

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Спірін Олексій Олександрович**

**УДК 631.5**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Проектування лінії приготування і роздавання кормів на  
свинокомплексі з модернізацією змішувача вологих кормів**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Спірін О.О.

**Керівник роботи**

Борак К.В.

доктор технічних наук, професор

**Житомир – 2024**

## АНОТАЦІЯ

*Спірін Олексій Олександрович. Проектування лінії приготування і роздавання кормів на свинокомплексі з модернізацією змішувача вологих кормів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У ході виконання проекту було проведено детальний аналіз існуючих систем кормоприготування і роздавання, виявлено їх основні недоліки, такі як нерівномірність змішування, високі витрати енергії та тривалий час приготування кормів. Запропоновані шляхи їх усунення включають вдосконалення конструкції змішувача вологих кормів, що дозволить підвищити його продуктивність та ефективність.

Особлива увага приділялася модернізації змішувача вологих кормів, який є ключовим елементом у лінії приготування кормів. Завдяки модернізації передбачається покращення рівномірності змішування, зниження енерговитрат, а також забезпечення більш високої якості кінцевого продукту. Нові технічні рішення дозволяють зменшити витрати часу на приготування кормів та покращити загальні умови роботи обладнання.

Впровадження розробленої лінії очікується сприяти не лише підвищенню ефективності роботи свинокомплексів, але й зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище через оптимізацію використання ресурсів.

Таким чином, проект має важливе значення для розвитку сучасних свинарських господарств, сприяючи їх конкурентоспроможності та стійкості на ринку.

*Ключові слова: змішувач, модернізація, шнек, вологі корми, свинокомплекс.*

## ANNOTATION

*Alexey Aleksandrovich Spirin. Designing a feed preparation and distribution line at a pig farm with the modernization of a wet feed mixer. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In the course of the project, a detailed analysis of the existing feed preparation and distribution systems was carried out, and their main drawbacks, such as uneven mixing, high energy consumption and long feed preparation time, were identified. The proposed ways to eliminate them include improving the design of the wet feed mixer, which will increase its productivity and efficiency.

Particular attention was paid to the modernization of the wet feed mixer, which is a key element in the feed preparation line. The modernization is expected to improve mixing uniformity, reduce energy consumption, and ensure higher quality of the final product. The new technical solutions will reduce the time spent on feed preparation and improve the overall operating conditions of the equipment.

The implementation of the developed line is expected to contribute not only to improving the efficiency of pig farms, but also to reducing the negative impact on the environment by optimizing the use of resources.

Thus, the project is important for the development of modern pig farms, contributing to their competitiveness and sustainability in the market.

*Keywords: mixer, modernization, auger, wet feed, pig farm.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СВИНАРСТВА: ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	8
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СВИНАРСТВІ.....	19
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	32
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Сучасне сільське господарство, зокрема свинарство, потребує високого рівня механізації та автоматизації технологічних процесів для забезпечення ефективності виробництва та конкурентоспроможності на ринку. В умовах постійного зростання попиту на свинину та підвищення вимог до якості м'ясної продукції, значення правильного та раціонального годування тварин набуває особливої ваги. Одним з ключових елементів успішного свинарства є ефективна організація процесу приготування та роздавання кормів.

Забезпечення тварин повноцінними кормами є важливою складовою їх здоров'я, продуктивності та якості м'ясної продукції. Тому вдосконалення технологій приготування та роздавання кормів на свинокомплексах є актуальною задачею, що вимагає інноваційних підходів та технічних рішень. Сучасні системи кормоприготування повинні забезпечувати високу продуктивність, надійність, економічність та простоту в експлуатації.

Однією з найбільш ефективних методик годування свиней є використання вологих кормів, що забезпечують кращу засвоюваність поживних речовин і сприяють швидшому росту тварин. Проте, процес приготування вологих кормів є досить складним і вимагає використання спеціалізованого обладнання, яке повинно відповідати високим стандартам якості та ефективності.

Цей дипломний проект присвячений розробці та проектуванню лінії приготування і роздавання кормів на свинокомплексі з модернізацією змішувача вологих кормів. Метою роботи є створення технологічної лінії, яка дозволить оптимізувати процеси приготування та роздавання кормів, знизити витрати на експлуатацію обладнання, підвищити якість кінцевого продукту та забезпечити стабільну роботу свинокомплексу.

У процесі виконання проекту буде проведено детальний аналіз існуючих технологій та обладнання для приготування і роздавання вологих кормів,

визначено їхні основні недоліки та проблеми. На основі отриманих даних буде розроблено нову конструкцію змішувача вологих кормів, яка дозволить покращити якість змішування, зменшити витрати енергії та підвищити продуктивність. Крім того, буде розроблено технологічну схему лінії приготування і роздавання кормів, яка забезпечить автоматизацію та оптимізацію всіх етапів процесу.

Окрему увагу буде приділено економічному обґрунтуванню доцільності впровадження нової технологічної лінії. Будуть проведені розрахунки, які покажуть потенційні вигоди від впровадження нової системи, включаючи зниження витрат на кормоприготування, підвищення продуктивності праці та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, реалізація цього дипломного проекту дозволить не тільки підвищити ефективність роботи свинокомплексів, але й зробити вагомий внесок у розвиток сучасних технологій годування тварин, забезпечуючи високу якість м'ясної продукції та економічну стабільність аграрних підприємств.

Метою дипломного проекту є підвищення ефективності та продуктивності технологічного процесу приготування і роздавання кормів на свинокомплексі шляхом проектування сучасної лінії та модернізації змішувача вологих кормів.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні завдання:

- провести аналіз існуючих технологій приготування і роздавання кормів на свинокомплексах;
- визначити основні недоліки та проблеми існуючих змішувачів вологих кормів;
- розробити технічні вимоги до нової лінії приготування і роздавання кормів;
- провести розрахунки на міцність і надійність нової конструкції.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес приготування і роздавання кормів на свинокомплексі та конструкція змішувача вологих кормів.

**Предметом дослідження** є закономірності функціонування та оптимізації технологічних процесів приготування і роздавання кормів на свинокомплексі з урахуванням модернізації конструкції змішувача вологих кормів для досягнення підвищеної продуктивності, економічної ефективності та якості кормових сумішей.

**Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Боровський В. М., Спірін О. О., Змієвець А. М., Колесник О. В., Марченко В. С. Дослідження процесу змішування компонентів кормів у горизонтальному змішувачі. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 7-11.

2. Міненко С. В., Спірін О.О. Сучасні тенденції розвитку механізованих технологій у свинарстві. Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки». м. Рівне, 9-10 травня 2024 року. Рівне : НУВГП. С.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє модернізований змішувач вологих кормів.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 48 сторінок комп'ютерного тексту, містить 12 рисунків.

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СВИНАРСТВА: ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Поголів'я свиней у Євросоюзі становить приблизно 150 млн голів (за даними на 2023 рік), що робить його другим за величиною виробником свинини у світі після Китаю, а також найбільшим експортером продукції свинарства. Загальне виробництво м'яса свиней у країнах ЄС становить близько 23 23,6 млн тон. З 2020 по 2024 роки загалом виробництво продукції свинарства перебувало в районі 22 млн. тон, значний приріст відбувся 2012 року – на 801 тис. тон (36,2%) порівняно з 2021 роком.

Самозабезпечення продуктами свинарства в Євросоюзі становить 111%, на експорт відправляється близько 13% від загального виробництва. Євросоюз – провідний експортер продукції свинарства у світі. Більша частина експорту свинини призначена для Східної Азії, зокрема для Китаю.

Свинина залишається улюбленим видом м'яса жителів Євросоюзу, хоча останніми роками її середньодушкове споживання дещо варіює. Так, у 2015 році європейці споживали в їжу близько 32,4 кг (у розрахунку на душу населення, роздрібна вага) - майже на 1 кг більше, ніж у 2014-му. Через винятково сприятливі перспективи для експортних поставок свинини до Китаю на ринку всередині Євросоюзу 2023 року виникли короточасні дефіцити, оскільки продавці віддавали перевагу експорту. Завдяки високому попиту на свинину в Китаї європейські виробники вийшли з кризи, що розпочалася наприкінці 2014 року і була спричинена перевиробництвом цього виду м'яса. У зв'язку з цим споживання на душу населення в 2016 році скоротилося на 1,6% (32 кг на душу населення). Імовірно, цей показник знову підвищиться у 2023-2024 роках відповідно до тенденцій останнього десятиліття [3].

Необхідно також зазначити, що до Євросоюзу входять наразі 28 країн, вельми неоднорідних за темпами зростання економік, рівнем доходів



населення. Безсумнівно, є відмінності в рівні життя, наприклад, у Німеччині та Греції, або Франції та Хорватії, що, звісно, позначається на ступені розвитку свинарства і доступності його продукції населенню. На цьому наголошується у звіті Європейської Комісії за темою: «Перспективи розвитку сільськогосподарських ринків і доходів від сільського господарства в Європейському союзі у 2013-2023 рр.». Малодоступність свинини через високі ціни на м'ясо, триваючий економічний спад і високі показники безробіття в деяких країнах Південної Європи призводять до періодичного спаду загального споживання м'яса свиней у середньому по Євросоюзу, оскільки населення не дуже багатих країн ЄС обирає дешевші види м'яса. Передбачається, що розвиток сектору м'ясної продукції в Європі супроводжуватиметься високим попитом на світовому ринку внаслідок сприятливої економічної ситуації.

