

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

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

**Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для
свиновідгодівельної ферми з розробкою спірального роздавача кормів**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-4-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Боєнко Данило Олегович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

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

Боєнку Данилу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для свиновідгодівельної ферми з розробкою спірального роздавача 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 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 свинарських відгодівельних підприємств. 2. Проектування технологічної лінії процесу роздавання кормів. 3. Розробка спірального кормороздавача. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна ефективність проєкту. Висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

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

1. План, розріз корівника (А1). 2. Роздавач спіральний (вигляд загальний) (А1). 3. Роздавач. Складальне креслення (А1). 4. Корпус. Складальне креслення (А3). 5. Вал (А3). 6. Спіраль гнучка (А3). 7. Кришка (А4). 8. Обойма кріплення (А4). 9. Економічні показники (А1).

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

_____ **Босенко Д.О.** .
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ **Алієв Е.Б.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ п/п	формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
					<u>Текстові документи</u>			
1	A4	46ДП.159000.000.ПЗ			Пояснювальна записка	67		
					<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	46ДП.159000.000.ПР			План, розріз корівника	1	1	
3	A1	46ДП.159000.000.ВЗ			Роздавач спіральний	1	2	
					(вигляд загальний)			
4	A1	46ДП.159000.100.СК			Роздавач. Складальне	1	4	
					креслення			
5	A3	46ДП.159000.100.СК			Корпус. Складальне	1	5	
					креслення			
6	A3	46ДП.159000.001			Вал	1	5	
7	A3	46ДП.159000.002			Спіраль гнучка	1	5	
8	A4	46ДП.159000.003			Кришка	1	5	
9	A4	46ДП.159000.004			Обойма кріплення	1	5	
10	A1	46ДП.159000.000.ПЕ			Економічні показники	1	6	
					46ДП.159000.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Боєнко Д.О.				Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для свиновідгодівельної ферми з розробкою спірального роздавача кормів		літе	аркуш
Перевірів	Алієв Е.Б.							4
								67
Н. контр.	Івлєв В.В.						ДДАЕУ АІ-4-22	
Затверд.	Дудін В. Ю.							

АНОТАЦІЯ

Боєнко Д.О. Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для свинівідгодівельної ферми з розробкою спірального роздавача кормів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі проведено комплексний аналіз сучасних технічних і технологічних рішень свинівідгодівельних підприємств із визначенням ефективних систем утримання поголів'я та організації процесу годівлі. Обґрунтовано доцільність застосування безвигульної технології утримання свиней із використанням сухих комбікормів як найбільш економічно та технологічно ефективної.

Виконано проєктування технологічної лінії роздавання кормів, включаючи розрахунок поголів'я, визначення кількості виробничих приміщень, обґрунтування вибору засобів механізації та визначення продуктивності системи. Запропоновано комбіновану систему роздавання кормів із використанням мобільних і стаціонарних засобів.

Розроблено конструкцію удосконаленого спірального кормороздавача, виконано його технологічні та міцнісні розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції. Проведено оцінку умов охорони праці та екологічної безпеки при експлуатації обладнання.

Виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованого рішення, яке показало зниження експлуатаційних витрат і короткий строк окупності. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження розробленого кормороздавача у виробництво.

Ключові слова: свинарство, відгодівля свиней, роздавання кормів, спіральний транспортер, кормороздавач, механізація, технологічна лінія, комбікорми, продуктивність, енергоефективність, економічна ефективність.

Зміст

Вступ.....	7
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ СВИНАРСЬКИХ ВІДГОДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ	9
1.1 Обґрунтування вибору технології утримання поголів'я.....	9
1.2 Основні механізовані виробничі процеси.....	13
1.3 Основні системи годівлі на відгодівельних свинарських підприємствах.....	16
1.4 Вихідні дані для подальших розрахунків	20
1.5 Висновки до розділу.....	21
2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ	24
2.1 Розрахунок проектного поголів'я стада.....	24
2.2 Визначення виду і кількості основних виробничих приміщень	26
2.3 Вибір та обґрунтування варіантів механізації лінії роздавання кормів.....	28
2.4 Планова продуктивність технологічної лінії	30
2.5 Засоби механізації та розрахунок їх потреби	32
2.6 Висновки до розділу.....	35
3 РОЗРОБКА СПІРАЛЬНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА	37
3.1 Основні вимоги до механізації процесу роздавання кормів	37
3.2 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми спірального роздавача кормів	39
3.3 Основні технологічні розрахунки спірального роздавача кормів	43
3.4 Розрахунок гвинтової спіралі транспортера на міцність	46
3.5 Висновки до розділу.....	47
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..	49
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ	52
ВИСНОВКИ	56
Додатки.....	60

Вступ

Ефективність сучасного свинарства значною мірою залежить від рівня механізації та автоматизації технологічних процесів, серед яких одне з ключових місць займає процес приготування і роздавання кормів. Повноцінна та своєчасна годівля тварин безпосередньо впливає на інтенсивність росту свиней, коефіцієнт використання кормів, продуктивність поголів'я та економічну ефективність виробництва. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває удосконалення технологічних ліній роздавання кормів, що дозволяє забезпечити рівномірність подачі кормових сумішей, зменшити втрати корму, підвищити продуктивність праці та знизити енерговитрати.

На сучасних свиновідгодівельних фермах застосовують різні системи транспортування і роздавання кормів, серед яких значного поширення набули механічні транспортери, ланцюгово-шайбові, шнекові та пневматичні системи. Проте існуючі технічні засоби не завжди повною мірою відповідають вимогам енергоефективності, надійності роботи та рівномірності подачі кормів у годівниці. Крім того, у багатьох господарствах використовуване обладнання є морально та фізично застарілим, що зумовлює необхідність його модернізації або розроблення нових конструктивних рішень.

Одним із перспективних напрямів удосконалення технологічних ліній роздавання кормів є застосування спіральних (шнекових) роздавачів, які відзначаються простотою конструкції, компактністю, надійністю та можливістю транспортування сипких кормових сумішей на значні відстані з рівномірною подачею. Використання спіральних транспортерів у системах годівлі дозволяє забезпечити безперервність процесу роздавання корму, зменшити трудові витрати та підвищити ефективність функціонування кормороздавальних ліній.

У зв'язку з цим актуальним є удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для свинівідгодівельної ферми шляхом розроблення конструкції спірального роздавача кормів, що забезпечить підвищення продуктивності процесу, покращення рівномірності розподілу кормів між годівницями та зниження енерговитрат.

Мета дослідження: удосконалення технологічної лінії роздавання кормів на свинівідгодівельній фермі шляхом розроблення та обґрунтування конструкції спірального роздавача кормів.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати існуючі технології та технічні засоби роздавання кормів у свинарстві;
2. Обґрунтувати структуру технологічної лінії роздавання кормів для свинівідгодівельної ферми;
3. Розробити конструкцію спірального роздавача кормів;
4. Виконати інженерні розрахунки основних конструктивно-технологічних параметрів роздавача;
5. Оцінити техніко-економічну ефективність запропонованого технічного рішення.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ СВИНАРСЬКИХ ВІДГОДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Обґрунтування вибору технології утримання поголів'я

Галузь свинарства в Україні, а також ринок свинини, за останні десятиліття зазнали істотних структурних змін. Починаючи приблизно з 2010 року спостерігається помітне скорочення чисельності свиней у господарствах населення, що призвело до зменшення їхньої частки у загальному виробництві свинини [1, 2]. Водночас промислове свинарство продовжувало розвиватися, проходячи етапи трансформації та модернізації виробництва.

У період функціонування планової економіки галузь характеризувалася значними масштабами виробництва. Загальна чисельність свиней тоді досягала приблизно 20 млн голів, причому значна частина поголів'я утримувалася на великих спеціалізованих комплексах. Такі показники свідчать про значний виробничий потенціал свинарства в Україні. Проте в 1990-х роках відбувся різкий спад галузі, унаслідок чого кількість свиней на промислових підприємствах скоротилася майже в шість разів. Динаміка змін поголів'я свиней у різних категоріях господарств наведена на рисунку 1.1.

Починаючи з початку 2000-х років, спостерігається поступове відновлення промислового свинарства, що відбувалося на базі підприємств, які змогли зберегти виробничі потужності. У подальшому це сприяло активному розвитку галузі. У період 2010–2020 років, завдяки впровадженню сучасних технологій та використанню світового досвіду ведення свинарства, відмічалось поступове збільшення чисельності поголів'я.

Разом із тим галузь продовжує функціонувати в умовах значних викликів. До основних факторів, що негативно вплинули на розвиток

свинарства, можна віднести:

- воєнні дії та тимчасову окупацію окремих територій;
- девальвацію національної валюти та зниження платоспроможності населення;
- поширення африканської чуми свиней;
- втрату частини зовнішніх ринків збуту;
- зміни в нормативно-правовому регулюванні та податковій системі.

Вказані обставини стали серйозним випробуванням для підприємств галузі. У результаті на ринку залишилися переважно ті виробники, які змогли адаптуватися до нових економічних умов та впровадити більш ефективні технологічні рішення.

Технологія утримання свиней визначається рядом чинників, серед яких природно-кліматичні умови регіону, виробниче призначення господарства, структура стада, вікові та статеві групи тварин, а також прийнята система годівлі.

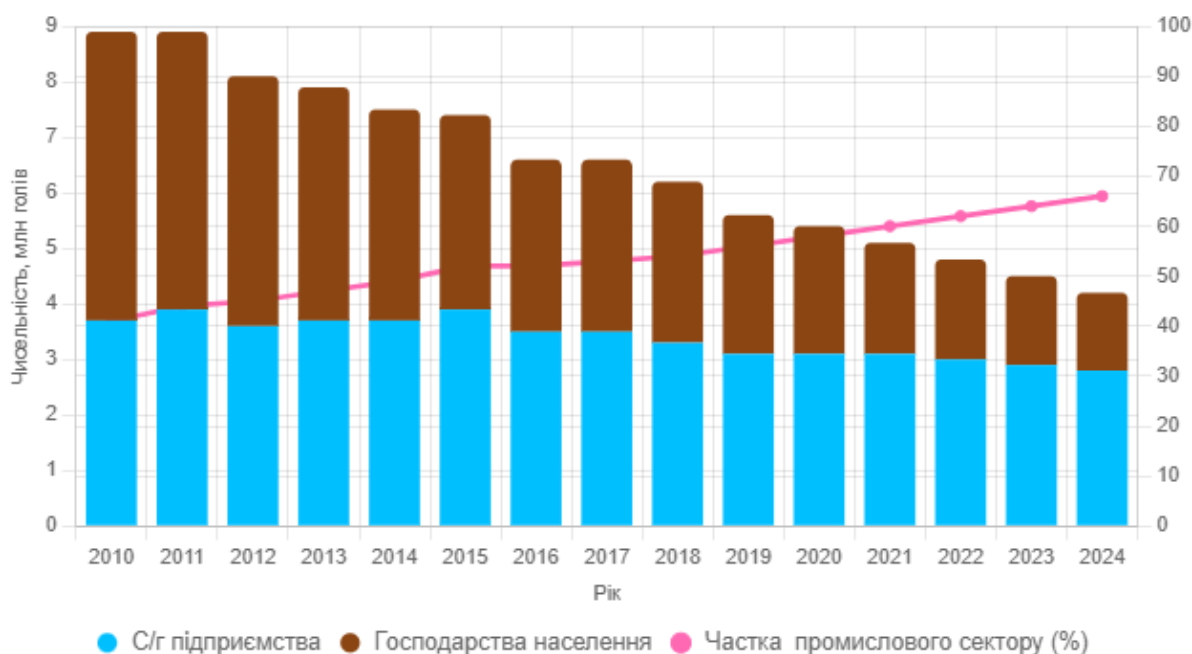


Рисунок 1.1 – Динаміка зміни поголів'я свиней у різних категоріях господарств

Залежно від організації виробничого процесу на фермах можуть застосовуватися різні системи утримання тварин: вигульна та безвигульна. У свою чергу вигульна система поділяється на станково-вигульну та вільно-вигульну [1, 2].

Для свиней відгодівельної групи найбільш поширеними є вільно-вигульна та безвигульна технології. У даній роботі для подальших розрахунків прийнято безвигульний спосіб утримання з інтенсивною системою відгодівлі. За такої організації виробництва тварини від моменту постановки на відгодівлю до досягнення забійної кондиції утримуються в одному приміщенні в групових станках, сформованих по 25 голів (рисунок 1.2).

Такий підхід передбачає постійне перебування тварин у виробничих приміщеннях протягом усього циклу відгодівлі. При цьому використовуються дві основні технологічні схеми: традиційна система утримання у групових станках або альтернативна технологія із застосуванням глибокої підстилки.

