

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а
до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічної лінії приготування кормів для
свиновідгодівельної ферми з розробкою дозатора концентрованих
кормів**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-2-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Кулик Сергій Віталійович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р

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

Кулику Сергію Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічної лінії приготування кормів для свинівідгодівельної ферми з розробкою дозатора концентрованих кормів

керівник проєкту Алієв Ельчин Бахтияр огли, д.т.н., старший дослідник

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

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

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз технічних і технологічних рішень в кормоцехах свинівідгодівельних ферм. 2. Проєктування механізованої лінії роздавання кормів на свинівідгодівельній фермі. 3. Розробка дозатора концентрованих кормів. 4. Охорона праці та захист навколишнього

середовища. 5. Техніко-економічна ефективність проєкту. Висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

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

1. Технологічна схема (A1). 2. Дозатор шнековий. Вигляд загальний (A1). 3. Шнек дозатора. Складальне креслення (A1). 4. Фланець (A4). 5. Боковина (A4). 6. Вал ведучий (A4). 7. Вал ведений (A4). 8. Шайба відбивна (A4). 9. Вал гвинта (A4). 10. Кришка (A4). 11. Кришка (A4). 12. Економічні показники (A1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Алієв Е.Б., професор	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент	12.06.2026	

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Кулик С. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Алієв Е.Б.

(прізвище та ініціали)

№ п/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
					<u>Текстові документи</u>			
1	A4	46ДП.161000.000.ПЗ			Пояснювальна записка	66		
					<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	46ДП.161000.000.ТС			Технологічна схема	1	2	
3	A1	46ДП.161000.000.ВЗ			Дозатор шнековий.	1	3	
					Вигляд загальний			
4	A1	46ДП.161000.100.СК			Шнек дозатора.	1	4	
					Складальне креслення			
5	A4	46ДП.161000.101			Фланець	1	5	
6	A4	46ДР.161000.102			Боковина	1	5	
7	A4	46ДП.161000.103			Вал ведучий	1	5	
8	A4	46ДП.161000.104			Вал ведений	1	5	
9	A4	46ДП.161000.105			Шайба відбивна	1	5	
10	A4	46ДП.161000.106			Вал гвинта	1	5	
11	A4	46ДП.161000.107			Кришка	1	5	
12	A4	46ДП.161000.108			Кришка	1	5	
13	A1	46ДП.161000.000.ПЕ			Економічні показники	1	6	
					46ДП.161000.000.ПЗ			
Вм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Кулик С.В.							
Перевірів	Алієв Е.Б.				Удосконалення технологічної лінії приготування кормів для свиновідгодівельної ферми з розробкою дозатора концентрованих кормів	літе	аркуш	арк
							4	66
Н. контр.	Івлєв В.В.					ДДАЕУ АІС-2-23		
Затверд.	Дудін В. Ю.							

АНОТАЦІЯ

Кулик С. В. Удосконалення технологічної лінії приготування кормів для свинівідгодівельної ферми з розробкою дозатора концентрованих кормів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Розглянуто питання підвищення ефективності приготування та роздавання концентрованих кормів у кормоцехах свинівідгодівельних ферм шляхом удосконалення технічних і технологічних рішень. Проведено аналіз існуючих технологій підготовки кормів і засобів їх дозування, а також визначено основні зоотехнічні вимоги до обладнання, що використовуються у сучасних виробничих умовах. Встановлено переваги автоматизованих систем дозування та виявлено недоліки традиційних технічних рішень.

Виконано проєктування механізованої лінії приготування та роздавання кормів для свинівідгодівельної ферми з урахуванням структури поголів'я. Обґрунтовано технологічну схему процесу приготування кормів, визначено потребу у концентрованих кормах та розраховано раціони годівлі. Встановлено основні параметри функціонування кормоцеху, що забезпечують ефективне використання ресурсів і стабільність виробничого процесу.

Розроблено конструктивно-технологічну схему дозатора концентрованих кормів, виконано розрахунок його основних конструктивних, кінематичних і міцнісних параметрів. Обґрунтовано вибір основних елементів і визначено продуктивність дозатора та всієї технологічної лінії. Запропоноване технічне рішення забезпечує підвищення точності дозування, стабільність подачі корму та зниження енерговитрат.

Ключові слова: кормоцех, свинівідгодівельна ферма, концентровані корми, дозатор кормів, шнековий дозатор, механізація, автоматизація, технологічна лінія, приготування кормів, роздавання кормів, продуктивність, раціон годівлі, енергоефективність.

Зміст

Вступ.....	7
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В КОРМОЦЕХАХ СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНИХ ФЕРМ	9
1.1 Оцінка технології підготовки кормів	9
1.2 Сучасні технічні засоби для дозування кормів.....	12
1.3 Зоотехнічні вимоги до технічних засобів дозування кормів	19
1.4 Висновки до розділу.....	20
2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНІЙ ФЕРМІ	22
2.1 Характеристика технологічних систем утримання тварин	22
2.2 Потреба у концентрованих кормах відповідно до структури поголів'я	23
2.3 Проєктування технологічної схеми процесу приготування кормів ...	26
2.4 Обґрунтування раціону годівлі, розрахунок потреби в кормах.....	30
2.5 Висновки до розділу.....	33
3 РОЗРОБКА ДОЗАТОРА КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ	35
3.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми дозатора концентрованих кормів.....	35
3.2 Розрахунок конструктивних показників дозатора.....	37
3.3 Розрахунок кінематичних показників дозатора.....	38
3.4 Розрахунок параметрів елементів дозатора на міцність	39
3.5 Розрахунок технологічної продуктивності лінії роздавання кормів ..	42
3.6 Висновки до розділу.....	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА...	46
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ	50
ВИСНОВКИ	53
БІБЛІОГРАФІЯ	56
Додатки.....	59

Вступ

Нинішнє поступальне зростання аграрного сектору України вимагає суттєвого зростання продуктивності у тваринництві, особливо у сфері свинарства, що посідає ключову позицію у постачанні населенню високоякісних протеїнів, отриманих від тварин. В умовах зростання конкуренції, подорожчання кормових ресурсів та енергетичних витрат особливого значення набуває оптимізація технологічних процесів приготування кормів, оскільки саме кормова база визначає до 60–70% собівартості продукції свинарства.

Одним із ключових факторів ефективного ведення свиновідгодівельного виробництва є забезпечення тварин повноцінними, збалансованими за поживними речовинами кормами. При цьому важливу роль відіграє не лише якісний склад кормів, але й точність їх дозування, рівномірність змішування компонентів та стабільність технологічних параметрів процесу приготування. Недосконалість існуючих технологічних ліній часто призводить до перевитрати дорогих концентрованих кормів, нерівномірності раціонів та зниження продуктивності тварин.

У більшості господарств технологічні лінії приготування кормів формувалися без урахування сучасних вимог до автоматизації, точності дозування та енергоефективності. Це обумовлює необхідність їх модернізації шляхом впровадження нових технічних рішень, зокрема удосконалення вузлів дозування концентрованих кормів, які є найбільш відповідальними елементами системи. Саме від точності роботи дозаторів залежить дотримання рецептури кормових сумішей та ефективність використання кормових ресурсів.

Актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю підвищення ефективності технологічних процесів приготування кормів для свиновідгодівельних ферм шляхом удосконалення конструкції та режимів роботи дозаторів концентрованих кормів. Використання сучасних підходів до

проектування та оптимізації технологічного обладнання дозволяє знизити енергетичні витрати, підвищити точність дозування та забезпечити стабільну якість кормових сумішей.

Метою даної роботи є удосконалення технологічної лінії приготування кормів для свинівідгодівельної ферми шляхом розробки ефективного дозатора концентрованих кормів, який забезпечує високу точність подачі компонентів, надійність роботи та економічність експлуатації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні **завдання**:

- провести аналіз існуючих технологічних ліній приготування кормів та конструкцій дозаторів;
- визначити основні недоліки сучасних систем дозування концентрованих кормів;
- обґрунтувати конструктивно-технологічну схему удосконаленої лінії;
- розробити конструкцію дозатора концентрованих кормів з урахуванням особливостей сипких матеріалів;
- дослідити вплив конструктивних та режимних параметрів дозатора на точність дозування;
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес приготування кормів для свинівідгодівельної ферми.

Предметом дослідження є конструктивні та режимні параметри дозатора концентрованих кормів і їх вплив на ефективність роботи технологічної лінії.

Таким чином, удосконалення технологічної лінії приготування кормів із розробкою ефективного дозатора концентрованих кормів є важливим напрямом підвищення ефективності сучасного свинарства та забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В КОРМОЦЕХАХ СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНИХ ФЕРМ

1.1 Оцінка технології підготовки кормів

Процес підготовки концентрованих кормів для свиновідгодівельних ферм є одним із визначальних чинників ефективності виробництва, оскільки він безпосередньо впливає на поживну цінність раціонів, рівень їх засвоєння та відповідність фізіологічним потребам тварин різних вікових і продуктивних груп. Раціонально організована технологія кормоприготування дозволяє не лише забезпечити збалансованість кормів, але й мінімізувати їх втрати та знизити собівартість продукції.

Сучасні технологічні схеми підготовки концентрованих кормів включають послідовність взаємопов'язаних операцій (рис. 1.1), кожна з яких виконує важливу функцію у формуванні якісної кормової суміші. На початковому етапі здійснюється очищення та калібрування сировини, що забезпечує видалення сторонніх домішок (пилу, металевих часток, рослинних залишків) і підвищує безпечність подальшої обробки. Наступним етапом є подрібнення, яке сприяє збільшенню питомої поверхні частинок, що, у свою чергу, покращує доступність поживних речовин для ферментативного перетравлення в організмі тварин.

Після подрібнення кормові компоненти надходять до змішувальних установок, де формується однорідна суміш із додаванням біологічно активних речовин, зокрема преміксів, вітамінних і мінеральних добавок. Висока якість змішування є критичною умовою забезпечення рівномірного розподілу мікрокомпонентів у загальному об'ємі корму. У ряді випадків технологічний процес доповнюється термічною обробкою (екструдуванням, пропарюванням або плющенням), яка сприяє знезараженню кормів, інактивації антипоживних речовин та підвищенню їх перетравності.

Залежно від виробничих потреб та технічного оснащення підприємства можуть застосовуватися додаткові операції, такі як гранулювання або брикетування кормів. Ці процеси покращують сипкість, знижують втрати при транспортуванні та зберіганні, а також забезпечують зручність механізованої роздачі.



Рисунок 1.1 – Послідовність операцій підготовки концентрованих кормів

За рівнем технічної реалізації технології приготування кормів умовно поділяються на три основні групи (рис. 1.2): традиційні стаціонарні системи, автоматизовані технологічні лінії та мобільні кормоприготувальні агрегати. Стаціонарні комплекси, які широко використовувалися раніше, характеризуються відносною простотою, однак мають обмежені можливості щодо точного дозування та гнучкого керування процесом. Автоматизовані лінії, навпаки, забезпечують високий рівень точності приготування кормів, можливість програмного керування рецептурами та мінімізацію впливу людського фактора. Мобільні комплекси дозволяють здійснювати приготування кормів безпосередньо на місці їх використання, що є особливо актуальним для фермерських господарств із розосередженою інфраструктурою.

Процес роздавання кормів є завершальним етапом технологічного циклу, який суттєво впливає на ефективність їх використання та продуктивність тварин. У дрібних господарствах часто застосовується ручне роздавання, яке характеризується значними трудовитратами та низькою точністю. У той же час на середніх і великих підприємствах широко впроваджуються механізовані та автоматизовані системи, серед

яких стаціонарні транспортери, мобільні кормороздавачі та автоматизовані системи годівлі. Такі системи забезпечують дозовану подачу корму, його рівномірний розподіл між тваринами та можливість контролю споживання (рис. 1.3).

