

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра інжинірингу технічних систем

**Пояснювальна записка**

до дипломного проєкту  
освітнього ступеня «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічного процесу видалення гною на  
свинарському підприємстві з розробкою фекального насоса**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи М-2-20

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Албатов Олександр Віталійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Івлєв Віталій Володимирович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Садченко Роман Вікторович

Дніпро, 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем  
Освітній ступінь: «Бакалавр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«06» травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Албатов Олександр Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу видалення гною на свинарському підприємстві з розробкою фекального насоса

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від  
«06» травня 2024 року № 984

2. Строк подання студентом проєкту 07.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для гноєвидалення. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз підприємства підприємства. 2. Розрахунок технологічних ліній. 3. Розробка фекального насоса. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка розробленого насоса. Загальні висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Свилярник-відгодівельник на 800 гол. (А1). 2. Фекальний насос (А1). 3. Загальний вигляд насоса (А1). 4. Ротор (А2). 5. Лопать (А4) 6. Втулка (А4). 7. Вал (А3). 8. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Івлєв В.В., доцент		
2	Івлєв В.В., доцент		
3	Івлєв В.В., доцент		
4	Івлєв В.В., доцент		
5	Івлєв В.В., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 06.05.2024 р. \_\_\_\_\_.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2024 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2024 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2024 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2024 р.	
5	Економічний	до 22.05.2024 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2024 р.	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Албатов О.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_ (підпис)

Івлєв В.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Албатов О.В. Удосконалення технологічного процесу видалення гною на свинарському підприємстві з розробкою фекального насоса / Дипломний проект представлений на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024., п'ять аркушів графічної частини формату А1.

В проєкті наведено вступ, приведено аналіз підприємства та розрахунок його технологічних ліній, зроблені висновки про необхідність розробки фекального насоса. На основі огляду зоотехнічних вимог та існуючих рішень зроблено розрахунок параметрів фекального насоса. Розроблено конструкцію фекального насоса. Запропоновано вимоги з охорони праці для свиноферми, свинарника-відгодівельника та до фекального насоса. Проведено техніко-економічну оцінку розробленого насоса. Зроблені висновки та складено список використаної літератури. Оформлено додатки.

Ключові слова: свиноферма, гноєвидалення, гній, фекальний насос, експлуатаційні витрати, ефект.

## ЗМІСТ

Вступ	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА	10
1.1 Загальні відомості	10
1.2 Система утримання тварин	12
1.3 Розрахунок річного запасу кормів	13
1.4 Висновки	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ПІДПРИЄМСТВА	16
2.1 Лінія роздавання кормів	16
2.2 Лінія напування	20
2.3 Лінія прибирання гною	23
2.4 Мікроклімат	26
2.4.1 Вентиляція	26
2.4.2 Опалення	29
2.4.3 Освітлення	32
2.5 Висновки	34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	35
3.1 Обґрунтування необхідності вдосконалення технологічного процесу збирання гною	35
3.2 Зоотехнічні вимоги до збирання гною	36
3.3 Аналіз наявних засобів прибирання та транспортування гною	37
3.4 Удосконалення технологічної та конструктивної схеми системи збирання гною	39
3.5 Технологічний розрахунок насоса	40
3.6 Розрахунок енергетичних параметрів	44
3.7 Розрахунки на міцність	45
3.7.1 Розрахунок вала на кручення	45
3.7.2 Розрахунок зварних з'єднань	46
3.8 Експлуатація та технічне обслуговування фекального насоса	47

3.9	Висновки	48
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	49
4.1	Безпека праці на свинофермі	49
4.2	Безпека праці у свинарнику-відгодівельнику	50
4.3	Безпека проектованої машини	51
4.4	Висновки	52
5	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ФЕКАЛЬНОГО НАСОСА	53
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	56
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	57
	ДОДАТКИ	59

## ВСТУП

Свинарство є однією з ключових галузей тваринництва, яка відіграє значну роль у забезпеченні населення продуктами харчування, а також у економіці сільського господарства. В Україні, як і в багатьох інших країнах, свинарство займає важливе місце, забезпечуючи значний відсоток м'ясної продукції. Ефективне управління свинарськими фермами, включаючи всі аспекти від розведення до реалізації продукції, є критично важливим для підтримання стабільного рівня виробництва та забезпечення високої якості продукції.

