки цьому підтримується оптимальний температурний діапазон від 40 до 95°C. Перед остаточним формуванням сировина проходить через магнітний пристрій, який затримує сторонні метали. Потім матеріал потрапляє до перфорованого металевого кільця або обертової матриці, обладнаної вертикальними пресами, де формується кінцева гранула.

Суміш виходить із системи через трубки, набуваючи циліндричної форми, і на виході розрізається двома лезами на задану довжину. Після гранулювання суміш під дією сили тяжіння проходить через охолоджувач і, за необхідності, через подрібнювач або дробарку та сито.

Менші частинки відокремлюються від суміші та повертаються до преса потоком.

Подрібнення та просіювання : Основною метою процесу подрібнення є перетворення більших гранул на більш дрібні частинки, придатні для використання як корм для молодих або дрібних тварин, яким потрібне легше засвоєння поживних речовин. Подрібнювальні установки, що реалізують цей

процес, зазвичай оснащений двома рифленими валками, які обертаються в протилежних напрямках, забезпечуючи ефективне стирання та дроблення сировини. На завершальному етапі циклу подрібнення надзвичайно важливим є правильне налаштування устаткування, яке дозволяє уникнути зайвих повторних циклів переробки матеріалу, що сприяє економії ресурсів і підвищенню продуктивності. Відокремлення отриманих дрібних частинок відбувається здебільшого на стадії просіювання, що гарантує якість кінцевого продукту. Сипучі продукти зберігаються у спеціалізованих сховищах, таких як силоси, які відіграють ключову роль у подальшій логістиці. Ці ємності використовуються для зберігання готового корму до моменту його завантаження у транспортні засоби, наприклад, вантажівки-цистерни, для доставки кінцевим споживачам — фермерам або іншим господарствам. Крім того, резервуари розділені на окремі відсіки, що дозволяє ефективно зберігати та розподіляти різні партії продукції, забезпечуючи при цьому чітке розмежування між ними. Для використання у тваринництві корм розвантажувється автоматизованими або механічними системами, які подають продукт безпосередньо у спеціальні фермерські силоси. Щодо упакованої продукції, комбікормові заводи зазвичай обладнані спеціалізованими зонами для фасування в окремі упаковки різного об'єму. Ця операція здійснюється за допомогою автоматизованих ліній із системою точного дозування, яка гарантує точність вагового наповнення кожної упаковки. Упакована продукція далі групується в палети для зручного зберігання і транспортування. Ці палети доставляються до роздрібних магазинів або поширюються серед дистриб'юторів, що забезпечує кінцевого споживача зручним доступом до необхідного товару.

3.3 Технічна пропозиція

Найбільш дієвими й перспективними з економічної точки зору машинами для промислового використання можна вважати живильники безперервного циклу. Їх функціонування спрямоване на забезпечення безперервного дотримання встановлених технологічних умов під час виконання операцій із підготовки сировини або створення готового продукту. Подібні машини є не тільки універсальними, але й ефективними у використанні, забезпечуючи максимальну продуктивність за мінімальних витрат. У межах даного проєкту пропонується реалізувати кілька інноваційних підходів і технічних рішень: - Впровадити робочий механізм шнекового типу, що базується на використанні шнека з вбудованою перовою частиною. Така конструкція забезпечить високоточне транспортування матеріалів, а також оптимізацію процесу їх подачі. - Задіяти можливість багатофункціонального використання обладнання: як пристрою для автоматизованого живлення, так і дозування сировини для технологічних машин. При цьому такі живильники стануть частиною загального комплексу обладнання, призначеного для обробки сипких компонентів на різних технологічних етапах. - Забезпечити наявність у машині як приймальних, так і розвантажувальних пристроїв, що створить умови для зручної інтеграції обладнання в існуючі виробничі процеси та значно підвищить його універсальність. - Передбачити оптимізацію конструкції з метою зниження її металоємності. Це дозволить суттєво скоротити витрати на виробництво машин, одночасно зменшуючи їх вагу, покращуючи зручність транспортування та монтажу, а також впливаючи на підвищення стійкості конструкції до механічних навантажень. Проєкт спрямований на створення максимально ефективного та доступного в експлуатації обладнання. Такі рішення здатні значно підвищити рівень автоматизації технологічних процесів, знизити витрати ресурсів, а також оптимізувати час виконання виробничих операцій.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Основні розрахункові властивості сипких компонентів комбікормів

Основні властивості насипних комбікормів включають такі характеристики:

- гранулометричний склад,
- вологість,
- насипну щільність,
- кут природного укосу,
- абразивність,
- злежуваність.

Гранулометричний склад демонструє, яким чином частки матеріалу розрізняються за розмірами. Своєю чергою, коефіцієнт однорідності свідчить про рівень відсутності розбіжностей між розмірами цих часток.

$$R_0 = \frac{a_{\max}}{a_{\min}}; \quad (4.1)$$

де: $a_{\max}$ - найбільший розмір шматка;

$a_{\min}$ - найменший розмір шматка;

$$R = \frac{0,005}{0,0025} = 2$$

Якщо R_0 перевищує 2.5, матеріал відносять до рядового. Якщо ж R_0 менше 2.5, його класифікують як сортований. До категорії найбільших шматків належать елементи вантажу, розміри яких знаходяться в межах від $0.8 a_{\max}$ до $a_{\max}$. Визначення розміру типового шматка здійснюється за таким принципом:

а) У разі рядового матеріалу, якщо концентрація найбільших фрагментів не перевищує 10%.

$$a' = 0,8a_{\max}; \quad (4.2)$$

б) для рядового матеріалу шматків більш 10%:

$$a' = a_{\max}; \quad (4.3)$$

в) для сортового матеріалу:

$$a' = \frac{a_{\max} + a_{\min}}{2}; \quad (4.4)$$

$$a = \frac{0,005 + 0,0025}{2} = 0,0075 \text{ мм}$$

За показником насипної щільності сипучі матеріали класифікуються на кілька основних груп: - Легкі — мають щільність, що не перевищує 600 кг/м³. - Середні — характеризуються щільністю у межах 600 кг/м³. - Важкі — знаходяться у діапазоні щільності від 1200 до 2000 кг/м³. - Надзвичайно важкі — із щільністю понад 2000 кг/м³. Кут природного укосу сипучих матеріалів визначається як кут між вільною поверхнею утвореного насипу та горизонтальною площиною. Залежно від фізичного стану матеріалу, розрізняють два види такого кута: а) Кут спокою (L_n), що виникає у статичному стані. б) Кут руху (L), який відповідає динамічному стану матеріалу та зазвичай оцінюється як $L = 0,7L_n$. На значення кута природного укосу значно впливає рухливість частинок матеріалу. Стираюча здатність (абразивність) сипучих матеріалів — це властивість частинок викликати зношування контактних поверхонь під час їх переміщення. Відповідно до рівня абразивності, сипучі матеріали поділяють на окремі категорії, які враховують їхню здатність спричиняти механічний знос.

А - неабразивні;

У - слабоабразивні;

С - помірно абразивні;

Д - високоабразивні.

Сипучі матеріали мають схильність до злежування — це їхня характеристика, яка полягає у втраті здатності частинок до переміщення після тривалого періоду спокою.

