

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

УДК 631.224.2.018:636.4

Кваліфікаційна робота на правах
рукопису

КАПУСТЮК Олександр Володимирович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ ДЛЯ
СВИНАРНИКА-ВІДГОДІВЕЛЬНИКА З УДОСКОНАЛЕННЯМ
ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ**

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

(підпис)

(ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
к.т.н., доцент О. В. Медведський

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Капустюк О. В. **Розроблення технології прибирання гною для свинарника-відгодівельника з удосконаленням гідравлічної системи накопичення та транспортування.** – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота подається на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 – агроінженерія – Поліський національний університет, Житомир, 2026 р.

У кваліфікаційній роботі вирішується питання розроблення технологічної схеми та обладнання для гідравлічного прибирання гною у тваринницькому приміщенні для відгодівлі свиней. Проведено оцінку технологій та технічних засобів групового утримання тварин на підлозі із щілинами, встановлено переваги та недоліки технологічні та конструкційні.

Розроблений станок для групового утримання свиней на відгодівлі із вмонтованою системою накопичення та транспортування гною. Запропонована технологія дозволяє виконувати відгодівлю свиней у приміщенні із суцільною підлогою без гноєвих каналів, що значно здешевлює будівельні роботи. Експлуатаційна та економічна оцінка встановила доцільність впровадження розробленої технології утримання свиней.

Ключові слова: зонування станка, годівниця, самопливна система

ANNOTATION

Kapustyuk, O. V. **Development of a manure removal technology for a pig fattening barn with improvements to the hydraulic storage and transport system.** – Qualification work in the form of a manuscript. The qualification work is submitted for the first degree of bachelor in specialty 208 – agricultural engineering – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

This thesis addresses the development of a technological scheme and equipment for hydraulic manure removal in a livestock facility for pig fattening. An assessment of technologies and technical means for group housing of animals on slatted floors was conducted, and the technological and design advantages and disadvantages were identified.

A pen for group housing of fattening pigs with a built-in manure collection and transport system was developed. The proposed technology allows for fattening pigs in a facility with a solid floor without manure channels, which significantly reduces construction costs. An operational and economic assessment has confirmed the feasibility of implementing the developed pig housing technology.

Keywords: pen zoning, feeder, gravity-fed system

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ У ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ УТРИМАННЯ СВИНЕЙ	7
1.1. Вимоги до систем та технологій прибирання гною у свинарниках-відгодівельниках	7
1.2. Аналіз найбільш поширених систем прибирання гною у свинарниках-відгодівельниках	8
Висновки до розділу 1	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ГНОЮ	15
2.1. Конструкційно-технологічне проектування гідравлічної системи прибирання гною	15
2.2. Встановлення технологічних та конструкційних параметрів удосконаленої системи прибирання гною	18
Висновки до розділу 2	22
РОЗДІЛ 3. ВСТАНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ	23
3.1. Розрахунок конструкційних елементів гідравлічної системи ...	23
3.2. Визначення економічної ефективності конструкційних рішень	26
Висновки до розділу 3	28
ВИСНОВКИ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31
ДОДАТКИ	34

ВСТУП

Актуальність теми. Системи прибирання гною у тваринницьких приміщеннях для відгодівлі свиней як правило представляють собою щілинну підлогу над гнойовими каналами якими транспортується гній до місця збирання. Такі системи мають назву гідравлічні, і залежно від особливостей реалізації можуть бути декількох типів. Як правило це самопливні системи неперервної та періодичної дії. Особливість використання таких систем полягає в тому, що гній проштовхується через щілини у підлозі до поперечних місткостей для накопичення від яких надходить до поздовжнього каналу, яким транспортується за межі приміщення. До недоліків такої технології прибирання гною належить значна вартість будівництва приміщення з одночасним облаштуванням поперечних та поздовжніх каналів. Окрім цього, від якості облаштування цих каналів залежить ефективність функціонування самопливної системи в цілому. Накривають канали бетонною або пластиковою щілинною підлогою всю площу приміщення. Це виключає поділ станка для утримання тварин на зони годівлі, дефектації та відпочинку. В наслідок цього погіршуються санітарно-гігієнічні умови утримання тварин, що може спричинити захворювання. Окрім цього, неможливо забезпечити належні умови функціонування системи повітрообміну та дотримання заданої зооветеринарними вимогами вологості повітря. Дотримання необхідних вимог до стану середовища у приміщення для тварин стає складним завданням – гній який накопичується у поперечних каналах виділяє шкідливі гази безпосередньо у приміщення упродовж двох тижнів (періодичний принцип дії системи). Облаштовувати системи відведення забрудненого повітря під підлогою вимагає додаткових матеріальних витрат та енергетичних ресурсів, а система вентиляції потребує додаткових потужностей. Тому, не припиняється пошук можливих шляхів удосконалення технологічних схем прибирання гною у свинарниках-відгодівельниках.

Розроблення технологічної системи прибирання гною, яка б відповідала зоотехнічним та зооветеринарним вимогам до утримання тварин та підтримання заданих параметрів середовища при одночасному зниженні вартості облаштування тваринницького приміщення вважається затребуваним завданням.

Мета кваліфікаційної роботи.

Підвищення ефективності системи прибирання гною шляхом удосконалення самопливної системи з розробкою комбінованого групового станка утримання свиней.

Досягнення мети передбачає вирішення наступних завдань:

- оцінити технології утримання свиней на відгодівлі у приміщеннях з гідравлічною системою прибирання гною;
- виокремити переваги та недоліки відомих технологій групового утримання тварин та самопливних систем транспортування гною;
- розробити технологічну схему комбінованого станка групового утримання свиней на відгодівлі;
- визначити конструкційні параметри конструкційних елементів системи накопичення і транспортування гною комбінованого групового станка;
- встановити економічну доцільність впровадження запропонованого групового станка.

Об'єкт дослідження.

Комбінований станок для групового утримання свиней на відгодівлі.

Предмет дослідження.

Конструкційні параметри групового станка та самопливної системи накопичення і транспортування гною.

Методи дослідження.

У кваліфікаційній роботі для вирішення поставлених завдань на проєктування використовували відомі прийоми обрахунку технологічних параметрів обладнання для отримання свиней, класичні методи теорії механізмів та машин, відомі методи опору матеріалів та теоретичної механіки,

основні положення гідравліки. Для виконання обрахунків та креслень використовували доступне програмне забезпечення.