Перспективи позитивного економічного зростання в Європі підвищать чистий дохід споживачів і дозволять купувати більшу кількість м'ясної продукції, зокрема свинини. Цей аспект вельми важливий, тому що якщо спостерігається зворотна ситуація – стагнація і уповільнення темпів зростання економіки, зниження реальних доходів населення, то це призводить і до зменшення рентабельності виробництва свинини і зростання цін на неї, і до зниження купівельної спроможності населення. Це в сукупності не дає змоги любителям свинини придбати її та змушує "переключитися" на більш доступні за ціною продукти харчування (наприклад, птицю чи недорогу рибу), що, звісно, знижує пропозицію, тобто призводить до спаду виробництва свинини, породжуючи своєрідний кругообіг "низький платоспроможний попит – низька пропозиція" [5].

Провідні позиції у виробництві свинини в Євросоюзі займають виробники з Німеччини, Іспанії та Франції. Їхня сукупна частка від загальної забійної ваги виробленої свинини в країнах ЄС становить близько 50%.

Найбільша кількість свинини виробляється в Німеччині (24% усього обсягу виробництва в ЄС). Іспанія - другий за величиною виробник свинини в

ЄС. Іспанія виробляє менше м'яса, ніж Німеччина, оскільки імпортує менше 1 млн. живих свиней на рік. Третє місце з виробництва свинини посідає Франція [1; 7].

Європейським лідером у галузі технологій виробництва свинини є Данія. Ця невелика за площею країна є лідером із погляду розроблення та застосування передових технологій свинарства; отримання, вирощування та експорту високоцінного племінного молодняка свиней у різні країни, зокрема до Німеччини та Франції. Данія посідає четверте місце за чисельністю свиней серед країн Євросоюзу. Свинарство Данії - високотехнологічна галузь сільського господарства, яка посідає провідні позиції в економіці країни.

Високому рівню датського свинарства сприяють державна підтримка, жорстке законодавче регулювання та застосування передових технологій, зокрема в галузі генетики та селекції [3].

У Данії виробництвом продукції свинарства займаються близько 38 800 ферм. Поголів'я свиней - близько 12,25 млн., а населення - 5,6 млн. осіб, тобто на кожного жителя припадає в середньому понад дві свині. Собівартість виробництва продукції свинарства є однією з найнижчих у ЄС.

На цій галузі багато в чому тримається добробут данської держави, формується бюджет. Адже експорт свинини становить понад 10% від обсягу всього експорту, а свинарство забезпечує роботою значну частину населення, тож роль цієї галузі для економіки країни неможливо переоцінити.

Данія - невелика країна, для внутрішнього споживання стільки свинини не потрібно, тому вона є найбільшим світовим експортером продукції свинарства, поставляючи на світовий ринок понад 85% своєї продукції. Вона продає племінних свиней і свинину більш ніж у 130 країн світу, основні з яких Німеччина, Велика Британія, Японія, США та Італія [3]. Внутрішнє споживання свинини в країні становить 50 кг (курятини - 18 кг, яловичини - 25 кг). При цьому данці далеко не лідери у споживанні свинини - за цим

показником їх обходять австрійці, німці, поляки, іспанці. Трохи менше свинини їдять у Люксембурзі, Португалії та Італії [43].

Нині у свинарстві Данії переважають чотири породи - це данський Ландрас, Йорк шир, Гемпшир і Дюрок. Чистопородних свиней по породи датський Ландрас легко відрізнити за подовженим тулубом і великими висячими вухами (рис. 1). Ця порода якнайкраще підходить для виробництва бекону, оскільки характеризується високим вмістом у туші пісного м'яса і тонким шаром під шкірного шпику. Необхідно відзначити видатну роль датського Ландраса для всього світового свинарства, до 1980 року він був єдиною породою (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Кнур породи датський Ландрас.

На сьогодні успішність розведення свиней досягається завдяки галузевим ініціативам та інвестиціям у дослідження, що допомагає датським свинарям залишатися на верхній сходинці списку країн із найвищою продуктивністю свиней у Євросоюзі: ще 2013 року було досягнуто показників при відлученні - 30 поросят на 1 свиноматку. Крім того, інвестиції виділяють і для вдосконалення ланцюжка поставок таким чином, щоб у Данії переробляли якомога більше власних свиней. Це дає змогу зберегти більшу частину доходів і створити буфер для страховки від непередбачуваних ситуацій у своїх споживачів на ринку.

Загалом у Данії виробляється понад 25 млн. голів свиней на рік, з них було забито в цій країні - трохи більше ніж 15 млн. голів, експортовано в Німеччину

- 5-7 млн. голів, до Польщі - 2-3 млн. голів, до інших країн - 1-2 млн. голів (дані Євростату (ЕігозТаТ), 2014 рік). Таким чином, датські поросята відправляються насамперед у Німеччину, де витрати на відгодівлю нижчі, крім того, зростає попит у Польщі, де трудові витрати та земельні угіддя коштують дешевше і внутрішнє поголів'я потребує поповнення [1].

Проблема, яка є наслідком торгівлі поросятами-відлученцями, - ризик проникнення хвороб. Оскільки Польща є однією з чотирьох країн Євросоюзу, де поголів'я піддається зараженню африканською чумою свиней (АЧС), захворювання може потрапити звідти під час повернення вантажних автомобілів. Щоб мінімізувати цю загрозу, Данія інвестувала кошти в систему очищення та миття ма шин на прикордонних переходах [3; 12].

Питанням ветеринарної безпеки приділяється в країні велика увага. На данських фермах немає в штаті працівників постійних ветеринарних лікарів, а є безліч фірм і служб, що надають ці послуги. Від кожної ферми вимагається укладення контракту з ветеринаром на "обслуговування поголів'я". Спеціаліст, з яким укладено контракт, має відвідувати ферму 12 разів на рік (як мінімум, раз на 35 днів).

Данські свинарі 1998 року добровільно прийняли заборону на використання антибіотиків-стимуляторів росту на відгодівельних фермах, а ще раніше виробники зіткнулися з податком на використання антимікробних препаратів-стимуляторів росту, і після цього їх використання припинилося. У зв'язку з цим, молодняк свиней став рости повільніше. Виробники вносили зміни в організацію виробництва: проводили більш пізнє відлучення поросят і вводили різноманітні кормові добавки в раціон годівлі, щоб домогтися "до забороненого" рівня продуктивності, і це в них виходило зі змінним успіхом. Щомісяця проводилися ветеринарні перевірки, і лікарі фіксували кількість

використовуваних антибіотиків [3]. Ветеринарна служба Данії несе відповідальність також і за те, щоб виробники стежили за дотриманням комфортних умов життя для свиней і виконанням законодавств.

Відмінною особливістю данського виробництва свинини є високий рівень кваліфікації фермерів. Тут дуже серйозні вимоги до виробників свинини. Вони зобов'язані закінчити так звану "сільськогосподарську школу", що дає високий рівень знань, потім регулярно відвідувати навчальні тренінги, підвищувати кваліфікаційний рівень і бути членом галузевого об'єднання.

Технологічні процеси у свинарстві дедалі більше автоматизуються, і традиційна для Європи модель сімейних ферм дедалі частіше замінюється бізнес-підходом. Тобто власник ферми вже не є головним виконавцем, а наймає людей [4].

У Данії існує "Національний Комітет зі Свинарства", до складу якого входять виробники та кооперативи, де проводять дослідження з різних аспектів виробництва та обробки свинини.

Для цього вони ранжують (розподіляють) ресурси за ступенем важливості:

- селекційна робота,
- повноцінність годівлі,
- репродуктивна здатність,
- умови утримання,
- організація виробництва,
- турбота про здоров'я свиней і ветеринарна безпека,
- інформаційні та консультаційні послуги.

Перед запуском нового проєкту або розробки його ефективність і цінність детально обговорюється.

Метою проєкту може бути, наприклад, селекція свиней для зниження рівня смертності поросят на п'ятому дні життя. Як правило, виробники працюють спільно для досягнення високих показників у свинарстві [12].

На сьогоднішній день данське племінне свинарство вважається найкращим у світі. Селекціонери Данії домоглися високих результатів щодо підвищення багатоплідності, плодючості, молочності, вирівняності послідів свиноматок. Завдяки цілеспрямованій тривалій племінній роботі було отримано породи та лінії свиней із досить високою конверсією корму. Від таких тварин можна отримати продукцію високої якості. Технологія отримання та вирощування поросят тут підпорядкована вимогам мінімізації витрат ручної праці.

Племінна робота з поголів'ям свиней, механізація та автоматизація всіх технологічних процесів на фермі дає змогу свинарям отримувати та дорощувати поросят практично без участі людини [5]. Окрім високого генетичного потенціалу продуктивності свиней, серед найсильніших сторін датського свинарства можна відзначити інноваційний та науково обґрунтований підхід до годівлі. Особливу увагу данці приділяють використанню високого генетичного потенціалу росту та розвитку молодняка свиней. З одного боку, корм має бути смачним, швидко перетравлюватися, з іншого - бути збалансованим за амінокислотами та енергією. Що швидше поросля засвоїть корм, то швидше знову відчує голод і, відповідно, більше з'їсть, що відбивається на середньодобових приростах.

Також як і в інших країнах Європейського Союзу, Парламент Данії ухвалив низку заходів, спрямованих на підтримання благополуччя і комфортного життя свиней, а також якості виробленої свинини, 5% ферм щорічно перевіряє держава щодо дотримання законодавства. Власний статут є також у кооперативних боєнь свиней, що прописує стандарти якості м'яса для постачання його на світовий і вітчизняний ринки.