Таблиця 4.1 Характеристика насипних матеріалів

Найменування вантажу	Насипна щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$	Кут природнього укосу, гради у спокої	Кут природ нього укосу, гради у русі
Кісткове, риб'яче борошно	1,4-1,5	30	
Вапняк: дрібнокусковий порошковообразн ий сіль: крупнокускова середньо- і дрібнокускова	1,47-2,22 1,57 1,8-2,2 1,31-1,5	45 40 45 45	30 30 30 30
Крейда: мелена у порошок середньо- і дрібнокускова	0,95-1,2 1,4-2,5	39 39	
трав'яне борошно	1,5-1,7	45	30

Таблиця 4.2 Класифікація сипучих матеріалів за розміром часток

Найменування	Розмір типових шматків, мм
Особливо крупнокускові	$a' > 320$
Крупнокускові	$320 \geq a' > 160$
Средньоекускові	$160 \geq a' > 60$
дрібнокускові	$60 \geq a' > 10$
Грубозернисті	$10 \geq a' > 2$
Дрібнозернисті	$2 \geq a' > 0,5$
Порошкоподібні	$0,5 \geq a' > 0,05$
Пилоподібні	$0,05 \geq a'$

4.2. Технологічні розрахунки

Необхідний діаметр винта:

$$D = 0,275 \frac{Q}{\varphi n E \rho_n R_\beta}; \quad (4.5)$$

де: D – діаметр гвинта, м;

Q – розрахункова продуктивність конвеєра, 1,1 т/год;

E - відношення кроку гвинта до діаметра гвинта, 0,8:

для абразивних матеріалів $E=0,8$; для неабразивних – $E=1,0$;

n – частота обертання гвинта, прийmemo 30об/хв;

ρ_n - насипна щільність вантажу, 0,9т/м³;

R_β - коефіцієнт зменшення продуктивності від нахилу конвеєра
вибирається по таблиці 0,9;

φ - коефіцієнт заповнення ринви 0,12 .

Таблиця 4.3 Значення коефіцієнта $R\beta$.

β^*	0	5	10	15	20
$R\beta$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

β - кут нахилу конвеєра.

$$D = \frac{1,1}{0,8 \cdot 30 \cdot 0,12 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,131 \text{ м}$$

Приймаємо $D=200\text{мм}$

Процес визначення робочої частоти обертання шнека відбувається через проведення розрахунків. Спочатку визначається орієнтовна величина частоти обертання вала, керуючись даними, вміщеними в таблиці 4.4 (яка встановлена завчасно). Далі ця величина піддається перевірці згідно з наведеними у формулі умовами: $n \leq n_{\max}$. Для цього значення $n_{\max}$ обчислюється наступним чином:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}}; \quad (4.6)$$

де: A – коефіцієнт групи вантажу (табл.4.4).

Таблиця 4.4 Значення коефіцієнтів A , φ , ω

Група вантажів	A	φ	ω
Легкі неабразивні	65	0,4	1,2
Легені малоабразивні	50	0,32	1,6
Важкі малоабразивні	45	0,25	2,5
Важкі абразивні	15	0,12	4,0

$$n_{\max} = \frac{15}{\sqrt{0,2}} = 68 \text{ об/хв}$$

$$n \leq n_{\max}$$

Перевіряємо прийнятий діаметр:

$$D_p \geq a_{\max} K$$
$$D_p = 0,0075 \cdot 12 = 0,09 \text{ м} \quad (4.7)$$

де: $a_{\max}$ – найбільший розмір шматків вантажу, мм;

K – коефіцієнт: для рядового матеріалу = 4;

K – для сортового матеріалу = 12.

$$D \geq D_p$$

4.3 Визначення потужності на валу гвинта

Потужність на валу винта:

$$N_0 = \frac{Q}{367} (L_r \cdot w \pm H) + 0,02 \cdot R \cdot g_k \cdot L_r \cdot w_e; \quad (4.8)$$

де: N_0 – потужність на валу гвинта, кВт;

L_r – горизонтальна проекція довжини конвеєра, 1,99 (приймаємо 2) м;

H – висота підйому, 0,17 м;

w – коефіцієнт опору переміщенню вантажу 2,5;

$R=0.2$ – коефіцієнт, що враховує характер переміщення гвинта;

g_k – погонна маса обертових частин конвеєра, 85 кг/м;

w_B – коефіцієнт опору руху обертових частин конвеєра. Для підшипників ковзання $w_B=0.16$;

$$L = L \cos 5^\circ = 1,99 \text{ м};$$

$$H = L \sin 5^\circ = 0,17 \text{ м};$$

З табличних даних для важких малоабразивних продуктів $w=2.5$;

Звідки потужність на валу гвинта:

$$N_0 = \frac{1,1}{367} (2 \cdot 2,5 + 0,17) + 0,02 \cdot 0,2 \cdot 85 \cdot 2 \cdot 0,16 = 0,23 \text{ кВт}$$

4.4 Визначення потужності двигуна для привода

Потужність двигуна визначається:

$$N = \frac{K \cdot N_0}{\eta}; \quad (4.9)$$

де: N_0 - потужність на валу гвинта;

K - коефіцієнт запасу потужності;

η - ККД привода (0,6);

Для приводів шнеків ухвалюють $K=1,25$.

Прийmemo $\eta=0,85$;

Тоді потужність двигуна:

$$N = \frac{0,23 \cdot 1,25}{0,6} = 0,47 \text{ кВт}$$

Вибір приводу для дозатора зупинився на мотор-редукторі МЦ2С-63, потужність якого становить 0,5 кВт. Цей компонент гарантує надійну роботу, забезпечуючи швидкість обертання вихідного валу на рівні 45 обертів за хвилину. Таке рішення було прийнято з метою досягнення ідеального балансу між силою та швидкістю, що є ключовим для продуктивного функціонування.

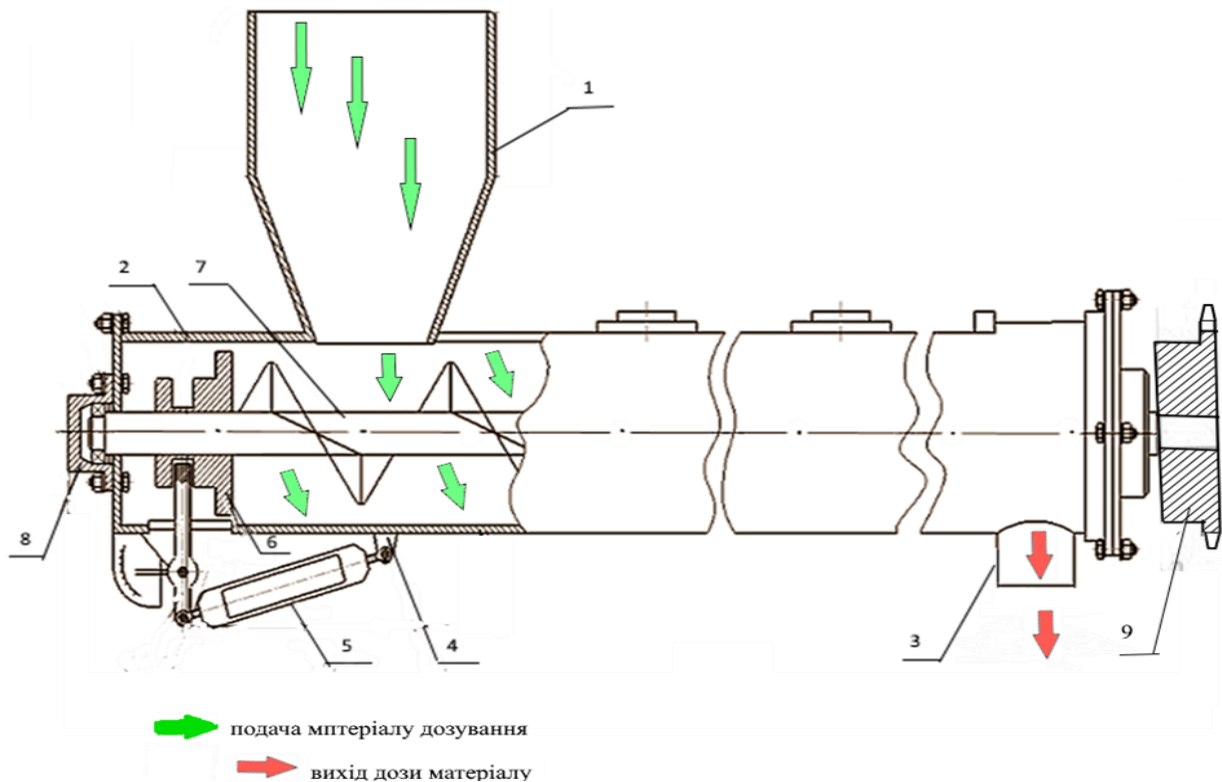


Рисунок 4.1 - Функціональна схема дозатора: 1-

Приймальний патрубок;