Апробація кваліфікаційної роботи.

Захист та представлення основних положень роботи відбувся на факультетських та внутрішньо-університетських конференціях, що представлено у наступних публікаціях:

1. Капустюк О. В. Вимоги до технологічного процесу прибирання гною на свинофермах. *Студентські читання–2025* : матеріали науково-практичної конференції. 30 жовтня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С. 140–142.

2. Капустюк О. В. Удосконалення системи видалення гною при станковому утриманні тварин. *Наукові читання – 2026* : збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Ч. 2. С. 126–129.

Структура кваліфікаційної роботи.

Кваліфікаційна робота окрім трьох розділів основної частини включає вступ, висновки та список літературних джерел та додатки. Загальний обсяг роботи складає 33 сторінки машинописного тексту державною мовою, текст проілюстрований 7 рисунками та вміщує 1 таблицю.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ У ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ УТРИМАННЯ СВИНЕЙ

1.1. Вимоги до систем та технологій прибирання гною у свинарниках-відгодівельниках

Своєчасне очищення тваринницьких приміщень, видалення та ефективне використання гною є однією з ключових народногосподарських проблем. Її актуальність стрімко зростає через укрупнення ферм, модернізацію їхнього технічного оснащення, а також підвищення санітарно-гігієнічних вимог до утримання поголів'я та якості кінцевої продукції. [1-7]

Комплексний підхід до збирання та утилізації екскрементів базується на трьох китах: [8-10]

- Забезпечення фізіологічного комфорту для тварин.
- Захист екології та навколишнього середовища.
- Пріоритетне використання гною як цінного органічного добрива.

Вирішення цієї проблеми охоплює три послідовні етапи:

1. Очищення приміщень і транспортування гною до сховищ.
2. Складування, надійне знезараження та зберігання.
3. Подальше безпосереднє використання.

Практичний досвід проектування та роботи тваринницьких підприємств доводить, що вибір інженерних і технологічних рішень на кожному етапі безпосередньо залежить від способу утримання худоби, консистенції маси та напрямку її утилізації.

За своєю структурою гній є складним полідисперсним багатофазним середовищем, яке поєднує тверду, рідку та газоподібну форми.

Класифікація гною за вологістю. [11-13]

- **Твердий:** вологість до 81%.
- **Напіврідкий:** вологість у межах 82–88%.

- **Рідкий безпідстилковий:** вологість від 88–93% (на фермах для великої рогатої худоби) до 97% (на свинокомплексах).

Важливо щодо техніки безпеки: Під час анаеробного (без доступу кисню) бродіння гною виділяється газ, що містить 55–65% метану, 35–40% вуглекислоти, 3% азоту, 1% водню, а також до 1% кисню, аміаку та сірководню. Ця суміш є токсичною та небезпечною для людей і тварин, тому в місцях її можливого скупчення обов'язково слід облаштовувати надійну примусову вентиляцію.

Проектування систем видалення, обробки та утилізації гною має спиратися на чинні нормативно-технічні документи, ветеринарно-санітарні та гігієнічні стандарти. Сучасні інженерні рішення повинні гарантувати: [1-7]

- Повне використання гною та його фракцій як добрив або сировини для органо-мінеральних комплексів.
- Дотримання екологічного законодавства та санітарних норм при мінімальних витратах води.
- Максимальний рівень механізації та автоматизації робочих процесів.

Особливу увагу слід приділяти саме первинному етапу – видаленню гною зі станків, оскільки цей вибір суттєво впливає на обсяг капіталовкладень у будівництво очисних споруд та подальші експлуатаційні витрати господарства.

1.2. Аналіз найбільш поширених систем прибирання гною у свинарниках-відгодівельниках

На сучасних свинокомплексах для очищення приміщень найчастіше застосовують гідравлічні методи, зокрема різноманітні варіанти самопливних систем.

Технологічну схему самопливної гідравлічної системи періодичної дії зображено на рисунку рис. 1.1. [14]

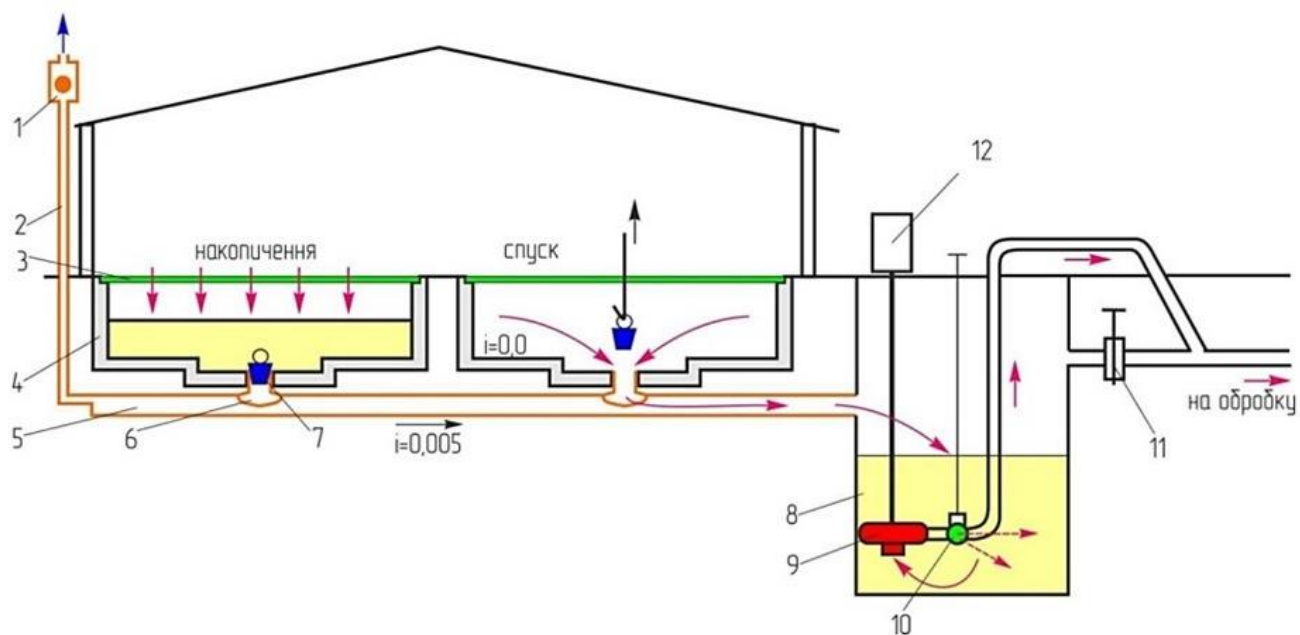


Рис. 1.1. Схема самопливної системи видалення гною: 1 – вентиляційний клапан; 2 – вентиляційна труба ($\varnothing 50$ мм); 3 – щілинна підлога; 4 – гноєзбірний канал; 5 – збірний колектор ($\varnothing 250\text{--}300$ мм); 6 – сідло пробки; 7 – пробка; 8 – проміжний накопичувач; 9 – насос-гомогенізатор; 10 – двоходовий кран; 11 – засувка зворотного трубопроводу; 12 – привод насоса.