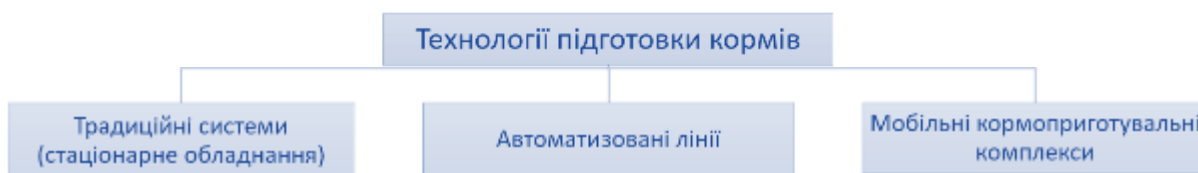


Рисунок 1.2 – Основні способи технологічної підготовки концентрованих кормів

Сучасні підходи до організації годівлі свиней передбачають використання різних режимів роздавання кормів. Зокрема, фазова годівля дозволяє адаптувати склад раціону відповідно до фізіологічних потреб тварин на різних стадіях росту та розвитку. Для молодняку часто застосовується система вільного доступу до корму, що сприяє інтенсивному росту. Водночас порційна годівля забезпечує точний контроль кількості спожитого корму залежно від живої маси, віку та продуктивності тварин.



Рисунок 1.3 – Методи дозованої подачі та розподілу концентрованих кормів

Впровадження сучасних технологічних рішень у сфері підготовки та роздавання кормів дозволяє суттєво підвищити ефективність функціонування свиновідгодівельних підприємств. Зокрема, зменшуються

витрати ручної праці, скорочуються втрати кормів, покращуються санітарно-гігієнічні умови виробництва та забезпечується стабільна якість кормових сумішей. Окрім цього, автоматизація процесів і використання мобільних систем відкривають нові можливості для оптимізації виробництва, підвищення точності дозування компонентів і загального рівня продуктивності галузі свинарства.

Разом із тим аналіз існуючих технологічних ліній свідчить про наявність низки проблем, пов'язаних із недостатньою точністю дозування концентрованих компонентів, нерівномірністю змішування та значними енергетичними витратами. Це обумовлює необхідність подальшого вдосконалення технологічного обладнання, зокрема розробки ефективних дозаторів концентрованих кормів, що забезпечують стабільність подачі матеріалу та високу точність формування кормових сумішей.

1.2 Сучасні технічні засоби для дозування кормів

Аналіз конструкцій технічних засобів для підготовки та роздавання концентрованих кормів доцільно доповнити окремим розглядом дозувальних пристроїв, оскільки саме на цій стадії технологічного процесу найбільш вираженою є потреба в удосконаленні та підвищенні ефективності. У зв'язку з цим виконано огляд сучасних конструкцій дозаторів різного типу.

Барабанні дозатори (рисунк 1.4, а) зазвичай монтуються під бункерами для сипких кормових матеріалів. Їх конструкція включає корпус 2, всередині якого розміщений обертовий барабан 1 з ребрами або лопатями та жолобами, що забезпечують переміщення продукту.

Регулювання продуктивності здійснюється шляхом зміни швидкості обертання барабана, а в окремих конструкціях також за рахунок корекції довжини його робочої зони. Деякі модифікації передбачають можливість налаштування об'єму робочих жолобів, що дозволяє більш точно керувати витратою матеріалу. Тарілчасті дозувальні пристрої (рисунк 1.4, б)

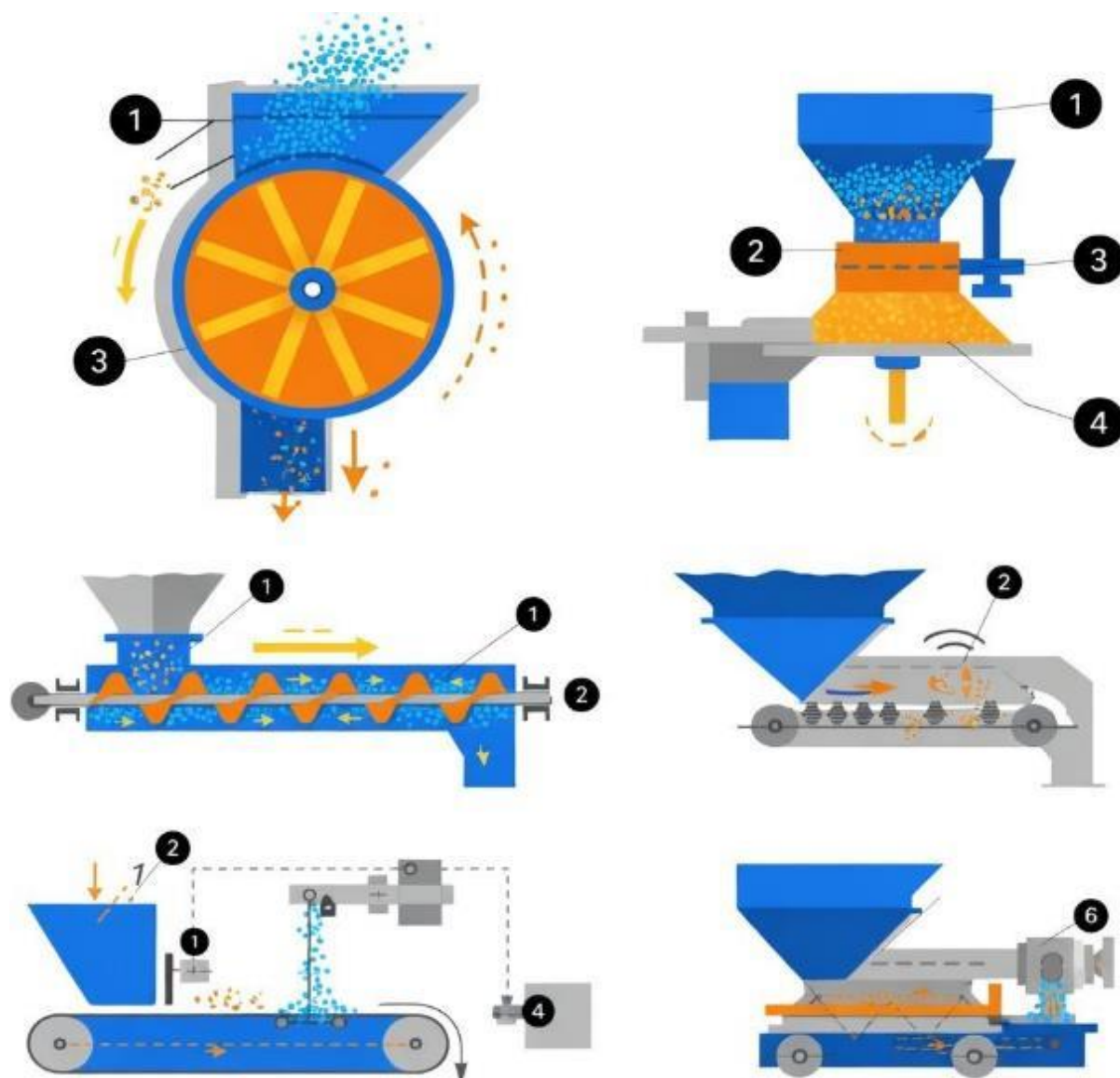
застосовуються переважно для внесення малих доз мікродобавок у кормові суміші, зокрема при виробництві преміксів або в кормових цехах. У такому дозаторі матеріал із бункера 1 подається на обертовий диск 2, з поверхні якого він знімається скребком 3. Товщина шару матеріалу регулюється гумовою манжетою 4, яка обмежує подачу на диск. Зміна її положення дозволяє збільшувати або зменшувати інтенсивність подачі.

Гвинтові (шнекові) дозатори, наведені на рисунку 1.4, в, використовуються для роботи з зерновими компонентами, комбікормами, подрібненими коренеплодами та іншими сипкими і подрібненими продуктами. Вони можуть встановлюватися як горизонтально, так і під кутом. Для забезпечення рівномірної подачі часто застосовують шнек зі змінним кроком витків, який поступово зменшується у напрямку розвантаження, що сприяє стабілізації потоку матеріалу.

Регулювання продуктивності здійснюється шляхом зміни частоти обертання шнека 2, розміщеного в корпусі 1: зі збільшенням швидкості подача зростає, і навпаки. Конструктивно такі дозатори можуть містити один або декілька шнеків.

Шнекові дозувальні пристрої забезпечують високу точність і рівномірність подачі концентрованих кормів та інших сипких матеріалів (рис. 1.5). Основними елементами їх конструкції є шнековий робочий орган, що здійснює транспортування матеріалу вздовж корпусу, привідний механізм, кожух для напрямку потоку, а також регулювальна система, яка дозволяє змінювати швидкість обертання для корекції продуктивності.

До основних переваг шнекових дозувальних пристроїв належить висока точність подачі матеріалу, яка досягається завдяки можливості регулювання швидкості та об'єму його транспортування. Використання таких систем сприяє зменшенню частки ручної праці, підвищує загальну ефективність процесів годівлі, а також забезпечує рівномірний розподіл корму в годівницях, що позитивно впливає на якість годівлі тварин.



а – з барабанним принципом роботи: 1 – роторний барабан; 2 – захисний кожух; 3 – елемент для замикання та контролю потоку; б – з тарілчастим механізмом: 1 – приймальна ємність для матеріалу; 2 – диск, що обертається; 3 – скребок для очищення; 4 – манжета для налаштування параметрів; в – шнековий (гвинтовий) тип: 1 – зовнішня оболонка; 2 – рухома частина у формі гвинта (шнек); г – стрічковий механізм: 1 – запірний клапан; 2 – конвеєрна стрічка; д, е – вагові дозатори, які працюють безперервно або порційно відповідно: 1 – завантажувальна воронка; 2 – система контролю за рухомим щиком; 3 – стрічковий переміщувач; 4 – сенсор для визначення ваги; 5 – важільна система зважування; 6 – платформа для встановлення ваги

Рисунок 1.4 – Схематичне зображення дозаторів різних типів за принципом дії



для ВРХ



для свиней

Рисунок 1.5 – Приклад застосування шнекових гвинтових дозаторів у процесі годівлі тварин

Гвинтові (шнекові) дозатори широко застосовуються в автоматизованих системах годівлі для транспортування кормових мас до місць роздачі, а також для точного введення мінеральних та вітамінних добавок у комбікорми. Крім того, вони використовуються в технологічних лініях для переміщення кормових компонентів між окремими зонами тваринницьких комплексів.

Сучасні напрями вдосконалення шнекових дозаторів передбачають модернізацію їх конструкції, впровадження зносостійких матеріалів для підвищення довговічності робочих органів, а також використання сенсорних систем контролю маси та об'єму поданого продукту. Окрему увагу приділяють розробці енергоефективних приводів, що дозволяють знизити споживання електроенергії під час роботи обладнання.

Стрічкові дозатори (рисунок 1.4, г) застосовуються для роботи з важкосипучими та підвищено вологими матеріалами, схильними до злежування. Їх монтаж можливий як у горизонтальному положенні, так і під певним кутом. Робоча гілка стрічки 2 переміщується по роликівих опорах або по стаціонарній металевій поверхні. Уздовж стрічки формується

направляючий жолоб, який забезпечує транспортування матеріалу, що надходить із бункера. Конструкція бункера виключає надмірний тиск матеріалу на стрічку. Товщина шару, який знімається зі стрічки, регулюється за допомогою засувки 1.

Стрічковий автоматизований дозатор (рисунок 1.4, д) належить до вагових систем безперервної дії та забезпечує високу точність подачі корму. Матеріал із бункера 1 потрапляє на рухому стрічку транспортера 3, під якою розміщено ваговий датчик 4, з'єднаний із балансирним механізмом 5. Зміна навантаження на стрічку фіксується датчиком і передається до системи керування, яка регулює положення засувки та змінює розмір вихідного отвору відповідно до заданих параметрів.

Прикладом такого обладнання є дозатор ДВС-301-50-5 (рисунок 1.6).

Система включає два основні функціональні блоки – механічний та вимірювально-керувальний. Механічна складова містить приймальний бункер 1, стрічковий транспортер 2 із завантажувальною горловиною 3, через яку матеріал подається до розвантажувального вузла 4, оснащеного аспіраційним кожухом, вагову горловину 5 з тензометричним датчиком і пристроєм фіксації тари, а також несучу раму 6. Вимірювально-керувальна частина представлена ваговим процесором ПВ-310 7, тензодатчиками, шафою керування 8, що містить частотний перетворювач, а також електропневматичними виконавчими механізмами.