Традиційна технологія передбачає розміщення свиней у групових станках протягом усього періоду відгодівлі. Годівля може здійснюватися як вологими кормовими сумішами, так і сухими повнораціонними комбікормами. Подача кормів виконується за допомогою мобільних або стаціонарних кормороздавачів. Напування тварин забезпечується індивідуальними або груповими напувалками. Видалення гною здійснюється механічними чи гідравлічними системами, а необхідні параметри мікроклімату підтримуються завдяки штучній вентиляції.

Альтернативна технологія передбачає однофазне вирощування свиней, за якого тварини перебувають у одному приміщенні від моменту їх надходження до господарства до реалізації (рисунок 1.3). У такій системі використовується глибока підстилка, як правило із соломи, що укладається на шар піску. У процесі біотермічного розкладання органічних матеріалів у підстилці утворюється додаткове тепло, що сприяє підтриманню

сприятливого мікроклімату в приміщенні та забезпечує належний санітарний стан утримання тварин [3, 4].



Рисунок 1.2 – Приклад приміщення з безвигульним способом утримання свиней при інтенсивній відгодівлі

Разом із тим застосування подібної технології потребує спорудження спеціалізованих приміщень, значної кількості підстилкових матеріалів і піску. Крім того, необхідно використовувати спеціалізоване обладнання, зокрема групові напувалки з підігрівом води та бункерні самогодівниці, які часто виготовляються індивідуально, що суттєво підвищує їхню вартість.

Порівняльний аналіз переваг і недоліків традиційної та альтернативної технологій утримання свиней дозволяє зробити висновок про доцільність використання традиційної системи. Вона характеризується більшою гнучкістю у виборі технологічних рішень, можливістю застосування різних типів механізованого обладнання та систем годівлі, а також відносно меншими витратами на впровадження.

За прийнятою технологічною схемою годівля свиней здійснюється повнораціонними комбікормами. Їх подача до годівниць відбувається за допомогою стаціонарного спірального кормороздавача, який транспортує корм у самогодівниці типу GROBA із розрахунку одна годівниця на 25 голів. Напування забезпечується груповими автоматичними напувалками типу ПБС-1А, встановленими в кожному станку з аналогічною нормою

забезпечення — одна напувалка на 25 свиней [5].



Рисунок 1.3 – Приклад приміщення з альтернативною однофазною технологією вирощування свиней

Система видалення гною організована таким чином, що під частиною кожного станка розміщується гноєзбірна ванна, закрита решітчастою підлогою. Протягом 2–4 тижнів у ванні накопичується гній, після чого він через систему трубопроводів відводиться до гноєсховища. Надалі гній перекачується до відстійників, де відбувається його розділення на тверду та рідку фракції. Отримані фракції можуть використовуватися як органічні добрива в рослинництві.

1.2 Основні механізовані виробничі процеси

Ефективність годівлі свиней значною мірою визначається раціональною організацією процесу роздавання кормів. Відомо, що виконання цієї операції потребує приблизно 25–35 % загальних трудових витрат у виробництві м'ясної продукції. Щоденно на фермі необхідно транспортувати та рівномірно розподіляти значні обсяги кормів,

забезпечуючи їх своєчасну подачу і точне дозування. Порушення встановлених вимог до організації годівлі призводить до зниження ефективності зоотехнічних заходів і негативно впливає на продуктивність тварин.

Механізація процесів у тваринництві базується на узгодженій роботі різних машин і механізмів, що функціонують як єдина технологічна система. Більшість операцій на фермах безпосередньо пов'язана з біологічними та фізіологічними потребами тварин, тому відхилення від установлених режимів виконання технологічних процесів може призвести до погіршення їхнього стану та зниження продуктивності.

З метою підвищення ефективності функціонування виробництва та раціонального використання технічних засобів необхідно забезпечити:

- постійну технічну готовність обладнання до експлуатації;
- високий рівень надійності машин і механізмів, оскільки навіть нетривалі перерви в роботі можуть спричинити значні економічні втрати та негативно вплинути на стан поголів'я.

Слід враховувати, що навіть після усунення технічних несправностей повне відновлення продуктивності тварин може тривати кілька днів, що підкреслює важливість безперебійного функціонування технологічного обладнання.

Вибір системи годівлі на свинофермі повинен здійснюватися з урахуванням ряду факторів, серед яких виробнича потужність підприємства, прийнята технологія утримання тварин, якість водопостачання та інші технологічні умови. Згідно із завданням, у приміщеннях свинарників роздавання кормів передбачається здійснювати за допомогою стаціонарних кормороздавачів. Такі технічні засоби найбільш доцільно застосовувати для транспортування сухих повнораціонних комбікормів та їх подальшого розподілу між самогодівницями. Доставка комбікорму від місця зберігання до бункерів свинарників здійснюється транспортним обладнанням типу ЗСК-Ф-15-07.

Водопостачання ферми передбачається організувати зі свердловини. За допомогою заглибного насоса типу ЕПЛ-8 вода подається до водонапірної башти БР-25У, звідки вона розподіляється до виробничих приміщень для напування тварин, забезпечення технологічних процесів, потреб обслуговуючого персоналу та формування протипожежного запасу води.

Напування тварин планується здійснювати за допомогою автоматичних напувалок із розрахунку одна напувалка на 25 голів. Перелік основного обладнання, необхідного для механізації виробничих процесів на свинофермі, наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні засоби механізації основних виробничих процесів на свинофермі

Технологічна операція	Використовуване обладнання	Кількість
Утримання тварин	Групові станки місткістю 25 голів	360
Напування тварин	Заглибний насос типу ЕПЛ-6	1
	Водонапірна башта БР-50У	1
	Напувалки чашково-пальцевого типу	360
Доставка та завантаження комбікормів	Мобільний завантажувач ЗСК-Ф-15-07	1
Роздавання кормів і годівля тварин	Стаціонарні спіральні кормороздавачі	6
	Самогодівниці для свиней	360
Видалення гною з приміщень	Ванни самопливної системи гноєвидалення	180
Транспортування гною до сховища	Фекальний насос типу Grundfos	1
Утилізація гною	Гноєсховища-відстійники	3
Забезпечення мікроклімату	Вентиляційні установки типу ПВУ-9	3

Підтримання необхідних параметрів мікроклімату в приміщеннях забезпечується штучною вентиляцією. Для цього передбачається використання припливно-витяжних вентиляційних установок типу ПВУ, які здійснюють повітрообмін і дозволяють підтримувати необхідну

температуру та інші показники мікроклімату. Для кожного виробничого приміщення передбачено встановлення однієї вентиляційної установки ПВУ-9.

Система видалення гною організована відповідно до прийнятого безвигульного способу утримання свиней. Рідкий гній із підстаночних ванн відводиться самотпливом до гноєзбірника. При цьому одна ванна обслуговує два станки, що відповідає утриманню 50 голів. Надалі гній за допомогою фекального насоса компанії «Grundfos» транспортується до гноєсховищ, де відбувається його поділ на тверду та рідку фракції. Після розділення отримані фракції можуть використовуватися як органічні добрива в рослинництві.

1.3 Основні системи годівлі на відгодівельних свинарських підприємствах

На сучасних свинарських комплексах, що спеціалізуються на відгодівлі тварин, найчастіше застосовуються дві основні системи годівлі – суха та рідка. У світовій практиці переважна більшість свиноферм (понад 70 %) використовує саме сухий спосіб годівлі, оскільки він характеризується більшою економічною доцільністю та простотою організації технологічного процесу. Такий підхід має ряд важливих переваг [4, 6]:

- можливість попереднього балансування складу комбікормів перед їх згодовуванням;
- зменшення витрат на технічне обслуговування обладнання та підтримання санітарно-гігієнічних умов;
- нижчі капітальні вкладення у придбання та експлуатацію обладнання порівняно із системами рідкого типу годівлі.

Основою раціону при використанні сухої системи годівлі є концентровані комбікорми, частка яких може становити до 90 %

загального раціону. При цьому обов'язковою умовою є забезпечення тварин достатньою кількістю чистої питної води. Важливу роль у такій системі відіграє автоматизація процесу годівлі, що дозволяє забезпечити своєчасну, рівномірну та точно дозовану подачу корму. Це сприяє інтенсивному росту тварин, зменшенню втрат кормових ресурсів та підвищенню ефективності відгодівлі.

Автоматизована система сухої годівлі складається з комплексу основних елементів, що забезпечують зберігання, транспортування та дозоване розподілення комбікорму. Технологічний процес починається з використання бункерів-накопичувачів, які, як правило, розміщуються за межами тваринницького приміщення. Вони призначені для зберігання сухих кормів та забезпечують їх захист від впливу вологи, пилу, сторонніх домішок і інших факторів, що можуть негативно впливати на якість продукції.

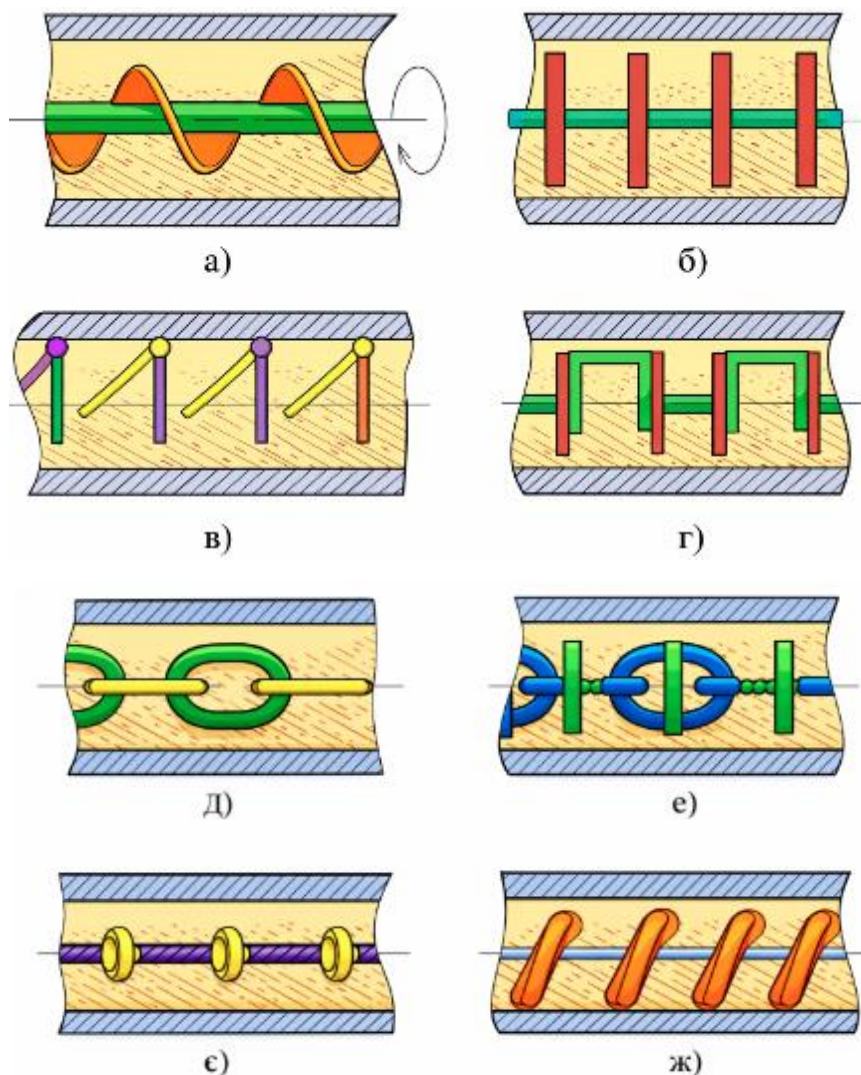
Із бункерів комбікорм подається до годівниць або кормових автоматів за допомогою транспортуючих систем. Вибір типу транспортера залежить від конструктивних особливостей технологічної лінії та умов експлуатації. Основні різновиди транспортерів, які застосовуються у системах сухої годівлі, наведено на рисунку 1.4.

У технологічних лініях транспортування кормів можуть використовуватися такі основні види транспортерів:

- **гвинтові транспортери**, у яких переміщення корму здійснюється за рахунок обертання шнека всередині трубопроводу;
- **штанго-шайбові транспортери**, де корм переміщується за допомогою штанги з прикріпленими шайбами;
- **штанго-скребкові транспортери**, в яких транспортування забезпечується системою скребків;
- **ланцюгово-скребкові транспортери**, що поєднують ланцюговий механізм із скребковими елементами;
- **ланцюгові транспортери**, де рух корму забезпечується

безпосередньо ланцюговим механізмом;

- **ланцюгово-шайбові транспортери**, що використовують ланцюг із шайбами для переміщення корму;
- **трос-шайбові транспортери**, у яких корм транспортується за допомогою троса з шайбами;
- **спірально-гвинтові транспортери**, у конструкції яких використовується гнучка спіраль.