Забезпечення благополуччя свиней у Данії ґрунтується на взаємопов'язаних вимогах законодавства Європейського Союзу, Данії, ініціативах виробників, організації "Датської Гарантії Якості" та вимогах споживачів. Рух прихильників гуманного поводження з

сільськогосподарськими тваринами щодо створення для них сприятливих для життя та задоволення їхніх фізіологічних потреб умов у Данії має свою тривалу історію. Адже успіх виробника свинарської продукції залежить не лише від сприятливих умов утримання та продуктивності стада, а й від доброго поводження з тваринами. Відчуваючи стрес або погане поводження, свиня починає споживати більше корму, стає більш сприйнятливою до захворювань, і її плодючість знижується. За словами данських свинарів: "Такий випадок можна назвати добровільним розоренням фермера, який нехтує добрим поводженням зі свинями" [4].

Оскільки Данія – маленька країна, висока концентрація свинарських ферм на одиницю площі може призводити до неприємного запаху, який неминуче має їх супроводжувати. Існують правила, що регламентують віддаленість свинарських ферм від найближчих житлових будівель або населених пунктів. Інша можливість зменшити неприємний запах - це спеціальні вентиляційні установки, що проганяють повітря через систему вологих біофільтрів. На сьогоднішній день ці пристрої найбільш ефективно сприяють очищенню забрудненого повітря. Були спроби експериментувати з різними хімічними реагентами, але поки що безуспішно.

Таким чином, виробництво продукції свинарства в Данії завжди було стійким і гнучким, незважаючи на всі проблеми, з якими стикалася свинарська галузь. Ймовірно, тенденція зростання виробництва поросят продовжиться; невідомо, чи збільшиться вітчизняна переробка продукції свинарства, чи від цієї ситуації виграють німецькі та польські бойні. У будь-якому разі, Данія залишиться одним із найвпливовіших виробників племінних свиней і свинини в Європейському Союзі [3].

Серед актуальних європейських напрямів оптимального вирощування свиней та економічного стимулювання виробництва м'ясних продуктів, можна виділити такі:

- технології вирощування свиней у промисловому секторі стають дедалі ефективнішими та інтенсивнішими. У країнах Євросоюзу забійна маса свиней має бути не менше 120 кг;

- європейські свинарі багатьох країн (зокрема Німеччини) зобов'язані забезпечувати якісні характеристики м'яса (рН, вміст м'язової та жирової тканини тощо);

- витрати на виробництво свинини відкриті - фермери надсилають усі дані до галузевих спілок, де проводять аналіз економіки галузі та виробляють необхідні коригувальні заходи в разі негативних тенденцій;

- суспільство вимагає від свинарів поліпшення умов утримання свиней (серед обов'язкових вимог підвищений комфорт у загонах, наявність солярію та зон нагріву, надання тваринам розваг та іграшок, теплий душ, достатня для рухомого способу життя площа тощо) (мал. 1.2, 1.3) (рис. 1.2, 1.3).

Аудит свинарських підприємств проводиться багатьма громадськими та державними організаціями, причому без чіткого графіка та попередніх повідомлень [8].



Рис. 1.2 Просторі станки для утримання свиней





Рис. 1.3. Іграшки для ненудного проведення часу свиней – обов'язкові атрибути сучасних свинарських ферм низки розвинених країн Європи.

На шляху до перспективного розвитку свинарства на підставі аналізу європейських і світових тенденцій можна виділити 4 чинники:

1. Високий рівень конкурентоспроможності первинного етапу виробництва свинини (компетентність персоналу і достатня чисельність вітчизняних та імпорتنних поросят для відгодівлі).

2. Застосування сучасних технологій і санітарних стандартів під час забою тварин.

3. Ветеринарні угоди з країнами-імпортерами свинини.

4. Впровадження та постійне вдосконалення системи забезпечення високої якості продукції від первинного виробництва до її продажу.

Дуже важливо, щоб свинарська ферма (фермерське господарство) мала якісний менеджмент (план роботи, методи виконання плану, контроль на всіх етапах виробництва), необхідно приділяти увагу оптимізації ферми (формулювати цілі роботи ферми, план роботи, проводити оцінку виконання). Технологію виробництва та управління свинарським підприємством (фермою) бажано орієнтувати на тварину (акцентувати увагу на потребах окремої тварини), домагатися показників менших ушкоджень шкіри та копитців, вищої продуктивності у свиноматок [1; 4].

Загалом, на думку багатьох аналітиків, у майбутньому десятилітті основні європейські країни-виробники свинини збережуть своє лідерство.

Галузь свинарства в більшості регіонів світу перейшла на важливий рубіж у розвитку, коли підвищення продуктивності і відповідно, зниження собівартості на 35-40% забезпечується за рахунок досягнень у галузі селекції, генетики та відтворення свиней.

## РОЗДІЛ 2

### СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СВИНАРСТВІ

Результати наукових досліджень, а також узагальнення досвіду діючих свинарських комплексів дають змогу сформулювати основні принципи інноваційного ведення свинарства:

- поглиблення спеціалізації за стадіями технологічного процесу, концентрація виробництва і впровадження поточно- цехової організації виробництва;

- перехід до нових об'ємно-планувальних рішень виробничих будівель, що забезпечують якнайкоротші та непересічні шляхи переміщення тварин, кормів, готової продукції та відходів виробництва, а також надійну ізоляцію різних технологічних груп.

- організація ритмічного відтворення і комплектування стада великими однорідними технологічними групами і перехід на цій основі до безперервно- потокового виробництва;

- диференційований догляд, утримання та повноцінна годівля тварин відповідно до їхнього фізіологічного стану на основі однорідних і стабільних технологічних груп; Впровадження у свинарство сучасної системи машин супроводжувалося докорінним удосконаленням усього виробничого процесу, і насамперед, переходом на цілорічне ритмічне виробництво на відміну від сезонного з туровими опоросами свиней. На кожному етапі розвитку свинарства пріоритету набувають різні фактори. На сучасному етапі в підвищенні ефективності свинарства провідна роль належить технологічним факторам, і насамперед, технології годівлі. Проте в міру підвищення продуктивності тварин дедалі більшого значення набуватиме технологія годівлі. З технологічних чинників на нинішньому етапі слід виділити два основні: рівень використання свиноматок і конверсія корму.

Важливе місце в підвищенні ефективності свинарства відводиться організації технологічного процесу при виробництві свинини. Основними ознаками, що характеризують сучасні інноваційні технології, вважаються:

- поточність виробництва з дотриманням принципу "все порожньо - все зайнято";
- тривалість підсисного періоду від 21 до 42 днів;
- біотехнологічні методи управління відтворенням свиней;
- утримання тварин у приміщеннях із регульованим мікрокліматом, повністю механізованими виробничими процесами та автоматизованою системою управління виробництвом;
- висока ефективність використання маток (два опороси на рік і більше), інтенсивне вирощування та відгодівля поголів'я (середньодобовий приріст свиней від народження до реалізації 500 г і більше);
- роздільно-цехова організація виробництва.

Потокова система виробництва з поділом усіх виробничих приміщень за спеціалізованими технологічними дільницями є найефективнішою для одержання великої кількості свинини вищої якості. Виділяють такі технологічні дільниці для утримання свиней різних статевовікових груп: вирощування та підготовки ремонтних свинок; осіменіння та ранньої поросності; утримання порослих свиноматок; опоросу та підсисного періоду порослят; дорощування порослят-вилупленців; заключного відгодівлі.

Спочатку свиноматки потрапляють на дільницю запліднення, потім на дільницю супоросності і далі на дільницю опоросу. У боксах для опоросу свиноматки перебувають разом із порослятами протягом 4 тижнів, після закінчення яких їх знову переводять на дільницю осіменіння, і цикл починається спочатку. Порослята переводяться на ділянку до вирощування і далі через 70-80 днів направляються на ділянку заключної відгодівлі. Утримання порослих свиноматок. У відділенні для порослих свиноматок застосовується індивідуально- вигульне утримання, яке передбачає наявність станків для

фіксації з можливістю входу-виходу для прогулянки, так і вільних секцій для групового утримання тварин, а також для їхнього утримання. них у боксах (рис. 2.1).