Вагові дозатори порційної дії (рис. 1.4, е) конструктивно виконані у вигляді бункера 1 з кінчною нижньою частиною, встановленого на платформі 6 пересувних ваг. У процесі експлуатації дозатор встановлюють під відповідним завантажувальним бункером, після чого здійснюється відмірювання та накопичення заданої маси кормової порції.

Далі бункер переміщується до місця вивантаження, де відмірена доза подається у змішувач. У сучасних технологічних лініях тваринницьких комплексів широко застосовують автоматизовані порційні вагові дозатори.

Окрему групу становлять багатокомпонентні дозувальні системи,

призначені для одночасного або послідовного дозування кількох видів сировини з автоматичним контролем рецептури та кількості готової суміші (рисунок 1.7).



Рисунок 1.6 – Застосування автоматичного стрічкового дозувального пристрою



Багатокомпонентний дозатор виробництва НВП
“Техноваги”



Модульний дозатор мікродобавок МДК-20-8

Рисунок 1.7 – Багатокомпонентні автоматизовані дозувальні системи

Прикладом такого обладнання є багатокomпонентний дозатор виробництва НВП “Техноаги” (рисунок 1.7, а). Його робота може реалізовуватись за різними схемами: із використанням одного загального дозувального вузла з послідовним зважуванням компонентів; із застосуванням окремих дозаторів для кожного інгредієнта з подальшим одночасним або послідовним їх змішуванням; або за комбінованою схемою, коли компоненти групуються за властивостями та дозуються відповідними модулями. Вибір конкретної конфігурації визначається умовами виробництва та вимогами до продукції. Для підвищення якості змішування в комбікормових установках часто застосовують порційні автоматизовані вагові системи.

Модульні дозатори мікрокомпонентів МДК-20-8 (рис. 1.7, б) використовуються для прецизійного дозування 8–12 видів сипких інгредієнтів у процесі виготовлення білково-мінеральних добавок і кормових концентратів. Обладнання забезпечує формування порцій масою орієнтовно 50–100 кг.

Блок накопичувальних бункерів із перемішувальними пристроями використовується для зберігання та оперативної подачі компонентів у процесі роботи системи. Його конструкція включає 8–16 окремих ємностей місткістю до 180 л кожна, виготовлених із нержавіючої сталі. Щоб уникнути злежування матеріалів, не рекомендується їх тривале зберігання понад три доби [7].

Ваговий вузол складається з дозувального бункера з розвантажувальним клапаном, встановленого на тензометричних датчиках, і призначений для формування точної порції компонентів. Вивантаження здійснюється через керований клапан. Для забезпечення стабільної роботи рекомендується спочатку дозувати менш сипкі компоненти.

Рама модуля виконує функцію несучої конструкції, на якій змонтовані всі основні елементи системи. Дозувальні шнеки (від 8 до 16 одиниць) забезпечують подачу матеріалу до вагового бункера і оснащуються мотор-

редукторами, робота яких координується системою керування на основі сигналів тензодатчиків та частотного перетворювача.

Завантаження накопичувальних ємностей здійснюється вручну відповідно до заданої рецептури з дотриманням черговості роботи шнекових механізмів. Висока точність дозування забезпечується регулюванням швидкості обертання шнеків у режимі коригувального дозавантаження. Усі параметри роботи, включаючи рецептури, послідовність подачі та режими функціонування, задаються через ваговимірну систему керування.

1.3 Зоотехнічні вимоги до технічних засобів дозування кормів

Під час експлуатації роздавачі та дозувальні пристрої для концентрованих кормів мають забезпечувати виконання ряду основних функцій:

- забезпечення точної видачі заданої маси корму з мінімальними відхиленнями;
- підтримання безперервного потоку матеріалу з регульованою продуктивністю відповідно до встановлених норм;
- забезпечення дозованого внесення кожного компонента при формуванні багатокомпонентних кормових сумішей.

Сировину, що підлягає дозуванню, доцільно зберігати у бункерах або інших ємностях, розміщених вище рівня дозувальних механізмів. Звідти матеріал надходить до робочих органів за допомогою завантажувальних систем. Для стабільного функціонування технологічної лінії необхідно забезпечити безперервність руху матеріалу по всьому тракту подачі.

Щоб запобігти утворенню склепін і зависанню матеріалу у бункерах, розміри випускних отворів повинні бути обрані таким чином, щоб гарантувати вільне проходження кормової маси. Для стабілізації процесу подачі часто застосовують примусові способи вивантаження, зокрема

використання активаторів, ущільнювачів або живильних пристроїв.

Процес дозування кормів є достатньо трудомістким, і при значній кількості компонентів забезпечення їх якісного змішування та подачі відповідно до зоотехнічних вимог можливе лише за умови використання сучасного високотехнологічного дозувального обладнання.

1.4 Висновки до розділу

У результаті проведеного аналізу технічних і технологічних рішень, що застосовуються у кормоцехах свиновідгодівельних ферм, встановлено, що ефективність виробництва значною мірою визначається рівнем організації процесів підготовки, дозування та роздавання концентрованих кормів. Сучасні технологічні лінії включають комплекс взаємопов'язаних операцій – від очищення та подрібнення сировини до змішування, термічної обробки та формування готових кормових сумішей, що забезпечує їх високу поживну цінність і засвоюваність.

Аналіз існуючих способів підготовки кормів показав, що найбільш ефективними є автоматизовані та частково автоматизовані системи, які дозволяють підвищити точність дотримання рецептур, зменшити вплив людського фактора та оптимізувати витрати ресурсів. Водночас традиційні стаціонарні та ручні технології поступаються за продуктивністю та точністю, особливо у великих виробничих умовах.

Окрему увагу приділено засобам дозування концентрованих кормів, оскільки саме ця ланка технологічного процесу є найбільш критичною з точки зору точності формування раціонів. Розглянуті конструкції дозаторів різних типів (барабанні, тарілчасті, шнекові, стрічкові та вагові) демонструють широкий спектр технічних рішень, кожне з яких має свої переваги та обмеження залежно від властивостей матеріалу та умов експлуатації.

Встановлено, що найбільш перспективними є шнекові та вагові

автоматизовані дозувальні системи, які забезпечують високу точність подачі, стабільність процесу та можливість інтеграції в сучасні автоматизовані технологічні лінії. Також перспективним напрямом є впровадження багатокомпонентних дозаторів із програмним керуванням, сенсорними системами контролю та енергоефективними приводами.

Водночас аналіз показав наявність низки проблем у існуючих системах, зокрема недостатню точність дозування мікрокомпонентів, нерівномірність подачі сипких матеріалів, схильність до злежування та підвищені енергетичні витрати. Це обумовлює необхідність подальшого вдосконалення конструкцій дозувального обладнання та розробки більш ефективних технічних рішень.

Отже, удосконалення засобів дозування концентрованих кормів є актуальним науково-прикладним завданням, вирішення якого дозволить підвищити ефективність роботи свиновідгодівельних підприємств, покращити якість годівлі та знизити виробничі витрати.

2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНІЙ ФЕРМІ

2.1 Характеристика технологічних систем утримання тварин

На товарних свинофермах найчастіше застосовують традиційну змінно-потокową та потоково-цехову системи організації виробничого процесу й утримання тварин. У межах зазначених технологічних підходів переважає групове утримання свиней, тоді як індивідуальне використовується значно рідше і зазвичай лише для окремих категорій тварин, таких як кнури-плідники або свиноматки в період опоросу та на початковій стадії лактації.

Залежно від рівня інтенсифікації виробництва використовують вигульну, станково-вигульну та безвигульну системи утримання. Усі технологічні операції, пов'язані з годівлею, напуванням, прибиранням гною, доглядом за тваринами та отриманням продукції, виконуються безпосередньо в зоні їх утримання. При цьому характерною особливістю є обмежена спеціалізація персоналу, коли працівники виконують комплексні функції в межах одного виробничого підрозділу.

Для виконання проєктувальних робіт важливо обґрунтовано вибрати раціональну систему утримання тварин, оскільки вона безпосередньо впливає на планувальні рішення виробничих будівель, компонування технологічного обладнання, організацію потоків тварин, кормів і відходів, а також загальну ефективність виробництва. Перспективні технології повинні забезпечувати оптимальні умови мікроклімату, зручність розміщення тварин, високу придатність до механізації та автоматизації процесів, а також раціональну організацію праці з мінімізацією ручних операцій.

Станково-вигульна система передбачає періодичний моціон тварин: кнурів, свиноматок після третього місяця поросності, а також свиноматок із поросятами в підсисний період випускають на вигульні майданчики

індивідуально або групами відповідно до встановленого режиму на фермі. Це сприяє покращенню фізіологічного стану тварин, підвищенню їх відтворної здатності та загальної продуктивності.

Вільно-вигульна система характеризується можливістю самостійного виходу свиней із приміщення на вигульні майданчики через спеціальні лази у стінах свинарників. Такий підхід найчастіше застосовується для ремонтного молодняку, поросят та свиноматок на ранніх етапах поросності, оскільки забезпечує підвищену рухову активність і зменшує стресові фактори.

Оскільки на фермі впроваджується технологія повного виробничого циклу вирощування свиней, для різних статеві-вікових груп тварин передбачаються диференційовані системи утримання відповідно до зоотехнічних вимог, норм благополуччя тварин і технологічної доцільності. Це дозволяє забезпечити узгоджену роботу всіх виробничих ланок та підвищити загальну ефективність функціонування свинарського комплексу.

2.2 Потреба у концентрованих кормах відповідно до структури поголів'я

Проектування тваринницьких підприємств здійснюється відповідно до рекомендованих типорозмірів ферм та вихідного завдання на проектування. У даному випадку передбачається перспективний розвиток господарства з формуванням ферми, що включає два виробничі приміщення для утримання свиней – по 150 голів кожне. Таким чином, загальне планове поголів'я становить 300 голів.

Структура стада формується з урахуванням виробничого напрямку господарства, технології утримання та перспектив розвитку галузі. Рекомендовані співвідношення статеві-вікових груп тварин приймаються згідно з довідковими даними та зоотехнічними нормами. На основі цих

підходів виконується розрахунок планової структури поголів'я свиней (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Планові показники поголів'я та структурний склад стада свиней

Група тварин	Кількість голів	Структура поголів'я, %
Свиноматки	16	5,3
Кнури	19	6,3
Поросята на дорощуванні	160	53,3
Ремонтне поголів'я	105	35,1
Загалом	300	100

За умови досягнення запланованої структури стада всі виробничі приміщення ферми будуть повністю завантажені, що забезпечує раціональне використання виробничих площ, підвищення рівня механізації та автоматизації технологічних процесів, а також ефективне виробництво свинарської продукції.

Потреба в концентрованих кормах є одним із основних показників під час планування кормової бази господарства та прямо визначається чисельністю поголів'я і його структурним складом. При її визначенні враховують низку основних факторів, зокрема:

- методику розрахунку потреби у концентрованих кормах для різних виробничих груп;
- чисельність і статеві-віковий склад стада;
- рівень продуктивності тварин та їх фізіологічний стан;
- особливості годівлі у різні періоди росту, розвитку та відтворення;
- сезонні зміни потреб у поживних речовинах.

Таким чином, оптимізація раціонів є багатфакторним завданням, що визначає не лише продуктивність тварин, але й економічну ефективність виробництва. Структура стада безпосередньо впливає на склад раціонів: свиноматки в період лактації потребують підвищеної кількості енергії та

поживних речовин, тоді як поросята на дорощуванні та ремонтний молодняк – раціонів із підвищеним вмістом протеїну, амінокислот, вітамінів і мікроелементів для інтенсивного росту та формування організму.