- а – шнекового типу; б – штангово-шайбовий; в – штангово-скребковий;
 г – ланцюгово-скребкового типу; д – ланцюговий транспортер;
 е – ланцюгово-шайбовий; с – тросово-шайбовий; ж – спірально-шнековий

Рисунок 1.4 – Типи транспортерів, що використовуються в потокових лініях сухої годівлі

Найбільш поширеними в сучасних системах сухої годівлі є трос-шайбові, спіральні-гвинтові та ланцюгово-шайбові транспортери. Приведення транспортера кормороздавача в рух, як правило, здійснюється електродвигуном через редукторний механізм [7, 8].

Серед наведених конструкцій значні переваги мають спіральні-гвинтові транспортери. Їх популярність зумовлена простотою конструкції, високою надійністю та здатністю ефективно транспортувати кормові суміші. До основних переваг спіральних транспортерів можна віднести [8]:

- відносно низькі експлуатаційні витрати порівняно з іншими типами транспортуючих систем;
- можливість тривалої роботи без проведення складних ремонтів і частого технічного обслуговування;
- компактні габарити при достатній продуктивності;
- простоту ремонту та заміни окремих елементів, зокрема спіралі або трубопроводу.

Перспективними напрямками удосконалення спіральних транспортерів є:

- оптимізація геометричних параметрів спіралі (діаметра, кроку, товщини витків), що дозволяє підвищити її міцність, транспортуючу здатність та зменшити ризик забивання кормовою масою;
- використання сучасних зносостійких і корозійностійких матеріалів, наприклад нержавіючої сталі або спеціальних полімерних матеріалів, що збільшує термін служби обладнання;
- вдосконалення системи приводу шляхом застосування енергоефективних електродвигунів і редукторів, що знижує енергоспоживання;
- впровадження елементів автоматизації, датчиків контролю та систем керування, які забезпечують точне регулювання швидкості транспортування та обсягу подачі корму.

Ключовим робочим органом спірального кормороздавача є гвинтовий транспортер, на який припадає основне механічне навантаження під час роботи. Саме цей елемент повинен забезпечувати стабільне та надійне транспортування корму, тому вдосконалення його конструкції є актуальним завданням при проектуванні сучасних кормороздавальних систем.

Оптимізація конструкції спірального транспортера дозволяє підвищити ефективність його роботи, зменшити енергетичні витрати та покращити функціонування всієї технологічної лінії роздавання кормів на свинарських підприємствах.

1.4 Вихідні дані для подальших розрахунків

Одним із ключових етапів проектування технологічної лінії свиновідгодівельного підприємства є визначення основних виробничих параметрів, на основі яких виконуються інженерні розрахунки. До таких параметрів належать чисельність поголів'я, структура виробничих приміщень, потреба в основному та допоміжному обладнанні, а також обґрунтування технологічних рішень щодо організації годівлі та утримання тварин.

Основним завданням даної роботи є виконання розрахунків параметрів свиновідгодівельного підприємства відповідно до прийнятої технології утримання тварин. На основі заданих виробничих показників необхідно визначити кількість поголів'я, розрахувати потребу у виробничих і допоміжних будівлях та підібрати технічні засоби, що забезпечують ефективну роботу системи годівлі. Особлива увага приділяється розробленню конструкції спірального роздавача кормів, який буде використовуватися у приміщенні свинарника-відгодівельника для транспортування та рівномірного розподілу сухого комбікорму між годівницями.

Вихідними даними для виконання подальших технологічних та інженерних розрахунків є такі показники:

- плановий обсяг валового виробництва свинини – 1600 т на рік;
- максимальна жива маса однієї відгодованої тварини – 120 кг;
- початкова маса поросят після періоду дорощування – 38 кг;
- місткість одного свинарника-відгодівельника – 2200 голів.

На основі зазначених вихідних даних у подальших розділах роботи буде виконано розрахунок потреби у поголів'ї для забезпечення запланованого річного виробництва продукції, визначено структуру виробничих приміщень ферми, а також обґрунтовано параметри обладнання, необхідного для організації процесів годівлі, напування, видалення гною та підтримання оптимального мікроклімату.

Отримані результати розрахунків слугуватимуть основою для розроблення конструкції спірального кормороздавача та визначення його основних конструктивно-технологічних параметрів, що забезпечать ефективне функціонування лінії роздавання кормів на свинівідгодівельній фермі.

1.5 Висновки до розділу

Проведений аналіз сучасного стану галузі свинарства та технологій виробництва свинини показав, що ефективність функціонування свинарських підприємств значною мірою залежить від правильно обраної технології утримання тварин, рівня механізації виробничих процесів та раціональної організації системи годівлі. Встановлено, що в умовах сучасного розвитку галузі пріоритет надається промисловим технологіям виробництва, які забезпечують високу продуктивність, ефективне використання кормових ресурсів та можливість автоматизації основних технологічних операцій.

У результаті аналізу різних систем утримання свиней визначено, що

для відгодівельних підприємств доцільним є застосування безвигульної технології утримання з інтенсивним типом відгодівлі. Така система дозволяє раціонально використовувати виробничі площі, забезпечує можливість впровадження механізованих і автоматизованих засобів обслуговування тварин, а також сприяє підвищенню продуктивності праці. Встановлено, що традиційна система утримання у групових станках є більш економічно доцільною порівняно з альтернативною технологією на глибокій підстилці, оскільки потребує менших інвестиційних витрат і забезпечує більшу гнучкість у застосуванні різних технічних засобів механізації. Аналіз механізованих виробничих процесів показав, що одним із найбільш трудомістких і важливих етапів виробництва є процес годівлі тварин. Саме тому особливого значення набуває впровадження надійних технічних засобів для транспортування і роздавання кормів. Найбільш ефективною системою годівлі на сучасних свинарських підприємствах є суха система, яка характеризується нижчими експлуатаційними витратами, простотою технологічної організації та можливістю повної автоматизації процесу подачі кормів.

Проведений огляд технічних засобів транспортування комбікормів показав, що серед існуючих типів транспортерів значні переваги мають спіральні-гвинтові транспортери, які відзначаються простотою конструкції, високою надійністю роботи, компактністю та відносно низькими витратами на експлуатацію. Саме тому використання спіральних транспортерів у складі кормороздавальних систем є перспективним напрямом удосконалення технологічних ліній годівлі на свиновідгодівельних підприємствах.

Таким чином, у подальших розділах роботи буде виконано розрахунок основних параметрів свиновідгодівельного підприємства, обґрунтовано вибір технологічного обладнання та розроблено конструкцію спірального роздавача кормів, що дозволить підвищити ефективність функціонування лінії годівлі та забезпечити раціональну організацію

процесу роздавання кормів на свинофермі.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ

2.1 Розрахунок проектного поголів'я стада

Відповідно до поставленої мети проєкту та з урахуванням комплексу зоотехнічних, економічних, технологічних і екологічних вимог, основним завданням даного розділу є обґрунтування та проєктування ефективної технологічної лінії роздавання кормів на свиновідгодівельній фермі. У межах виконання цього завдання передбачається вибір раціонального варіанта технологічного процесу, підбір сучасних засобів механізації, визначення їх кількісного складу, а також розрахунок основних техніко-експлуатаційних показників функціонування лінії.

З метою підвищення надійності, гнучкості та енергоефективності технологічного обладнання доцільним є застосування модульно-блочного принципу побудови машин і агрегатів. Такий підхід забезпечує можливість швидкого переналагодження обладнання, адаптацію до змін виробничих умов, а також спрощує технічне обслуговування і ремонт, що особливо важливо в умовах інтенсивного тваринництва.

У даному розділі здійснюється детальне проєктування системи роздавання кормів для свиновідгодівельної ферми із заданими виробничими параметрами. Ключовим етапом є визначення необхідної чисельності поголів'я та забезпечення відповідної кількості свиномісць для стабільного функціонування підприємства.

Потреба у свиномісцях і чисельність поголів'я визначаються залежно від виробничого напрямку господарства, його потужності та прийнятої технології вирощування свиней. Оскільки за умовами завдання передбачено функціонування відгодівельного підприємства, формування поголів'я здійснюється шляхом закупівлі молодняку після етапу дорощування на спеціалізованих репродуктивних фермах.

Річну потребу у відгодівельному поголів'ї визначаємо за формулою:

$$n_{\text{в}} = \frac{1000 \cdot B}{M_{\text{в}} - M_{\text{д}}}$$

де $n_{\text{в}}$ – річна кількість свиней на відгодівлі, голів; B – річний обсяг виробництва м'яса у живій масі, т (у даному випадку $B = 1600$ т/рік); $M_{\text{в}}$ – жива маса свині після відгодівлі, кг (приймаємо $M_{\text{в}} = 120$ кг); $M_{\text{д}}$ – початкова маса поросяти після дорощування, кг (приймаємо $M_{\text{д}} = 38$ кг).

Підставляючи вихідні дані, отримуємо:

$$n_{\text{в}} = \frac{1000 \cdot 1600}{120 - 38} = 19512 \text{ голів}$$

Таким чином, для забезпечення заданого річного обсягу виробництва необхідно сформулювати відгодівельне поголів'я чисельністю 19512 голів.

Наступним етапом є визначення потреби у свиномісцях, що враховує тривалість перебування тварин на відгодівлі, коефіцієнт оборотності приміщень та резерв виробничих площ. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$N_{\text{в}} = \frac{n_{\text{в}} \cdot f_{\text{в}}}{h_{\text{в}}}$$

де $N_{\text{в}}$ – необхідна кількість свиномісць, місць; $h_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання приміщень (для середньодобового приросту 550 г приймається ($h_{\text{в}} = 2,6$); $f_{\text{в}}$ – коефіцієнт резерву місць, що забезпечує безперервність виробництва (приймаємо $f_{\text{в}} = 1,12$).

Після підстановки значень маємо:

$$N_{\text{в}} = \frac{19512 \cdot 1,12}{2,6} = 8405 \text{ місць}$$

Отже, за результатами проведених розрахунків встановлено, що для реалізації виробничої програми необхідно забезпечити утримання 19512 голів відгодівельного поголів'я та передбачити 8405 свиномісць.

Отримані результати є базовими для подальшого проєктування технологічної лінії роздавання кормів, оскільки вони визначають

навантаження на систему, продуктивність обладнання, параметри транспортування та дозування кормів, а також організацію виробничого процесу в цілому.

2.2 Визначення виду і кількості основних виробничих приміщень

Наступним етапом проектування є визначення складу, типу та необхідної кількості виробничих приміщень для розміщення відгодівельного поголів'я, чисельність якого була обґрунтована у підрозділі 2.1. Раціональна структура приміщень має забезпечувати безперервність технологічного процесу, оптимальні умови утримання тварин, а також ефективну роботу систем механізації, зокрема лінії роздавання кормів.

Кількість відгодівельних приміщень із замкнутим виробничим циклом визначається за співвідношенням:

$$N_{\text{ф.в.}} = \frac{n_{\text{в.}}}{n_{\text{п.в.}}}$$

де $N_{\text{ф.в.}}$ – кількість відгодівельних приміщень, шт.; $n_{\text{в.}}$ – загальна чисельність відгодівельного поголів'я, голів; $n_{\text{п.в.}}$ – місткість одного свинарника-відгодівельника, голів.

Для забезпечення високої ефективності виробництва доцільно використовувати типові або адаптовані проєктні рішення свинарників, що відповідають сучасним технологічним та санітарно-гігієнічним вимогам. Зокрема, для відгодівельного приміщення місткістю 2200 голів може бути використаний типовий проєкт (наприклад, ТП-1343) або його модернізований аналог із урахуванням сучасних систем мікроклімату, автоматизованого годування та видалення гною.

Відповідно до чинних зоотехнічних норм, площа на одну голову відгодівельної свині повинна становити в межах 0,8–1,2 м²/гол., що залежить від живої маси тварин, способу утримання (групове або

індивідуальне) та рівня інтенсивності виробництва. При цьому важливим є раціональний поділ приміщень на секції (групи), що дозволяє оптимізувати процеси годівлі, ветеринарного обслуговування та управління технологічними потоками.