Одним із найважливіших аспектів у свинарстві є механізація, яка охоплює широкий спектр технологічних процесів. Механізація у свинарстві включає як безпосереднє виробництво м'яса, так і управління побічними продуктами, зокрема гноєм. Ефективна механізація може значно підвищити продуктивність, знизити витрати праці та поліпшити умови утримання тварин, що, в свою чергу, сприяє поліпшенню якості продукції та підвищенню конкурентоспроможності ферми.

Прибирання та зберігання гною на свинофермах є важливою складовою механізації та технологічного процесу. Належне управління гноєм має вирішальне значення для забезпечення санітарно-гігієнічних умов на фермі, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення економічної ефективності. Невчасне або неефективне видалення гною може призвести до розповсюдження хвороб, забруднення водних ресурсів і повітря, а також до зниження продуктивності тварин.

Управління гноєм на свинофермах включає кілька етапів: збір, транспортування, обробка та зберігання. Кожен із цих етапів потребує відповідного технічного забезпечення та організації. Сучасні технології дозволяють автоматизувати багато процесів, знижуючи потребу в ручній праці та підвищуючи ефективність системи. Наприклад, використання автоматизованих систем для збирання та транспортування гною дозволяє значно скоротити час та ресурси, необхідні для цього процесу.



Зберігання гною є не менш важливим етапом, оскільки неправильно організоване зберігання може призвести до втрати цінних поживних речовин і забруднення навколишнього середовища. Інноваційні методи обробки гною, такі як біогазові установки, дозволяють не тільки ефективно утилізувати відходи, але й отримувати додаткову енергію, що може використовуватися для потреб ферми. Таким чином, управління гноєм стає не тільки екологічно безпечним, але й економічно вигідним процесом.

Таким чином, механізація у свинарстві, зокрема в аспекті управління гноєм, є ключовим елементом для досягнення високої ефективності виробництва та екологічної безпеки. Дослідження та впровадження сучасних технологій у цій галузі дозволяють забезпечити стабільний розвиток свинарства, покращити умови праці та підвищити якість продукції. У цьому дипломному проєкті буде розглянуто стан свинарства в Україні, сучасні тенденції та досягнення у сфері механізації, а також детально проаналізовано технології збирання та зберігання гною на свинофермах.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

### 1.1 Загальні відомості

ТОВ «ДЕМІС-АГРО» це ферма, одним із напрямків якої є відгодівля товарних свиней для забою. Знаходиться вона в Дніпропетровській області.

ТОВ «ДЕМІС-АГРО» – це ферма, розташована в Миколаївській області, яка спеціалізується на відгодівлі свиней. Поголів'я свиней на фермі досягає 2000 голів. Структура стада складається з п'яти груп з однаковою кількістю голів в кожній (табл. 1.1): свині віком від 2 до 4 місяців, від 4 до 6 місяців, від 6 до 8 місяців, від 8 до 10 місяців, від 10 до 12 місяців.

Таблиця 1.1 – Структура поголів'я стада

Групи тварин за віком	Відсоток	Кількість голів
Свині у віці 2...4 місяці	20	400
Свині у віці 4...6 місяців	20	400
Свині у віці 6...8 місяців	20	400
Свині у віці 8...10 місяців	20	400
Свині у віці 10...12 місяців	20	400
Всього	100	2000

На фермі утримуються свині породи велика біла (рис.1.1). Свині великої білої породи вирізняються білою мастю і міцною статурою з вираженими м'язами. Їхні розміри значні: кнури досягають ваги 280-370 кг, а свиноматки - 200-270 кг. Голова свиней помірної величини, з широким лобом і мордою середньої довжини. Пружні вуха стоять дибки, спрямовані вперед і в сторони. Коротка мускулиста шия плавно переходить в корпус. Широкі плечі та добре розвинені м'язи ніг з міцними копитами свідчать про силу та витривалість цих свиней. Груди свиней широкі. Спира пряма, широка, злегка вигнута вгору, непомітно переходить в поперек і крижі. Живіт підтягнутий, щільний, але не

обвислий. Окіст м'ясистий, широкий, округлої форми. Шкіра свиней еластична, рівномірно вкрита світлою щетиною [1].

Ця порода характеризується швидким ростом, належить до м'ясо-сальних порід, відрізняється високою плодючістю та невибагливістю до умов утримання.