Річна потреба у кормах визначається за залежністю:

$$N_k = \sum_{i=1}^n (K_i \times D_i) \times 365 \times (1 + P) \quad (2.1)$$

Загальна потреба річна у фуражі, виміряна у кілограмах, нехай буде N_k ; K_i позначає чисельність поголів'я у стаді i ; середньодобова порція корму для поголів'я у групі i , виражена у кілограмах, це D_i ; P – це коефіцієнт, що враховує втрати (бажано від 5% до 10%); n – число абсолютно різних груп худоби/птиці.

На першому етапі виконується розрахунок добової потреби концентрованих кормів для кожної виробничої групи (табл. 2.2). Сумарне значення визначає загальну добову потребу по фермі.

Добова потреба становить:

$$G_{\text{доб}} = 4,8 \cdot 16 + 2,7 \cdot 19 + 1,8 \cdot 160 + 1,8 \cdot 105 = 605,1$$

Таблиця 2.2 – Розрахунок добової потреби у зернових кормах для тваринницького господарства

Група худоби	Чисельність поголів'я	Норма споживання на добу, кг	Загальна потреба за добу, кг
Свиноматки	16	4,8	76,8
Кнури	19	2,7	51,3
Поросята на дорощуванні	160	1,8	288
Ремонтне поголів'я	105	1,8	189
Усього	300	—	605,1

Річна потреба визначається множенням добової потреби на 365 днів із урахуванням втрат під час зберігання (10%). Врахування цих втрат є

необхідним для забезпечення безперебійної годівлі та компенсації технологічних втрат кормів.

Згідно з виконаними обчисленнями, для утримання запланованої кількості худоби на фермі потрібно орієнтовно 242,9 тонни концентратів щорічно, беручи до уваги втрати, що трапляються під час зберігання та перевезення.

2.3 Проектування технологічної схеми процесу приготування кормів

У процесі виготовлення продукції тваринництва ключову роль відіграє застосування рослинних кормів. Ці корми можуть походити як із ресурсів, які господарство забезпечує самостійно, так і від зовнішніх постачальників кормової сировини. У господарствах різних форм власності (фермерських, приватних, кооперативних та державних) вирощуються зернові та зернобобові культури, коренеплоди, бульбоплоди, а також однорічні й багаторічні трави. Вказані культури використовуються для заготівлі різних видів кормів: зеленої маси, сіна, сінажу та силосу.

Ефективне використання поживного потенціалу кормів можливе лише за умови їх правильної заготівлі, зберігання та підготовки до згодовування відповідно до зоотехнічних норм і технологічних вимог. Дотримання цих вимог дозволяє зберегти біологічну цінність кормів, забезпечити збалансованість раціонів та підвищити продуктивність тварин.

Важливим етапом технологічного процесу є підготовка кормової сировини, зокрема її механічна обробка до оптимального гранулометричного складу. Розмір часток корму визначається видом тварин, їх віком, фізіологічним станом, а також способом згодовування (у складі повнораціонних сумішей, розсипом або у гранульованій формі). Подрібнення є ключовою операцією, яка підвищує засвоюваність поживних речовин та сприяє більш ефективному споживанню корму.

Науково обґрунтовано, що для свиней оптимальний середній розмір часток комбікорму становить 1,2–1,8 мм. При цьому концентровані корми доцільно готувати у вигляді гранул або борошнистих сумішей. Коренебульбоплоди перед згодовуванням підлягають подрібненню до стану стружки товщиною 6–12 мм, причому їх підготовка повинна здійснюватися безпосередньо перед годівлею (не пізніше ніж за 2 години).

Готові кормові суміші повинні відповідати встановленим зоотехнічним вимогам, що гарантують їхню поживну повноцінність, стабільну якість та ефективність використання (табл. 2.3). До таких вимог належать фізико-хімічні показники, однорідність змішування та допустимі відхилення компонентного складу відповідно до нормативних документів.

Тваринницьке підприємство має бути оснащено сучасними кормоприготувальними лініями та обладнанням, які забезпечують виконання основних технологічних операцій:

- приймання, накопичення та зберігання кормової сировини;
- попередню обробку кормів (очищення, подрібнення, дозування, змішування, гранулювання);
- приготування збалансованих кормових сумішей відповідно до норм годівлі;
- своєчасну подачу готових кормів у заданій кількості згідно з технологічним графіком годівлі.

Рационально спроектована технологічна схема кормоприготування дозволяє мінімізувати втрати поживних речовин, підвищити ефективність використання кормів, знизити собівартість продукції та забезпечити стабільну продуктивність тварин.

Процес кормоприготування включає комплекс взаємопов'язаних технологічних операцій, спрямованих на підготовку сировини до згодовування з метою підвищення її поживної цінності та засвоюваності. Згідно з багаторічним досвідом та результатами наукових досліджень, обов'язковими операціями є очищення, подрібнення, дозування та

змішування компонентів. Додатково можуть застосовуватися термічні або інші види обробки залежно від якості кормової сировини та технологічних вимог.

Таблиця 2.3 – Вимоги до компонентів кормів

Зоотехнічні показники	Характеристика кормів
Вологість, %	50...70
Рівномірність змішування, %	> 92
Допустимі відхилення компонентів (за масою), %:	
грубі, соковиті	± 9
концентровані	± 7
кормові дріжджі	± 3
рибні	$\pm 4,6$
молочні	± 6
поживні розчини	± 6
мінеральні добавки	± 5
харчові відходи	± 4

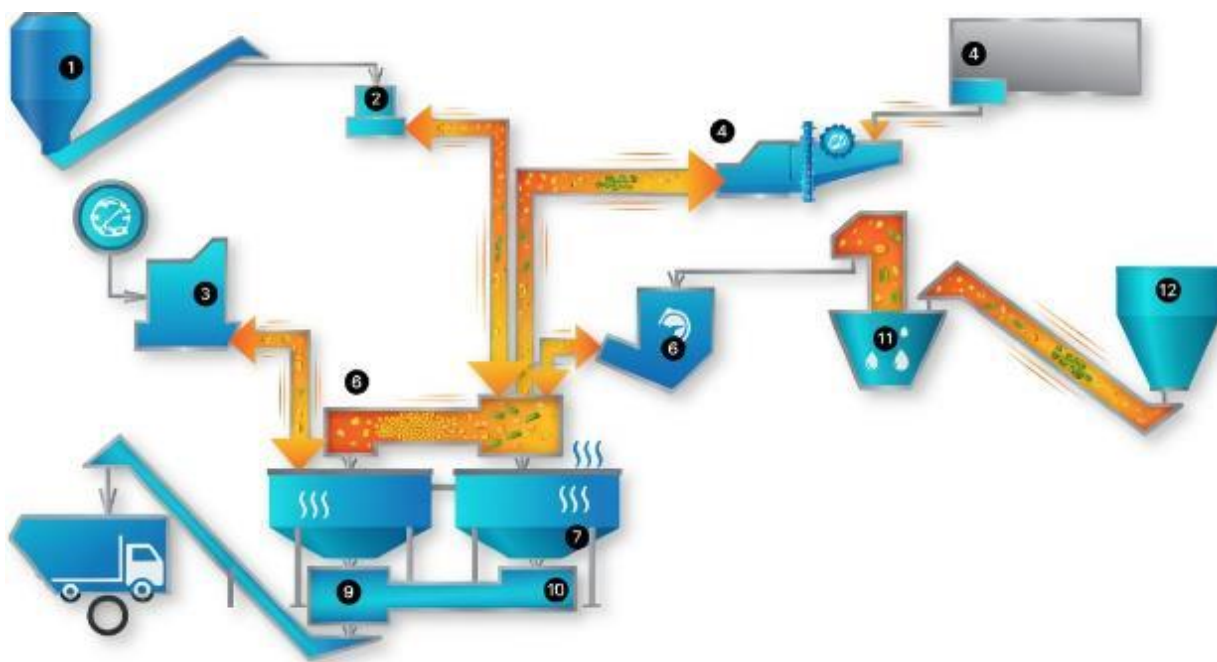
Вибір технології приготування кормів та комплектації обладнання доцільно здійснювати з урахуванням таких підходів:

– термічна обробка кормів (запарювання, підігрівання) – застосовується для знезараження, підвищення поїдання та покращення перетравності кормів, особливо для бульбоплодів, харчових відходів і грубих кормів;

– технологія без термічної обробки – передбачає очищення, подрібнення та змішування якісної сировини з подальшим згодовуванням у складі повнораціонних сумішей;

– інтенсивні методи обробки (баротермічна, хімічна, ультрафіолетова, інфрачервона) – забезпечують частковий розпад структур клітковини та підвищення засвоюваності поживних речовин, однак потребують складного та дорогого обладнання, тому застосовуються переважно у спеціалізованих виробництвах.

Ключовою операцією технологічного процесу є змішування компонентів, яке може здійснюватися порційним або безперервним способом. Порційна технологія дозволяє включати операції тривалої дії (запарювання, ферментація, підігрів), тоді як безперервний процес забезпечує високу продуктивність та стабільність подачі кормів.



1 – сховище для сухого корму; 2 – пристрій для порційного видачу концентратів; 3 – подрібнювач кормової маси; 4 – механізм подачі об'ємних кормів; 5 – апаратура для змішування рідких сумішей; 6 – апарат для видачі соковитих кормів; 7 – мийний та роздавальний пристрій для соковитих кормів; 8 – резервуар для зберігання коренеплодів та бульбоплодів; 9 – похило розташований транспортер для вивантаження; 10 – конвеєр для розвантаження; 11 – пристрій для пропарювання та змішування; 12 – конвеєр для завантаження

Рисунок 2.1 – Технологічна схема кормоприготувального обладнання свиногокомплексу відгодівельного напрямку включає такі основні елементи

Потоковий метод застосовується на комбікормових заводах

конвеєрного типу, структурна схема яких показана на рис. 2.1. Такі системи поділяються на дві головні категорії:

- комбікормові заводи, що базуються на подрібнювально-змішувальному обладнанні, де процеси подрібнення та змішування відбуваються паралельно;
- комбікормові заводи, де використовується окремий змішувач, і всі інгредієнти спершу доводяться до необхідного розміру частинок перед тим, як їх змішувати.

Аналіз існуючих технологічних рішень свідчить, що для умов проєктованого господарства доцільним є використання одного універсального кормоцеху, здатного забезпечувати приготування кормових сумішей як для свиней, так і в перспективі для інших видів тварин (ВРХ, кози, вівці), що підвищує гнучкість виробництва та ефективність використання обладнання.

2.4 Обґрунтування раціону годівлі, розрахунок потреби в кормах

Для обґрунтування вибору типорозміру кормоприготувального обладнання та розрахунку його основних технологічних параметрів необхідно визначити добові потреби у кормах для ферми, обсяги разової видачі, продуктивність кормоцеху, а також узгодити роботу окремих технологічних ліній. Такі розрахунки базуються на типовій структурі раціонів для різних статеві-вікових груп тварин, що утримуються на підприємстві.

Добові раціони годівлі свиней у зимовий період для різних груп наведені в таблиці 2.4.

Добова витрата кожного виду корму $G_{\text{доб}}$ визначається за формулою:

$$G_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m_j, \quad (2.2)$$

де m_j – кількість тварин у відповідній групі; g_i – норма згодовування корму

для однієї тварини (і)-ї групи; n – кількість груп тварин, для яких застосовується відповідний корм.

Таблиця 2.4 – Зимові годувальні норми для свиней

Тип корму	Поросята на дорощуванні, кг	Свиноматки, кг	Кнури, кг	Ремонтне поголів'я, кг
Концентрати	1,5	4,7	2,8	1,5
Коренеплоди	2	3	1	2
Картопля	4	5	1,4	4
Відходи виробництв	0,8	1	1,4	0,8

На основі наведених норм виконується розрахунок добової потреби кожного виду корму, результати якого представлені в таблиці 2.5.

Для визначення сумарного навантаження на кормоцех вводиться показник загального добового обсягу кормосуміші:

$$G_{\text{сум}} = \left(1 + \frac{W_{\text{сум}} - W_{\text{ф}}}{1 - W_{\text{сум}}} \right) \sum_{i=1}^k G_{\text{доб}}, \quad (2.3)$$

нехай $W_{\text{сум}}$ позначає цільову вологість розробленої кормової суміші; $W_{\text{ф}}$ – вологість, що спостерігається у вихідних компонентах; k – загальна кількість складників, використаних для приготування цієї суміші.