Підставляючи розраховану кількість поголів'я ($n_v = 8405$ гол.) та прийняту місткість одного приміщення ($n_{п.в.} = 2200$ гол.), отримуємо:

$$N_{ф.в.} = \frac{8405}{2200} = 3,82$$

Оскільки кількість приміщень повинна бути цілим числом і забезпечувати резерв виробничих потужностей, приймаємо $N_{ф.в.} = 4$ відгодівельних приміщення.

Слід зазначити, що експлуатація приміщень із неповним завантаженням є економічно недоцільною через зростання питомих витрат на утримання, енергоспоживання та обслуговування обладнання. Тому для забезпечення повного використання виробничих площ доцільно скоригувати загальну кількість свиномісць відповідно до прийнятої кількості приміщень.

З урахуванням цього, загальна місткість відгодівельних приміщень становитиме:

$$N_v = 4 \cdot 2200 = 8800 \text{ голів}$$

Отже, для подальших розрахунків приймається проектна місткість ферми на рівні 8800 свиномісць.

Прийнята кількість і структура приміщень створюють необхідні умови для раціональної організації технологічного процесу, забезпечують рівномірне завантаження лінії роздавання кормів, а також дозволяють впроваджувати сучасні автоматизовані системи управління виробництвом, включаючи контроль мікроклімату, дозування кормів і моніторинг стану тварин.

2.3 Вибір та обґрунтування варіантів механізації лінії роздавання кормів

Сучасні інтенсивні технології виробництва свинини базуються на використанні висококонцентрованих сухих комбікормів, які забезпечують стабільний приріст живої маси, оптимальне співвідношення поживних речовин та можливість повної автоматизації процесів годівлі. Проведений аналіз показує, що застосування сухих кормів є технологічно доцільним, оскільки вони характеризуються високою сипучістю, добре транспортуються механізованими засобами, легко піддаються точному дозуванню та забезпечують санітарну безпеку виробництва.

У зв'язку з цим для проєктованої ферми приймається технологія годівлі тварин сухими комбікормами, що створює передумови для впровадження ефективних систем механізації та автоматизації роздавання кормів.

Аналіз існуючих технічних рішень показує, що для організації процесу роздавання кормів застосовуються дві основні групи засобів механізації: мобільні та стаціонарні системи.

Мобільні кормороздавачі забезпечують виконання більшості операцій технологічного циклу в межах одного агрегату: завантаження корму, транспортування до місця годівлі, переміщення вздовж кормового проходу та дозовану видачу корму у годівниці. Такий підхід дозволяє значно спростити технологічну схему, зменшити кількість перевантажувальних операцій і знизити трудомісткість процесу. Додатковою перевагою є універсальність використання — один агрегат може обслуговувати кілька виробничих приміщень, а також застосовуватись на відкритих майданчиках у літній період.

Разом з тим, мобільні системи мають низку суттєвих обмежень. Їх ефективна експлуатація потребує збільшеної ширини кормових проходів, що призводить до зростання капітальних витрат на будівництво.

Використання тракторних агрегатів у приміщеннях супроводжується викидами вихлопних газів, підвищеним рівнем шуму та негативним впливом на мікроклімат. Крім того, такі системи складно інтегруються з автоматизованими системами управління годівлею, що обмежує можливості впровадження сучасних цифрових технологій у тваринництві.

Стаціонарні системи роздавання кормів представлені транспортерами (ланцюговими, шнековими, стрічковими), бункерами-накопичувачами та дозуючими пристроями, які забезпечують транспортування корму безпосередньо до годівниць або кормових автоматів. Вони приводяться в дію електродвигунами, відзначаються стабільністю роботи, високою точністю дозування та можливістю повної автоматизації процесу. Такі системи легко інтегруються в загальну систему управління фермою, дозволяючи реалізувати програмне керування нормами годівлі, облік споживання кормів та моніторинг стану тварин.

Окрему категорію становлять пневматичні та гідравлічні системи, які застосовуються переважно для транспортування рідких або напіврідких кормів через трубопроводи. Хоча вони характеризуються високою продуктивністю та герметичністю процесу, їх використання у даному проєкті є менш доцільним через орієнтацію на сухий тип годівлі.

Слід також відзначити, що в сучасній європейській практиці широко застосовуються кормові автомати (самогодівниці), які забезпечують вільний доступ тварин до корму протягом доби. Такі пристрої зазвичай мають запас корму на 1–2 доби та дозволяють знизити стрес у тварин, покращити конверсію корму та зменшити витрати праці. Наповнення самогодівниць здійснюється стаціонарними транспортними системами або комбінованими технологічними рішеннями.

З урахуванням аналізу переваг і недоліків різних варіантів механізації, а також сучасних тенденцій розвитку тваринництва, для проєктованої ферми доцільно застосувати комбіновану систему роздавання кормів, яка поєднує мобільні та стаціонарні засоби.

Прийнята технологічна схема має такий вигляд: завантаження комбікорму в мобільний транспортний засіб → доставка корму до виробничого приміщення → перевантаження в бункер-накопичувач → транспортування стаціонарним кормороздавачем → дозоване наповнення самогодівниць → споживання корму тваринами.

Запропонована схема дозволяє:

- забезпечити гнучкість логістики кормів на фермі;
- зменшити капітальні витрати порівняно з повністю стаціонарними системами;
- підвищити точність дозування та рівномірність роздавання корму;
- створити умови для подальшої автоматизації та цифровізації процесів годівлі;
- оптимізувати енергетичні та трудові витрати.

Таким чином, обрана комбінована система механізації є технічно та економічно обґрунтованою і відповідає сучасним вимогам ефективного ведення свинарства.

2.4 Планова продуктивність технологічної лінії

У проєктованій системі годівлі передбачається використання повнораціонних сухих комбікормів, які забезпечують збалансоване живлення тварин та дозволяють реалізувати високий рівень механізації і автоматизації процесу роздавання кормів. Визначення планової продуктивності технологічної лінії є ключовим етапом, оскільки саме цей показник визначає вибір обладнання, його кількість та режими роботи.

Першочергово визначаємо добову потребу в комбікормі для всього поголів'я свиней за залежністю:

$$G_{\text{доб}}^{\text{кк}} = \frac{n \cdot G^{\text{кк}} \cdot K_3}{1000}$$

де $G_{\text{добкк}}$ – добова потреба в комбікормі, т; n – загальна чисельність

поголів'я, голів (приймаємо $n = 8800$); $G_{\text{кк}}$ – середньодобова норма згодовування комбікорму на одну голову, кг (приймаємо $G_{\text{кк}} = 3$ кг/добу); K_3 – коефіцієнт запасу корму, що враховує можливі втрати та нерівномірність споживання (приймаємо $K_3 = 1,05$).

Підставляючи вихідні дані, отримуємо:

$$G_{\text{доб}}^{\text{кк}} = \frac{8800 \cdot 3 \cdot 1,05}{1000} = 27,72 \text{ т}$$

Таким чином, загальна добова потреба ферми у комбікормі становить 27,72 т.

Наступним етапом є визначення необхідної продуктивності технологічної лінії роздавання кормів, яка залежить від режиму годівлі тварин. Продуктивність лінії визначається за формулою:

$$Q_{\text{л}} = \frac{G_{\text{доб}}^{\text{кк}}}{K \cdot T}$$

де $Q_{\text{л}}$ – розрахункова продуктивність лінії, т/год; K – кратність роздавання кормів протягом доби (приймаємо $K = 2$); T – тривалість одного циклу роздавання кормів, год (приймаємо $T = 4$ год).

Після підстановки значень маємо:

$$Q_{\text{л}} = \frac{27,72}{2 \cdot 4} = 3,47 \text{ т/год}$$

Отже, для забезпечення безперебійної роботи ферми та своєчасного забезпечення тварин кормами, технологічна лінія повинна мати продуктивність не менше 3,47 т/год.

Слід зазначити, що отримане значення є мінімально необхідним і повинно враховуватися з певним резервом при виборі обладнання. На практиці доцільно приймати коефіцієнт запасу продуктивності (10–20 %), що дозволяє компенсувати можливі простої, нерівномірність завантаження, зношування обладнання та коливання режимів роботи. Таким чином, рекомендована продуктивність лінії може становити близько 3,8–4,2 т/год.

Визначена продуктивність є базовою для подальшого підбору

транспортуючих і дозуючих пристроїв (шнеків, транспортерів, бункерів-накопичувачів, кормових автоматів), а також для обґрунтування параметрів їх роботи – швидкості переміщення корму, об'єму робочих органів, потужності приводів і тривалості технологічних операцій.

Таким чином, розрахунок планової продуктивності дозволяє забезпечити узгодженість усіх елементів технологічної лінії та створює передумови для її ефективного функціонування в умовах сучасного свинарського підприємства.

2.5 Засоби механізації та розрахунок їх потреби

Відповідно до прийнятої технологічної схеми роздавання кормів, транспортування комбікорму від складу до виробничих приміщень здійснюється мобільним агрегатом типу ЗСК-Ф-15-07. Даний агрегат забезпечує ефективне завантаження, транспортування та перевантаження кормів у бункери-накопичувачі стаціонарної системи роздавання.

Необхідну кількість мобільних завантажувачів визначаємо за залежністю:

$$n_3 = \frac{Q_{\text{л}}}{Q_{\text{е}}}$$

де n_3 – кількість мобільних агрегатів, шт.; $Q_{\text{л}}$ – продуктивність технологічної лінії, т/год; $Q_{\text{е}}$ – експлуатаційна продуктивність одного агрегату, т/год.

Експлуатаційну продуктивність мобільного завантажувача визначаємо як відношення вантажопідйомності до тривалості повного робочого циклу:

$$Q_{\text{е}} = \frac{G}{t_{\text{ц}}}$$

де G – вантажопідйомність агрегату (приймаємо $G = 6,6$ т); $t_{\text{ц}}$ – тривалість одного робочого циклу, год.

Тривалість циклу включає всі основні операції:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{в}} + t_{\text{п}} + t_{\text{з}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}}$$

де $t_{\text{в}}$ – час руху завантаженого агрегату; $t_{\text{п}}$ – час руху порожнього агрегату; $t_{\text{з}}$ – тривалість завантаження; $t_{\text{р}}$ – тривалість розвантаження; $t_{\text{м}}$ – час на маневрування.

Час транспортування визначаємо виходячи з відстані між складом кормів і свинарником $l = 0,15$ км:

$$t_{\text{в}} = \frac{l}{V_{\text{в}}} = \frac{0,15}{35} = 0,004 \text{ год}$$

$$t_{\text{п}} = \frac{l}{V_{\text{п}}} = \frac{0,15}{35} = 0,004 \text{ год}$$

де швидкість руху прийнята $V_{\text{в}} = V_{\text{п}} = 35$ км/год.

Тривалість завантаження агрегату:

$$t_{\text{з}} = \frac{G}{Q_{\text{з}}} = \frac{6,6}{20} = 0,33 \text{ год}$$

де $Q_{\text{з}} = 20$ т/год – продуктивність завантаження.

Тривалість розвантаження:

$$t_{\text{р}} = \frac{G}{Q_{\text{р}}} = \frac{6,6}{15} = 0,44 \text{ год}$$

де $Q_{\text{р}} = 15$ т/год – продуктивність розвантаження.

Час на маневрування, з урахуванням компактності території ферми та повторюваності маршрутів, приймаємо $t_{\text{м}} = 0,1$ год.

Таким чином, повна тривалість циклу становить:

$$t_{\text{ц}} = 0,004 + 0,004 + 0,33 + 0,44 + 0,1 = 0,878 \text{ год}$$

Відповідно, експлуатаційна продуктивність мобільного агрегату:

$$Q_{\text{е}} = \frac{6,6}{0,878} = 7,52 \text{ т/год}$$

Необхідна кількість агрегатів:

$$n_{\text{з}} = \frac{3,47}{7,52} = 0,46$$

Оскільки кількість технічних засобів повинна бути цілою і

враховувати резерв на випадок нерівномірності навантаження, приймаємо до використання 1 мобільний агрегат ЗСК-Ф-15-07.

Для внутрішнього транспортування та дозованого розподілу комбікормів у приміщеннях застосовується стаціонарна система на базі спіральних (шнекових) кормороздавачів. Такий тип обладнання забезпечує рівномірну подачу корму, низьке енергоспоживання та високу надійність роботи.

Приймаємо, що для кожного відгодівельного приміщення необхідно встановити по 2 спіральні кормороздавачі, що забезпечує рівномірний розподіл корму по всій довжині будівлі та резервування системи. З урахуванням 4 приміщень загальна кількість становить:

$$n = 4 \cdot 2 = 8 \text{ шт}$$

Для безпосереднього споживання корму тваринами використовуються сучасні автоматизовані годівниці типу Groba, які забезпечують вільний доступ тварин до корму, зменшують його втрати та сприяють підвищенню продуктивності відгодівлі.