Принцип роботи системи.

1. Рідкі та тверді екскременти проходять крізь щілинну підлогу й збираються у гноєнакопичувальних каналах. Витік маси попереджують герметичні пробки, що перекривають зливні отвори.

2. Очищення каналів відбувається орієнтовно кожні два тижні: пробку вручну піднімають за допомогою спеціального гака.
3. Гнойова маса через зливний отвір потрапляє в поздовжній колектор, яким виводиться за межі свинарника до проміжного резервуара.
4. Звідти фекальний насос перекачує гній по трубопроводу до місць зберігання чи подальшої переробки.

Найбільш простим та дешевим рішенням облаштування тваринницьких приміщень є вітчизняний комплект обладнання для свинарників-відгодівельників виробництва ТОВ «VIP Бетон» (Україна) (рис. 1.2). [15]

Основні компоненти та особливості. Бетонні панелі огороження (висота 960 мм), двостороння бункерна годівниця на 250 л із шиберною засувкою, ніпельні напувалки з уловлювачами води, щілинна підлога на несучих балках.



Рис. 1.2. Комплект вітчизняного обладнання (ТОВ «VIP Бетон») для свинарника-відгодівельника

Переваги.

Найбільш доступна ціна на ринку; міцна та надійна конструкція станків; мінімізація травматизму кінцівок тварин.

Недоліки та обмеження.

Потребує капітального будівництва «з нуля». Гній самовидаляється у ванни під підлогою, але остаточно вимивається лише під час зміни поголів'я, що погіршує мікроклімат і збільшує витрати води.

Значно сучасніші бетонні та пластикові елементи щілинної підлоги монтують поперек гноєзбірних каналів. За потреби конструкцію підсилюють проміжними опорами (рис. 1.3-1.4).

Для виготовлення підлоги використовують різні матеріали:

- Бетон: традиційно встановлюють у станках для відгодівлі безпосередньо в зоні перебування свиноматки (рис. 1.3). [16]
- Пластик: сучасні пластикові покриття не поступаються міцністю бетонним аналогам, через що користуються великим попитом (рис. 1.4).

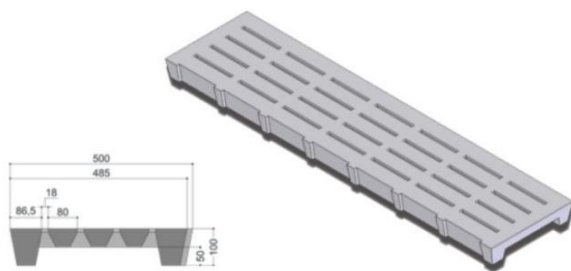


Рис. 1.3. Бетонна щілинна підлога над поперечними каналами



Рис. 1.4. Комплект станка-відгодівельника виробництва «Big Dutchman» (Німеччина) з пластика щілинної підлоги

Основні компоненти та особливості обладнання «Big Dutchman».

Автоматизовані лінії годівлі, чашкові або соскові напувалки, нагрівальні килимки (250 Вт) для поросят, системи контролю мікроклімату, самопливне видалення гною через щілинну підлогу.

Переваги.

Високий рівень автоматизації; створення ідеальних температурних умов для молодняка завдяки локальному обігріву.

Недоліки та обмеження.

Відсутня чітко виділена зона відпочинку тварин. Монтаж системи вимагає облаштування глибоких бетонних каналів під підлогою. Це по факту заміна бетонної щілинної підлоги на пластикову, що не усуває недоліків пов'язаних із високими початковими будівельними витратами на облаштування каналів. Суттєвий вплив на ефективність функціонування гідравлічної самопливної системи є якість виконаних робіт з облаштування бетонних каналів. А це потребує висококваліфікованих працівників та значні витрати грошей на їх найм.

Сьогодні також набирає популярності технологія холодного утримання свиней на відгодівлі (рис. 1.5). [17]



Рис. 1.5. Система утримання свиней на глибокій соломі

Така технологія ще має назву «канадська», вона передбачає використання глибокої соломо'яної підстилки в ангарах полегшеного типу.

Основні компоненти та особливості.

Великі однорідні групи тварин у полегшених ангарах (наприклад, 11,6×33,5 м на 250 голів). Підстилка з соломи чи тирси (шар від 0,2 м із постійним підсипанням – близько 1 кг на голову щодня). Годівля досхочу сухими кормами, напувалки з автопідігрівом.

Переваги.

Низька вартість споруд; швидка окупність (1–1,5 року); високі прирости (750–850 г); екологічність; відсутність витрат на штучне опалення (за рахунок тепла від компостування підстилки, де температура сягає до 40 °С).

Недоліки та обмеження.

Очищення приміщення відбувається лише після завершення всього циклу відгодівлі за допомогою бульдозера, що різко підвищує одноразові трудовитрати. Полегшена конструкція ангарів не гарантує стабільного температурного режиму в суворі зими.

Жоден із розглянутих базових варіантів у своєму класичному вигляді не задовольняє вимог модернізації, оскільки або вимагає повного руйнування

існуючих капітальних конструкцій (суцільної підлоги), або не забезпечує належної регулярності прибирання та стабільного мікроклімату. Кваліфікаційна робота буде спрямована на розроблення комбінованого та адаптивного рішення під типову архітектуру свинарника.