2 - Корпус; 3- Патрубок розвантаження; 4 - Кронштейн; 5- Регулятор; 6 - Втулка; 7 - Вал; 8-Кришка підшипника; 9 - Зірочка.

4.5 Визначення основних кінематичних параметрів та приводу дозатора.

Завдання для виконання розрахунку передбачає визначення основних кінематичних параметрів, які забезпечують ефективну та стабільну роботу дозувального вузла в процесі виробництва комбікорму. Необхідно розрахувати такі ключові характеристики, як швидкість руху елементів дозування, їх частоту коливань або обертів, оптимальне співвідношення передач для приводних механізмів, а також оцінити вплив кожного з цих параметрів на рівномірність і точність подачі компонентів.

Додатково слід взяти до уваги специфіку технологічного процесу, зокрема фізико-механічні властивості компонентів комбікорму, об'єм завантаження, продуктивність вузла та його інтеграцію у загальну систему виробництва. Під час розрахунків необхідно врахувати не лише стандартні номінальні режими роботи, але й можливість виникнення нестандартних умов, таких як зміна щільності або вологості сировини. Це дозволить забезпечити функціонування вузла з максимальною ефективністю та мінімізувати ризики виникнення збоїв у технологічному процесі.

Продуктивна частота обертання валу: $n = 30$ об/хв.

Обставини для розрахунку:

Беручи до уваги попередньо виконані технологічні розрахунки, для приведення в дію дозатора було обрано мотор-редуктор моделі МЦ2С-63. Потужність електродвигуна становить 0,5 кВт, а швидкість обертання його вихідного вала складає... нм.р. = 45 об/хв.

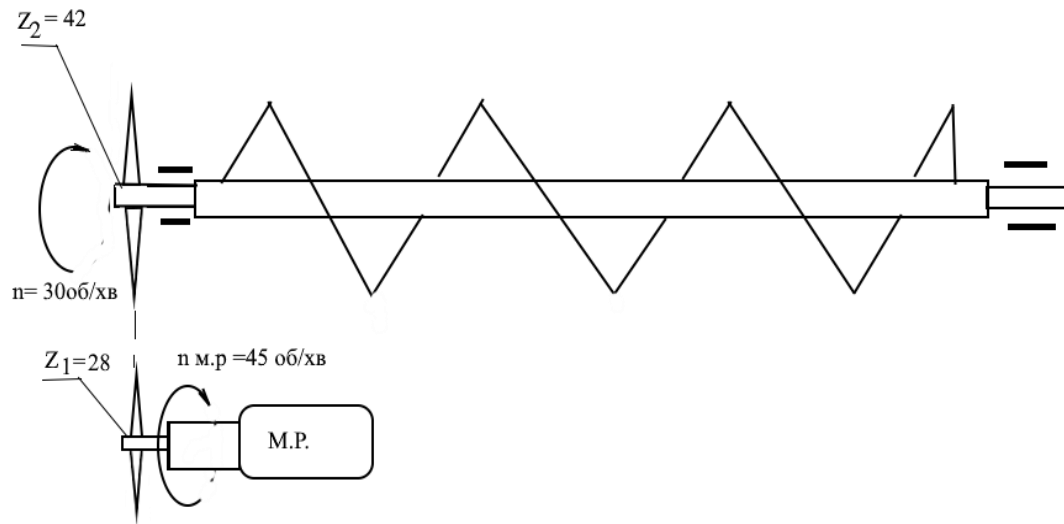


Рисунок 4.2 - Кінематична схема приводу

Передатне відношення ланцюгової передачі U :

$$U_{\text{лп}} = \frac{n \cdot H \cdot p}{n} \quad (4.10)$$

$$U_{\text{лп}} = \frac{45}{30} = 1,5,$$

Враховуючи невелику потужність приймаємо для передачі однорядний роликовий ланцюг.

Кількість зубців малої зірки Z_1 :

$$Z_1 = 29 - 2U \quad (4.11)$$

де U - передатне відношення.

$$Z_1 = 29 - 2 \cdot 1,5 = 26$$

Відповідно до рекомендованого передаточного відношення встановлюємо

$Z_1 = 28$. Кількість зубців більшої зірочки визначається наступним чином: Z_2 :

$$Z_2 = Z_1 \cdot U \quad (4.12)$$

$$Z_2 = 28 \cdot 1,5 = 42$$

Максимально допустима кількість зубців для роликової зірочки з обтіканням сягає 120, отже, умова $Z_2 = 42 < 120$ дотримана.

Момент, що обертається, на валу провідної зірочки: T_1 , Н·м:

$$T_1 = \frac{p}{W_{mp}} = \frac{30p}{\pi \cdot h_{mp}} \quad (4.13)$$

$$T_1 = \frac{30 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 45} = 106,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Коефіцієнт K_c враховуючий умови експлуатації ланцюгової передачі за формулою:

$$K_c = K_d \cdot K_a \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_{zm} \cdot K_{\pi} \quad (4.14)$$

$K_d = 1,25$ – динамічний коефіцієнт при даному навантаженні;

$K_a = 1$ – коефіцієнт враховуючий вплив міжвісьової відстані (при $a \approx 30t$, де t – крок ланцюга);

$K_n = 1$ – коефіцієнт враховуючий вплив нахилу ланцюга (для кута нахилу до 60°);

$K_p = 1,25$ - при періодичному регулюванні нахилу ланцюга;

$K_{zm} = 1,3$ - коефіцієнт враховуючий періодичність змащування ланцюга;

$K_{\pi} = 1$ – коефіцієнт враховуючий періодичність роботи передачі.

$$K_c = 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 = 2,03$$

Допустимий питомий тиск на ланцюг $[\rho]$ є визначальним фактором при його виборі. У розглядуваному випадку, для однорядного ланцюга з кількістю зубців зірочки Z_1 в діапазоні 15-30, цей параметр становить 25 МПа. Для досягнення підвищеної міцності конструкції, існує можливість збільшення тиску в шарнірах ланцюга, дотримуючись визначених рекомендацій. $[\rho]$ на 40%, тоді $[\rho] = 49,2$ МПа.