Приймаємо норму: 1 самогодівниця на 25 голів. Тоді необхідна кількість годівниць визначається як:

$$n = \frac{8800}{25} = 352 \text{ шт}$$

Таким чином, за результатами розрахунків сформовано склад основних засобів механізації лінії роздавання кормів:

- мобільний завантажувач комбікорму – 1 од.;
- стаціонарні спіральні кормороздавачі – 8 од.;
- самогодівниці – 352 од.

Запропонований комплект обладнання забезпечує необхідну продуктивність технологічної лінії, узгодженість її елементів та створює умови для ефективної, безперебійної і частково автоматизованої годівлі тварин.

2.6 Висновки до розділу

У результаті виконаних досліджень і розрахунків у межах даного розділу здійснено комплексне проєктування технологічної лінії роздавання кормів для свиновідгодівельної ферми. Обґрунтовано основні техніко-економічні параметри виробництва, а також вибір раціональної технології годівлі та відповідних засобів механізації.

На основі вихідних даних визначено необхідну чисельність відгодівельного поголів'я, яка становить 19512 голів, та обґрунтовано потребу у свиномісцях на рівні 8800 місць. Це забезпечує досягнення запланованого річного обсягу виробництва продукції — 1600 т м'яса у живій масі.

Проведено розрахунок і обґрунтування кількості виробничих приміщень, за результатами якого прийнято 4 відгодівельні свинарники, що відповідають сучасним зоотехнічним, санітарно-гігієнічним та технологічним вимогам. Така структура забезпечує раціональну організацію виробничого процесу та ефективне використання площ.

У межах дослідження доведено доцільність застосування технології сухої годівлі повнораціонними комбікормами, яка характеризується високою точністю дозування, можливістю повної або часткової автоматизації, зниженням втрат кормів та економічною ефективністю.

Запропоновано комбіновану систему механізації роздавання кормів, що передбачає використання мобільного завантажувача ЗСК-Ф-15-07 для транспортування комбікорму до бункерів-накопичувачів та стаціонарних спіральних кормороздавачів для його подальшого розподілу у самогодівниці. Розрахунки показали, що застосування одного мобільного агрегату є достатнім для забезпечення необхідного обсягу транспортування, тоді як стаціонарна частина системи створює умови для стабільної та автоматизованої роботи.

Встановлено, що проєктована технологічна лінія має продуктивність

3,47 т/год, що повністю відповідає виробничим потребам ферми та забезпечує своєчасну подачу кормів відповідно до прийнятого режиму годівлі.

У цілому запропоновані технічні рішення дозволяють підвищити ефективність функціонування ферми за рахунок зниження трудомісткості процесів, оптимізації використання ресурсів, підвищення надійності обладнання та створення сприятливих умов утримання тварин. Крім того, передбачені підходи формують основу для подальшої автоматизації та цифровізації виробництва.

3 РОЗРОБКА СПІРАЛЬНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА

3.1 Основні вимоги до механізації процесу роздавання кормів

Ефективність функціонування систем механізації роздавання кормів у свинарстві значною мірою визначається відповідністю обладнання комплексу зоотехнічних, технологічних, експлуатаційних та економічних вимог. При проектуванні та модернізації кормороздавачів необхідно забезпечити стабільну роботу системи в умовах інтенсивного виробництва та агресивного середовища тваринницьких приміщень.

До ключових вимог, що висуваються до засобів механізації роздавання кормів, належать:

- Точність і рівномірність дозування корму. Відхилення від заданої норми не повинні перевищувати $\pm 5\%$ для концентрованих кормів і $\pm 15\%$ – для об'ємних. Висока точність дозування забезпечує стабільність раціонів та впливає на прирости живої маси тварин.

- Можливість диференційованого дозування. Обладнання повинно забезпечувати як групову, так і індивідуалізовану подачу корму залежно від вікових і продуктивних груп тварин, що є передумовою впровадження елементів прецизійного тваринництва.

- Збереження якості корму. Робочі органи машин не повинні спричиняти подрібнення, розшарування чи забруднення кормів. Допустимі незворотні втрати не повинні перевищувати 1%.

- Безпечність і ергономічність. Конструкція обладнання має виключати травмування тварин і обслуговуючого персоналу, забезпечувати простоту управління, технічного обслуговування та очищення.

- Висока продуктивність. Тривалість процесу роздавання кормів повинна відповідати технологічним вимогам: для мобільних засобів – до 30 хвилин, для стаціонарних систем – до 20 хвилин на цикл, що забезпечує ритмічність виробництва.

– Універсальність застосування. Обладнання повинно працювати з різними видами сухих кормів та комбікормів, мати можливість регулювання норми подачі та адаптації до різних умов експлуатації.

– Низький рівень шуму та вібрацій. Це є важливим фактором для зниження стресу у тварин і покращення умов праці персоналу.

– Технологічність очищення. Конструкція повинна забезпечувати швидке видалення залишків корму, що сприяє підтриманню санітарно-гігієнічних норм і запобігає псуванню кормів.

– Економічна ефективність. Термін окупності обладнання не повинен перевищувати 2 років, а коефіцієнт технічної готовності має бути не нижчим за 0,98, що гарантує безперервність виробничого процесу.

Контроль рівномірності роздавання кормів здійснюється шляхом візуальної оцінки та, за необхідності, експериментальним методом – зважуванням проб корму, відібраних із окремих ділянок годівниць (довжиною 1 м). Це дозволяє оперативно виявляти відхилення та коригувати параметри роботи обладнання.

Особливістю експлуатації техніки у тваринництві є те, що в більшості господарств відсутнє резервне або дублююче обладнання. Це підвищує вимоги до надійності машин, оскільки будь-яка відмова може призвести до порушення технологічного процесу годівлі та, як наслідок, до зниження продуктивності тварин.

Аналіз результатів експлуатації показує, що вже через 4–5 років використання техніки час простоїв може зростати у 1,5–2 рази. Основною причиною є технічні несправності, частка яких становить 75–85% від загального часу простоїв. Це обумовлює необхідність системного підходу до забезпечення надійності, який включає регулярний моніторинг технічного стану, своєчасне технічне обслуговування та модернізацію обладнання.

Додатково слід враховувати складні умови експлуатації: підвищену вологість, агресивне газове середовище (аміак, сірководень), запиленість,

температурні коливання. У таких умовах особливого значення набуває вибір матеріалів, антикорозійний захист, герметичність вузлів та ефективність систем приводу.

Для мобільних засобів механізації важливим є забезпечення надійної роботи транспортної інфраструктури ферми, особливо в зимовий період, коли виникають додаткові труднощі з доступом до виробничих приміщень.

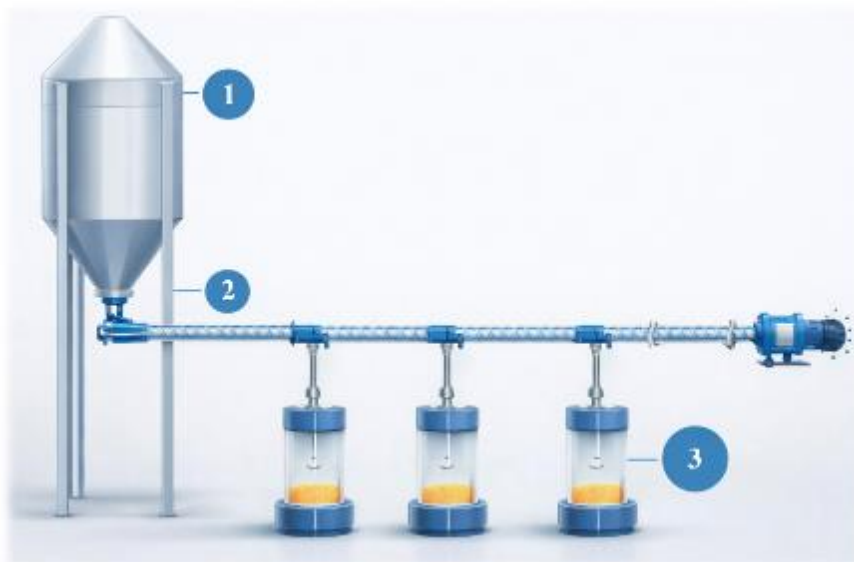
Узагальнюючи наведене, можна стверджувати, що підвищення ефективності механізації роздавання кормів досягається за рахунок:

- підвищення технічної надійності та довговічності обладнання;
- оптимізації системи технічного обслуговування і ремонту;
- раціонального комплектування технологічних ліній;
- впровадження енергоефективних та автоматизованих рішень;
- адаптації обладнання до конкретних умов господарства.

Таким чином, при розробці удосконаленого спірального кормороздавача необхідно враховувати не лише технологічні параметри процесу роздавання кормів, а й комплекс експлуатаційних, економічних і організаційних факторів, що забезпечують його ефективну та безперебійну роботу в умовах сучасного тваринництва.

3.2 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми спірального роздавача кормів

Для різних типів тваринницьких підприємств і способів утримання тварин характерні свої оптимальні технологічні рішення щодо приготування та роздавання кормів. Ефективність таких рішень підтверджується як аналітичними розрахунками, так і практичними результатами експлуатації відповідного обладнання. Вибір технологічної схеми визначається спеціалізацією господарства, структурою кормової бази та рівнем інтенсифікації виробництва.



а)



б)

а – принципова схема: 1 – бункер-накопичувач; 2 – спіральний (шнековий) транспортер; 3 – кормовий автомат (самогодівниця); б – загальний вигляд установки

Рисунок 3.1 – Технологічна лінія роздавання сухих концентрованих кормів

Найбільш повною з точки зору механізації є система з використанням кормоцехів, у яких здійснюється централізоване приготування кормів із подальшим їх розподілом стаціонарними або мобільними кормороздавачами. Перевагою такого підходу є можливість автоматизації процесів і отримання збалансованих багатокомпонентних кормових сумішей. Проте подібні системи характеризуються високою матеріало- та енергоємністю, що значно підвищує собівартість продукції та

потребує значних інвестицій у будівництво і експлуатацію кормоцехів. У сучасних економічних умовах це часто робить їх малоефективними, особливо для господарств середнього і малого масштабу.



- 1 – привідний вузол (мотор-редуктор); 2 – блок контролю; 3 – гнучкий гвинтовий робочий орган (спіраль); 4 – напірний трубопровід;
5 – Т-подібний перехідник (вузол вивантаження корму); 6 – регульована похила розвантажувальна труба; 7 – приймальний бункер (контейнер);
8 – система керування кормороздавачем

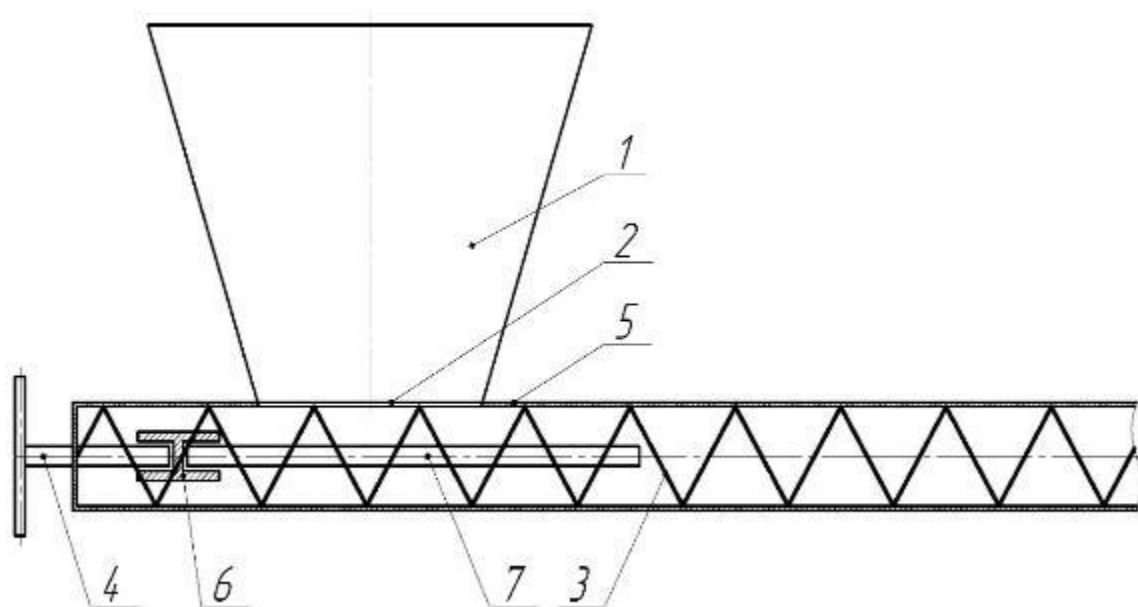
Рисунок 3.2 – Конструктивні елементи спірального кормороздавача комбікормів

У зв'язку з цим більш доцільним є застосування спрощених технологічних схем, які передбачають мінімізацію операцій та витрат. Одним із найбільш економічно вигідних рішень є метод прямого роздавання кормів, за якого процес включає завантаження корму в роздавач, його транспортування до місця годівлі та дозоване вивантаження у годівницю без попереднього складного приготування.