Велика біла порода - одна з найпоширеніших у світі. Її вивели в Англії в середині XIX століття. Ця порода цінується за високу продуктивність м'яса та сала, а також за невибагливість до умов утримання. Свиней великої білої породи використовують як у чистопородному розведенні, так і для схрещування з іншими породами.

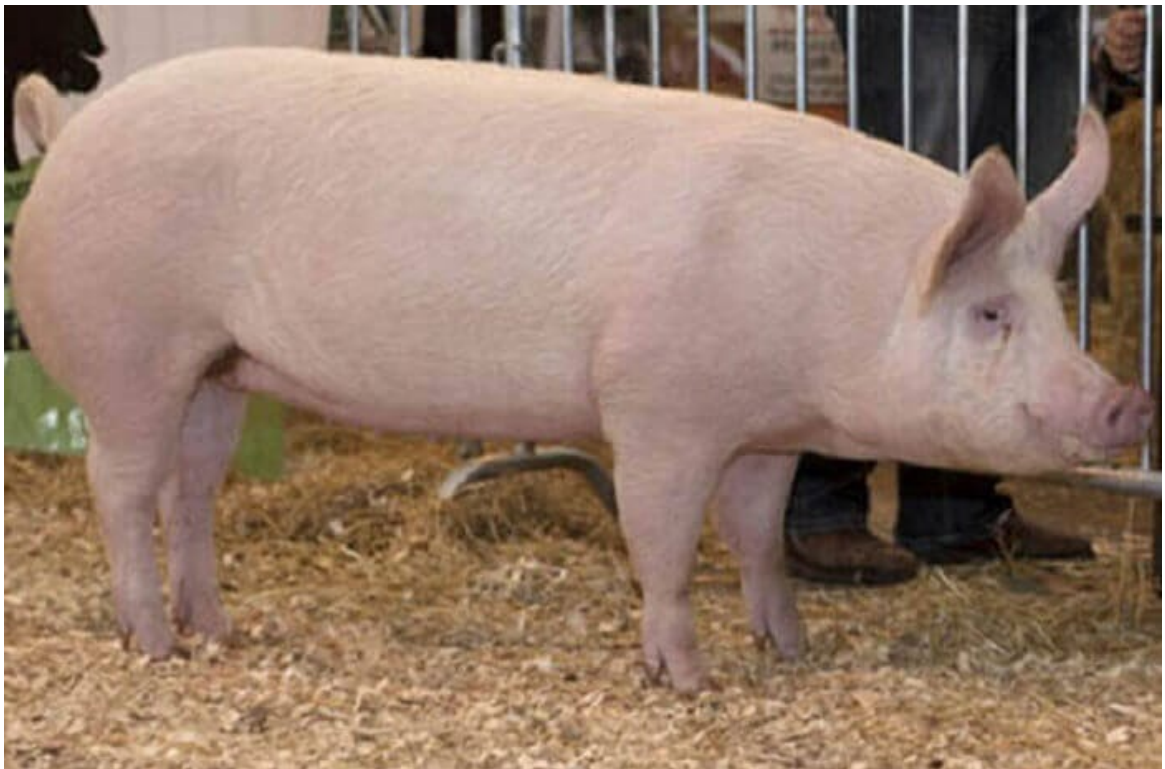


Рисунок 1.1 – Велика біла порода

Свині великої білої породи вирізняються не лише вражаючим зовнішнім виглядом, але й винятковими продуктивними якостями. Їх генетичний потенціал гарантує високі показники відтворення, відгодівлі та м'ясної якості.

При дотриманні належних умов годівлі та утримання, ці тварини демонструють стрімке зростання. До 12 місяців свині великої білої породи досягають ваги 180-210 кг. Їхня плідність становить 11-12 поросят на опорос [2].

Завдяки вищезазначеним характеристикам, свині великої білої породи відповідають класу "еліта" щодо відгодівельних та м'ясних якостей. Забійний вихід туші сягає 82%, що робить цю породу надзвичайно вигідною для розведення з метою отримання м'ясної продукції.

## 1.2 Система утримання тварин

У свинарстві практикуються два основні методи утримання свиней: вигульний та безвигульний. Оскільки ферма ТОВ «ДЕМІС-АГРО» орієнтована на відгодівлю свиней, тварин утримують безвигульним методом протягом усього року, в закритих приміщеннях. Поголів'я свиней, призначене для відгодівлі, розміщують у свинарниках групами по 50 голів на секцію, при цьому кожна свиня має площу станка 0,8 м<sup>2</sup>.