Розрахунковий крок ланцюга t , мм:

$$t = 183 \sqrt{\frac{NR_{\epsilon} \cdot 10}{S_{\epsilon} [\rho] Z_1 n_1 R_{zm}}} \quad (4.15)$$

де S_{ϵ} – проекція опорної поверхні ($S_{\epsilon} \approx 0,28$ для ГОСТ (3568-75);

K_m – коефіцієнт враховуючий кількість рядів ($K_m = 1$).

$$t = 183 \sqrt[3]{\frac{0,5 \cdot 2,03 \cdot 10}{0,28 \cdot 35,5 \cdot 28 \cdot 45 \cdot 1}} = 15,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо ланцюг ПР.15.875-2270-2, який має:

$$t = 15,875,$$

$$Q_p = 22700 \text{ Н,}$$

$S_{3M} = 70,9$ мм, маса 1м ланцюга $g = 1,0$ кг, діаметр валика ланцюга 10,16 мм.

Згідно рекомендацій [2]:

$n_1 \leq n_{1max}$ для $t = 15,875$, $n_{1max} = 1000$ хв⁻¹, тобто умови виконуються.

Колова швидкість ланцюга V , м/с,:

$$V = \frac{Z_1 \cdot n_1 \cdot t}{60 \cdot 1000} \quad (4.16)$$

$$V = \frac{28 \cdot 45 \cdot 15,875}{60 \cdot 1000} = 0,33 \text{ м/с}$$

Колове зусилля надане одним ланцюгом F_t , Н,:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{V}, \quad (4.17)$$

$$F_t = \frac{1000 \cdot 0,5}{0,33} = 7515 \text{ Н}$$

Середній питомий тиск в шарнірах ланцюга P , МПа, визначається :

$$P = \frac{F_t}{S_{on}}, \quad (4.18)$$

$$P = \frac{1515}{70,9} = 21,3 \text{ МПа},$$

Це є менше припустимого питомого тиску $[p]$.

Строк працездатності ланцюгу T , годин,:

$$T = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot R_{cm} \cdot \sqrt{Z_1} \sqrt[3]{a_t r}}{p \sqrt[3]{V} \cdot K_e} \quad (4.19)$$

де a – міжвісьова відстань.

$$a_t = \frac{40t}{t} \quad (4.20)$$

$$a_t = \frac{40 \cdot 15,875}{15,875} = 40$$

$$T = 5200 \cdot \frac{31,3 \cdot \sqrt{28} \sqrt[3]{40} \cdot 1,5}{21,3 \sqrt[3]{0,33} \cdot 2,03} = 28076,1 \text{ год.}$$

що є більш ніж очікує мий строк праці T_o .

$$T_o = 4000 \cdot K_{cm} \quad (4.21)$$

де K_{cm} – коефіцієнт засобу змащування.

$$T_o = 4000 \cdot 2,5 = 10000 \text{ годин}$$

Навантаження ланцюгової передачі.

Натягування від провисання відомої ланки від власної маси F_f , Н :

$$F_f = K_f \cdot g \cdot q \cdot a \quad (4.22)$$

де K_f – коефіцієнт провисання, $K_f = 4$,

тоді:

$$a = 40 \cdot t, \text{ м} \quad (4.23)$$

$a = 40 \cdot 15,875 = 635$ м, тоді підушне натягування ведучої частини:

$$F_f = 4 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot 0,635 = 24,9 \text{ Н}$$

Натягування від відцентрових з швидкістю ланцюга $V \leq 12$ м не враховуємо.

Підсумкове натягування ведучої гілки F_Σ , Н :

$$F_\Sigma = F_f + F_t \cdot K_1 \quad (4.24)$$

де K_1 – коефіцієнт провисання передач $K_1 = 1$.

$$F_\Sigma = 24,9 + 1515 \cdot 1 = 1539,9 \text{ Н.}$$

Навантаження на вали R , Н :

$$R \approx (1,15 \dots 1,2) \cdot F_t, \quad (4.25)$$

$$R \approx 1,2 \cdot 1515 = 1818 \text{ Н.}$$

Визначаємо довжину ланцюга L_t , мм:

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{Z} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} \quad (4.26)$$

$$L_t = \frac{2 \cdot 635}{15,875} + \frac{28 + 42}{2} + \left(\frac{42 - 28}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{15,875}{635} = 152 \text{ мм}$$

Окружності зірок $d_{д1}$, $d_{д2}$, мм, визначаємо за формулою:

$$d_{д1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_1}} \quad (4.27)$$

$$d_{д1} = \frac{15,875}{\sin \frac{180^\circ}{28}} = 144,3 \text{ мм}$$

$$d_{д2} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_2}} \quad (4.28)$$

$$d_{д2} = \frac{15,875}{\sin \frac{180^0}{42}} = 211,9 = 212 \text{ мм}$$

Діаметри зовнішніх окружностей зірок. D_{c1} , D_{c2} , мм :

ведучої:

$$D_{c1} = t \cdot (\operatorname{ctg} \cdot (\frac{180^0}{Z_1}) + 0,7) - 0,31 d_1 \quad (4.29)$$

$$D_{c1} = 15,875 \cdot (\operatorname{ctg} \cdot (\frac{180^0}{28}) + 0,7) - 0,31 \cdot 10,16 = 149,7 \text{ мм}$$

$$D_{c2} = t \cdot (\operatorname{ctg} \cdot (\frac{180^0}{Z_2}) + 0,7) - 0,31 d_1 \quad (4.30)$$

$$D_{c1} = 15,875 \cdot (\operatorname{ctg} \cdot (\frac{180^0}{42}) + 0,7) - 0,31 \cdot 10,16 = 219,9 = 220 \text{ мм}$$

Ширина зуба b_1 , мм :

$$b_1 = 0,93 \cdot B_{\text{вп}} - 0,15 \quad (4.31)$$

де $B_{\text{вп}}$ – відстань між пластинами ланцюга, $B_{\text{вп}} = 9,65$ мм, тоді:

$$b_1 = 0,93 \cdot 9,65 - 0,15 = 8,8 \text{ мм.}$$

Радіус округлення зуба r_3 , мм:

$$r_3 = 1,7 \cdot d_1 \quad (4.32)$$

де d_1 – діаметр ролика, мм.

$$r_3 = 1,7 \cdot 10,16 = 17,2 \text{ мм}$$

Кут сполучення β , градуси:

$$\beta = 18^0 - \frac{56}{Z} \quad (4.33)$$

$$\beta = 18^0 - \frac{56}{28} = 16^0$$

Радіус впадин r , мм,:

$$r = 0,05025 \cdot d_1 + 0,05, \text{ мм} \quad (4.34)$$

$$r = 0,05025 \cdot 10,16 + 0,05 = 5,1 \text{ мм.}$$

Діаметр впадин $D_{\text{вп}}$, мм, :

$$D_{\text{вп}} = d_a - 2 \cdot r \quad (4.35)$$

$$D_{\text{вп}} = 144,3 - 2 \cdot 5,1 = 134,1 \text{ мм}$$

$$D_{\text{вп}} = 212 - 2 \cdot 5,1 = 201,8 \text{ мм}$$

Діаметр ступиці d_c , мм, :

$$d_c = 2 \cdot d_v \quad (4,36)$$

де d_v – діаметр вала, мм

$$d_c = 2 \cdot 28 = 56 \text{ мм}$$

$$d_c = 2 \cdot 70 = 140 \text{ мм}$$

4.6 Технологічна схема виготовлення комбікормів

Компоненти для виготовлення комбікормів, як-от пшениця, м'ясо-кісткове борошно, ячмінь, овес, шрот, трав'яне борошно, МВВ (мінеральні вітамінні висівки) та сіль, згідно з прописаною рецептурою, завантажуються до відповідних бункерів: №1, №6, №8, №10, №13, №14 та №15. Після цього кожен інгредієнт проходить етапи обробки на профільних технологічних установках. Злакові культури насамперед звільняються від домішок за допомогою сепаратора (№2). Після цього вони проходять магнітну очистку в спеціальній колонці (№3), встановленій на кожній технологічній лінії для вилучення металевих фрагментів. Далі зерно подрібнюється в дробарці (№4), а подрібнена маса транспортується через дозатор (№16) до пристрою змішування (№17).