Висновки до розділу 1

1. Прибирання тваринницьких приміщень свинарника-відгодівельника від гною вимагає дотримання зоотехнічних та зооветеринарних вимог. Це стосується конструкційних параметрів щільної підлоги для різних вікових груп тварин та довговічного матеріалу. Наявні технологічні схеми реалізації самопливної системи вимагають значних грошових витрат та передбачають попереднє облаштування каналів, що обмежує використання у приміщеннях із суцільною підлогою. Тому розроблення адаптованої гідравлічної системи дозволить розширити обсяги виробництва продукції свинарства.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ГНОЮ

2.1. Конструкційно-технологічне проектування гідравлічної системи прибирання гною

При визначенні конструктивно-технологічних параметрів групових станків для свиней на відгодівлі ключовими факторами є вік і жива маса тварин.

Під час проектування конструкції групового станка (рис. 2.1) у свинарнику-відгодівельнику ми базувалися на таких загальних критеріях: [1, 4, 18, 19]

1. Зонування та планування простору.

Поділ на зони. Конструкція станка та система гноєвидалення повинні чітко розмежовувати місця для відпочинку (лігва), годівлі, напування та дефекації.

Логістика та механізація. Планування має забезпечувати ефективне розміщення й роботу обладнання для роздачі кормів, напування та прибирання гною.

Розрахунок розмірів. Габарити технологічних зон та фронт годівлі визначають на основі нормативів питомої площі, розмірів свиней та принципів раціонального дрібногрупового утримання.

Комфорт тварин. Взаємне розташування зон має мінімізувати забруднення лігва й годівниць, забезпечувати спокійний відпочинок свиней і запобігати їхньому стресу.

2. Конструктивні елементи та параметри підлоги.

Огорожа. Має бути надійною, щоб тварини не могли проникнути в сусідні станки та битися. При цьому в зоні дефекації перегородки повинні дозволяти контакт між свинями з сусідніх секцій.

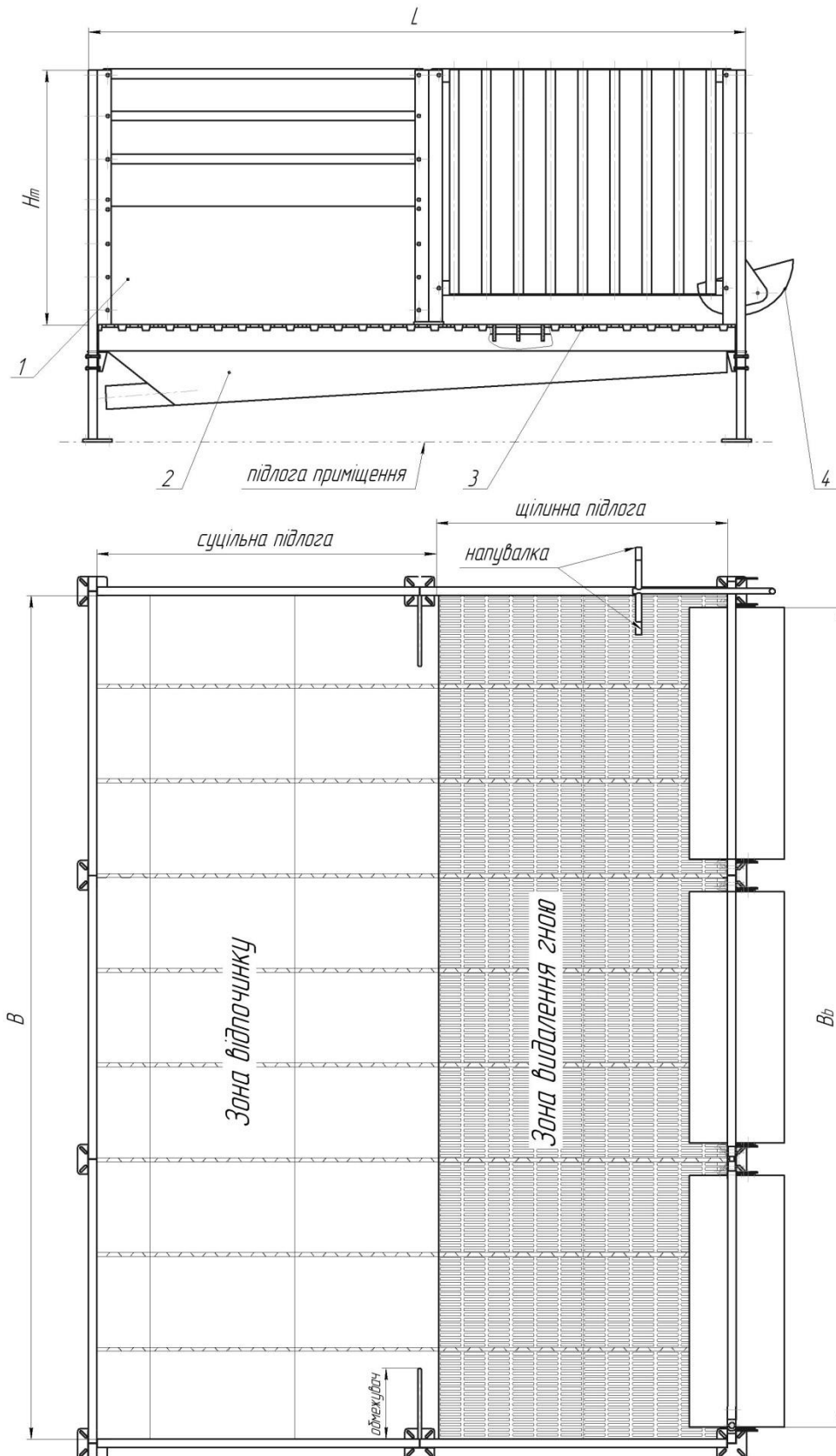


Рис. 2.1. Загальний вигляд розробленого станка із гідравлічною системою прибирання гною: 1 – бокове огороження; 2 – місткість накопичувальна для гною; 3 – підлога станка; 4 – місткість для рідкого корму [19]

Якість підлоги. Покриття має бути вологонепроникним, неслизьким, стійким до дезінфекції та агресивного впливу гною, а також мати низьку теплопровідність.