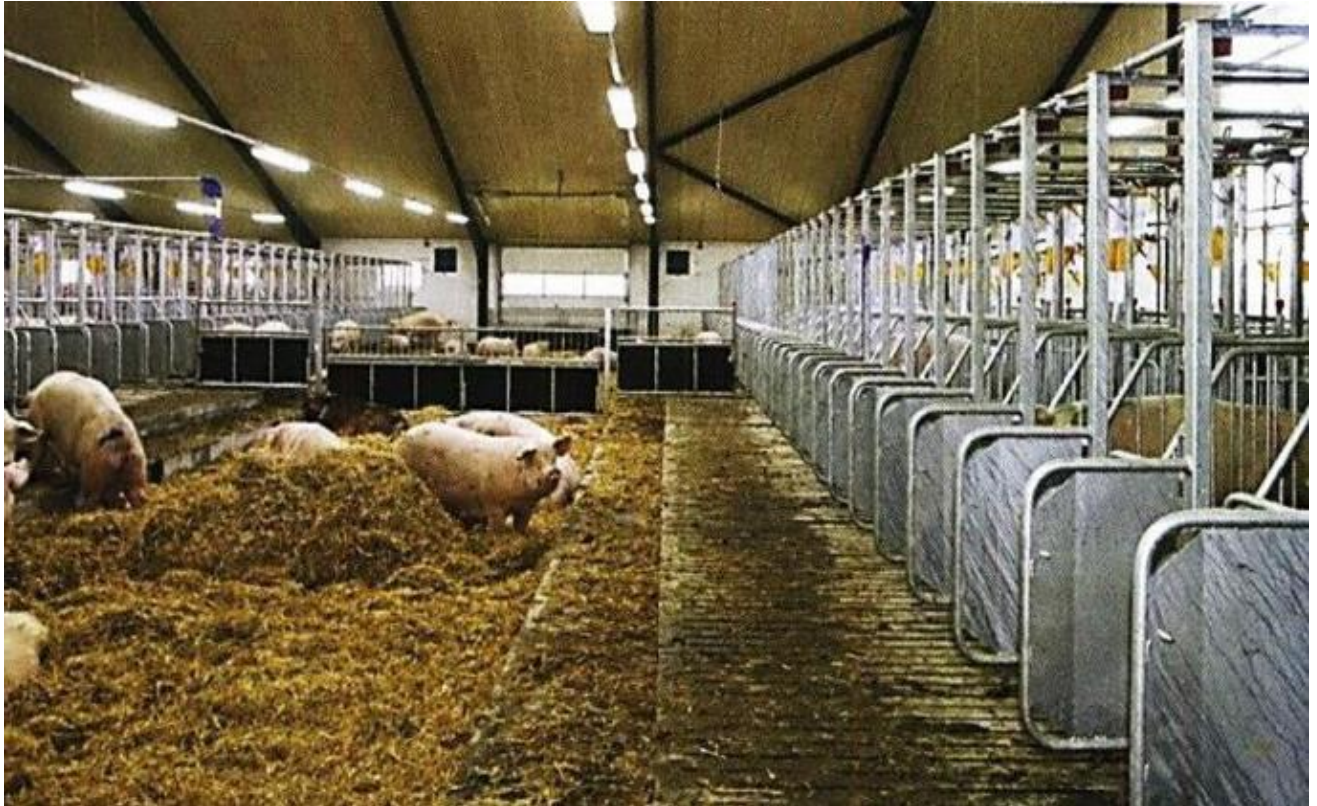


Рис. 2.1. Станки для утримання порослих свиноматок

Мінімальна площа на одну супоросну свиноматку –  $1,3 \text{ м}^2$  ; перевіряєму –  $0,95 \text{ м}^2$ .

Усі свиноматки, особливо супоросні, повинні мати періодичний доступ до секцій із настилом із соломи, що забезпечує їх комфортне утримання і сприяє збільшенню продуктивності. Конструкція верстатів із фіксацією для супоросних свиноматок має повністю відкритий верх, без будь-яких труб або перекриттів, що забезпечує легкий доступ персоналу до свиноматок для контролю та догляду за ними. Оператор може зафіксувати одну свиноматку або групу для профілактичних заходів, а потім забезпечити їм вільний вхід і вихід на прогулянку. Зайшовши до станка, свиноматка зачиняє за собою двері, і інша свиноматка вже не може її потривожити або з'їсти її норму корму [2].



Існує два типи автоматизованого обладнання для годівлі поросних свиноматок. Перший - у станках із фіксацією. Для всієї групи свиноматок встановлюється однакова доза корму в кожному станку. Видача корму здійснюється автотранспортом автоматично за програмою нормування.

Другий - це система електронного годування. При заході в станок відбувається зчитування електронного номера на вусі системою контролю. Свиноматка отримує порцію корму, з'їдає його і залишає станок.

Утримання свиноматок із поросятами. Комплектація сектора: ярмо опоросного верстата оцинковане; дійкова поїлка; чашкова поїлка для поросят; годівниця для поросят, що прикріплюється до решітки; дозатор подачі корму 6 л + труба 2 м; перегородка пластикова; опромінювач; обігрівальна плита + блок управління; випромінювач. Сектор виконано з порожнистого пластику, усередині сектора встановлено станок для свиноматки і будиночок для поросят (рис. 2.2). Свиноматку переводять у сектор за один тиждень до опоросу і тримають там чотири тижні після опоросу (період лактації) з поросятами.

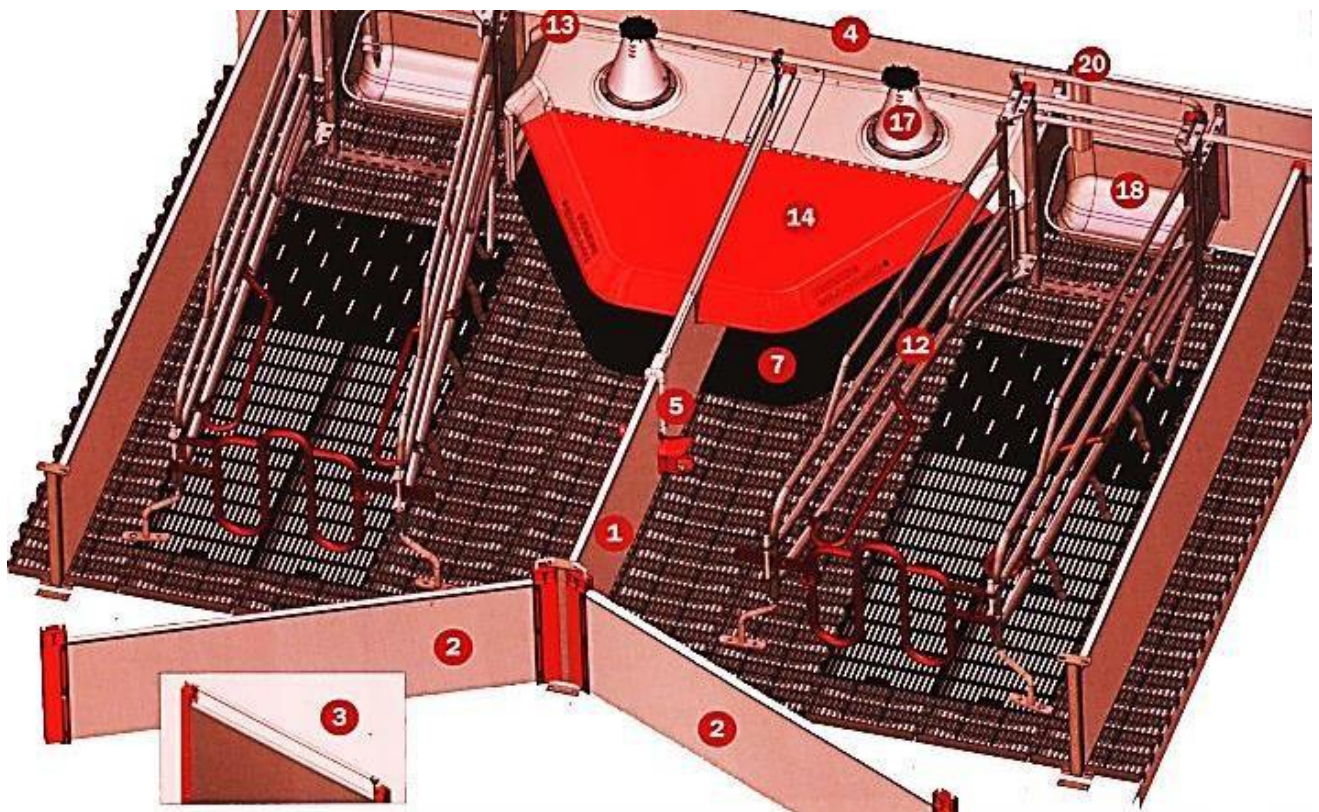


Рис. 2.2. Традиційний верстат для опоросу

Створено сприятливі умови для утримання поросят: встановлюють будиночок із регульованим мікрокліматом (для обігріву - плита та інфрачервона лампа), окремою чашковою поїлкою з неіржавкої сталі й годівницею для привчання поросят до сухих кормів; годівлю й напування - індивідуальні; підлогу комбіновану - пластикові та чавунні решітки [1]. Верстат запобігає тиску поросят свиноматкою на 95%.

Утримання поросят на дорощуванні. Дорощування – від 7 до 35 кг. Утримання групове (25-30 голів). Сектор виконаний із пустотілого пластику (3 панелі заввишки), кріпиться в металеві стійки, оцинковані або з неіржавкої сталі.

На відміну від традиційних верстатів для утримання поросят-відлупленців із місткістю 25-30 голів (рис. 2.3), у ННЦ «ІМЕСГ» створено верстати для дрібногрупового гніздового утримання поросят, що значною мірою знижують стрес у поросят після відлучення від свиноматки.



Рис. 2.3. Традиційні станки для утримання поросят-відлупленців

Станок для утримання поросят- від'ємників місткістю до 12 голів і площею 6,9 м<sup>2</sup> повинен мати самогодівницю, брудер для відпочинку та соскові поїлки.

Самогодівниця повинна обслуговувати тварин двох суміжних верстатів і розміщуватися в їхній поперечній розділовій стінці. Вона повинна мати видатковий бункер 1 з дводенним запасом корму, кругле корито 2 з

роздільником на 4 кормомісця в кожному верстаті і за своєю конструкцією відповідати вимогам ВНТП 2- 96.

Поруч із самогодівницею над гнойовим каналом і на контактній решітці мають розміщуватися дві дійкові поїлки 3, встановлені одна на висоті 250, а інша – 400 мм від підлоги. Для зручності обслуговування тварин вхідну хвіртку 4 доцільно розміщувати в передній стінці верстата і біля самогодівниці. У верстаті біля самогодівниці має бути передбачено вільний простір для розміщення в ньому не менше чотирьох поросят. Брудер 9 доцільно розміщувати в лівій частині станка з його примиканням до задньої стінки. Він має вмщати до 12 поросят віком до двох місяців, а площа підлоги в брудері має становити не менше 1,2 м<sup>2</sup>.

Загальний вигляд експериментального зразка дрібногрупового станка для гніздового утримання поросят після відлучення представлено на рис. 2.4.