Таблиця 2.5 – Обчислення добового раціону годівлі для свиней

Тип корму	Свиноматки, кг	Кнури, кг	Дорощування та ремонт, кг	Разом, кг
Концентрати	70,6	55,8	397,5	523,8
Коренеплоди	39,1	36,4	188,2	264,2
Картопля запарена	65,2	25,3	390,1	480,3
Відходи виробництв	13,1	25,1	79,4	117,6
Всього	188	142,6	1055,2	1385,9

Середньозважена вологість кормової суміші визначається за формулою:

$$W_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^k W_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}, \quad (2.4)$$

де W_i – вологість окремого компонента корму.

Підставивши значення, отримуємо вологість кормової суміші для свиней: $W_{\phi} = 53,34\%$.

Нормативна вологість окремих компонентів становить: для концентратів – до 15%, силосу – до 72%, коренебульбоплодів – до 81%, зелених кормів – до 76%, грубих кормів – до 19%.

З урахуванням вологості визначається загальний добовий обсяг роботи кормоцеху:

$$G_{\text{сум}} = \left(1 + \frac{0,75 - 0,53}{1 - 0,75} \right) \cdot 1385,9 = 2605,3 \text{ кг.} \quad (2.5)$$

Для коригування вологості кормової суміші до заданого рівня передбачене внесення води або поживного розчину:

$$G_v = \frac{G_{\text{добі}} (W_{\text{сум}} - W_{\phi})}{100 - W_{\text{сум}}}, \quad (2.6)$$

де G_v – кількість води або розчину, що додається.

Отримане значення становить: $G_v = 1219,6 \text{ кг.}$

Розподіл добової норми кормів на окремі цикли годівлі визначається кратністю годівлі (K) або часткою разової видачі (β):

$$G_{\text{рази}} = \frac{G_{\text{добі}}}{K}, \quad (2.6)$$

$$\text{або } G_{\text{рази}} = \beta \cdot G_{\text{добі}}. \quad (2.7)$$

Результати розподілу наведені в таблиці 2.6.

Нижче подається визначення, скільки часу займає один цикл дозування й змішування кормів:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{наг}} + t_{\text{вив}}, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{зав}}$ – це загальна тривалість завантаження (встановлено значенням 0,12 години); $t_{\text{наг}}$ – це час, необхідний для обробки у запарнику (0,5 години); $t_{\text{вив}}$ – це час, затрачений на вивантаження кормової суміші.

Отже: $t_{\text{ц}} = 0,75$ год.

Продуктивність лінії дозування визначається за формулою:

$$W_{\text{л.доз}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.9)$$

що становить: $W_{\text{л.доз}} = 0,238$ т/год.

Таким чином, для забезпечення стабільної роботи кормоцеху достатньо одного дозатора концентрованих кормів продуктивністю не менше 238 кг/год, що дозволяє обслуговувати всі вікові групи тварин на фермі без перевантаження обладнання.

2.5 Висновки до розділу

Встановлено, що на фермі доцільно застосовувати потоково-цехову систему утримання тварин із переважанням групового утримання, що забезпечує ефективну організацію виробничих процесів, можливість механізації та автоматизації основних технологічних операцій, а також раціональне використання виробничих площ. Диференційований підхід до утримання різних статеві-вікових груп свиней дозволяє врахувати їх фізіологічні особливості та підвищити продуктивність тварин.

На основі прийнятої структури стада (300 голів) виконано розрахунок добової та річної потреби у концентрованих кормах. Встановлено, що загальна добова потреба становить близько 605,1 кг, а річна потреба з урахуванням втрат під час зберігання – приблизно 242,9 т. Отримані результати підтверджують необхідність чіткого планування кормової бази та забезпечення стабільного постачання кормів для всіх виробничих груп.

Розроблено технологічну схему приготування кормів, яка передбачає виконання основних операцій: приймання, зберігання, подрібнення, дозування, змішування та подачу кормових компонентів. Обґрунтовано доцільність використання універсального кормоцеху, здатного забезпечити приготування збалансованих кормових сумішей як для свиней, так і для інших видів тварин у перспективі.

Проведено розрахунок раціонів годівлі та визначено добову потребу у різних видах кормів, а також параметри роботи кормоцеху. Встановлено, що сумарна добова витрата кормів становить близько 1385,9 кг. Розраховано показники вологості кормової суміші, обсяг додаткової води для її коригування, а також продуктивність лінії дозування, яка становить 0,238 т/год. Це дозволяє обґрунтувати вибір одного дозатора концентрованих кормів продуктивністю не менше 238 кг/год.

3 РОЗРОБКА ДОЗАТОРА КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ

3.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми дозатора концентрованих кормів

Покращення конструкції гвинтового (шнекового) механізму для порціонування концентрованих кормів було здійснено шляхом детального вивчення наявних варіантів виконання та ідентифікації їхніх вад, що наразі перешкоджають оптимальній експлуатації даної апаратури.

До основних проблем експлуатації таких дозаторів належать:

- нерівномірна подача кормової маси, що може спричиняти перевитрати та порушення точності дозування;
- обмежені можливості забезпечення збалансованого раціону через складність дозування багатокомпонентних сумішей концентратів та сухих кормових інгредієнтів;
- підвищене енергоспоживання, зумовлене недосконалою геометрією шнекового робочого органу та неефективністю привідної системи.

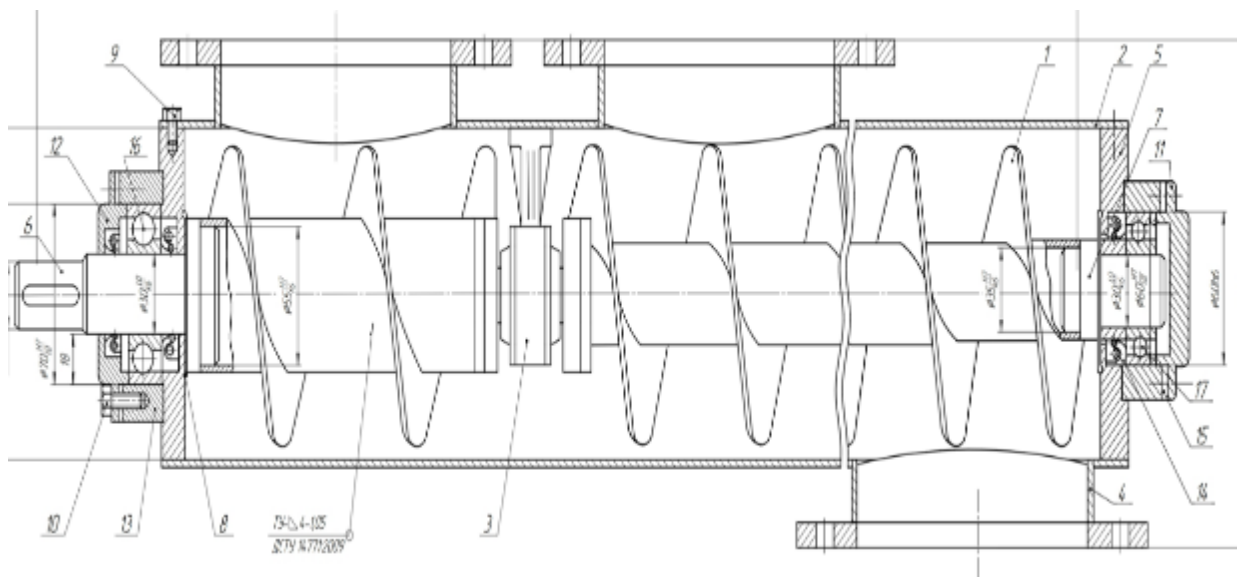
Удосконалення конструкції гвинтового (шнекового) механізму, призначеного для точного дозування концентрованих кормів, було досягнуто завдяки скрупульозному аналізу вже існуючих рішень та виявленню їхніх недоліків, котрі на сучасному етапі гальмують ефективне використання цього обладнання.

Крім того, передбачається використання сенсорних елементів контролю подачі корму, що забезпечує підвищення точності дозування та стабільність технологічного процесу. Для розширення функціональних можливостей конструкції також пропонується адаптація дозатора до роботи з різними видами кормів — гранульованими, сипучими та комбінованими сумішами.

Впровадження розроблених інженерних рішень дає змогу покращити якість процедури дозування, скоротити операційні витрати та відповідати

поточним стандартам для машин, призначених для роздачі кормів. Оновлена конструкція шнекового дозатора відзначається ширшим спектром застосування, меншим споживанням енергії та вищою стійкістю до збоїв, що, у свою чергу, позитивно позначається на загальній віддачі тваринницького комплексу та зменшенні собівартості виробленої продукції (рис. 3.1).

З метою забезпечення заданих експлуатаційних характеристик у межах виконання кваліфікаційної роботи проведено необхідні конструктивні, технологічні та кінематичні розрахунки основних вузлів і механізмів дозатора.



1 – гвинтовий робочий орган; 2 – корпус дозатора; 3 – корпус підшипникового вузла; 4 – розвантажувальний патрубок; 5, 8 – бокові стінки; 6 – ведучий вал; 7 – ведений вал; 9, 10 – шнекові елементи; 11, 12 – кришки підшипникових вузлів; 13 – корпус підшипника; 14 – ущільнювальний елемент (манжета); 15 – прокладка; 16 – підшипник

Рисунок 3.1 – Конструктивна схема розробленого гвинтового дозатора

3.2 Розрахунок конструктивних показників дозатора

Розрахунок об'єму бункера виконується з умови забезпечення запасу корму, який перевищує разову потребу його видачі.

Об'єм бункера визначається за залежністю:

$$U_6 = \frac{P_{\text{раз}}}{j \cdot \beta}, \quad (3.1)$$

де j – насипна щільність кормового продукту (наприклад: кукурудза – 0,76 кг/дм³, горох – 0,82 кг/дм³); β – коефіцієнт заповнення ємності.

Коефіцієнт заповнення приймається в межах:

$$\beta = \frac{U_{\text{п}}}{U} = 0,9 \dots 0,97$$

Розрахунок виконується для максимального значення витрати з урахуванням насипної щільності матеріалу:

$$U_6 = \frac{0,24}{0,82 \cdot 0,9} = \frac{0,24}{0,738} \approx 0,33 \text{ м}^3$$

На основі отриманого об'єму приймаються конструктивні розміри бункера:

$$a = 0,6 \text{ м}, b = 0,5 \text{ м}, h = 1,1 \text{ м}.$$

Продуктивність гвинтового транспортуючого органа визначається за формулою:

$$Q = 60 \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot j \cdot n \cdot \varphi, \quad (3.2)$$

де D – зовнішній діаметр шнека, м; d – діаметр вала шнека, м; S – крок гвинта, м; n – частота обертання, хв⁻¹; φ – коефіцієнт заповнення; j – насипна щільність матеріалу, кг/м³.

Спочатку визначаємо різницю квадратів діаметрів:

$$D^2 - d^2 = (0,13)^2 - (0,05)^2 = 0,0169 - 0,0025 = 0,0144 \text{ м}^2.$$

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

$$Q = 60 \cdot 3,14 \cdot 0,0036 \cdot 0,15 \cdot 0,82 \cdot 100 \cdot 0,8 = 6,67 \text{ кг/хв},$$

$$Q = 6,67 \cdot 60 = 401 \text{ кг / год}$$

Таким чином, шнек дозатора концентрованих кормів із параметрами $D = 130 \text{ мм}$, $d = 50 \text{ мм}$, $S = 0,15 \text{ м}$, $j = 0,82 \text{ кг / дм}^3$ та $n = 100 \text{ хв}^{-1}$ забезпечує продуктивність близько 401 кг/год, що перевищує розрахункову потребу 250 кг/год і гарантує надійну роботу системи дозування.

3.3 Розрахунок кінематичних показників дозатора

Для визначення параметрів приводу розраховуємо потужність, необхідну для транспортування кормового матеріалу та подолання сил тертя в процесі його переміщення по гвинтовій поверхні.