Для реалізації таких технологій широко використовуються спірально-пружинні транспортери, призначені для переміщення сухих концентрованих кормів від бункерів-накопичувачів до кормових автоматів. Робочим органом такого транспортера є гнучка металева спіраль, яка обертається в трубопроводі та забезпечує безперервне переміщення корму вздовж лінії годівлі.

Конструктивно система включає накопичувальний бункер, трубопровід (часто виконаний із полімерних матеріалів, стійких до зносу), спіральний робочий орган, привідний механізм, вузли розподілу корму та

систему керування. У трубопроводі передбачаються спеціальні отвори з Т-подібними перехідниками, через які корм надходить у годівниці. Для підвищення рівня автоматизації система може оснащуватися датчиками рівня корму, що забезпечують автоматичне регулювання процесу подачі.



1 – завантажувальний бункер; 2 – завантажувальне вікно; 3 – гнучкий спіральний робочий орган; 4 – приводний вал; 5 – гнучкий трубчастий кожух; 6 – шарнірне з'єднання; 7 – стабілізуючий хвостовик

Рисунок 2.3 – Конструктивна схема удосконаленого спірального транспортера

На практиці широкого застосування набули транспортери типу СТ (зокрема СТ-75), які характеризуються відносно простою конструкцією, продуктивністю до 2 т/год та невеликою встановленою потужністю. Однак їх експлуатація виявляє ряд недоліків, що обмежують ефективність використання:

- утворення склепінь у зоні завантаження;
- перевантаження спіралі при збільшенні розмірів завантажувального вікна;

- виникнення заторів при транспортуванні корму на значні відстані;
- видавлювання гнучкої спіралі у бункер, що призводить до аварійних зупинок.

З метою усунення зазначених недоліків запропоновано удосконалену конструкцію спірального транспортера. Її особливістю є наявність додаткового елемента – хвостовика, з'єднаного з приводним валом через шарнір. Така конструкція забезпечує стабілізацію процесу подачі корму, покращує заповнення витків спіралі та запобігає її деформації або зміщенню.

Принцип роботи удосконаленого пристрою полягає в тому, що корм із бункера через завантажувальне вікно надходить у гнучкий кожух, де захоплюється спіраллю та транспортується до місця вивантаження. Наявність хвостовика забезпечує рівномірний розподіл корму по витках спіралі та запобігає його зависанню або блокуванню системи. Шарнірне з'єднання дозволяє зменшити механічні навантаження на конструкцію та підвищує її довговічність.

Таким чином, запропонована конструктивно-технологічна схема дозволяє значно підвищити надійність роботи кормороздавача, забезпечити стабільність технологічного процесу та зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій. Впровадження удосконаленого спірального транспортера сприятиме підвищенню ефективності механізації процесу годівлі та оптимізації виробничих витрат у свинарстві.

3.3 Основні технологічні розрахунки спірального роздавача кормів

Одним із ключових етапів проєктування спірального кормороздавача є визначення його продуктивності та енергетичних параметрів, що забезпечують ефективну та безперебійну роботу обладнання в заданих умовах експлуатації.

Продуктивність спірального транспортера визначається за залежністю:

$$Q = 150 \cdot \frac{n \cdot D_{\text{сп}}^2}{D_p} \left(D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right) \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \cdot \rho_n \cdot R_\beta$$

де n – частота обертання спіралі, об/хв; D_p – внутрішній діаметр труби (приймаємо $D_p = 0,075$ м); $D_{\text{сп}}$ – зовнішній діаметр спіралі ($D_{\text{сп}} = 0,6$ м); α – кут нахилу гвинтової лінії; δ – ширина стрічки спіралі; φ_1 – кут тертя матеріалу по спіралі; ρ_n – насипна щільність корму; R_β – коефіцієнт, що враховує кут нахилу транспортера.

Для транспортування комбікормів рекомендована частота обертання знаходиться в межах 60–180 об/хв. Для забезпечення максимальної продуктивності приймаємо $n = 180$ об/хв.

Крок спіралі визначається як:

$$S = 1,1 \cdot D_{\text{сп}} = 1,1 \cdot 0,045 = 0,0495 \text{ м}$$

Середній діаметр спіралі:

$$D_{\text{сп}} = D_{\text{сп}} - \delta = 0,045 - 0,018 = 0,027 \text{ м}$$

Кут підйому гвинтової лінії:

$$\alpha = \arctan \left(\frac{S}{\pi \cdot D_{\text{сп}}} \right) = \arctan \left(\frac{0,0495}{3,14 \cdot 0,027} \right) \approx 30^\circ$$

Ширина стрічки спіралі:

$$\delta = 0,4 \cdot D_{\text{сп}} = 0,018 \text{ м}$$

Кут тертя ковзання:

$$\varphi_1 = \arctan(f) = \arctan(0,45) \approx 24,3^\circ$$

Насипна щільність комбікорму приймається $\rho_n = 0,68 \text{ т/м}^3$, а для горизонтального транспортера ($\beta = 0^\circ$) коефіцієнт $R_\beta = 1$.

Після підстановки вихідних даних отримуємо продуктивність:

$$Q = 0,79 \text{ кг/с}$$

Отримане значення підтверджує достатню продуктивність транспортера для забезпечення потреб технологічної лінії.

Для визначення енергетичних параметрів розраховуємо потужність, необхідну для приводу транспортера:

$$N_T = \frac{Q}{367} (L_T \cdot \omega \pm H) + 0,02 \cdot R \cdot g_k \cdot L_T \cdot \omega_e$$

де $L_T = L \cos \beta$ – горизонтальна довжина транспортера; $L=120$ м – загальна довжина; $\omega = 1,6$ – коефіцієнт опору переміщенню матеріалу; $R = 0,3$ – коефіцієнт умов роботи спіралі; $g_k = 0,6$ кг/м – маса погонного метра спіралі; $\omega_e = 0,02$ – коефіцієнт опору обертанню; $H = 0$ – для горизонтального транспортера.

У результаті:

$$N_T = 0,44 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність електродвигуна визначається з урахуванням коефіцієнта запасу та ККД приводу:

$$N_{\text{дв}} = \frac{k \cdot N_T}{\eta}$$

де $k = 1,25$ – коефіцієнт запасу; $\eta = 0,7$ – ККД приводу.

$$N_{\text{дв}} = \frac{1,25 \cdot 0,44}{0,7} = 0,75 \text{ кВт}$$

З урахуванням отриманих результатів доцільним є використання мотор-редуктора типу ЗМП-31,5, який забезпечує необхідний діапазон частоти обертання (3,55–280 об/хв), номінальний крутний момент 32 Н·м та встановлену потужність двигуна 1,1 кВт. Такий вибір забезпечує надійність роботи, достатній запас потужності та можливість регулювання режимів роботи транспортера.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують працездатність і ефективність розробленої конструкції спірального кормороздавача, забезпечують обґрунтований вибір основних параметрів та створюють основу для його подальшого впровадження у виробництво.

3.4 Розрахунок гвинтової спіралі транспортера на міцність

Гвинтова спіраль спірального транспортера в процесі роботи зазнає складного напруженого стану, що формується дією кількох видів навантажень. Уздовж усієї довжини, від вільного кінця до місця жорсткого з'єднання з приводним валом, у спіралі виникає змінний за величиною крутний момент, який зростає у напрямку до приводу, а також осьове зусилля стиску або розтягу. Додатково конструкція піддається згинальним навантаженням, що особливо проявляються в зоні кріплення спіралі, де концентрація напружень є максимальною.

Таким чином, найбільш небезпечним перерізом є ділянка поблизу привідного вузла, де одночасно діють максимальний крутний момент, осьова сила та згинальний момент. Це необхідно враховувати при розрахунках міцності та виборі матеріалу спіралі.

Згинальний момент визначаємо за залежністю:

$$M_{зг} = \frac{9560 \cdot N_{дв}}{n}$$

де $N_{дв}$ – потужність електродвигуна, кВт; n – частота обертання спіралі, об/хв.

Підставляючи значення $N_{дв} = 0,75$ кВт та $n = 180$ об/хв, отримуємо:

$$M_{зг} = \frac{9560 \cdot 0,75}{180} = 39,83 \text{ Нм}$$

Осьове зусилля, що виникає внаслідок переміщення сипкого матеріалу вздовж спіралі, визначається за формулою:

$$P_{ос} = \frac{19,62 \cdot M_{дв}}{D_{сп} \cdot \tan(\alpha + \varphi_1)}$$

де $D_{сп}$ – середній діаметр спіралі, м; α – кут підйому гвинтової лінії; φ_1 – кут тертя матеріалу по спіралі.

Після підстановки значень маємо:

$$P_{oc} = \frac{19,62 \cdot 39,83}{0,027 \cdot \tan(30^\circ + 24,3^\circ)} \approx 20,8 \text{ кН}$$

Крутний момент, що діє на спіраль, можна оцінити за співвідношенням:

$$M_{кр} = \frac{P_{oc} \cdot \cos \alpha}{2}$$

$$M_{кр} = \frac{20,8 \cdot \cos 30^\circ}{2} \approx 9 \text{ кНм}$$

Отримані результати свідчать, що гвинтова спіраль працює в умовах комбінованого навантаження, яке включає:

- крутіння (основний фактор передачі енергії);
- осьове стискання або розтягування;
- згинальні напруження в зоні закріплення.

Для забезпечення надійної роботи конструкції необхідно враховувати сумарну дію цих навантажень при виборі матеріалу (як правило, пружинні або високоміцні сталі), а також при визначенні геометричних параметрів спіралі (товщина стрічки, ширина, діаметр).

Додатково доцільно передбачити запас міцності (не менше 1,5–2), що дозволить компенсувати динамічні навантаження, нерівномірність подачі матеріалу та можливі перевантаження під час експлуатації.

Таким чином, виконаний розрахунок підтверджує, що спіральний робочий орган здатний витримувати задані експлуатаційні навантаження та забезпечувати стабільну роботу транспортера. Отримані параметри є основою для подальшого конструктивного проєктування, вибору матеріалів і перевірки довговічності елементів системи.

3.5 Висновки до розділу

Проведений аналіз показав, що ефективна механізація процесів роздавання кормів у тваринництві має відповідати низці ключових вимог, серед яких основними є точність і рівномірність дозування, збереження

якості кормів, безпечність експлуатації, надійність, продуктивність та економічна доцільність. Досягнення цих показників забезпечується шляхом підвищення технічної надійності обладнання, удосконалення системи технічного обслуговування та раціонального вибору технічних засобів з урахуванням умов господарства.

Розроблена конструкція спірального транспортера усуває недоліки існуючих аналогів, зокрема нестабільність подачі корму та утворення склепін у зоні завантаження. Це досягається завдяки конструктивним удосконаленням, які забезпечують рівномірне заповнення спіралі та стабілізацію потоку матеріалу, що підвищує надійність роботи системи.

Результати технологічних розрахунків підтвердили, що продуктивність розробленого спірального кормороздавача становить 2,85 т/год, що відповідає вимогам технологічної лінії. При цьому необхідна потужність приводу визначена на рівні 0,75 кВт, що свідчить про енергоефективність запропонованого технічного рішення.

Виконаний розрахунок гвинтової спіралі на міцність показав, що її конструкція здатна витримувати дію комбінованих експлуатаційних навантажень, включаючи крутні, осьові та згинальні зусилля. Це забезпечує довговічність елементів конструкції та надійність роботи транспортера в умовах інтенсивної експлуатації.