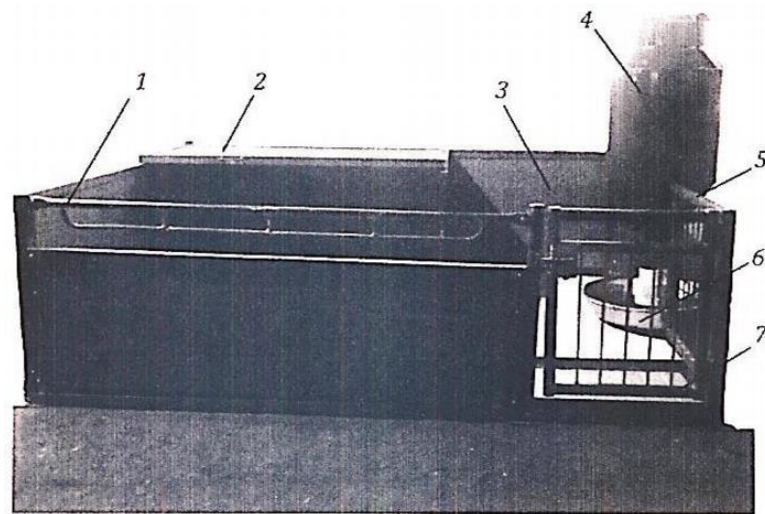


Рис. 2.4. Дрібногруповий станок для гніздового вирощування поросят-відлучників: 1 – передня стінка станка; 2 – кришка брудера для відпочинку поросят; 3 – зона годівлі; 4 – витратний брудер для комбікорму; 5 – контактна решітка; 6 – кругле корито самогодівниці; 7 – хвіртка.

Утримання свиней на відгодівлі. Відгодівля – від 35 до 110 кг. Результати відгодівлі багато в чому залежать від кількості тварин у групі, що впливає на стан їхньої нервової системи, взаємини і поведінкові реакції. Під час визначення виробничих груп слід виходити з того, що найбільш підходящі



умови, які забезпечують нормальну життєдіяльність організму, створюються за індивідуального розміщення, що вже давно точно встановлено багатьма дослідженнями (рис. 1.5). Однак свинарі завжди будуть змушені зважати на економіку відгодівлі, що погіршується залежно як від збільшення капіталовкладень на облаштування місць, так і від зниження рівня продуктивності тварин у міру збільшення виробничих груп.

Взаємовідносини тварин у групах у рівних зоогігієнічних умовах, включно з площею станка, фронтом годівлі та напування, проявляються у зміні стану нервового збудження, стереотипу поведінки тварин, у рівні споживання корму, а відтак, і в показниках підвищення продуктивності.



Рис. 2.5. Станки для утримання свиней на відгодівлі

Індивідуальна годівля скорочує коливання в показниках росту генетично подібних свиней, що значною мірою можна пояснити істотними відхиленнями у споживанні корму у тварин, які сягають  $\pm 10\%$  від норми. Зі збільшенням чисельності тварин у групі ці відхилення збільшуються, а зі зменшенням - скорочуються.

Інноваційні системи годівлі свиней. На сучасному етапі пріоритетним напрямом у механізації процесу годівлі свиней є стаціонарні системи транспортування та роздачі кормів на базі різних технологічних рішень. Загалом стаціонарні системи транспортування та роздачі кормів у свинарстві можна умовно поділити на два блоки: системи годівлі сухими кормами та системи годівлі рідкими кормами.

Серед фахівців немає єдиної думки щодо того, який тип годівлі кращий - сухий чи рідкий. Але в будь-якому разі обладнання для сухого типу годівлі легше в експлуатації та обслуговуванні, а також значно дешевше, ніж обладнання для рідкої годівлі. Тим паче, що більшість сучасних годівниць оснащено ніпелями для напування, і свиня легко може попити, змочити корм, зробивши його вологим. Сухий тип годівлі вирізняють нижчі інвестиційні витрати та високий санітарно-гігієнічний стан свинарника. У Канаді та Європі сухій годівлі віддають перевагу 80% свинарських ферм. Однак рідкі корми дають змогу досягти більш високих приростів, оскільки вони відповідають фізіології тварин. За рідкого типу годівлі легше вводити додаткові компоненти в згодовувану суміш. Якщо до базової комплектації обладнання для сухого типу годівлі входить бункер для зберігання корму, транспортери та годівниці, то за рідкого типу годівлі знадобиться кормоприготувальна станція, насоси для перекачування рідкої маси, громіздка система трубопроводів і все ті ж годівниці.

Наслідком цього є збільшення експлуатаційних витрат (обслуговування обладнання, його промивка, охолодження корму). Використання рідкого типу годівлі в кліматичних умовах Росії може бути ускладнене. Наприклад, викликана таким типом годування підвищена вологість у приміщенні, особливо в холодний період, сприяє виникненню легеневих та інших захворювань у тварин. Проте, практика показує, що переважного поширення не має жодна система.

Застосування систем сухої годівлі забезпечує отримання приростів трохи менших порівняно з системами рідкої годівлі. Однак вони забезпечують хороше збереження порослят за рахунок згодовування корму невеликими порціями, а встановлення ніпелів, вмонтованих у годівницю, дає змогу організувати годівлю порослят кашоподібним кормом, що, на думку фахівців, є найприйнятнішим. Водночас обладнання обох типів годівлі має задовольняти такі вимоги:

- забезпечення годівлі поросят дрібними порціями з постійним збільшенням розміру порції в перші два тижні для наступного переходу до годівлі досхочу;

- забезпечення постійного необмеженого доступу до води;

- три- і більше кратна роздача порцій корму;

- механізація та автоматизація процесу роздачі корму;

- простота конструкції, що забезпечує для поросят легкість отримання корму, а для персоналу - легкість обслуговування;

- синхронізація годівлі (забезпечення кормом групи поросят одночасно як при використанні поздовжніх, так і при використанні круглих годівниць);

- висока функціональна надійність і довговічність обладнання.

Головна ж вимога до системи роздачі кормів на свинарських фермах - це гігієнічність, доступність кормів для тварин, безперешкодне надходження, енергономічність, економічність і зручність обслуговування.

Інноваційні системи роздачі сухих кормів. Найсучаснішими, гігієнічними, простими в експлуатації, а тому менш трудомісткими є системи сухої годівлі. Їх виробництвом у Західній Європі зайняті фірми "Egebjerg", "Funk", "Durafarm" (Данія), "Big Dutchman", "Stalltechnik Langenhorst", "Schwienhorst" (Німеччина), "Roxell" (Бельгія) та ін.

Використання наявних тросово-шайбових транспортерів із годівницями нового типу недоцільне і не приносить значної економії коштів, тому що вартість сучасного шнекового (спірального) транспортера становить лише 10-15% вартості комплекту обладнання для роздачі кормів. Шнекові (спіральні) і ланцюгово-шайбові транспортери закритого типу (у пластмасовій або металевій трубі) надійніші, легші в обслуговуванні, ніж тросово-шайбові.

Завдяки тому, що транспортер розташовується в замкнутому контурі, корм захищається від дотику із зовнішнім середовищем і не доступний для несанкціонованого вилучення. Такі кормопроводи досить гнучкі та еластичні.

Вони можуть згинатися до  $90^\circ$ , що дає змогу розміщувати їх у будівлі будь-якої конфігурації. Порівняно з шайбовими, шнекові (спіральні) транспортери надійніші в разі, якщо в комбікорм потрапляють сторонні предмети (каміння, болти тощо).

Шайбовий транспортер за цих обставин може легко заклинити, що призведе до поломки ланки, розриву троса або навіть виведення з ладу електродвигуна. Така схема транспортування сухих комбікормів представлена на рис. 2.6.

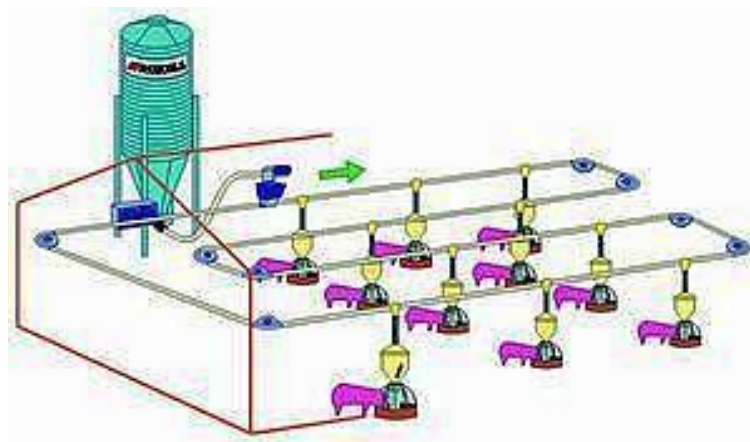


Рис. 2.6. Типова схема транспортування сухих комбікормів.

З огляду на те, що на сучасному етапі пріоритетним напрямом у механізації процесу годівлі свиней є стаціонарні системи роздачі сухих кормів, у ФДБНУ ВВДІМЖ активно ведуться роботи з розроблення комплектів устаткування автоматизованої лінії транспортування та роздавання кормів на базі нових технологічних рішень.

Реалізація цих розробок дасть змогу створити вітчизняну техніку для механізації годівлі свиней, яка не поступатиметься закордонним аналогам.

До основних переваг автоматизованої системи роздавання сухого корму слід віднести економічність і ресурсозбереження, простоту експлуатації, значну кількість

З огляду на те, що на сучасному етапі пріоритетним напрямом у механізації процесу годівлі свиней є стаціонарні системи роздачі сухих кормів, у Поліському національному університеті активно ведуться роботи з

розроблення комплектів устаткування автоматизованої лінії транспортування та роздавання кормів на базі нових технологічних рішень.

Реалізація цих розробок дасть змогу створити вітчизняну техніку для механізації годівлі свиней, яка не поступатиметься закордонним аналогам.