Окружна швидкість шнека визначається за виразом:

$$v = \pi \cdot d \cdot n \cdot \sin \alpha \quad (3.3)$$

Підставивши вихідні дані, отримуємо:

$$v = 3,14 \cdot 0,13 \cdot 100 \cdot \sin 20,22^\circ = 7,05 \text{ м/с}$$

Сила, що виникає внаслідок відцентрового ефекту та впливає на частинки речовини у гвинтовому конвеєрі, обчислюється наступним чином:

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (3.4)$$

де F_c позначає величину цієї відцентрової сили (у Ньютонах); m – масу робочого матеріалу (у кілограмах); ω – кутову швидкість, з якою відбувається обертання (вимірюється у радіанах за секунду); r – середній радіус, що характеризує шнек (подається у метрах).

Кутова швидкість визначається як:

$$\omega = 2\pi n \quad (3.5)$$

де n – частота обертання, об/с.

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$F_c = 1 \cdot 10,47^2 \cdot 0,065 = 7,12 \text{ Н}$$

Потужність, необхідна для переміщення 1 кг концентрованого корму, визначається за формулою:

$$N_{\text{гв}} = F_c \cdot v \quad (3.6)$$

$$N_{\text{гв}} = 7,12 \cdot 7,05 = 50,2 \text{ Вт}$$

Загальна потужність приводу дозатора визначається з урахуванням об'єму матеріалу, що знаходиться у шнеку:

$$N = N_{\text{гв}} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot \varphi, \quad (3.6)$$

де l – довжина робочої частини дозатора; φ – коефіцієнт заповнення.

Після розрахунку маємо:

$$N = 50,2 \cdot 3,14 \cdot 0,13^2 \cdot 1,6 \cdot 0,8 = 3,41 \text{ кВт}.$$

З урахуванням даних, що були отримані, для механізму дозуючого пристрою обирається асинхронний електромотор марки АІР 100 L4, виготовлений компанією UA-MOTOR (у місті Харків). Його ключові технічні параметри є наступними:

- номінальний показник потужності – 4 кВт;
- швидкість обертання – 1500 обертів за хвилину;
- клас захисту корпусу – IP55;
- розмір вала по діаметру – 32 мм;
- варіанти монтажу – у фланцевому виконанні або з використанням опорних лап.

3.4 Розрахунок параметрів елементів дозатора на міцність

На першому етапі виконується визначення тиску та зусилля, що діють на засувку бункера, при заданих вихідних параметрах: $n = 1 \text{ м}$; $a = 0,1 \text{ м}$; $\varphi = 45^\circ$; $j = 810 \text{ кг / м}^3$.

Напруження, яке чиниться на засувку власною вагою матеріалу, обчислюється за формулою:

$$P_y = n \cdot R_f \cdot k = j \cdot F_k \cdot R, \quad (3.7)$$

де значення f дорівнює $\tan \varphi = 1$, а k приймається як 0,71.

Сумарна складова нормального навантаження, що прикладена до засувки бункера, визначається як:

$$P = P_y \cdot F, \quad (3.8)$$

де P_y позначає тиск, спричинений вагою речовини, а F – площу поперечного перерізу, виміряну в квадратних метрах.

Після заміни значень відповідно до формули, ми отримуємо:

$$P = 29,6 \approx 30 \text{ кг/м}^2$$

Обчислення проводяться відповідно до плану розподілу навантажень, який представлений на ілюстрації 3.2.

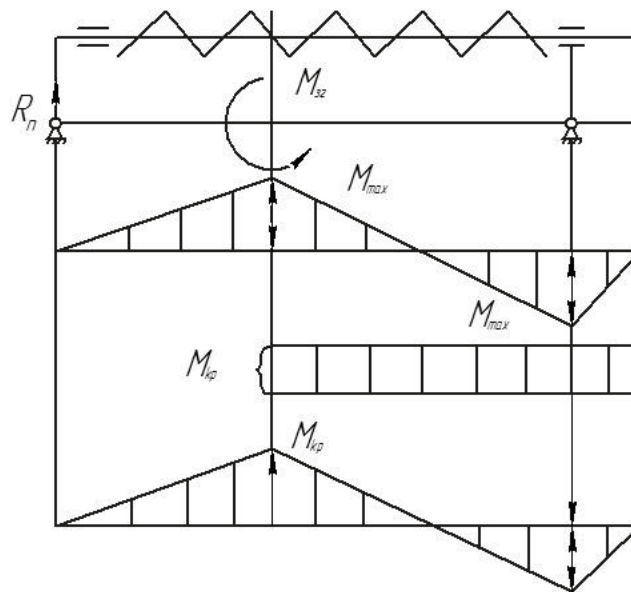


Рисунок 3.2 – Схема дії сил на вал гвинтового шнека

Підрахуємо сили, які впливають на вал.

Крутний момент, що діє на вал:

$$M_{об} = \frac{97500 \cdot N}{n}, \quad (3.9)$$

$$M_{об} = \frac{97500 \cdot 2,08}{100} = 2028 \text{ кг / см}$$

Дотичне навантаження (сила по колу):

$$P_{ок} = \frac{2M_{об}}{D}, \quad (3.10)$$

$$P_{ок} = \frac{2 \cdot 1780}{40} = 89 \text{ кг}$$

Сила, яка діє вздовж осі шнека:

$$P = \frac{2M_{об}}{K \cdot D} \cdot \tan(\alpha + \beta), \quad (3.11)$$

де K коливається в межах 0,7–0,8 і є коефіцієнтом, що зменшує діаметр, на який спрямована осьова сила.

Найбільший момент вигину:

$$M_{зг} = P \cdot \frac{D}{2} K, \quad (3.12)$$

$$M_{зг} = 600 \cdot 402 \cdot 0,7 = 6300 \text{ кг / см}$$

Реакції у точках опори:

$$R_A = \frac{M_{зг}}{L} \cdot \frac{a}{L} = 22 \text{ кг}, \quad (3.13)$$

$$R_B = \frac{M_{зг}}{L} \cdot \frac{a + L}{L} = 150,15 \text{ кг}, \quad (3.14)$$

Загальне осьове навантаження, що припадає на опори, дорівнює:
 $R = 600 \text{ кг}$.

Для побудови епюр згинаючих моментів визначають значення у характерних перерізах I–I та II–II:

$$M_{I-I} = \frac{M_{зг}}{2} = 3150 \text{ кг/см}, \quad (3.15)$$

$$M_{II-II} = P_{оп} \cdot a = 130 \text{ кг/см}, \quad (3.16)$$

Зведений момент у перерізах

$$M_{зв(I-I)} = \sqrt{M_{I-I}^2 + M_{об}^2} \approx 620 \text{ кг/см}, \quad (3.17)$$

$$M_{зв(II-II)} = \sqrt{M_{II-II}^2 + M_{об}^2} \approx 610 \text{ кг/см}, \quad (3.18)$$

Перевірка на міцність

Умову міцності визначають за еквівалентними напруженнями:

$$\sigma_{сж} = \frac{M_{зг}}{W} + \frac{M_{кр}}{W} \leq [\sigma], \quad (3.19)$$

$$\sigma_{сж} \leq 1000 \text{ кг / см}^2$$

Отже, проведені розрахунки підтверджують достатню міцність основних елементів дозатора та працездатність конструкції при заданих навантаженнях.

3.5 Розрахунок технологічної продуктивності лінії роздавання кормів

Кормові компоненти, що формують раціон тварин відповідно до обраної технологічної схеми (рис. 3.3), можуть бути підготовлені та подані до згодовування із застосуванням різних варіантів технологічного обладнання.



Рисунок 3.3 – Технологічна схема лінії дозування та змішування кормових компонентів

Ґрунтуючись на огляді наукової літератури, типових інженерних рішень для агропромислових комплексів тваринництва та наявних апаратів для виготовлення кормових сумішей, було досліджено низку потенційних конфігурацій виробничих потоків. А саме, перший із розглянутих варіантів використовує устаткування моделей ТЛ-65, 2СМ-1 і ІСК-3. Друга схема побудована з застосуванням агрегатів ДГ-04, С-30 та ІСК-3. Третій же варіант охоплює комплект обладнання ШЗС-40, СКО-Ф-3 та НІВС-40.

Визначені технологічні схеми, а також розраховані у попередніх розділах добові витрати кормів, дають змогу перейти до подальших інженерних розрахунків, зокрема підбору обладнання, визначення необхідної кількості машин та допоміжних механізмів для забезпечення стабільної роботи кормоцеху.

Кількість основного технологічного обладнання визначається на основі співвідношення продуктивності лінії та продуктивності окремих машин:

$$n = \frac{W_l}{W_m}, \quad (3.20)$$

де W_m – продуктивність конкретної машини для відповідного виду корму, т/год; W_l – необхідна продуктивність технологічної лінії, т/год.

Технологічний процес включає послідовні операції: завантаження, дозування, змішування та розвантаження кормів.

Схема 1: Подання (ТЛ-65) до Змішувача (2СМ-1) та подальше вивантаження (ІСК-3)

Згідно з обчисленнями:

Потреба в ТЛ-65 приблизно 0,02, отже, беремо 1 одиницю техніки

Потреба в 2СМ-1 приблизно 0,02, отже, беремо 1 одиницю техніки

Потреба в ІСК-3 приблизно 0,02, отже, беремо 1 одиницю техніки

Схема 2: Завантаження (ДГ-04), подальше змішування (С-30) та розвантаження (ІСК-3)

Згідно з розрахунковими даними:

Необхідність у ДГ-04 близько 0,041, звідси приймаємо 1 машину

Потреба в ДГ-04 становить приблизно 0,041, тому обрана 1 машина

Необхідна кількість С-30 приблизно 0,02, тому обираємо 1 машину

Схема 3: Завантаження (ШЗС-40), обробка в змішувачі (СКО-Ф-3) та вивантаження (НІВС-40)

На підставі виконаних розрахунків:

Розрахункова потреба в ШЗС-40 становить близько 0,041, що дорівнює 1 машині

Розрахункова потреба в СКО-Ф-3 становить приблизно 0,202, отже, задіюється 1 машина

Розрахункова потреба в НІВС-40 становить приблизно 0,041, тому призначається 1 машина

Отримані результати свідчать, що для всіх розглянутих варіантів технологічних схем достатньо встановлення однієї одиниці дозувального обладнання в межах кожної лінії. Це забезпечує достатню пропускну здатність системи та дозволяє сформулювати раціональні схеми технологічних ліній приготування кормів, які наведено в додатку.

3.6 Висновки до розділу

На основі аналізу існуючих конструкцій виявлено основні недоліки традиційних шнекових дозаторів, серед яких нерівномірність подачі корму, обмежена можливість точного дозування багатокomпонентних сумішей та підвищене енергоспоживання. Для усунення цих проблем запропоновано модернізовану конструктивно-технологічну схему дозатора з удосконаленим робочим органом, енергоефективним приводом та елементами автоматизованого контролю процесу дозування. Це забезпечує підвищення точності подачі корму, стабільність роботи та розширення функціональних можливостей обладнання.

У межах конструктивного розрахунку визначено основні геометричні параметри бункера та шнекового робочого органу. Розрахунки показали, що запропоновані параметри забезпечують продуктивність дозатора на рівні близько 401 кг/год, що перевищує розрахункову потребу 250 кг/год і гарантує надійну та безперебійну роботу системи дозування.

Кінематичні розрахунки дозволили визначити необхідну потужність приводу та обґрунтувати вибір електродвигуна типу АІР 100 L4 потужністю

4 кВт, який відповідає умовам експлуатації та забезпечує достатній запас потужності для стабільної роботи механізму.

Перевірочні розрахунки елементів дозатора на міцність підтвердили достатню міцність засувки бункера, вала шнека та опорних вузлів при діючих навантаженнях. Це свідчить про надійність конструкції та її придатність до тривалої експлуатації у виробничих умовах.