Отже, запропоновані конструктивні та технологічні рішення є технічно обґрунтованими, відповідають сучасним вимогам механізації процесів годівлі та можуть бути рекомендовані до впровадження у виробництво.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Організація процесів роздавання кормів у тваринництві повинна здійснюватися з обов'язковим дотриманням вимог охорони праці та екологічної безпеки. В умовах сучасного інтенсивного виробництва питання безпеки персоналу, зниження виробничого травматизму, мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище та забезпечення санітарно-гігієнічних норм набувають особливого значення. Це зумовлено складністю технологічних процесів, використанням механізованого обладнання, а також специфічними умовами експлуатації у тваринницьких приміщеннях.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами під час роздавання кормів є: рухомі частини машин і механізмів (шнеки, транспортери, привідні елементи), підвищений рівень шуму і вібрації, запиленість повітря, наявність шкідливих газів (аміак, сірководень, вуглекислий газ), підвищена вологість, можливість ураження електричним струмом, а також ризики травмування при обслуговуванні обладнання. Додаткову небезпеку становлять несприятливі мікрокліматичні умови, особливо в холодний або жаркий період року.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно впроваджувати комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів. До організаційних заходів належать проведення інструктажів з охорони праці, навчання персоналу безпечним методам роботи, контроль за дотриманням технологічної дисципліни, а також регламентоване технічне обслуговування обладнання. Важливим є допуск до роботи лише кваліфікованого персоналу, який пройшов відповідну підготовку та медичний огляд.

Технічні заходи передбачають конструктивне забезпечення безпеки обладнання. Усі рухомі частини кормороздавачів повинні бути огорожені захисними кожухами, що унеможливлюють випадковий контакт працівників з небезпечними елементами. Приводи повинні оснащуватися пристроями

аварійного вимкнення, а також блокувальними системами, які запобігають запуску обладнання при відкритих захисних елементах. Електрообладнання має відповідати вимогам електробезпеки, включаючи заземлення, захист від короткого замикання та перевантаження.

Особливу увагу необхідно приділяти системам аспірації та вентиляції, які забезпечують видалення пилу і шкідливих газів із робочої зони. Запиленість повітря під час роботи з сухими комбікормами може перевищувати допустимі норми, що негативно впливає на органи дихання працівників. Для зниження рівня пилу застосовують герметизацію транспортуючих систем, використання пиловловлювачів, а також регулярне прибирання приміщень.

Важливим аспектом є забезпечення нормативних параметрів мікроклімату. Температура, вологість та швидкість руху повітря повинні відповідати встановленим санітарним нормам, що сприяє як підвищенню продуктивності праці, так і збереженню здоров'я персоналу. Для цього застосовуються системи вентиляції, опалення та кондиціонування повітря.

З метою зниження рівня шуму і вібрації необхідно використовувати сучасне обладнання з покращеними характеристиками, а також встановлювати амортизуючі елементи та шумопоглинаючі матеріали. У разі перевищення допустимих рівнів шуму працівники повинні забезпечуватися засобами індивідуального захисту, такими як навушники або вкладиші.

Працівники, які обслуговують обладнання для роздавання кормів, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, зокрема спецодягом, захисним взуттям, рукавицями та респіраторами. Використання таких засобів дозволяє знизити вплив небезпечних і шкідливих факторів на організм людини.

Окремим напрямом є забезпечення пожежної безпеки. Сухі комбікорми є горючими матеріалами, а їх пил може утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. У зв'язку з цим необхідно передбачати заходи щодо запобігання утворенню пилових хмар, забезпечення справності електрообладнання, а також наявність первинних засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити).

Приміщення повинні бути обладнані системами пожежної сигналізації та мати евакуаційні виходи.

Щодо захисту навколишнього середовища, то основними джерелами негативного впливу є пилові викиди, відходи кормів, стічні води, а також викиди газів із тваринницьких приміщень. Для мінімізації екологічного навантаження необхідно впроваджувати ресурсозберігаючі технології, що забезпечують раціональне використання кормів та зменшення їх втрат.

Системи транспортування кормів повинні бути максимально герметизованими, що дозволяє зменшити пилові викиди в атмосферу. Крім того, доцільно використовувати локальні системи аспірації з фільтрацією повітря перед його викидом у навколишнє середовище. Важливим є також правильне зберігання кормів, що запобігає їх псуванню та утворенню відходів.

Організація поводження з відходами передбачає їх збирання, сортування та утилізацію або повторне використання. Відходи кормів можуть бути використані як вторинна сировина або органічні добрива, що сприяє зниженню екологічного навантаження.

З метою зменшення викидів шкідливих газів необхідно забезпечити ефективну вентиляцію тваринницьких приміщень, а також впроваджувати сучасні технології утримання тварин, що сприяють зниженню утворення аміаку та інших шкідливих речовин.

Енергозбереження також є важливим елементом екологічної безпеки. Використання енергоефективного обладнання, оптимізація режимів його роботи та впровадження автоматизованих систем управління дозволяють зменшити споживання енергії та, відповідно, негативний вплив на довкілля.

Таким чином, забезпечення охорони праці та захисту навколишнього середовища при роздаванні кормів є комплексним завданням, яке включає технічні, організаційні та екологічні заходи. Їх реалізація дозволяє створити безпечні умови праці, підвищити ефективність виробництва та мінімізувати негативний вплив на довкілля, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку агропромислового виробництва.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Економічна оцінка впровадження удосконаленого спірального кормороздавача є важливим етапом обґрунтування доцільності його використання у виробничих умовах свинівідгодівельної ферми. Основною метою розрахунку є визначення економічного ефекту від впровадження нової конструкції у порівнянні з базовим варіантом за основними статтями витрат, зокрема: витрати електроенергії, затрати праці, амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Вихідні дані для розрахунку. Для проведення економічного аналізу приймаємо наступні вихідні дані:

- продуктивність лінії: 2,85 т/год;
- час роботи: 8 год/добу, 300 днів/рік;
- тариф на електроенергію для підприємств: 10–15 грн/кВт·год (приймаємо 12 грн/кВт·год);
- кількість операторів: 1;
- середня заробітна плата оператора: 18 000 грн/міс.

Порівняння проводимо між:

- базовим транспортером (старого типу СТ);
- удосконаленим спіральним транспортером.

Приймаємо:

- вартість базового: 80 000 грн;
- вартість удосконаленого: 110 000 грн.

Додаткові капіталовкладення:

$$\Delta K = 110000 - 80000 = 30000 \text{ грн}$$

1. Витрати електроенергії

Базовий транспортер:

- потужність: 1,5 кВт, річне споживання:

$$W_6 = 1,5 \cdot 8 \cdot 300 = 3600 \text{ кВт год}$$

Удосконалений:

– потужність: 0,75 кВт

$$W_y = 0,75 \cdot 8 \cdot 300 = 1800 \text{ кВт год}$$

Річні витрати:

$$C_{\text{б}} = 3600 \cdot 12 = 43200 \text{ грн}$$

$$C_y = 1800 \cdot 12 = 21600 \text{ грн}$$

Економія:

$$E_{\text{ел}} = 43200 - 21600 = 21600 \text{ грн/рік}$$

2. Витрати праці

Базовий варіант:

– потребує додаткового контролю (1 оператор + часткова зайнятість)

– річні витрати:

$$C_{\text{пб}} = 18000 \cdot 12 = 216000 \text{ грн}$$

Удосконалений:

– автоматизація → зменшення трудомісткості на 20%

$$C_{\text{пу}} = 216000 \cdot 0,8 = 172800 \text{ грн}$$

Економія:

$$E_{\text{п}} = 43200 \text{ грн/рік}$$

3. Амортизаційні витрати

Приймаємо строк служби 10 років:

$$A_{\text{б}} = 80000 / 10 = 8000 \text{ грн}$$

$$A_y = 110000 / 10 = 11000 \text{ грн}$$

Збільшення витрат:

$$\Delta A = 3000 \text{ грн}$$

4. Витрати на ремонт

Базовий:

$$C_{\text{рб}} = 0,10 \cdot 80000 = 8000 \text{ грн}$$

Удосконалений (менше поломок):

$$C_{\text{ру}} = 0,06 \cdot 110000 = 6600 \text{ грн}$$

Економія:

$$E_{\text{р}} = 1400 \text{ грн}$$

5. Загальний економічний ефект

Сумарна економія:

$$E_{\text{заг}} = 21600 + 43200 + 1400 - 3000 = 63200 \text{ грн/рік}$$

6. Строк окупності

$$T = \Delta K / E_{\text{заг}} = 30000 / 63200 = 0,47 \text{ року} \approx 5\text{--}6 \text{ місяців}$$

7. Додаткові переваги

Окрім прямого економічного ефекту, удосконалений транспортер забезпечує: зменшення простоїв (на 20–30%), підвищення надійності, зниження втрат корму, покращення рівномірності роздачі, можливість автоматизації.

Таблиця 5.1 – Порівняльна економічна ефективність кормороздавачів

Показник	Одиниця виміру	Базовий транспортер	Удосконалений транспортер	Відхилення (+/–)
Потужність двигуна	кВт	1,5	0,75	–0,75
Річне споживання електроенергії	кВт·год	3600	1800	–1800
Витрати на електроенергію	грн/рік	43200	21600	–21600
Річні витрати на оплату праці	грн	216000	172800	–43200
Амортизаційні відрахування	грн/рік	8000	11000	+3000
Витрати на ремонт	грн/рік	8000	6600	–1400
Сумарні річні витрати	грн	275200	212000	–63200
Вартість обладнання	грн	80000	110000	+30000
Річний економічний ефект	грн	–	–	63200
Строк окупності	років	–	–	0,47

Проведений техніко-економічний аналіз показав, що впровадження удосконаленого спірального кормороздавача є економічно доцільним.

Незважаючи на більші початкові капітальні вкладення, нова конструкція забезпечує значне зниження експлуатаційних витрат за рахунок економії електроенергії, скорочення затрат праці та зменшення витрат на ремонт.

Річний економічний ефект становить понад 63 тис. грн, що дозволяє окупити додаткові інвестиції менш ніж за півроку. Отримані результати підтверджують високу ефективність і конкурентоспроможність запропонованого технічного рішення та доцільність його впровадження у виробництво.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз показав, що ефективність свинарських підприємств значною мірою залежить від обраної технології утримання тварин, рівня механізації процесів та організації системи годівлі. У сучасних умовах пріоритет надається інтенсивним промисловим технологіям, які забезпечують високу продуктивність і можливість автоматизації. Встановлено, що для відгодівельних підприємств найбільш доцільною є безвигульна система утримання з використанням групових станків, яка є економічно вигідною та добре поєднується з механізованими засобами обслуговування. Одним із ключових процесів виробництва є годівля, що обумовлює необхідність застосування ефективних технічних рішень для транспортування і роздавання кормів. Найбільш раціональною є суха система годівлі, яка відзначається простотою, економічністю та високим рівнем автоматизації. Аналіз технічних засобів показав, що спіральні транспортери є перспективним напрямом удосконалення кормороздавальних систем завдяки їх надійності, компактності та ефективності.

2. У результаті виконаних розрахунків здійснено проєктування технологічної лінії роздавання кормів для свиновідгодівельної ферми та обґрунтовано основні техніко-економічні параметри виробництва. Визначено необхідне поголів'я (19512 голів) і кількість свиномісць (8800), що забезпечує виробництво 1600 т м'яса на рік. Обґрунтовано потребу у 4 відгодівельних приміщеннях, що відповідають сучасним вимогам і забезпечують ефективну організацію виробництва. Доведено доцільність застосування сухої системи годівлі комбікормами як найбільш економічної та технологічно ефективної. Запропоновано комбіновану систему механізації, яка поєднує використання мобільного завантажувача та стаціонарних спіральних кормороздавачів. Встановлено, що одного мобільного агрегату достатньо для забезпечення процесу транспортування кормів. Продуктивність спроектованої технологічної лінії становить

3,46 т/год, що повністю забезпечує потреби господарства. Запропоновані технічні рішення сприяють зменшенню трудових витрат, підвищенню надійності роботи обладнання та формують основу для подальшої автоматизації виробничих процесів.

3. У результаті аналізу встановлено, що ефективна механізація роздавання кормів повинна забезпечувати точність дозування, надійність, безпечність та економічну доцільність. Запропонована конструкція спірального транспортера усуває недоліки існуючих аналогів і підвищує стабільність подачі корму. Розрахунки підтвердили продуктивність 2,85 т/год при потужності 0,75 кВт, що свідчить про енергоефективність обладнання. Перевірка на міцність показала здатність конструкції витримувати робочі навантаження.