Перепади висот та нахили:

- Зона лігва повинна мати нахил до зони дефекації до 0,06 і бути піднятою над нею на 0,08...0,12 м.
- Службовий прохід облаштовують вище за зону дефекації на 0,1 м.
- Якщо над каналом гноєвидалення встановлюють решітчасту підлогу, на межі зі службовим проходом по всій довжині роблять захисну щілину завширшки 0,06...0,07 м (для скидання твердих залишків гною, що не пройшли крізь решітку). [20]

З врахуванням необхідних вимог спроектовано станок для утримання свиней на відгодівлі (рис. 2.1). Особливість пропонованого рішення полягає в тому, що подана розробка може використовуватись у вже існуючих приміщеннях із суцільною бетонною підлогою. Будівництво такого приміщення значно дешевше, порівняно із закладанням у будівництво поперечних та поздовжніх бетонних каналів. Якість будівництва таких каналів впливатиме на ефективність функціонування гідравлічної самопливної системи прибирання та транспортування гною. У випадку допущення будівельних помилок при проектування та будівництві каналів для гною, система прибирання не буде належним чином функціонувати та вимагатиме перебудування.

Запропоноване нами рішення полягає в тому, що станок для утримання групи свиней на відгодівлі оснащується місткістю для збирання гною. З цією метою він монтується на високих опорах для забезпечення бажаного ухилу дна місткості. Патрубки виходу місткості для гною поєднуються за допомогою поздовжніх та поперечних трубопроводів якими гній транспортується до збірного колектора, аналогічно до схеми на рис. 1.2. На виході із місткості

встановлюється пробка, яка відкривається один раз на тиждень, або два тижні залежно від інтенсивності заповнення, що визначається віком тварин.

Технологічною перевагою запропонованого станка для групи тварин є поділ його на декілька зон – зона годівлі в якій відбувається також дефекація і проштовхування до місткості гною та зона відпочинку. Перша зона обладнана щільною підлогою, а друга суцільною підлогою які виготовлені із міцного пластику. Таке зонування сприяє збереженню чистоти у станку, що позитивно вплине на санітарний та гігієнічний стан тварин.

Годування тварин відбувається із регульованих за висотою годівниці залежно від віку тварин до яких подається рідкий корм (суміш води та комбікорму у пропорції 1:3 з вологістю до 75%). Годівля тварин рідкими кормами сприяє покращенню здоров'я тварин, зменшуються втрати кормів (порівняно із сухим типом годування), зменшується споживання води. Перелічені особливості вказують на переваги запропонованої конструкції станка для утримання групи тварин на відгодівлі свиней.

2.2. Встановлення технологічних та конструкційних параметрів удосконаленої системи прибирання гною

Позитивною ознакою розробленого станка є поділ його на декілька зон, що дозволяє дотримуватися встановлених гігієнічних та санітарних норм, до яких також належить встановлення габаритних розмірів станка.

Однією із умов до проектування станкового обладнання є дотримання довжини станка на одну голову в зоні годівлі, відповідно до чого встановлюємо його ширину, м: [21]

$$B = l_g \cdot n, \quad (2.1)$$

де l_g – частина ширини станка на одну голову, приймається на рівні від 0,25 до 0,30 м [5];

n – число свиней в одному станку.

Відповідно до нормативів в одному станку одночасно може перебувати від 10 до 16 тварин [21], в нашому випадку приймемо 14, тоді:

$$B = 0,28 \cdot 14 = 3,57.$$

Довжина станка визначається шляхом сумування параметрів кожної зони станка відповідно до залежності, м: [21, 22]

$$L = l_r + l_h + l_n + \frac{1}{2}l_t, \quad (2.2)$$

де l_r – глибина площадки відпочинку;

l_h – глибина підлоги зі щілинами;

l_t – поперечина місткості для корму;

l_n – частина довжина тіла тварини при знаходженні в зоні годівлі, знаходиться із виразу: [21, 22]

$$l_n + l_h + \frac{1}{2}l_t \geq l_p, \quad (2.3)$$

де l_p – тварини в довжину.

Відповідно до умови (2.3) отримали рівняння: [21, 22]

$$l_n \geq l_p - \frac{1}{2}l_t - l_h, \quad (2.4)$$

$$l_n \geq 1,5 - \frac{1}{2}0,4 - 1,1 = 0,265. \quad =$$

Параметр зони відпочинку визначається так, м: [21, 22]

$$l_r = \frac{f \cdot n}{B}, \quad (2.5)$$

де f – питома площа зони відпочинку, м²/гол.

$$l_r = \frac{0,40 \cdot 14}{3,57} = 1,407.$$

Підставимо розраховані величини у рівняння (2.2) отримаємо:

$$L = 0,407 + 1,1 + 0,265 + \frac{1}{2}0,4 = 2,77.$$

Отримані результати розрахунків площі зон розроблено станка приймемо за основу під час конструкційного проектування.

Науково доведено, що вирішальним фактором при виборі свинями місця для дефекації є візуальний, тактильний та нюховий контакт із тваринами з суміжних загонів. Через цю поведінкову особливість свині випорожнюються переважно вздовж меж, де відчують присутність сусідів. З огляду на це, в зоні дефекації доцільно встановити решітчасті контактні перегородки. За розрахунками їхня ширина має становити не менше 1,43 м, проте з конструктивних міркувань це значення може бути округлено до 1,45 м. Решта конструкцій загону в зоні лігва (включаючи перегородки вздовж службових проходів) виготовляються суцільними із листового ПВХ.

Важливим елементом технологічного дизайну загону є суцільні виступи обмежувальні (див. рис. 2.1), які розміщують на стику суцільної та решітчастої огорож (тобто на межі між лігвом та зоною дефекації). Вони виконують бар'єрну функцію: коли тварина підходить головою до контактної решітки, ці виступи заважають їй залишатися задніми ногами в зоні відпочинку.

Така конфігурація обладнання дозволяє ефективно керувати природною поведінкою свиней і мінімізувати забруднення лігва екскрементами. У результаті практично зникає потреба в ручному прибиранні зони відпочинку, а загальні трудові витрати на обслуговування загонів стають суттєво нижчими порівняно з використанням серійних аналогів.

Гранична висота огорожень для групового утримання розраховується за такою формулою (див. рис. 2.1): [21]

$$H_m = (1,5 \dots 1,6) \cdot h, \quad (2.6)$$

де h – зріст тварини по висоті тулуба.

$$H_m = (1,5 \dots 1,6) \cdot 0,7 = 1,05 \dots 1,12.$$

Найбільш прийнятним буде значення висоти огороження в один метр.