Також встановлено, що технологічна продуктивність ліній приготування та роздавання кормів є достатньою для забезпечення заданого поголів'я тварин. Для всіх розглянутих варіантів технологічних схем достатньо використання однієї одиниці дозувального обладнання, що спрощує структуру кормоцеху, зменшує капітальні витрати та підвищує ефективність виробничого процесу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці та захист навколишнього середовища при приготуванні кормів на свиновідгодівельній фермі є невід’ємною складовою технологічного процесу, оскільки виробництво концентрованих кормів пов’язане з використанням механічного, електричного та транспортного обладнання, а також із утворенням пилу, шуму та біологічно активних відходів. У межах розробки дозатора концентрованих кормів особливу увагу необхідно приділяти комплексній системі безпеки праці, яка охоплює всі етапи – від приймання сировини до дозованої подачі корму в кормороздавальну систему. Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами в процесі приготування кормів є рухомі частини машин і механізмів (шнеки, вали, приводи дозатора), підвищений рівень запиленості повітря, шум і вібрація, можливість ураження електричним струмом, а також фізичні перевантаження персоналу при обслуговуванні обладнання та завантаженні компонентів корму. Крім того, специфічним фактором є мікробіологічна небезпека, оскільки кормові компоненти можуть містити органічні домішки, які за певних умов сприяють розвитку патогенної мікрофлори, що особливо критично в умовах тваринницьких ферм.

При розробці та експлуатації дозатора концентрованих кормів суцільного (безперервного) дії необхідно передбачати інженерні рішення, спрямовані на мінімізацію контакту працівника з рухомими елементами. Всі обертові частини мають бути закриті захисними кожухами, які унеможливають випадкове потрапляння рук або одягу в небезпечну зону. Завантажувальні бункери повинні бути обладнані решітками або захисними ґратами, що запобігають потраплянню сторонніх предметів у шнековий механізм. Особливу увагу слід приділити блокувальним пристроям, які забезпечують автоматичне відключення приводу при відкриванні люків

обслуговування або при перевантаженні системи. Це дозволяє суттєво знизити ризик виробничого травматизму під час очищення або ремонту обладнання.

Електробезпека є ще одним ключовим аспектом охорони праці. Усі електродвигуни дозатора повинні бути заземлені, а електричні шафи — захищені від вологи та пилу відповідно до ступеня IP, що відповідає умовам тваринницького приміщення. Обов'язковим є використання пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ), які спрацьовують у разі витoku струму. Проводка повинна бути прокладена в захисних коробах, а місця з'єднань — ізольовані та недоступні для випадкового контакту. Також важливо передбачити регулярний контроль стану електрообладнання, оскільки в умовах високої вологості та запиленості ризик електричних несправностей зростає.

Значну увагу слід приділити зниженню запиленості повітря, оскільки концентровані корми, особливо зернові та шрот, при транспортуванні та дозуванні утворюють дрібнодисперсний пил, який може негативно впливати на дихальну систему працівників. Для зменшення пиловиділення в конструкції дозатора доцільно передбачити герметизацію корпусу, використання ущільнень у зонах з'єднання елементів, а також локальні аспіраційні системи. Витяжна вентиляція повинна забезпечувати ефективне видалення пилу без його розповсюдження по приміщенню. Додатково рекомендується застосування зволоження кормової маси на попередніх етапах або використання гранульованих форм корму, які менше схильні до пилоутворення.

Шумове навантаження в процесі роботи дозатора концентрованих кормів виникає внаслідок роботи електродвигунів, редукторів та взаємодії частинок корму з металевими поверхнями. Для зменшення шуму конструкція обладнання повинна передбачати використання віброгасних опор, балансування обертових частин, а також застосування шумопоглинальних кожухів. Рівень шуму на робочому місці має

відповідати санітарним нормам, а при перевищенні допустимих значень працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема навушники або беруші.

Ергономічні вимоги також мають суттєве значення при організації роботи. Висота завантажувальних бункерів і органів керування дозатором повинна бути оптимізована для зручного доступу без надмірного фізичного навантаження. Панель керування слід розташовувати в зоні візуального контролю роботи обладнання, при цьому вона повинна бути інтуїтивно зрозумілою та мати аварійні кнопки зупинки. З метою зниження людського фактора помилок доцільно впроваджувати автоматизовані системи керування дозуванням, які дозволяють точно регулювати подачу корму відповідно до заданих рецептур.

Окрему увагу необхідно приділити санітарно-гігієнічним вимогам, оскільки виробництво кормів безпосередньо пов'язане з харчовим ланцюгом тварин. Обладнання повинно легко очищуватися та дезінфікуватися, а конструкція дозатора має виключати наявність важкодоступних зон, де можуть накопичуватися залишки корму. Регулярне очищення запобігає розвитку плісняви та бактерій, що може негативно впливати як на здоров'я тварин, так і на якість продукції тваринництва. Важливим є також дотримання режиму зберігання кормових компонентів у сухих, вентильованих приміщеннях із контролем вологості.

Щодо захисту навколишнього середовища, процес приготування та дозування концентрованих кормів може бути джерелом локального забруднення повітря пиловими частинками та органічними відходами. Тому необхідно впроваджувати системи аспірації та фільтрації повітря, які зменшують викиди пилу в атмосферу. Використання закритих транспортних систем, таких як шнекові або пневматичні транспортери, дозволяє мінімізувати втрати сировини та забруднення навколишнього середовища. Також важливо забезпечити правильну утилізацію відходів кормового виробництва, включаючи зіпсовані або некондиційні

компоненти, які можуть бути спрямовані на компостування або інші види біологічної переробки.

Енергозбереження є ще одним важливим аспектом екологічної безпеки. Використання сучасних електродвигунів із високим коефіцієнтом корисної дії, частотних перетворювачів для регулювання швидкості шнеків та оптимізація режимів роботи дозатора дозволяють значно знизити енергоспоживання. Це не лише зменшує експлуатаційні витрати, але й скорочує викиди парникових газів, пов'язані з виробництвом електроенергії.

Таким чином, комплексний підхід до охорони праці та захисту навколишнього середовища при розробці та експлуатації дозатора концентрованих кормів передбачає інтеграцію технічних, організаційних та санітарних заходів. Реалізація таких заходів забезпечує безпечні умови праці для персоналу, підвищує надійність роботи обладнання, а також мінімізує негативний вплив виробничого процесу на навколишнє середовище. Це особливо важливо для сучасних свиновідгодівельних ферм, де автоматизація процесів і дотримання екологічних стандартів є ключовими чинниками ефективного та сталого виробництва.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Для оцінювання економічної ефективності розробленого дозатора концентрованих кормів виконується порівняння з базовим (типовим) аналогом – серійним шнековим дозатором продуктивністю до 250 кг/год з ручним регулюванням подачі.

Вихідні дані господарства:

- Поголів'я свиней: 300 голів;
- Річна потреба кормів: 242,9 т;
- Добова витрата: 605,1 кг;
- Продуктивність лінії: 0,238 т/год;
- Продуктивність розробленого дозатора: 401 кг/год;
- Продуктивність аналога: 250 кг/год.

Техніко-економічні припущення:

- Тривалість роботи на рік: 300 днів;
- Тариф електроенергії: 6,5 грн/кВт·год;
- Заробітна плата оператора: 18 000 грн/міс;
- Соціальні нарахування: 22%.

Норма амортизації:

- розроблений дозатор – 12%;
- аналог – 10%.

Вартість обладнання:

- аналог – 85 000 грн;
- розроблений дозатор – 110 000 грн.

Потужність електродвигуна:

- аналог – 3 кВт;
- розроблений – 4 кВт.

Загальні капітальні витрати включають вартість обладнання та монтаж:

Аналог: $K_a = 85\,000 + 8\,500 = 93\,500$ грн

Розроблений дозатор: $K_r = 110\,000 + 11\,000 = 121\,000$ грн

Додаткові капітальні вкладення: $\Delta K = 121\,000 - 93\,500 = 27\,500$ грн

Річна робота дозатора: $T = 242,9 \text{ т} / 0,238 \text{ т/год} \approx 1020 \text{ год/рік}$

Витрати електроенергії

Аналог: $E_a = 3 \times 1020 = 3060 \text{ кВт/год}$, $C_a = 3060 \times 6,5 = 19\,890$ грн/рік

Розроблений дозатор: $E_r = 4 \times 1020 = 4080 \text{ кВт/год}$, $C_r = 4080 \times 6,5 = 26\,520$ грн/рік

Витрати праці

Аналог (ручне регулювання + обслуговування): 1 оператор, 2 години/день

$T_a = 2 \times 300 = 600 \text{ год/рік}$, $C_{\text{праці},a} = 600 \times 90 = 54\,000$ грн

Розроблений дозатор (автоматизоване дозування): 0,6 години/день

$T_r = 180 \text{ год/рік}$, $C_{\text{праці},r} = 180 \times 90 = 16\,200$ грн

Економія праці: $\Delta C_{\text{праці}} = 54\,000 - 16\,200 = 37\,800$ грн

Амортизація

Аналог: $A_a = 93\,500 \times 0,10 = 9\,350$ грн

Розроблений: $A_r = 121\,000 \times 0,12 = 14\,520$ грн

Ремонт і технічне обслуговування

Приймаємо: Аналог – 8% від вартості, розроблений – 6%

Аналог: $R_a = 93\,500 \times 0,08 = 7\,480$ грн

Розроблений: $R_r = 121\,000 \times 0,06 = 7\,260$ грн

Загальні річні експлуатаційні витрати

Аналог: $C_{\text{заг},a} = 19\,890 + 54\,000 + 9\,350 + 7\,480 = 90\,720$ грн

Розроблений дозатор: $C_{\text{заг},r} = 26\,520 + 16\,200 + 14\,520 + 7\,260 = 64\,500$ грн

Річний економічний ефект: $E = C_{\text{заг},a} - C_{\text{заг},r} = 90\,720 - 64\,500 = 26\,220$ грн/рік

Строк окупності додаткових капітальних вкладень

$$T_{\text{ок}} = \Delta K / E = 27\,500 / 26\,220 \approx 1,05 \text{ року}$$

Коефіцієнт економічної ефективності

$$E_f = E / \Delta K = 26\,220 / 27\,500 = 0,95$$

Проведені техніко-економічні розрахунки показали, що впровадження розробленого шнекового дозатора концентрованих кормів є економічно доцільним у порівнянні з базовим аналогом.

Незважаючи на незначне зростання витрат електроенергії, загальний ефект досягається за рахунок суттєвого зменшення витрат праці та підвищення продуктивності обладнання. Річний економічний ефект становить 26 220 грн, а строк окупності додаткових інвестицій – приблизно 1,05 року, що свідчить про високу ефективність впровадження розробленої конструкції.

Отримані результати підтверджують доцільність використання запропонованого дозатора у складі кормоцехів свиновідгодівельних ферм та його перспективність для широкого впровадження у тваринництві.

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного аналізу технічних і технологічних рішень, що застосовуються у кормоцехах свинівідгодівельних ферм, встановлено, що ефективність виробництва визначається передусім рівнем організації процесів підготовки, дозування та роздавання концентрованих кормів, які в сучасних умовах реалізуються через комплекс взаємопов'язаних операцій – від очищення і подрібнення сировини до змішування та обробки готових сумішей. Доведено, що впровадження автоматизованих і частково автоматизованих систем забезпечує підвищення точності дотримання рецептур, зниження впливу людського фактора та оптимізацію ресурсних витрат, тоді як традиційні технології поступаються за продуктивністю і стабільністю. Визначено, що ключовою ланкою технологічного процесу є дозування кормів, де найбільш ефективними є шнекові та вагові системи, здатні забезпечити високу точність, рівномірність подачі та інтеграцію в автоматизовані лінії, особливо при використанні програмного керування і сенсорного контролю. Разом із тим виявлено низку недоліків існуючих рішень, зокрема проблеми точності дозування мікрокомпонентів, нерівномірності подачі та підвищених енерговитрат, що зумовлює необхідність подальшого вдосконалення конструкцій і режимів роботи дозувального обладнання. Отже, розвиток і оптимізація засобів дозування концентрованих кормів є актуальним напрямом, реалізація якого сприятиме підвищенню ефективності функціонування свинівідгодівельних підприємств, покращенню якості годівлі та зниженню виробничих витрат.