4. Забезпечення безпечних умов праці та екологічної безпеки при роздаванні кормів потребує комплексного підходу, що включає організаційні, технічні та санітарні заходи. Основними напрямками є зниження впливу шкідливих факторів, підвищення надійності обладнання, впровадження ефективних систем вентиляції та аспірації, а також раціональне використання ресурсів і утилізація відходів. Це дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити ризики для персоналу та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

5. Аналіз порівняльної економічної ефективності показав, що удосконалений спіральний кормороздавач, незважаючи на вищу початкову вартість, є значно вигіднішим у процесі експлуатації. Його застосування забезпечує зниження споживання електроенергії у 2 рази, скорочення витрат на оплату праці та ремонт, що в сукупності дає річну економію 63,2 тис. грн. Загальні річні витрати при використанні удосконаленого обладнання зменшуються на 23%, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованого рішення. Додаткові капіталовкладення в розмірі 30 тис. грн окупаються протягом 0,47 року (близько 5–6 місяців), що є дуже високим показником інвестиційної привабливості.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ananth, V. L., Arun, K. K., Shrivathsan, S., Raswanth, G. S., & Damodaram, A. K. (2023). Design of shaftless spiral conveyor for transportation of bulk materials. AIP Conference Proceedings, 2869, 020009. <https://doi.org/10.1063/5.0168661>
2. Алієв, Е., & Лінко, М. (2022). Експандоване приготування кормів. Досягнення та перспективи галузі виробництва...: Матеріали всеукр. наук.-практ. конф. Кропивницький: ЦНТУ, 38–40.
3. Алієв, Е. Б., Миколенко, С. Ю., Сова, Н. А., та ін. (2022). Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми (колективна монографія; за заг. ред. Е. Б. Алієва). Дніпро: ЛІРА.
4. Влох, В. Г., Кириченко, Н. Я., & Когут, П. М. (2003). Луківництво. Київ: Вища школа.
5. Гаврильченко, О. С., Дерун, С. Ю., Алієв, Е. Б., & Доруда, С. О. (2018). Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів бункера-дозатора комбікормів. Технології АПК ХХІ століття...: 36. наук. пр., 209–220.
6. Guo, Q., Zhuang, Y., Xu, H., Li, W., Li, H., & Wu, Z. (2025). Optimization of the screw conveyor device based on a GA-BP neural network. Machines, 13(1), 24. <https://doi.org/10.3390/machines13010024>
7. Gupta, A. K., & Nott, P. R. (2021). Analysis of the flow of granular materials through a screw conveyor. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.13396>
8. Довідник по заготівлі і зберіганню кормів. (1989). (С. Й. Олішинський, упоряд.). Київ: Урожай.
9. Зінченко, О. І. (2005). Кормовиробництво (2-ге вид.). Київ: Вища освіта.

10. Зінченко, О. І., Салатенко, В. Н., & Білоножко, М. А. (2001). Рослинництво (за ред. О. І. Зінченка). Київ: Аграрна освіта.
11. Кормовиробництво: практикум. (2001). (О. І. Зінченко, ред.). Київ: Нора-прінт.
12. Кравчук, В. І., Луценко, М. М., & Мечта, М. П. (2008). Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів. Київ: Фенікс.
13. Лихочвор, В. В. (2004). Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур (2-ге вид.). Київ: Центр навчальної літератури.
14. Mado, R. (2021). Design, fabrication and performance evaluation of screw conveyor type of pig feed mixing machine. *Advances in Engineering Research*, 208, 428–434.
15. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. (2008). (В. Ф. Петриченко, ред.). Вінниця: Данилюк В. Г.
16. НПАОП 01.2-1.12-05. (2005). Правила охорони праці у тваринництві. Свинарські підприємства.
17. Петриченко, В. Ф., Кулик, М. Ф., Ібатулін, І. І., та ін. (2005). Виробництво, зберігання і використання кормів. Вінниця.
18. Танчик, С. П., Дмитришак, М. Я., Алімов, Д. М., та ін. (2008). Технологія виробництва продукції рослинництва. Київ: Слово.
19. Технологія виробництва продукції тваринництва. (2001). (О. Т. Бусенко, ред.). Київ: Аграрна освіта.
20. Техніко-технологічне забезпечення комплексної безвідходної переробки рослинної сировини у біологічно цінні харчові продукти і кормові добавки. (2022). Звіт про НДР. Дніпро.
21. Zhang, Y., Jiang, Z., Li, Z., Qin, H., Wang, J., & Guo, L. (2025). A precision feeding system with horizontal screw feeder based on ADRC controller. *International Journal of Swarm Intelligence Research*, 16(1). <https://doi.org/10.4018/IJSIR.394878>

Додатки

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

Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для свиновідгодівельної ферми з розробкою спіральної роздавача кормів

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

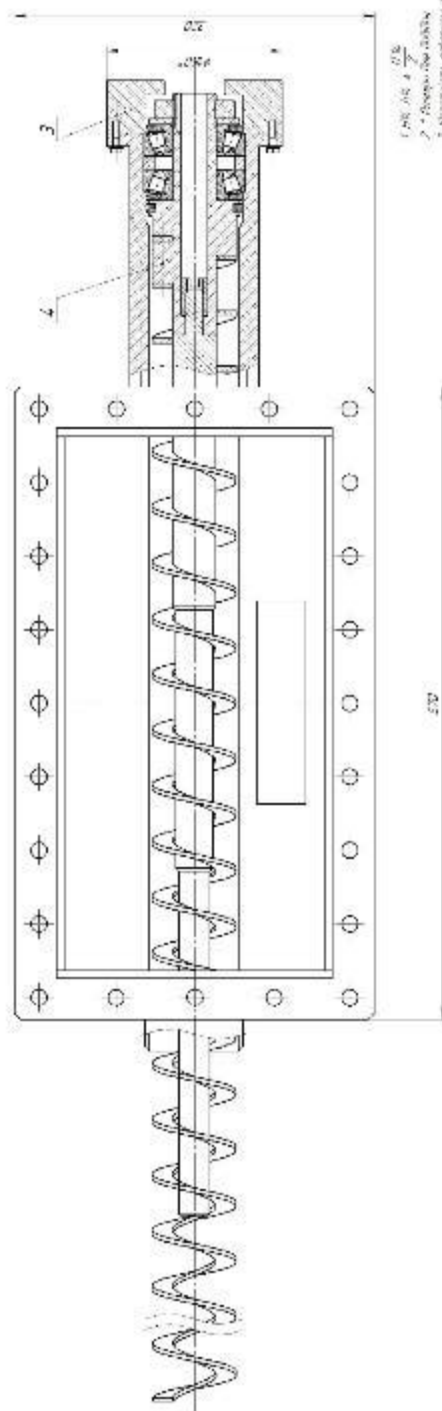
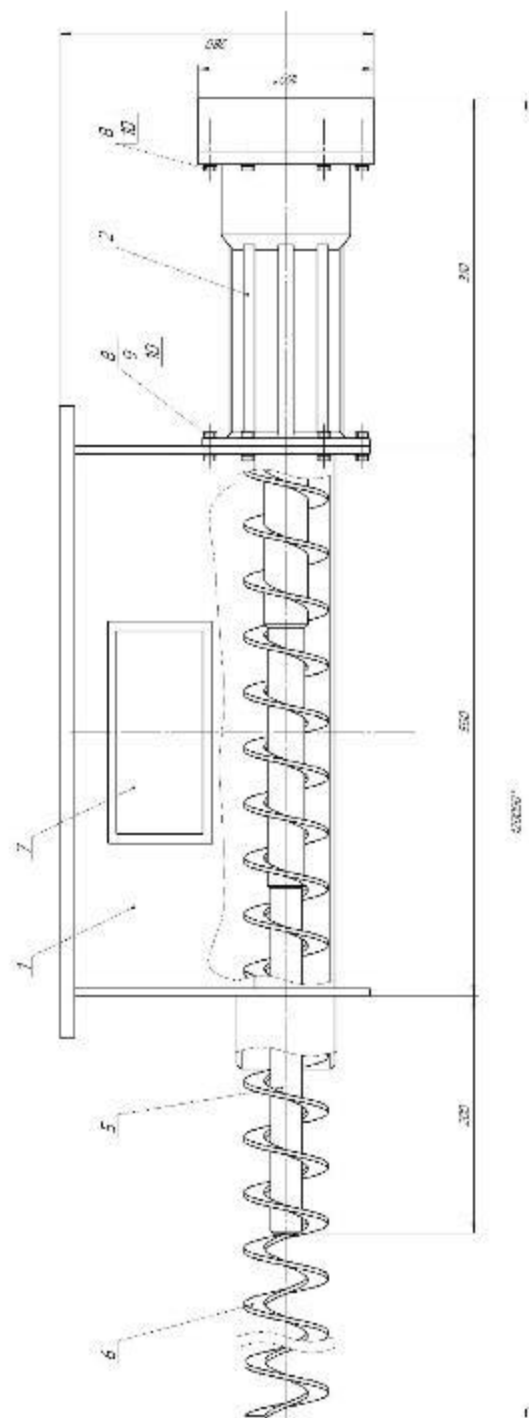
Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-4-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Боєнко Данило Олегович

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

Дніпро, 2026

6.7.1.17		Итого		Итого	
№	Итого	№	Итого	№	Итого
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114
115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162
163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174
175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186
187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198
199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222
223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246
247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258
259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282
283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306
307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318
319	320	321	322	323	324
325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342
343	344	345	346	347	348
349	350	351	352	353	354
355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366
367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402
403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414
415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426
427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438
439	440	441	442	443	444
445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462
463	464	465	466	467	468
469	470	471	472	473	474
475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486
487	488	489	490	491	492
493	494	495	496	497	498
499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516
517	518	519	520	521	522
523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534
535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546
547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558
559	560	561	562	563	564
565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582
583	584	585	586	587	588
589	590	591	592	593	594
595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606
607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618
619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642
643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654
655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666
667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678
679	680	681	682	683	684
685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702
703	704	705	706	707	708
709	710	711	712	713	714
715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726
727	728	729	730	731	732
733	734	735	736	737	738
739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756
757	758	759	760	761	762
763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774
775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786
787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798
799	800	801	802	803	804
805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822
823	824	825	826	827	828
829	830	831	832	833	834
835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846
847	848	849	850	851	852
853	854	855	856	857	858
859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876
877	878	879	880	881	882
883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894
895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906
907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918
919	920	921	922	923	924
925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942
943	944	945	946	947	948
949	950	951	952	953	954
955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966
967	968	969	970	971	972
973	974	975	976	977	978
979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996
997	998	999	1000	1001	1002
1003	1004	1005	1006	1007	1008
1009	1010	1011	1012	1013	1014
1015	1016	1017	1018	1019	1020
1021	1022	1023	1024	1025	1026
1027	1028	1029	1030	1031	1032
1033	1034	1035	1036	1037	1038
1039	1040	1041	1042	1043	1044
1045	1046	1047	1048	1049	1050
1051	1052	1053	1054	1055	1056
1057	1058	1059	1060	1061	1062
1063	1064	1065	1066	1067	1068
1069	1070	1071	1072	1073	1074
1075	1076	1077	1078	1079	1080
1081	1082	1083	1084	1085	1086
1087	1088	1089	1090	1091	1092
1093	1094	1095	1096	1097	1098
1099	1100	1101	1102	1103	1104
1105	1106	1107	1108	1109	1110
1111	1112	1113	1114	1115	1116
1117	1118	1119	1120	1121	1122
1123	1124	1125	1126	1127	1128
1129	1130	1131	1132	1133	1134
1135	1136	1137	1138	1139	1140
1141	1142	1143	1144	1145	1146
1147	1148	1149	1150	1151	1152
1153	1154	1155	1156	1157	1158
1159	1160	1161	1162	1163	1164
1165	1166	1167	1168	1169	1170
1171	1172	1173	1174	1175	1176
1177	1178	1179	1180	1181	1182
1183	1184	1185	1186	1187	1188
1189	1190	1191	1192	1193	1194
1195	1196	1197	1198	1199	1200
1201	1202	1203	1204	1205	1206
1207	1208	1209	1210	1211	1212
1213	1214	1215	1216	1217	1218
1219	1220	1221	1222	1223	1224
1225	1226	1227	1228	1229	1230
1231	1232	1233	1234	1235	1236
1237	1238	1239	1240	1241	1242
1243	1244	1245	1246	1247	1248
1249	1250	1251	1252	1253	1254
1255	1256	1257	1258	1259	1260
1261	1262	1263	1264	1265	1266
1267	1268	1269	1270	1271	1272
1273	1274	1275	1276	1277	1278
1279	1280	1281	1282	1283	1284
1285	1286	1287	1288	1289	1290
1291	1292	1293	1294	1295	1296
1297	1298	1299	1300	1301	1302
1303	1304	1305	1306	1307	1308
1309	1310	1311	1312	1313	1314
1315	1316	1317	1318	1319	1320
1321	1322	1323	1324	1325	1326
1327	1328	1329	1330		

44070300100010



1. 44070300100010
 2. 44070300100010
 3. 44070300100010
 4. 44070300100010

44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	
44070300100010		44070300100010	