Для накопичення гною використовують місткість складної форми. Об'єм гною у накопичувальній місткості можна визначити за допомогою формули, м³: [21, 22]

$$V = \frac{\alpha \cdot (q_e + q_m) \cdot n \cdot d}{\rho}, \quad (2.7)$$

де q_k – кількість виходу калу від однієї свині;

q_e – кількість виходу сечі від однієї свині;

d – тривалість днів накопичення в місткості;

α – ступінь вологості гною;

ρ – маса одиниці об'єму суміші гною та сечі.

$$V = \frac{1,3 \cdot (8,9 + 7,48) \cdot 14 \cdot 7}{1055} = 1,719.$$

Максимальний габарит бака в зоні кріплення до підлоги визначається за формулою, м: [21, 22]

$$h_m = \frac{V}{\frac{1}{2} \cdot B \cdot L}, \quad (2.8)$$

$$h_m = \frac{1,719}{\frac{1}{2} \cdot 3,57 \cdot 2,77} = 0,352.$$

Мінімальне розрахункове значення глибини місткості для гною в зоні приєднання до початку станка, можна встановити за формулою, м: [21, 22]

$$h_n = L \cdot i, \quad (2.9)$$

де i – заданий вимогами текучості ухил дна місткості для гною.

$$h_n = 2,77 \cdot 0,07 = 0,165.$$

З врахуванням отриманих даних периметральних розмірів станка, конструкційну місткість для накопичення гною від тварин впродовж семи днів можна визначити за формулою, м³: [21, 22]

$$V_b = \frac{1}{2} h_n \cdot L \cdot B + B \cdot L \cdot (B - h_n), \quad (2.10)$$

$$V_b = \frac{1}{2} 0,165 \cdot 2,77 \cdot 3,57 + 3,57 \cdot 2,77 \cdot (3,57 - 0,165) = 2,65.$$

Отримане із залежності (2.10) значення більше від розрахункової кількості накопиченого протягом семи днів гною визначеного за формулою (2.7), що відповідає вимогам до проектування.

Висновки до розділу 2

1. Аналіз існуючих систем гноєвидалення показав їхні головні недоліки. Суцільна щілинна підлога над поперечними каналами суттєво здорожує будівництво і не дозволяє інтегрувати таку систему в уже готові приміщення. Наявне станкове обладнання не забезпечує належного розділення на зони відпочинку, годівлі та дефекації.

2. Для усунення цих проблем рекомендовано піднімати щілинну підлогу групового станка над рівнем підлоги вже існуючої будівлі. Гній накопичується у спеціально розробленому баку безпосередньо під щілинною підлогою, звідки самопливом транспортується через трубопровід до загального гноєзбірника. Така технологія є оптимальною для модернізації приміщень, які першопочатково не були обладнані стаціонарними підлоговими каналами для самопливного видалення гною.

РОЗДІЛ 3

ВСТАНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ

3.1. Розрахунок конструкційних елементів гідравлічної системи

Розроблений станок для групового утримання свиней на відгодівля відрізняється деякими особливостями конструкції порівняно із серійними станками. В першу чергу, це універсальність щодо місця використання. Тепер будь-яке фермерське господарство може дозволити собі утримувати свиней у звичайних приміщеннях із використанням гідравлічної системи прибирання тваринницького будівлі від гною. Така система прибирання із одночасним транспортуванням гною вважається найбільш раціональною з точки зору трудових витрат. Оператор в даному випадку не задіяний у процесі прибирання гною. Єдиним додатковим завданням працівника ферми буде раз на сім днів відкривати пробки у кожному станку, які перекривають вихід гною із підстанкової місткості. Вивільнення додаткової кількості людей, які раніше були зайняті на виконанні ручного прибирання гною, сприятиме зменшенню собівартості кінцевої продукції. Окрім цього, накопичення гною у місткості під щільною підлогою та наявність зони для відпочинку свиней виключає забруднення тварин, що покращує санітарно-гігієнічні умови утримання. Окрім цього, це сприяє кращому здоров'ю та покращенню параметрів зовнішнього середовища у свинарнику. Позитивним є також розбірна конструкція станка, що дозволяє без проблем замінити елементи конструкцій які пошкоджені тваринами чи вийшли з ладу в наслідок тривалого використання.

Розроблений станок для групового утримання свиней на відгодівлі із місткістю для збору гною монтується на опорах. Так як ці опори скріплені між собою за допомогою болтового з'єднання, то ці болти необхідно перевірити на міцність. В нашому випадку необхідно перевірити можливість витримування

ними діючих зусиль від ваги свиней (будемо брати максимальну вагу вікової групи) та ваги накопиченого у місткості гною та сечі. При цьому будемо враховувати врахуванням вагу самого станка групового утримання та розробленого гноєзбірника.

Розрахункове зусилля (рис. 3.1) яке буде діяти на один болт опори становитиме: [23, 24]

$$F = \frac{(V \cdot \rho + n \cdot M + M_k) \cdot g}{n_s \cdot n_o}, \quad (3.1)$$

де M – вага однієї свині;

M_k – вага розробленої конструкції;

ρ – маса одиниці об'єму суміші гною та сечі;

g – прискорення на заданій широті;

n_s – кількість опор;

n_o – кількість болтів для кріплення однієї опори станка.