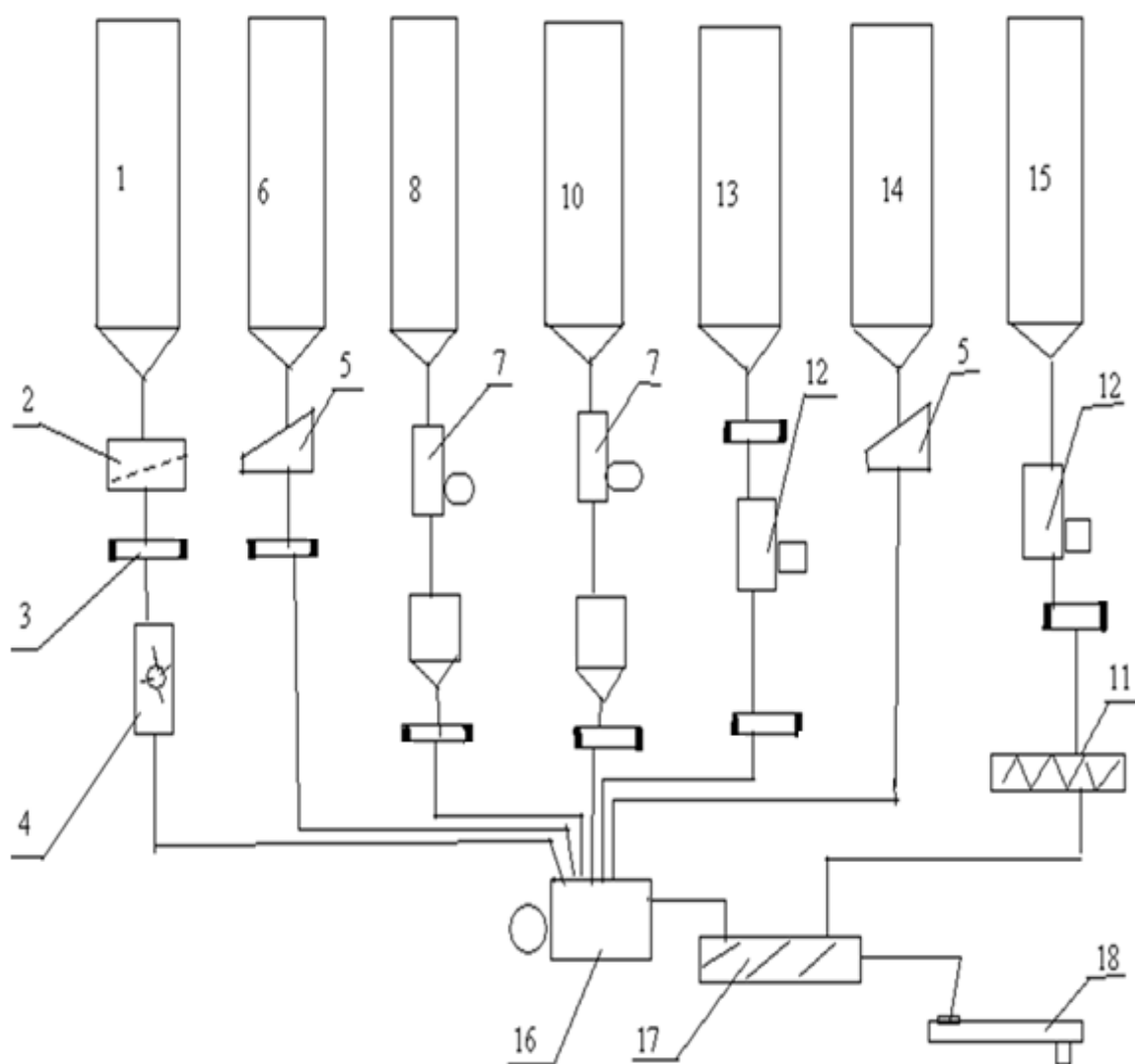


Рисунок 4.2 - Техногічна схема виробництва комбікормів.

Спочатку м'ясо-кісткове борошно проходить процеси просіювання (№5) для відділення сторонніх домішок, а потім одразу потрапляє у змішувач. Ячмінь та овес попередньо обробляються у луцильних машинах (№7), проходять магнітне очищення, після чого спрямовуються до змішувача (№17). Згодом, черепашку мідій та сіль подрібнюють у спеціальній дробарці (№12), видаляють металеві домішки, і за допомогою дозатора (№11) подають до змішувача. Така послідовність ретельної підготовки кожного інгредієнта, точного дозування та якісного змішування забезпечує створення однорідної кормової суміші, яка повністю відповідає встановленим стандартам якості.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В сучасне сільськогосподарське виробництво широко впроваджуються інтенсивні технології, високоефективні машини і механізми, зростає рівень електрифікації, та хімізації, що супроводжується появою додаткових небезпечних та шкідливих факторів, негативно впливаючих на здоров'я та безпеку аграріїв. Поява таких факторів формує додаткові труднощі в створенні здорових і безпечних умов праці. Але тільки системний підхід спроможний дати позитивний результат у вирішенні питань охорони праці, а це можливо тільки за допомогою системи управління охороною праці, яка повинна бути складовою частиною загальної системи управління підприємством.

Згідно з Законом України “Про охорону праці” (ст.17) служба охорони праці створюється власником або уповноваженим ним органом на підприємствах, в установах і організаціях незалежно від форм власності та видів діяльності для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально – економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій в процесі праці.

Керівник здійснює загальне керівництво по поліпшенню умов і безпеки праці, інженер з охорони праці координує роботи з охорони праці в галузях і структурних підрозділах, проводить аналіз і оцінку умов праці та нещасних випадків, планує профілактичні заходи та контролює їх виконання.

Інженер з охорони праці має право :

видавати керівникам структурних підрозділів господарства обов'язково для виконання заходи щодо усунення наявних недоліків;

одержувати від них необхідні відомості, документацію з питань охорони праці;

зупиняти роботу виробничих дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, що створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

надсилати керівнику господарства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Інженер з охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові господарства. Вимоги інженера з охорони праці може скасувати лише директор у письмовій формі. Громадські організації відіграють важливу роль в охороні праці. Громадський контроль за додержанням законодавства з охорони праці здійснюють трудові колективи через обраних ними уповноважених профспілки – в особі своїх виробничих органів і представників.

Професійні спілки здійснюють контроль за додержанням власниками законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці, виконання відповідних програм і зобов'язань за колективними договорами (угодами). За порушення законодавчих актів винних притягують до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності. Згідно з інженером з охорони праці по його рекомендації деякі захисно-огорожені пристрої були окрашені в червоний колір.

При прийомі на роботу вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці, після цього керівник ділянки проводить інструктаж на робочому місці. Позаплановий інструктаж проводиться із робітниками, які порушили правила охорони праці, із робітниками, де змінювався технологічний процес, при нещасних випадках.

Згідно з положенням "Організація навчання працюючих безпечній праці" (ДНАОП-0.00-4.12-99) навчання проводяться регулярно [17].