До основних переваг автоматизованої системи роздавання сухого корму слід віднести економічність і ресурсозбереження, простоту експлуатації, значну кількість скорочення частки ручної праці, можливість роботи в автоматичному режимі від вбудованого програматора.

Водночас усі наявні системи роздачі сухих кормів мають усередині кормопроводу робочий орган - трос із шайбою, ланцюг із шайбою або спіраль. Для того, щоб вилучити робочий орган усередині кормопроводу, ми скористалися методом вібраційного транспортування.

Вібраційне транспортування сипучих матеріалів почало розвиватися в нашій країні в 60-ті роки минулого століття. Вібраційне транспортування ґрунтується на передачі періодичних імпульсів від вібраційного робочого органу переміщуваному матеріалу.

Рух матеріалу під час вібраційного транспортування здійснюється шляхом мікробросків від коливань із заданими частотою, амплітудою та кутом нахилу транспортувального органу. Усередині транспортувального органу вібраційних конвеєрів, виконаного у вигляді труб або жолобів, відсутні будь-які рухомі конструкції. Вібраційні конвеєри вигідно відрізняються від скребкових і гвинтових (шнеків) значно меншими метало- та енергоємністю, надійністю в роботі, низькими експлуатаційними витратами.

Розроблений вібраційний кормороздавач для свиней призначений для годівлі поросят-вилупленців за їхнього дрібногрупового утримання. Технологічну схему кормороздавача наведено на рис. 2.7.

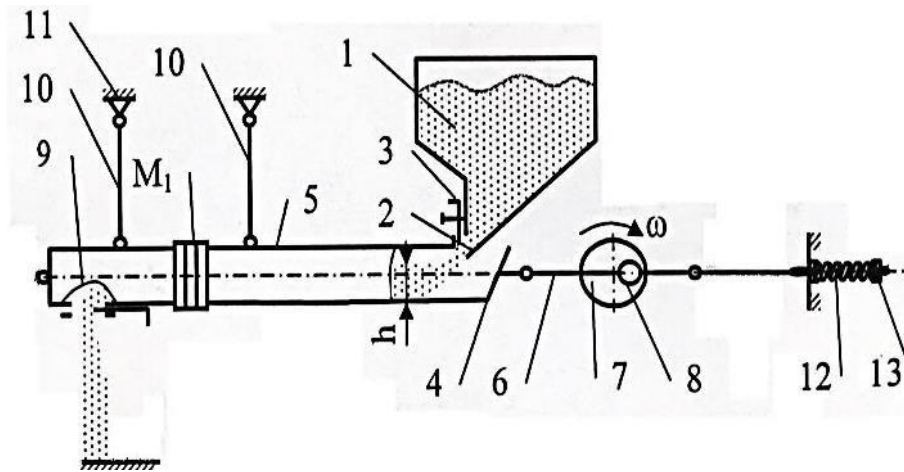


Рис. 2.7 Технологічна схема вібраційного кормороздавача для свиней: 1 – бункер; 2 – вивантажувальне вікно; 3 – заслінка; 4 – приймальний пристрій; 5 – жолоб; 6 – шатун; 7 – електропривод; 8 – ексцентрик; 9 – вивантажувальний отвір; 10 - гнучкі підвіски; 11 – рама; 12 – пружина; 13 – тарілки.

Вібраційний кормороздавач працює таким чином. Корм засипають у бункер 1, який у нижній частині має вивантажувальне вікно 2, що перекривається по висоті заслінкою 3. Поперечний розмір вивантажувального пристрою бункера 1 менший за габарити приймального пристрою 4 жолоба 5. Через вивантажувальне вікно 2 корм надходить у приймальний пристрій 4 і далі переміщується по жолобу 5 під впливом вібрації, що передається жолобу 5 шатунами 6 від електроприводу 7 з ексцентриком 8.

Переміщаючись по жолобу 5, що має деякий кут нахилу до горизонту в напрямку переміщення, корм надходить до вивантажувальних отворів 9, через які надходить у годівниці.

Автоматизована система роздачі сухих кормів технологічно і конструктивно вписана у верстатне обладнання для гніздового безстресового утримання поросят-виводок. Нині годування з довгих годівниць практично не застосовується.

Найбільш пропонованими на ринку свинарського обладнання є годівниці з дозаторами і вбудованими ніпелями. Їхні конструкції практично ідентичні: рама з круглою або прямокутною основою (кормовий лоток), на яку висипають

корм, і закріплена на ній ємність для корму у вигляді труби або перевернутого конуса з розташованим внизу дозатором.

Оптимально, щоб одна годівниця на відгодівлі та дорощуванні обслуговувала не менше 60 голів. Це знижує витрати на встановлення всієї системи годівлі.

На відміну від годівниць традиційної прямокутної форми з одним або двома кормовими місцями, круглі дають змогу годувати до 70 голів. До того ж втрати корму знижуються до 0,5-1,0%, а гранульованого корму - практично до нуля. Огородження кормової тарілки не дає змоги тваринам наступити на неї. Розташування ніпельної поїлки під кутом 45° і на технологічній висоті над тарілкою 45 і 65 см дає змогу уникнути погіршення ветеринарної обстановки у свинарнику, а наявність у тарілці дренажних отворів дає змогу тримати її сухою.

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

#### 3.1 Опис серійного змішувача кормів СКО-Ф-6

Періодичний змішувач СКО-Ф-6 розроблений для приготування кормових сумішей з вологістю від 60 до 80%, використовуючи подрібнені зелені та соковиті корми (таких як коренеплоди, силос, баштанні культури тощо), а також комбікорми та концентрати (подрібнене фуражне зерно) [4].

Змішувач складається з основних вузлів і механізмів, зображених на рис. 3.1: корпус з мішалкою, рама, система паророзподілу, шафа управління та вивантажувальний шнек [5, 7, 12].

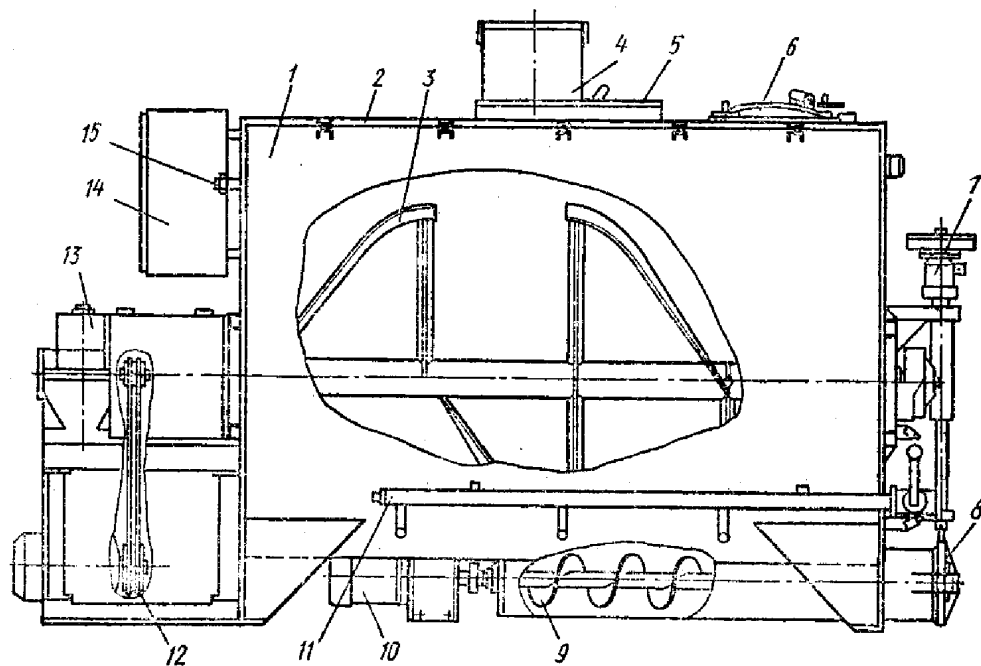


Рис. 3.1 Загальний вигляд змішувача СКО-Ф-6: 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – мішалка; 4 – завантажувальна горловина; 5 – шиберна заслінка; 6 – оглядовий люк; 7 – привід вивантажувального шибера; 8 – вивантажувальний шибер; 9 – вивантажувальний шнек; 10 – привід вивантажувального шнека; 11 – паророзподільник; 12 – електродвигун; 13 – редуктор; 14 – пульт управління; 15 – зрошувач [4].



Для початку роботи змішувача, живлення подається на пульт управління 14. Далі вмикаються електродвигуни 12 змішувача та завантажувального конвеєра, після чого завантажуються компоненти кормової суміші при працюючій мішалці 3. Коли рівень завантаження досягає встановленого значення, оператор вимикає двигун конвеєра [4].

При приготуванні запарених кормових сумішей пара подається через паророзподільник 11. Під час подачі пари завантажувальна горловина 4 і оглядовий люк повинні бути щільно закриті. Процес запарювання відбувається при температурі 90...95°C. Зволоження корму здійснюється через зрошувач 15 [1, 3, 4].

Після завершення процесів запарювання та змішування готова кормова суміш вивантажується. Для цього включають вивантажувальний конвеєр, відкривають вивантажний шибер 8, автоматично вмикається привід 10 вивантажувального шнека. Після повного вивантаження корму електродвигун приводу шибера 8 закриває вивантажувальну горловину, і вивантажувальний конвеєр зупиняється.

Метою конструктивної розробки цього дипломного проекту є модернізація конструкції мішалки змішувача, зокрема встановлення нових спіральних елементів. Завдяки новій конструкції мішалки, сипучі корми у бункері змішувача повинні перемішуватися до однорідності 90...93 %. Це водночас збільшує навантаження на елементи мішалки (лопаті та вал) і витрати потужності на її привід. Проте, це виправдано, оскільки продуктивність змішувача-запарника за проектом зросте до 10 т/год [4].