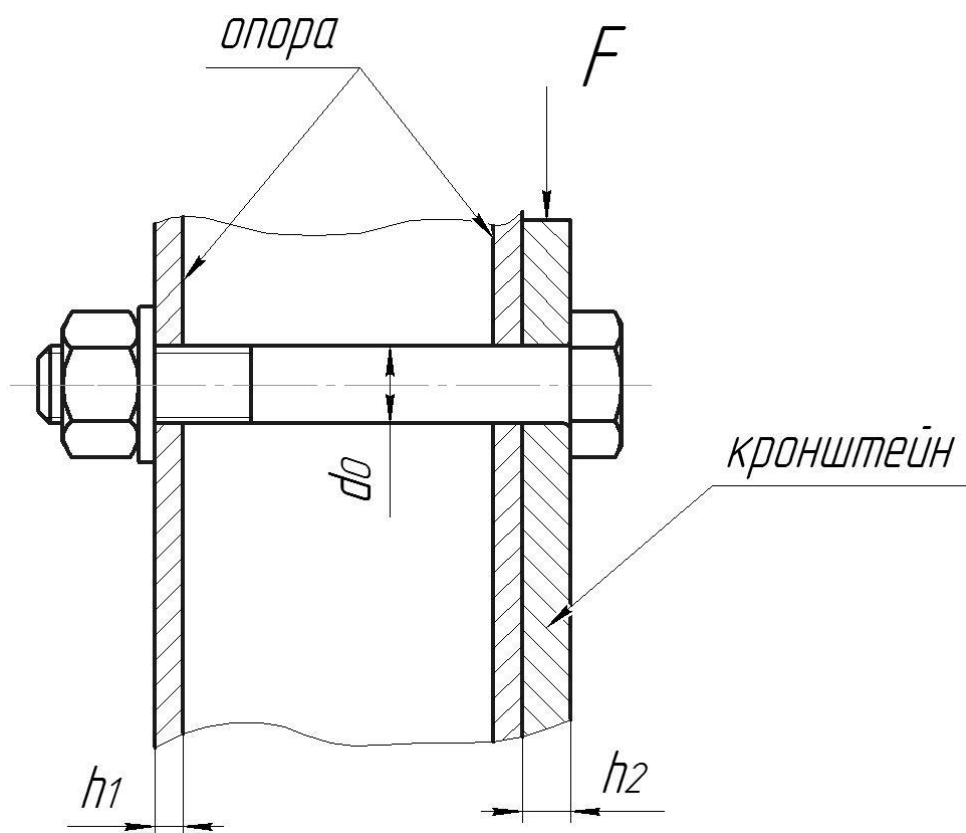


Рис. 3.1. Схема дії зусиль на опору

$$F = \frac{(1,719 \cdot 1055 + 14 \cdot 110 + 100) \cdot 9,81}{8 \cdot 4} = 997,59 \text{ Н.}$$

Виконаємо перевірочний розрахунок болта відповідно до умови міцності на зріз, МПа: [23, 24]

$$\tau_z = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_o^2 \cdot k} \leq [\tau_z], \quad (3.2)$$

де d_o – діаметр болта;

k – кількість площин зрізу (див. рис. 3.1);

$[\tau_z]$ – напруження які є допустимими при зрізі. [23, 24]

$$[\tau_z] = 0,3 \cdot \sigma_r, \quad (3.3)$$

де σ_r – текучість на межі зрізу для металу виготовлення болта.

$$[\tau_z] = 0,3 \cdot 241 = 74.$$

Для забезпечення міцності з'єднання для матеріала з якого виготовлений болт певного діаметра має виконуватися наступна умова, відповідно до умови (3.2): [23, 24]

$$d_o \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot k \cdot [\tau_z]}}, \quad (3.4)$$

$$d_o \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 997,59}{3,14 \cdot 2 \cdot 74}} = 2,92.$$

Конструкційно приймемо діаметр болта 8 мм, при цьому умова (3.4) виконується оскільки 8 мм > 2,92 мм.

Наступним є перевірка болта обраного діаметра на витримування зусиль на зминання, при цьому виходять із допустимих напружень на зминання відповідно до умови: [23, 24]

$$[\sigma_{zm}] = 0,4 \cdot \sigma_r, \quad (3.5)$$

отримуємо:

$$[\sigma_{zm}] = 0,4 \cdot 241 = 97.$$

Відповідно до рис. 3.1 болт буде піддаватися двома зонам зминання h_1 і h_2 , тому будемо розглядати два випадки визначення мінімально-допустимого діаметра: [23, 24]

$$d_o \geq \sqrt{\frac{F}{2 \cdot h_1 \cdot [\sigma_{zm}]}} \quad (3.6)$$

$$d_o \geq \sqrt{\frac{F}{h_2 \cdot [\sigma_{zm}]}} \quad (3.7)$$

де h_1 і h_2 – задані конструкційно прийнято параметри товщини стінок з'єднання опора-кронштейн.

$$d_o \geq \sqrt{\frac{997,59}{2 \cdot 3 \cdot 97}} = 1,315.$$

$$d_o \geq \sqrt{\frac{997,59}{5 \cdot 97}} = 1,482.$$

Прийнятий за конструкційних міркувань діаметр 8 мм перевищує розрахункові значення відповідно до умов (3.6) та (3.7). Це означає, що матеріал з якого виготовлено болт цілком прийнятний для наших умов.

3.2. Визначення економічної ефективності конструкційних рішень

Економічна доцільність впровадження у виробництво розробленого станка з групового отримання свиней на відгодівлі визначається шляхом порівняльного аналізу відомих систем прибирання у приміщеннях не

обладнаних самопливними системами. Для цього будемо використовувати загально прийняті відомі методики [25, 26], які у адаптованому для умов виробництва продукції свинарства вигляді викладені у додатку А.

Отримані в процесі обрахунку експлуатаційної та економічної доцільності впровадження розробки винесені у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Розрахункові дані впровадження конструкції станка групового

Показник	Відома технологія	Запропонована технологія
Річний обсяг виробництва (прирости), ц	4657	4657
Вартість обладнання для гноєприбирання, грн	1585060	1721700
Експлуатаційні видатки на одиницю продукції, грн/ц:		
на реновацію	51,054	55,45
на оплату праці	148,86	10,55
на витрати електроенергії	505,68	6,32
Питомі експлуатаційні витрати, грн/ц	705,49	72,32
Приведені експлуатаційні витрати,	756,544	127,775
Річний економічний ефект, грн		2928177,23
Термін окупності додаткових витрат, років		0,59

Розрахунок виконувався без врахування вартості будівлі та комунікацій, оскільки мова йде про одне і теж приміщення, у якому механічна системи

прибирання гною замінене на гідравлічну за допомогою розробленого станка групового утримання свиней.

Висновки до розділу 3

1. Розроблений станок для групового утримання свиней на відгодівлі із місткістю для збору гною монтується на опорах. Виконано перевірочний розрахунок болтового з'єднання опора-кронштейн відповідно до умови міцності на зріз та зминання, який вказав що достатньо використовувати болти діаметром 8 мм.

2. Економічна доцільність впровадження у виробництво розробленого станка з групового отримання свиней на відгодівлі визначалась шляхом порівняльного аналізу відомих систем прибирання у приміщеннях не обладнаних самопливними системами. Отримані результати розрахунків вказують на те, що при застосуванні удосконаленої системи видалення гною, порівняно із механічною системою, можна отримати 2928177,23 грн річної економії коштів, а додаткові капіталовкладення окупляться впродовж 0,59 років, що підтверджує доцільність виконаної кваліфікаційної роботи.