У інженера про стан справ з охорони праці в господарстві є така звітність:

- журнал інструктажів,
- річний звіт форми 7-Н;
- план роботи інженера з охорони праці;

За останні три роки в господарстві сталося 5 випадків травматизму працівників: дві травми середньої важкості (вивих і перелом нижньої та верхньої кінцівок), два випадки враження струмом без втратою свідомості і без втрати свідомості, які призвели до втрат працездатності на певний термін. Всі випадки, які сталися в господарстві розслідує спеціальна комісія.

Таблиця 5.1 Стан виробничого травматизму ПРАТ АК «Свобода»

Показники	Позначення	Роки		
		2023	2024	2025
1	2	3	4	5
Кількість працюючих в господарстві	Р	160	134	116
Кількість травм з втратою працездатності на 1 день і більше	Т	3	1	1
Коефіцієнт частоти травматизму	$K_q = T * 1000 / P$	18,75	7,5	8,6
Кількість днів, втрачених внаслідок травм, Д	Д	18	8	6
Коефіцієнт важкості травматизму	$K_r = D / T$	6	8	6
Загальний показник непрацездатності	$K_n = 1000 * D / P$	112,5	59,7	51,72

Аналізуючи таблицю можна зробити висновок, що випадки травматизму зменшились і рівень травматизму зменшується завдяки ретельному підходу до питань охорони праці та виправленню попередніх помилок. При роботі в кормоцеху травматизм зменшується за рахунок удосконалення, оптимізації їх технології та встановлення нового обладнання.

Санітарні умови у механізаторів не відповідають усім нормам. Спецодягом механізатори забезпечені на 50 % . В роздягалках немає гарячої води, а на агрегатах - аптечок. Спецхарчування є тільки при роботі з отрутами. Безкоштовні обіди бувають лише при збиранні зернових. Вагітні жінки на важких роботах не працюють.

При очищенні зерна виконуються такі операції: завантаження і подача зерна до подрібнювача; транспортування, подрібнення та подача на збірний транспортер; подача та дозування .

При виконанні всіх цих робіт виникає ряд шкідливих і небезпечних факторів. Так, як майже все обладнання та машини працюють від електромережі, то виникає безпека ураження електрострумом. Для захисту працюючих від ураження електричним струмом потрібно встановлювати на машинах та обладнанні захисні заземлення та занулення. Щоб захистити працюючих від запиленості, шуму та вібрації потрібно встановити в приміщеннях вентиляцію, кондиціонери, звукоізолюючі кожухи. При експлуатації кормоцеху відповідальність за безпеку роботи накладається на оператора кормоцеху. До роботи на обладнанні допускаються робітники немолодші 18 років, які мають кваліфікаційні посвідчення, пройшли правила техніки безпеки і пройшли медичну комісію. Робітники, які допущені до роботи повинні знати: будову і призначення обладнання, безпечну експлуатацію машин, способи надання першої медичної допомоги. Необхідно приступати до роботи в спеціальному прорезиненому комбінезоні і гумовому взутті та рукавицях в головному уборі. Пульти управління повинні обладнуватися гумовими ковбиками, струмовим ірними щитами та іншим електроінструментом, протипожежним інвентарем та медичними аптечками. Працівник повинен дотримуватись санітарних норм і гігієни. Перевіряти відсутність зайвих предметів на транспортерах, в камері плющення; справність ланцюгів, пасів, механізмів і пристроїв; надійність кріплення електродвигунів до рами, надійність заземлення; також перевіряють регулювання та настройку всіх машин цеху, проводять необхідні регулювання та змащувальні роботи, живлення при цьому повине бути вимкнене; перед пуском обладнання попереджають обслуговуючий персонал [17].

В період роботи цеху потрібно користуватися тільки тими проходами, які були позначені перед здачею обладнання в експлуатацію, а також перехідними місткостями. Машини в яких проводиться різка, подрібнення, плющення повинні бути огороженні робочими органами. Забороняється при працюючому обладнанні знімати, відкривати огороження, проводити

ремонтні роботи, очищати робочі органи складальних частин обладнання. Забороняється працювати при наявності під час роботи вібрації, стуків і побічних шумів – потрібно негайно вимкнути установку і прийняти міри для усунення виявлених поломок, доповісти майстру або техніку. Пуск лінії проводити згідно заводських та технологічних інструкцій. Перед пуском необхідно оповіщати робітників звуковим сигналом. Після закінчення приготування пластівців потрібно припинити подачу сировини по технологічним лініям. Прогнати лінії 5...10 хвилин на холостому ході. Зупинити лінії з пульта оператора, вимкнути живлення приводів машин. Провести чистку і мийку машин тільки після обесточення машин. Оператор після закінчення роботи повинен оглянути машини, перевірити обладнання і зробити помітку в журналі роботи цеху.

Таким чином, можна зробити висновок що в господарстві питанням з охорони праці приділяється певна увага. Умови праці робітників задовільні, рівень безпеки праці на належному рівні. Рівень травматизму і захворювань високий, а також є ряд не дуже важливих недоліків.

Для поліпшення організації праці, умов праці і підвищення рівня безпеки праці в господарстві можу запропонувати: посилити трудову та технологічну дисциплінованість; здійснювати вентиляцію приміщень, протяги засклити; проводити вчасно всі види інструктажів з працівниками; своєчасно проводити перевірку знань з охорони праці; нагляд за проведенням робіт; виділити допоміжні кошти на придбання спецодягу, взуття тощо; проводити регулярні медогляди ; нагляд за обладнанням робочих місць, спецодягом, інструментами; впровадження нових технологій щодо організації робіт; введення нових пристроїв пожежогасіння та оповіщення; своєчасно проводити ТО обладнання кормоцеху; оператор та робітники повинні проходити курси підвищення кваліфікації (1 раз на рік); при застосуванні норій, стрічкових транспортерів необхідно стежити за тим, щоб люки, натяжні пристрої були закриті захисними ґратами, кожухами, приводні станції транспортерів і норій огороженні, металеві частини заземлені.[17].

Головною метою заходів по поліпшенню умов праці та забезпеченню й бізнесу є досягнення соціального ефекту, який включає поліпшення здоров'я робітників, підвищення їх працездатності, зацікавленості в роботі.

Впровадження заходів з охорони праці призводить не тільки до того, що господарство зменшує витрати на лікарняні листи й втрати від недоданої продукції, а головне запобіганню виникненню нещасних випадків і профзахворювань.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА

Розрахунки з визначення економічного ефекту від модернізації барабанного дозатора здійснюємо за методикою, що розроблена на кафедрі «Економічного аналізу». Результати розрахунків заносимо у відповідні таблиці.

Економічний ефект від впровадження конструкторської розробки дипломного проекту, E , грн, розраховуємо за формулою:

$$E = \frac{P_{n1} - P_{n0}}{O_{p1}}, \quad (6.1)$$

де P_{n1} і P_{n0} – приведені витрати на одиницю роботи при впровадженні та без впровадження модернізації, грн/т ;

O_{p1} – обсяг робіт після модернізації, т .

Приведені витрати, P_n , грн, в розрахунку на одиницю роботи визначають за формулою:

$$P_n = \frac{P_{ев} + 0,15 \cdot K}{O_p}, \quad (6.2)$$

де K – капіталовкладення, грн.;

O_p – обсяг робіт, т;

$P_{ев}$ – прямі експлуатаційні витрати, грн.

У базовому варіанті вартість обладнання становить $K=21965,00$ грн.

Капіталовкладення на виготовлення барабанного дозатора, K , грн, визначаємо за формулою

$$K_{доо} = B_{опнм} + B_e + B_z + B_{оум}, \quad (6.3)$$

де $B_{опнм}$ – оплата праці працівників ремонтної майстерні з нарахуванням до єдиного соціального внеску (ЄСВ), грн.;

B_e – вартість електроенергії, грн.;

B_3 – вартість витратних матеріалів, грн.;

$B_{оум}$ – накладні витрати майстерні (витрати на організацію і управління), грн.