### **3.2 Перевірочний розрахунок приводу мішалки**

З формули до визначення продуктивності виразимо кутову швидкість мішалки.

$$Q = 0,57 \cdot \omega \cdot D^3 \cdot \psi_i \cdot \rho_{\bar{m}} \cdot k_f, \quad (3.1)$$

Відповідно:

$$\omega = \frac{Q}{0,57 \cdot D^3 \cdot \psi_i \cdot \rho_{\bar{m}} \cdot k_f}, \quad (3.2)$$

де,  $D$  – діаметр мішалки, м;

$\psi_i$  – коефіцієнт заповнення робочого органу;

$\rho_{\bar{m}}$  – щільність корму, т/м<sup>3</sup>;

$k_f$  – коефіцієнт продуктивності, який залежить від параметрів

мішалки та кута тертя  $\varphi$ .

$$\omega = \frac{10}{0,57 \cdot 1,4^3 \cdot 0,8 \cdot 0,52 \cdot 0,8} = 19,2 \text{ мин}^{-1}$$

Потужність, необхідна для приводу мішалки змішувача визначається за формулою:

$$N = P_{\delta\delta\bar{a}} \cdot V_{\delta\delta\bar{a}} + P_{i\bar{n}} \cdot V_{i\bar{n}}, \quad (3.3)$$

де,  $V_{\delta\delta\bar{a}}$  – кутова швидкість точки прикладення (рівнодіюча опору), м/с;

$P_{\delta\delta\bar{a}}$  – радіальна складова сили опору, Н;

$V_{i\bar{n}}$  – осьова швидкість руху точки прикладення рівнодійної сил опору, м/с;

$P_{i\bar{n}}$  – осьова складова сили опору, Н.

Наведемо схему сил (рис. 3.2).

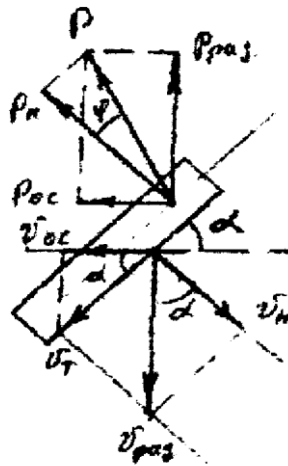


Рис. 3.2 Схема до визначення потужності на привід мішалки через сили  
Оскільки радіальна швидкість приблизно рівна коловій, то потужність на привід складатиме:

$$N = 4624 \cdot 0,83 + 1976 \cdot 0,41 = 76485 \text{ Вт} = 9,6 \text{ кВт}.$$

Визначимо діаметр вала, якщо відомі потужність та частота обертання. З конструктивних міркувань вал мішалки виготовляємо з труби діаметра 120 мм з товщиною стінки 12 мм за ГОСТ 8732-78. Перевіримо виконання умови міцності на кручення, використовуючи 4-ту теорію міцності.

$$\tau = \frac{T_{\max}}{W_p} \leq [\tau] \quad (3.4)$$

де,  $T_{\max}$  – максимальний крутний момент, Нм;

$W_p$  – полярний момент опору, м<sup>3</sup>.

Визначимо крутний момент:

$$m = T = 9550 \cdot \frac{P}{n} \quad (3.5)$$

де,  $P$  – потужність, кВт;

$n$  – частота обертання, об/хв.

$$m = T = 9550 \frac{4,1}{19,2} = 2040 \text{ Нм}$$

Полярний момент опору перерізу:

$$W_p = 0,2 \frac{(D^4 - d^4)}{D^4} \quad (3.6)$$

де,  $D$  – зовнішній діаметр, м;

$d$  – внутрішній діаметр, м.

$$W_p = 0,2 \frac{(0,12^4 - 0,096^4)}{0,12^4} = 0,2 \frac{0,00020736 - 0,000084934656}{0,00020736} = 0,118 \text{ м}^3.$$

Розкладемо швидкість  $V$  на нормальну  $V_n$  і тангенсійну  $V_m$ .

$$V_{oc} = V_m \cdot \cos \alpha = V \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \quad (3.7)$$

$$V_m = V \cdot \sin \alpha_T \quad (3.8)$$

Силу опору  $P$  також розкладемо на складові  $P_{oc}$  і  $P_{рад}$ .

$$P_{\delta\delta\delta} = P \cdot \cos(\alpha - \varphi), \quad (3.9)$$

$$P = P_n / \cos \varphi, \quad (3.10)$$

Тоді:

$$P_{\delta\dot{\alpha}\ddot{\alpha}} = \frac{D_n \cos(\alpha - \varphi)}{\cos \alpha} \quad (3.11)$$

Або ж:

$$P_{\delta\dot{\alpha}\ddot{\alpha}} = D_n \left( \frac{\cos \alpha \cdot \cos \varphi}{\cos \varphi} + \frac{\sin \alpha \cdot \sin \varphi}{\sin \varphi} \right) = D_n (\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha) \quad (3.12)$$

$$P_{i\ddot{n}} = D \cdot \sin(\alpha - \varphi) = \frac{P_n}{\cos \varphi} (\sin \alpha \cdot \cos \varphi - \cos \alpha \cdot \sin \varphi) = P_n \left( \frac{\sin \alpha \cdot \cos \varphi}{\cos \varphi} - \frac{\cos \alpha \cdot \sin \varphi}{\cos \varphi} \right) =$$

$$P_n = (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (3.13)$$

$$P_n = F[h_{\text{ср}} \cdot \gamma \cdot \text{tg}^2(45 + \varphi/2) + 2\beta \text{tg}(45 + \varphi/2)] \cdot g \quad (3.14)$$

де,  $F$  – площа поверхні шнека,  $\text{м}^2$ ;

$h_{\text{ср}}$  – середня глибина заглиблення витків шнека,  $\text{м}$ ;

$\gamma$  – щільність матеріалу,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\varphi$  – кут внутрішнього тертя корму.

$$P_n = 0,18 [1,2 \cdot 1000 \cdot \text{tg}^2(45 + 11) + 2 \cdot 0,02 \cdot \text{tg}(45 + 11)] \cdot 9,81 = 4657,5 \text{ Н}$$

$$P_{\delta\dot{\alpha}\ddot{\alpha}} = \frac{4657,5 \cdot \cos 23^\circ}{\cos 22^\circ} = 4624 \text{ Н},$$

$$P_{i\ddot{n}} = 4657,5 \cdot \sin(45^\circ - 0,4 \cos 45^\circ) \approx 1676 \text{ Н}$$

Величина швидкості  $V_{\text{рад}}$  визначається добутком:

$$V_{\text{рад}} = \omega \cdot R \quad (3.15)$$

де,  $R$  – радіус обертання центра мас шнека в робочому положенні, м.

Величина  $R$  є змінною і залежить від величина  $a$ , тобто  $R = f(a)$ .

$$V_p = (l - a/3) \cdot \omega = (0,58 - 0,5/3) \cdot 2 = 0,83 \text{ і } / \tilde{n},$$

$$V_{i\tilde{n}} = 0,83 \cdot 0,707 \cdot 0,707 = 0,41 \text{ і } / \tilde{n}.$$

Тоді матимемо:

$$\tau = 24940,6 \text{ і } / \text{ і }^2 = 0,025 \text{ і } \text{ і } \dot{\alpha} \leq [\tau] = 80 \text{ і } \text{ і } \dot{\alpha}.$$

Окрім крутного моменту на вал діє розподілене навантаження, викликане масою корму. Проведемо перевірочний розрахунок вала мішалки на згин з крученням. Розподілене навантаження визначимо за формулою:

$$q = \frac{10^{-2} \cdot V \cdot \varphi \cdot \rho}{L} \quad (3.16)$$

де,  $V$  – об'єм змішувача, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – густина кормосуміші, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення змішувача,  $\varphi = 0,7$ ;

$L$  – довжина мішалки, м.

$$q = \frac{10^{-2} \cdot 3 \cdot 0.7 \cdot 1000}{2.0} = 10.5 \text{ Н/м.}$$

Окрім маси корму на вал діє маса самої мішалки. Нехтуючи масою стійок та витків, визначимо масу мішалки:

$$F = \frac{S \cdot L \cdot \rho_{\text{ст}} \cdot g}{1000} \quad (3.17)$$

де,  $S$  – площі поперечного перерізу,  $\text{м}^2$ ;

$\rho_{\text{ст}}$  - щільність сталі,  $\text{кг/м}^3$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ .

$$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 3,14 / 2 (0,012^2 - 0,006^2) = 0,082 \text{ м}^2$$

$$F = \frac{0,082 \cdot 2,0 \cdot 6700 \cdot 9,81}{1000} = 10,8 \text{ кН}$$

Складемо розрахункову схему. Побудуємо епюри крутних та згинаючих моментів (рис. 3.3).