2. У результаті виконаних досліджень і розрахунків встановлено, що застосування потоково-цехової системи утримання свиней із переважанням групового розміщення є доцільним, оскільки забезпечує ефективну організацію виробничих процесів, створює умови для комплексної механізації та автоматизації, а також сприяє раціональному

використанню виробничих площ і підвищенню продуктивності тварин завдяки врахуванню їх фізіологічних особливостей. На основі прийнятої структури стада чисельністю 300 голів визначено добову та річну потребу у концентрованих кормах, що становить відповідно близько 605,1 кг і 242,9 т з урахуванням втрат, що підтверджує необхідність чіткого планування кормової бази. Розроблена технологічна схема приготування кормів, яка включає основні операції від приймання до подачі готової суміші, а також обґрунтоване використання універсального кормоцеху забезпечують гнучкість і ефективність виробництва. Проведені розрахунки раціонів і параметрів роботи кормоцеху показали, що загальна добова витрата кормів становить близько 1385,9 кг, а продуктивність лінії дозування – 0,238 т/год, що дозволяє обґрунтувати вибір дозатора концентрованих кормів продуктивністю не менше 238 кг/год. Отже, запропоновані техніко-технологічні рішення забезпечують ефективне функціонування кормоцеху та створюють передумови для підвищення економічної ефективності свиновідгодівельного виробництва.

3. У результаті проведеного аналізу та розрахунків встановлено, що традиційні шнекові дозатори мають низку суттєвих недоліків, зокрема нерівномірність подачі матеріалу, обмежену точність дозування багатокомпонентних сумішей і підвищене енергоспоживання, що знижує ефективність їх використання у сучасних кормоцехах. Запропонована модернізована конструктивно-технологічна схема дозатора з удосконаленим робочим органом, енергоефективним приводом та елементами автоматизованого контролю забезпечує підвищення точності та стабільності дозування, а також розширює функціональні можливості обладнання. Виконані конструктивні та кінематичні розрахунки підтвердили доцільність прийнятих технічних рішень: визначені параметри бункера і шнека забезпечують продуктивність близько 401 кг/год, що перевищує необхідний рівень і гарантує надійну роботу, а вибір електродвигуна типу AIP 100 L4 потужністю 4 кВт забезпечує достатній

запас потужності. Перевірочні розрахунки на міцність підтвердили надійність основних елементів конструкції при робочих навантаженнях. Водночас встановлено, що продуктивність технологічних ліній є достатньою для обслуговування заданого поголів'я тварин і дозволяє використовувати лише один дозатор, що спрощує структуру кормоцеху, знижує капітальні витрати та підвищує загальну ефективність виробництва.

4. Комплексний підхід до охорони праці та захисту навколишнього середовища при розробці та експлуатації дозатора концентрованих кормів передбачає інтеграцію технічних, організаційних та санітарних заходів. Реалізація таких заходів забезпечує безпечні умови праці для персоналу, підвищує надійність роботи обладнання, а також мінімізує негативний вплив виробничого процесу на навколишнє середовище. Це особливо важливо для сучасних свиновідгодівельних ферм, де автоматизація процесів і дотримання екологічних стандартів є ключовими чинниками ефективного та сталого виробництва.

5. Проведені техніко-економічні розрахунки показали, що впровадження розробленого шнекового дозатора концентрованих кормів є економічно доцільним у порівнянні з базовим аналогом. Незважаючи на незначне зростання витрат електроенергії, загальний ефект досягається за рахунок суттєвого зменшення витрат праці та підвищення продуктивності обладнання. Річний економічний ефект становить 26 220 грн, а строк окупності додаткових інвестицій – приблизно 1,05 року, що свідчить про високу ефективність впровадження розробленої конструкції.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бендера, І. М., & Лаврук, В. П. (Ред.). (2011). Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О. В.
2. Бойко, І. Г., Гридасов, В. І., Дзюба, А. І., та ін. (2004). Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва (за ред. О. П. Скорика, О. І. Фісяченка). Харків.
3. Власенко, С. А., & Литовченко, М. П. (2020). Технологічні основи організації кормоприготувальних процесів. Київ: НУБіП України.
4. Гіршфельд, М. З., & Матвієнко, В. В. (2020). Основи кормовиробництва. Одеса: ОНУ.
5. Дмитрів, В. Т. (2002). Машиновикористання у тваринництві: Курс лекцій. Львів: ЛАДУ.
6. Доруда, С. О., & Алієв, Е. Б. (2015). До оцінки якості роботи змішувача-кормороздавача потокового типу. In Інтенсифікація кормовиробництва – основа сталого розвитку галузі тваринництва (pp. 75–77). Полтава.
7. Завод ваговимірювального обладнання ТОВ НВП «Техноваги». (2025). Дозатори багатокomпонентні. <https://technowagy.com.ua/products/dozatory-mnogokomponentnye/>
8. Заболотько, О. О., Хмельовський, В. С., & Ребенко, В. І. (2018). Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві. Київ: ЦП «Компринт».
9. Інститут тваринництва НААН. (2015). Методичні рекомендації з організації годівлі сільськогосподарських тварин. Харків.
10. Коваленко, В. В. (Ред.). (2021). Технологія виробництва кормів для свиней: Рекомендації для практиків. Полтава: Інститут свинарства НААН.

11. Кондратюк, М. С. (2022). Практичні аспекти визначення потреби в кормах. Львів: ЛНАУ.
12. Кукта, Г. М., Колесник, А. Л., & Кукта, С. Г. (1990). Механизация и автоматизация животноводства. Київ: Вища школа.
13. Ревенко, І. І., & Манько, В. М. (1999). Машиновикористання в тваринництві. Київ: Урожай.
14. Ревенко, І. І., Заболотько, О. О., & Хмельовський, В. С. (2015). Машиновикористання у тваринництві. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
15. Ревенко, І. І., Заболотько, О. О., Хмельовський, В. С., та ін. (2016). Машини і обладнання для тваринництва. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
16. Ревенко, І. І., Хмельовський, В. С., & Ікальчик, М. І. (2015). Механізація тваринництва. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
17. Ревенко, І. І., Хмельовський, В. С., & Заболотько, О. О. (2017). Машини і обладнання для тваринництва. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
18. Ревенко, І. І., Хмельовський, В. С., & Заболотько, О. О. (2018). Проектування технологічних процесів у тваринництві. Київ: ЦП «Компринт».
19. Сидоренко, В. Г., & Ковальчук, О. В. (2018). Технологія приготування кормів для тварин. Київ: Аграрна освіта.
20. ТОВ НВО «АГРО-СІМО-МАШБУД». (2025). Модулі дозування мікрокомпонентів марки МДК. <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/moduli-dozirovaniya-mikrokomponentov-marki-mdk>
21. Шабельник, Б. П., Троянов, М. М., Бойко, І. Г., та ін. (2002). Теорія та розрахунок машин для тваринництва (за ред. І. Г. Бойка). Харків.
22. Шевченко, І. А. (2021). Agrotechnological fundamentals of creation tillage equipment. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, (31), 152–158.
23. Шевченко, І. А., Алієв, Е. Б., & Доруда, С. О. (2013). Моделювання процесу потокового змішування кормосумішей з

використанням методу дискретних елементів. *Механізація та електрифікація сільського господарства*, 97(1), 536–544.

24. Шевченко, І. А., Алієв, Е. Б., & Доруда, С. О. (2013). Результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*, 43(1), 202–207.

25. Шелудько, В. А. (2017). *Методика розрахунку добової потреби кормів для різних видів тварин*. Житомир: ЖНАЕУ.

Додатки

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

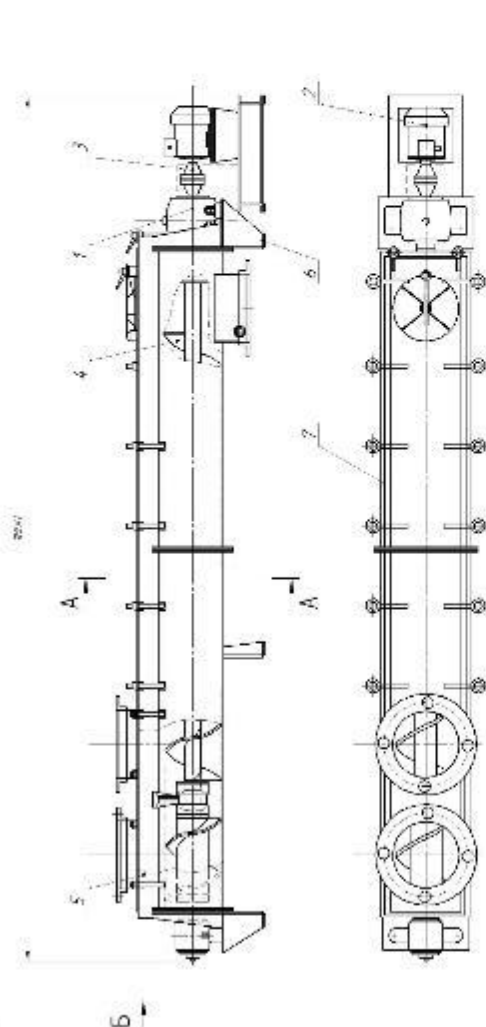
Удосконалення технологічної лінії приготування кормів для свинозгодівельної фермі з розробкою дозатора концентрованих кормів

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-2-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Кулик Сергій Віталійович

Керівник: д.т.н., старший дослідник
Алієв Ельчин Бахтияр огли

Дніпро, 2026

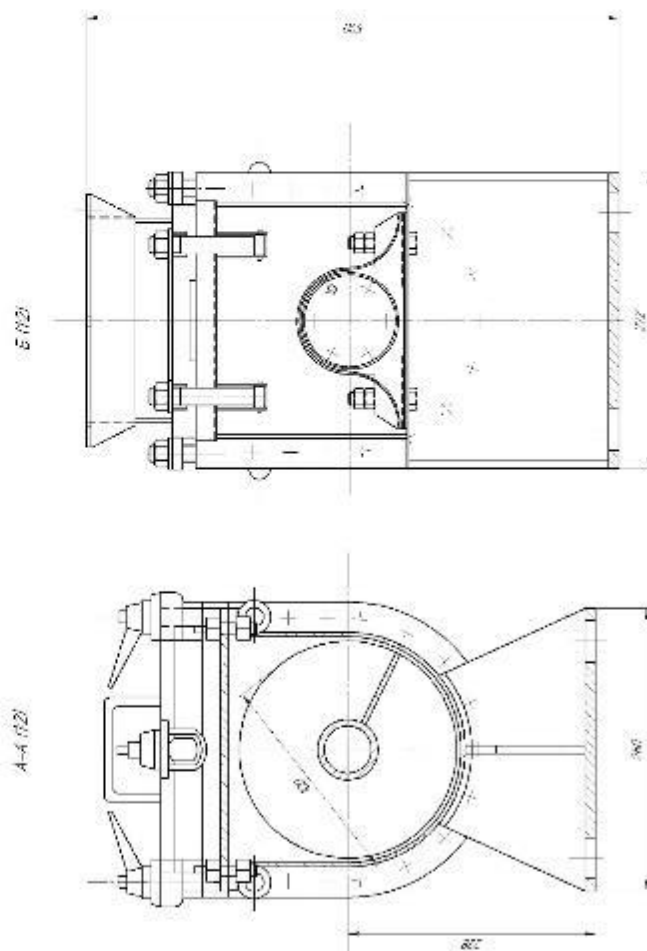


ТЕХНИЧНО КОНТАКТНОСТУКА

[illegible]

Техническое задание

- Abstract** The purpose of this study was to determine if there were differences in the prevalence of dental caries between children who had been exposed to fluoride varnish and those who had not. A total of 100 children aged 6-12 years were examined by a dentist. The results showed that the prevalence of dental caries was significantly lower in the group that had received fluoride varnish than in the control group. This suggests that fluoride varnish may be an effective method of preventing dental caries in children.

[illegible]