Витрати на оплату праці працівників майстерні з нарахуванням до ЄСВ, $B_{опнм}$, грн, на виготовлення барабанного дозатора визначим за формулою:

$$B_{опнм} = B_{опм} \cdot K_{нє} , \quad (6.4)$$

де, $K_{нє}$ – коефіцієнт, що враховує норму нарахування до ЄСВ ($K_{нє}=1,3676$).

Витрати на оплату праці працівників майстерні, пов'язані з модернізацією, $B_{опм}$, грн, розраховували за формулою:

$$B_{опм} = \sum_{i=1}^n B_{єк} C_{jk} , \quad (6.5)$$

де $B_{єк}$ – витрати праці працівників майстерні по к-му виду робіт –всього, люд.-год.;

C_{jk} – годинна тарифна ставка оплати праці працівників майстерні на к-му виду робіт по j-ому розряду, грн .

Витрати праці працівників майстерні по к-му виду робіт - всього, $B_{єк}$, люд-год, розраховують за формулою:

$$B_{єк} = \sum_{i=1}^n T_{рк} L_k , \quad (6.6)$$

де $T_{рк}$ – праце місткість к-го виду робіт, год.;

L_k – кількість працівників майстерні, задіяних на к-му виді робіт, чол.

Визначаємо витрати на оплату праці на модернізацію машини.

Таблиця 6.1 Розрахунок витрат на оплату праці з нарахуванням до ЄСВ

Види робіт	Норма витрат часу, год.	Кількість працівників, осіб	Витрати праці люд.-год.	Тарифний розряд робіт	Година тарифна ставка, грн./год	Оплата праці по тарифу, грн	Оплата праці з нарахуванням, грн.
Розмітка заготовок	9,5	1	9,5	3	78,5	745,75	1020,19
Вирізання заготовок	6,4	1	6,4	3	78,5	502,4	687,28
Підгонка і зачищення	4,2	1	4,2	2	84,6	355,32	486,08
Токарні роботи	6,5	1	6,5	4	69,5	451,75	617,99
Свердлильні роботи	4,8	1	4,8	2	84,6	406,08	555,52
Слюсарні роботи	3,8	1	3,8	3	78,5	298,3	408,07
Нарізання різьби	6	1	6	2	84,6	507,6	694,4
Складання пристрою	10,8	2	21,6	4	69,5	1501,2	2053,64
Фарбування	3,2	1	3,2	2	84,6	270,72	370,34
Всього			68			5039,12	6893,51

Таблиця 6.2 Вартість матеріалів для модернізації машини

Види	Кількість, кг.	Ціна одиниці, грн/кг.	Вартість, грн.
Сталь	18,6	60,00	1116,00
Сталь кругла діаметром 173 мм	7,3	60,00	438,00
Сталь кругла діаметром 380 мм	14,6	60,00	876,00
Підшипник	2	345,00	690,00
Шпонка	3	193,00	579,00
Фарба	3,2	135,00	432,00
Разом	-	-	4131,00

Отже, оплата праці працівників ремонтної майстерні з нарахуванням до ЄСВ становить 6893,51 грн.

Вартість електроенергії на виготовлення об'ємного дозатора , B_{em} , грн., визначають за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^m Q_{ek} \cdot T_k \cdot C_e, \quad (6.7)$$

де Q_{ek} – норма витрат електроенергії по k-му виду робіт з виготовлення об'ємного дозатора, кВт/год;

T_k – працемісткість k-го виду роботи, год.;

C_e – ціна електроенергії, грн/кВт-год .

Ціна електроенергії становить $C_e=7,85$ грн./кВт-год.

Оскільки в нашому випадку є декілька видів робіт (свердлильні та токарні), формула 7.7 приймає наступний вигляд:

$$B_{em} = (Q_{св} \cdot T_{св} + Q_{ток} \cdot T_{ток}) \cdot C_e, \quad (6.8)$$

де $T_{св}$, $T_{ток}$ – відповідно час роботи токарного , свердлильного верстатів, год.;

$Q_{св}$, $Q_{ток}$ – відповідно норматив витрат електроенергії свердлильного верстата, токарного верстата, кВт/год.

$Q_{св} = 5$ кВт/год, $Q_{ток} = 7,5$ кВт/год.

Отже, витрати електроенергії в майстерні на виготовлення пристрою:

$$B_{em} = (5 \cdot 10,5 + 7,5 \cdot 6,5) \cdot 7,85 = 794,81 \text{ грн.}$$

Вартість затратних матеріалів, $B_{зм}$, грн., визначаємо за формулою:

$$B_{зм} = \sum_{i=1}^m Q_{mi} \cdot C_{mi}, \quad (6.9)$$

де Q_{mi} – витрати i – тих запасних частин і матеріалів, шт., кг.;

C_{mi} – ціна i – тих запасних частин і матеріалів, грн./шт., грн./кг.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 6.2.

Отже, вартість затратних матеріалів становить 4131,00 грн.

Накладні витрати майстерні, віднесені на виготовлення об'ємного дозатора, $B_{оум}$, грн., розраховується за формулою:

$$B_{оум}=0,08 \cdot B_{опнм} , \quad (6.10)$$

$$B_{оум}=0,08 \cdot 6893,51=551,48 \text{ грн.}$$

Отримані дані підставляємо у формулу (7.3) і визначаємо капітальні витрати на виготовлення об'ємного дозатора:

$$K= 551,48 + 794,81 + 4131,00 + 6893,51 = 12370,80 \text{ грн.}$$

Визначаємо прямі експлуатаційні витрати, $П_{ев}$, грн, за формулою:

$$П_{ев}=B_{опн}+A+P+B_{ем}, \quad (6.11)$$

де $B_{опн}$ – витрати на оплату праці з нарахуванням до ЄСВ на виконання робіт з використанням конструкторської розробки, грн.;

A – амортизаційні відрахування з експлуатації конструкторської розробки, грн.;

P – витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування конструкторської розробки, грн.;

$B_{ем}$ – вартість електроенергії при виконанні робіт на машині, грн..

Витрати на оплату праці на операцію з нарахуваннями до ЄСВ, $B_{опн}$, грн, визначаємо за формулою:

$$B_{опн}=B_{оп} \cdot K_{нє} , \quad (6.12)$$

де $B_{оп}$ – витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн.

Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу обладнання, $B_{оп}$, грн., розраховуємо за формулою:

$$B_{оп} = \sum B_{vi} \cdot C_{ji} , \quad (6.13)$$

де B_{vi} – витрати праці працівників i – й кваліфікації на виконанні операції – всього , люд-год.;

C_{ji} – годинна тарифна ставка праці працівників по j – му розряду, грн.

Витрати праці працівників і – кваліфікації – всього, $B_{\text{вi}}$, люд – год, розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{вi}} = \sum T_p \cdot L_i , \quad (6.14)$$

де T_p – працемісткість операції, год.

L_i – кількість обслуговуючого персоналу і – кваліфікації, що задіяні на операції, осіб.