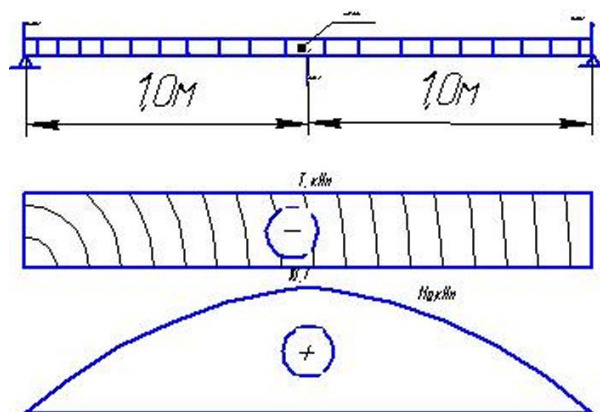


Рис. 3.3 Розрахункова схема навантажень та епюр крутних моментів

Визначимо реакції в опорах.

$$Y_A = \frac{F + qL}{2}, \quad (3.18)$$

$$Y_A = \frac{10.8 + 10.5 \cdot 2}{2} = 15.9 \text{ кН.}$$

$$Y_B = \frac{F + q \cdot 2}{2}, \quad (3.19)$$

$$Y_B = \frac{10.8 + 10.5 \cdot 2}{2} = 15.9 \text{ кН.}$$

Виконаємо перевірку:

$$\sum F_o = 0, \quad (3.20)$$

$$\begin{aligned} Y_A - F - 2 \cdot q + Y_B &= 0 \\ 15.9 - 10.8 - 2 \cdot 10.5 + 15.9 &= 0 \end{aligned}$$

Отже, реакції опор визначено правильно.

Визначимо максимальний крутний момент, який буде діяти в точці С.

$$Y_C = Y_A \cdot l - q \frac{l^2}{2}, \quad (3.21)$$

$$Y_C = 15.9 \cdot 1 - 10.5 \frac{1^2}{2} = 10.7 \text{ кНм.}$$

Умова міцності за 4-ю теорією для нашого перерізу має вигляд:

$$\sigma_{y\hat{e}\hat{a}} = \frac{\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{W_y} \leq [\sigma], \quad (3.22)$$



Визначимо приведений момент перерізу.

$$M_{екв} = \sqrt{M^2 + 0,75T^2}, \quad (3.23)$$

$$M_{екв} = \sqrt{10,7^2 + 0,75 \cdot 2,9^2} = 11 \text{кНм}.$$

Визначимо зовнішній діаметр вала:

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{M_{і\partial\partial\dot{a}} \cdot 32 \cdot 10^5}{[\sigma] \cdot \pi \cdot (1 - c^4)}} \quad (3.24)$$

$$\text{де, } c = \frac{d}{D} = 0,8$$

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{11 \cdot 32 \cdot 10^5}{16000 \cdot 3,14 \cdot (1 - 0,8^4)}} = 10,6 \text{н}.$$

Приведений момент за 3-ю теорією міцності.

$$M_{екв} = \sqrt{M^2 + T^2}, \quad (3.25)$$

Звідки діаметр труби складатиме:

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{11,1 \cdot 32 \cdot 10^5}{16000 \cdot 3,14 \cdot (1 - 0,8^4)}} = 10,6 \text{н}.$$

Приймаємо діаметр 12 см.

### 3.3 Розрахунок півмуфти

Для з'єднання валу двигуна з валом передньої опори застосовуємо муфту поперечно-фланцеву по ГОСТ 20761-75, таку, що складається з двох напівмуфт насаджуваних на кінці валів і скріплених між собою болтами, поставленими з проміжком.

Розрахунок фланцевої муфти полягає в перевірочному розрахунку на міцність її болтів і з'єднання шпони напівмуфт з валами. Деталі напівмуфти сполучені вісьмома болтами  $d = 16$  мм.

Перевірочний розрахунок болтів виконується по формулі:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma_p] \quad (3.26)$$

де,  $[\sigma_p] = 40$  МПа.

Сила  $F$ - поперечна сила, що діє на болт ( $F = 4646$  Н).

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 4646}{3,14 \cdot 14,52^2} = 28,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_p]$$

Ці болти витримують робочий крутний момент.

Для з'єднання пів муфти з цапфою при діаметрі  $d_{ц}=100$  мм. приймаємо шпонку  $b \times h=14 \times 10$  та  $L=100$  мм. шпонка призматична.

Розрахуємо шпонку на зминання:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d_u \cdot L_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma_{см}] \quad (3.27)$$

де,  $T$  – передавальний крутний момент.

$d_{ц}$  - діаметр вала.

$L_p$  – робоча довжина шпонки.

$$L_p = L - v, \quad (3.28)$$

$$L_p = 100 - 10 = 90 \text{ мм.}$$

Розрахуємо шпонку, з'єднуючу пів муфту з валом редуктора. Діаметр вала редуктора складає  $d = 100$  мм. Приймаємо призматичну шпонку:

$$B \times h \times L = 14 \times 10 \times 100 \text{ и } t_1 = 10 \text{ мм.}$$

Аналогічно перевіряємо на зминання шпонка на валу редуктора.

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot 3810 \cdot 10^3}{100 \cdot 78 \cdot (14 - 9)} = 230 \text{ МПа} \leq [\sigma_{cm}]$$

Таким чином, вибрані шпонки задовольняють умови міцності на зминання.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дипломний проект на тему "Проектування лінії приготування і роздавання кормів на свинокомплексі з модернізацією змішувача вологих кормів" став результатом комплексного дослідження і розробки інноваційної технологічної лінії, яка спрямована на підвищення ефективності та якості процесу годування свиней. У ході виконання проекту було досягнуто низку важливих наукових та практичних результатів, що мають суттєве значення для розвитку сучасного свинарства.

По-перше, було проведено детальний аналіз існуючих систем приготування та роздавання кормів, що дозволило виявити їхні основні недоліки та визначити напрями удосконалення. Встановлено, що однією з головних проблем є нерівномірність змішування кормових компонентів, що впливає на якість готового продукту та ефективність його засвоєння тваринами. Також було виявлено значні енерговитрати та складність в експлуатації існуючого обладнання.

На основі отриманих даних було розроблено модернізовану конструкцію змішувача вологих кормів. Нова конструкція передбачає використання інноваційних технічних рішень, що забезпечують більш рівномірне змішування компонентів, зниження витрат енергії та підвищення продуктивності процесу.

Проектування технологічної лінії приготування і роздавання кормів включало розробку повної технологічної схеми, яка забезпечує автоматизацію процесів, оптимізацію використання ресурсів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження автоматизованої системи контролю та управління процесами дозволяє забезпечити стабільність роботи лінії та високу якість готового продукту.

Крім того, впровадження нової технології дозволяє зменшити витрати на енергію та покращити умови праці обслуговуючого персоналу, що також позитивно впливає на загальну ефективність виробництва.

Таким чином, виконаний дипломний проект має значний практичний і науковий внесок у розвиток сучасного свинарства. Розроблена технологічна лінія приготування і роздавання кормів з модернізованим змішувачем вологих кормів дозволяє суттєво підвищити ефективність годування тварин, забезпечити високу якість готової продукції та оптимізувати виробничі процеси. Впровадження цього проекту на свинарських господарствах сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та стійкості аграрного сектору України, забезпечуючи стабільний розвиток та економічне зростання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дудін В. Ю. Обґрунтування технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з удосконаленням змішувача. Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2018. 345 с.
2. Сікун М. В. Вплив технологічних і конструктивних особливостей лінії приготування та роздавання кормів на споживання і втрати води піддослідними поросятами віком від одного до трьох місяців. Харків: Вісник ХНТУСГ, 2016. 298 с.
3. Фастівець О., Пащенко О., Михайлець А. Удосконалення потоково-технологічної лінії приготування кормів на молочній фермі. Полтава: Полтавський державний аграрний університет, 2019. 310 с.
4. Болтянська Н. І., Дереза С. В. Аналіз засобів для роздавання кормових сумішей на фермах з поголів'ям 500-700 свиней. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2020. 265 с.
5. Ясенецький В. Техніка для приготування і роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби. Київ: Техніка і технології в АПК, 2018. 280 с.
6. Хмельовський В. С. Науково-технічне забезпечення інтенсифікації приготування і роздавання кормів рогатій худобі. Дисертація на здобуття ступеня доктора наук. Харків: ХНТУСГ, 2017. 350 с.
7. Корж В. О. Удосконалення технологічної лінії приготування і роздавання кормів на фермі ПрАТ «Зернопродукт МХП». Вінниця: Вінницький національний аграрний університет, 2020. 315 с.
8. Дереза О. О., Дереза С. В. Вибір технології і технічних засобів приготування та роздавання кормів на молочно-товарній фермі ВРХ. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2019. 290 с.
9. Мельник Ю. Вимоги до системи автоматизації процесу приготування і роздачі кормів на свинофермі. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства, 2018. 305 с.

10. Пелих В. Щодо забезпечення надійності засобів для приготування і роздавання кормів. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2019. 275 с.
11. Кравчук І. М. Аналіз технології приготування кормів для сімейних ферм з використанням сучасних технічних засобів. Полтава: Полтавський державний аграрний університет, 2018. 310 с.
12. Жуков А. П. Механізація технологічних процесів приготування кормів на фермах ВРХ. Вінниця: Вінницький національний аграрний університет, 2020. 320 с.
13. Гончаренко Т. О. Удосконалення потокових технологічних ліній приготування та роздавання кормів. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2021. 300 с.
14. Малюта В. В. Вплив технологічних режимів на якість кормових сумішей. Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2019. 285 с.
15. Лисенко П. М. Проектування технологічних процесів приготування кормів. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2018. 320 с.
16. Соколов Є. Розробка роздавача рідких кормів для свиноферми на 1000 голів. Хмельницький: Хмельницький національний університет, 2018. 295 с.
17. Василенко І. О. Технологічні лінії приготування та роздавання кормів на тваринницьких комплексах. Харків: Вісник ХНТУСГ, 2017. 310 с.
18. Олійник М. Г. Механізація технологічних процесів на сімейній фермі при утриманні великої рогатої худоби. Вінниця: Вінницький національний аграрний університет, 2020. 330 с.
19. Лазаренко В. А. Основи проектування тваринницьких підприємств. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2019. 290 с.

20. Ткаченко О. Підвищення ефективності приготування і роздавання кормів на свинофермі. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства, 2021. 310 с.