ВИСНОВКИ

1. Прибирання тваринницьких приміщень свинарника-відгодівельника від гною вимагає дотримання зоотехнічних та зооветеринарних вимог. Це стосується конструкційних параметрів щілинної підлоги для різних вікових груп тварин та довговічного матеріалу. Наявні технологічні схеми реалізації самопливної системи вимагають значних грошових витрат та передбачають попереднє облаштування каналів, що обмежує використання у приміщеннях із суцільною підлогою. Тому розроблення адаптованої гідравлічної системи дозволить розширити обсяги виробництва продукції свинарства.

2. Аналіз існуючих систем гноєвидалення показав їхні головні недоліки. Суцільна щілинна підлога над поперечними каналами суттєво здорожує будівництво і не дозволяє інтегрувати таку систему в уже готові приміщення. Наявне станкове обладнання не забезпечує належного розділення на зони відпочинку, годівлі та дефекації.

3. Для усунення цих проблем рекомендовано піднімати щілинну підлогу групового станка над рівнем підлоги вже існуючої будівлі. Гній накопичується у спеціально розробленому баку безпосередньо під щілинною підлогою, звідки самопливом транспортується через трубопровід до загального гноєзбірника. Така технологія є оптимальною для модернізації приміщень, які першопочатково не були обладнані стаціонарними підлоговими каналами для самопливного видалення гною.

4. Розроблений станок для групового утримання свиней на відгодівлі із місткістю для збору гною монтується на опорах. Виконано перевірочний розрахунок болтового з'єднання опора-кронштейн відповідно до умови міцності на зріз та зминання, який вказав що достатньо використовувати болти діаметром 8 мм.

5. Економічна доцільність впровадження у виробництво розробленого станка з групового отримання свиней на відгодівлі визначалась шляхом порівняльного аналізу відомих систем прибирання у приміщеннях не

обладнаних самопливними системами. Отримані результати розрахунків вказують на те, що при застосуванні удосконаленої системи видалення гною, порівняно із механічною системою, можна отримати 2928177,23 грн річної економії коштів, а додаткові капіталовкладення окупляться впродовж 0,59 років, що підтверджує доцільність виконаної кваліфікаційної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системи утримання тварин: навч. посіб. / М. О. Захаренко, В. М. Поляковський, Л. В. Шевченко та ін. К. : «Центр учбової літератури», 2016. 424 с.
2. Проектування технологічних процесів та технічних засобів у тваринництві: навч. посіб. / за ред. Сидоренка О. П. Харків: НТУСГ, 2010. 406 с.
3. Машина та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи / Н. І. Хомик, Т. А. Довбуш, Г. Б. Цьонь. А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
4. Вороняк В. В., Чорний М. В., Милостивий Р. В. Ветеринарна гігієна і санітарія : практикум. Львів : ФОП Корпан, 2023. 284 с.
5. Хомик Н. І., Довбуш А. Д. Машина та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 2. Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. 224 с.
6. Бойко І.Г. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва /І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.П. Скорик, О.І. Фісяченко. Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2004. 275 с.
7. Посібник-практикум: машини та обладнання для тваринництва / І. І. Ревенко та ін. К.:Кондор, 2011. 396 с.
8. Машина для тваринництва та птахівництва. / за ред. В. І. Кравчука та Ю. Ф. Мельника. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого, 2009. 207 с.
9. Капустюк О. В. Вимоги до технологічного процесу прибирання гною на свинофермах. *Студентські читання–2025* : матеріали науково-практичної конференції. 30 жовтня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С. 140–142.
10. Машина та обладнання для тваринництва: в 2 т. / за ред. І. Г. Бойко. Харків, 2006. 502 с.
11. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. Машина та обладнання для тваринництва : підручник. К. : Кондор, 2012. 713 с

12. Науменко О.А. Машины та обладнання для тваринництва. Підручник /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. І.Г. Бойко. Том 2. Харків: Видавництво ЧП Червяк, 2006. 279 с.

13. Науменко О.А. Машины та обладнання для тваринництва. Підручник /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, О.В. Нанка, В.М. Полупанов та ін.; за ред. І.Г. Бойко. Том 1. Харків: Видавництво ЧП Червяк, 2006. 225 с.

14. Технологія виробництва продукції тваринництва : підручник / Бусенко О. Т. та ін. К.: Агроосвіта, 2013. 492 с.

15. Машины, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Скляр, О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

16. Сучасні механізовані технології в тваринництві : навч. посібник / Р. В. Скляр, О. Г. Скляр, Б. В. Болтянський, С. В. Дереза, С. М. Григоренко. Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. 455 с.

17. Ресурсозберігаючі технології виробництва свинини: теорія і практика: навч. посібник / Царенко О. М., Крятов О. В., Крятова Р. Є., Бондарчук Л. В. Суми: ВДТ «Університетська книга», 2004. 269 с.

18. Науменко О.А. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, В.І. Дзюба та ін.; за ред. О.П. Скорика, В.М. Полупанова. Харків: ХНТУСГ, 2009. 429 с.

19. Капустюк О. В. Удосконалення системи видалення гною при станковому утриманні тварин. *Наукові читання – 2026* : збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Ч. 2. С. 126–129.

20. Проектування технологічних процесів та технічних засобів у тваринництві: навч. посіб. / за ред. Сидоренка О. П. Харків: НТУСГ, 2010. 406 с.

21. Бойко І.Г. Теорія та розрахунок машин для тваринництва /І.Г. Бойко, В.Г Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. 216 с.
22. Шабельник Б. П., Троянов М. М. Теорія та розрахунок машин для тваринництва. Х.: ХДТУСГ, 2012. 216 с.
23. Борозенець Г. М., Павлов В. М., Семак І. В. Деталі машин : навчальний посібник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. 220 с.
24. Опір матеріалів: навч. підручник / за ред. Г. С. Писаренка. К.: Вища школа, 2004. 655 с.
25. Єрфорт І. Ю., Дегтярьова Ю. В., Єрфорт О. Ю. Оцінювання ефективності проектних рішень : навчальний посібник. Краматорськ : ДДМА, 2017. 211 с.
26. Ефективність інженерних рішень : навчальний посібник / Л. М. Данильченко, В. В. Васильків, І. Г. Ткаченко, М. Д. Сіправська. Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2024. 248 с.