Працемісткість робіт, T_p , чол. – год , визначають за формулою:

$$T_p = \frac{O_p}{W_z} , \quad (6.15)$$

де W_z – продуктивність обладнання, т/год;

Амортизаційні відрахування, A , грн, розраховують за наступною формулою:

$$A = \frac{B \cdot a}{100} , \quad (6.16)$$

де B – балансова вартість виготовленої машини , грн., ($B=K+K_{\text{дод}}$);

a – норма амортизаційних відрахувань машини, відсотки, $a=15\%$;

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування барабанного дозатора , P , грн, визначають за формулою:

$$P = \frac{B \cdot \chi}{100} , \quad (6.17)$$

де χ – норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування барабанного дозатора, відсотки, ($\chi = 9\%$).

Вартість електроенергії при виконанні робіт на машині, $B_{\text{ем}}$, грн, розраховують за формулою:

$$B_{\text{ем}} = \sum Q_e \cdot O_p \cdot \Pi_{\text{ем}} , \quad (6.18)$$

де Q_{ni} – норма витрат електроенергії на одиницю роботи, кВт год/т;

$C_{пмм}$ – комплексна ціна електроенергії, грн./ кВт год.

Визначаємо прямі експлуатаційні витрати до і після впровадження , $P_{ев}$, грн., на одиницю роботи:

$$P_{\epsilon} = \frac{P_{ев}}{O_p}, \quad (6.19)$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень, $T_{окд}$, років розраховують за формулою:

$$T_{окд} = \frac{K_{доd}}{E}, \quad (6.20)$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 6.3

Таблиця 6.3 Результати розрахунків від модернізації дозатора

Показники	Технологічна лінія до впровадження	Технологічна лінія після впровадження	Відхилення, (+;-)
1	2	3	4
Об'єм робіт, тон	1800,00	1800,00	0,00
Продуктивність агрегату , тон	2,15	2,30	0,15
Працемісткість - всього, люд.-год.	837,21	782,61	-54,60
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1,00	1,00	0,00
Витрати праці всього, люд-год.	837,21	782,61	-54,60
Тарифний розряд з оплати праці	3,00	3,00	0,00
Годинна тарифна ставка, грн/год	78,50	78,50	0,00
Оплата праці по тарифу - всього, грн.	65720,93	61434,78	-4286,15
Витрати на оплату праці з нарахуваннями, грн.	89906,23	84042,78	-5863,45
Норма витрат електроенергії, кВт/год	1,25	0,75	-0,50
Потреба в електроенергії на весь обсяг робіт, кВт/год	1046,51	586,96	-459,56
Комплексна ціна електроенергії, грн. за 1 кВт/год	7,85	7,85	0,00
Витрати на електроенергію - всього, грн.	8215,12	4607,61	-3607,51
Балансова вартість обладнання, грн.	21965,00	34335,80	12370,80
Норма амортизації, відсотків	24,00	24,00	0,00
Сума амортизації всього, грн.	5271,60	8240,59	2968,99

Норма витрат на поточний ремонт, технічне обслуговування та зберігання, відсотки	10,00	10,00	0,00
Витрати на поточний ремонт, технічне обслуговування та зберігання всього, грн.	2196,50	3433,58	1237,08
Всього прямих експлуатаційних витрат, грн	105589,45	100324,56	-5264,89
в т.ч. на одну тону кормів, грн.	58,66	55,74	-2,92
Економічний ефект від впровадження, грн.		5264,89	
Сума капітальних вкладень, грн.		12370,80	
Строк окупності, років		2,35	

Отже, капітальні затрати на модернізацію складають 12370,80 грн., економічний ефект від впровадження розробки буде складати 5264,89 грн, термін окупності – 2,35 роки, тобто за 2 роки та 5 місяців.

ВИСНОВКИ

В межах поставленого завдання кафедрою було створено проєкт, спрямований на модернізацію та автоматизацію виробництва комбікормів, забезпечуючи при цьому достатній обсяг сировини згідно з рецептурою для отримання якісної готової продукції.

Центральним компонентом проєкту є новаторський дозатор безперервної дії. Його ключова перевага полягає у стабілізації роботи всього обладнання, оскільки він безперервно подає сировину в зону обробки наступної стадії технологічного процесу.

Результати проведених досліджень та розрахунків підтвердили обґрунтованість запропонованої конструкції установки. Її технічні параметри повністю відповідають вимогам визначеного виробничого циклу.

Значна увага була приділена питанням безпеки під час експлуатації. Розроблені рішення забезпечують належний рівень безпеки персоналу при обслуговуванні обладнання, роблячи його використання комфортним та надійним.

Окрім того, було проведено аналіз економічної складової запропонованого рішення. Отримані показники свідчать про його високу ефективність і доцільність впровадження на виробництві.

У роботі детально викладено та обґрунтовано конструкцію приводу дозатора безперервної дії, який призначений для подачі сировинних компонентів у технологічних лініях виробництва розсипчастого комбікорму. Це дозволяє суттєво підвищити загальну продуктивність виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Барел С. Огляд потреб і складу системи перевірки безпечності кормів і шкідливих речовин в ізраїльській VSAH. Бет Даган: Ізраїльська ветеринарна служба та охорона здоров'я тварин; 2013 рік; 154 стор
- 2.Бриндзя З. Ф. , Джула І. О. Система технологій в рослинництві. Навчальний посібник. Тернопіль: Консультаційний центр. – 2000, 188 с.
- 3.Дробат В.И. Довідник з технології хлібопекарського виробництва Київ: Руслана 1998 – 415 с.
- 4.Дударев І.І., Бондар С.Н., Кудашев С.М. Аналіз процесу змішування в безперервних апаратах Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки, випуск 34. Одеса,2006
- 5.Дударев І.І., Кормова база та відгодівля тварин Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки, випуск 63. Одеса,2012
- 6.Дударев І.І. В.М. Кіріяк, Технологія виготовлення та оцінка якості суміші компонентів комбікормів, Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки, випуск 68. Одеса,2018
- 7.Камінський В.Д., Бабич М.Б. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції.- Одеса: Аспект, 2000. – 459 с.
- 8.Кукслі Дж. (2010) Допоміжний засіб для обробки продуктивність і ефективність комбікормового заводу.Feed Compounder (травень 2010): 28 – 1
- 9.Лесик Б.В., Трисвятский Л.О. і інші. Зберігання і технологія с.-г. продуктів. – К.: Вища школа, 1994.
- 10.Маньківський А.Я. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. Ніжин: ВКП „Аспект”.2002
- 11.Маул А.Г., Ганнам А.Л., Девіс Дж.В. Хімічні забруднювачі в кормах для

риб, які використовуються на федеральних заводах для розведення лососевих риб у США. хемосфера. 2007 рік;67(7):1308-1315. DOI: 10.1.1.492.9499

12. Мюллер-Харві І. Сучасні методи аналізу кормів. В: Оцінка якості та безпеки кормів для тварин. Рим: ФАО; 2004. С. 1-34

13.Пірс Дж.Г. Відбір проб. В: Технологія виробництва кормів IV. Арлінгтон, Віргінія, США: AFIA; 1994 рік

14.Подпряттов Г.І., Скалецька Л.Ф., Духовська Т.М., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум. К., «Вища освіта», 2004.

15.Пікша Г. Р., Бондаренка В. І. Зернові культури – К.: Урожай, 1985. – 272 с.

16.Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Підручник. /За ред. Академіка О.Т. Лісовенка.– Київ:Наукова думка,2000 – 181 с.

17.Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Підручник. /За ред. Академіка О.Т. Лісовенка. – Київ: Наукова думка, 2000 – 181 с.

18. Шаблій Л. М., Технологія переробки молока : навчальний посібник / Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. – Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. – 308 с.

19. Löwe R (2011) Технологічні аспекти подрібнення кормів та compacting. У: DLG-Verlag (ed) Proceedings of the Society фізіології харчування Band