Групи тварин формуються за віковими та ваговими критеріями, і різниця у вазі свиней в одній групі не повинна перевищувати 3-5 кг. Станки для групового утримання складаються з двох зон: місця для лежання та смуги з щілинною підлогою, що займає не більше третини загальної площі станка. Ширина щілинної підлоги визначається відповідно до розмірів тварин, але зазвичай не перевищує 1 метра. Ширина щілин у підлозі становить 2 см для всіх вікових груп свиней, а матеріалом для підлоги служить сірий чавун.

Автопоїлки розташовані над щілинною підлогою на висоті, відповідній віку тварин: 45 см для відлучених поросят і 65-75 см для дорослих свиней. Температура води повинна бути в межах 12-15°C. У кожній секції встановлено по три автопоїлки.

Тварин годують з групових годівниць, які поділені на секції. На кожную свиню має припадати 0,15-0,2 м фронту годівлі або одна кормова комірka на 1,5-2 голови. Це забезпечує рівномірний доступ до корму, що сприяє гармонійному росту свиней. У кожній секції є зона дефекації з решітчастою підлогою, через яку гній протоптується у канали гноєвидалення. Для прибирання приміщень

передбачені поливальні крани та гнучкі шланги, що підключаються до них, забезпечуючи ефективне очищення та підтримання гігієни.

Мікроклімат у приміщеннях підтримується завдяки комбінованій вентиляційній системі. Вона дозволяє зберігати оптимальні умови для утримання свиней, запобігаючи переохолодженню або перегріву, що може негативно вплинути на їх здоров'я і продуктивність. Додатково, системи фільтрації повітря допомагають зменшити кількість пилу та аміаку в повітрі, що сприяє зниженню захворюваності тварин.

### **1.3 Розрахунок річного запасу кормів**

Норми та умови годівлі відіграють ключову роль у забезпеченні продуктивності та здоров'я свиней. Згідно з прийнятою технологією, свиней годують сумішами, які включають концентровані, соковиті та зелені корми з додаванням мікродобавок. Вологість кормосуміші не має бути більша за 72%. Підготовка кормів до згодовування здійснюється наступним чином: зелені корми, коренебульбоплоди та силос подрібнюються і змішуються з концентратами. Коренебульбоплоди перед згодовуванням миються, допускається їх забрудненість до 2,5%. Концентровані корми подрібнюються до розміру частинок не більше 1,2 мм, а заводський комбікорм додається до змішаних раціонів разом із соковитими та зеленими кормами. Мінеральні корми та вітамінні добавки додаються до кормової суміші безпосередньо перед завантаженням у роздавальні пристрої.

На свинофермі ТОВ «ДЕМІС-АГРО» використовується концентратний раціон годівлі, який в основному складається з дерті зернових культур. Добовий раціон годівлі та витрати на одну умовну голову наведені в таблиці 1.2. Такий раціон забезпечує необхідні поживні речовини для свиней, сприяючи їх оптимальному росту та розвитку. Вологість корму, що не перевищує 72%, гарантує, що свині отримують достатню кількість рідини разом із їжею, що важливо для їх здоров'я [2].

Вологість кормосуміші контролюється для забезпечення її якості та поживної цінності. Зелені корми, коренебульбоплоди та силос подрібнюються, що полегшує їх споживання свинями і підвищує засвоюваність поживних речовин. Попереднє миття коренебульбоплодів і контроль забрудненості до 2,5% дозволяють уникнути негативного впливу бруду на здоров'я тварин. Подрібнення концентрованих кормів до частинок розміром не більше 1,2 мм підвищує ефективність їх використання в організмі свиней. Введення заводського комбікорму разом із соковитими та зеленими кормами забезпечує збалансованість раціону. Мінеральні та вітамінні добавки, що вносяться безпосередньо перед роздаванням, забезпечують свиней необхідними мікроелементами для їх здоров'я та продуктивності.

Витрату корму за добу на умовне поголів'я визначаємо за формулою:

$$P_{\text{доб}} = m \cdot n_y, \text{ кг}, \quad (1.1)$$

де  $m$  – нормована кількість корму, для видачі на умовну голову, кг;

$n_y$  – умовне поголів'я стада, що можемо визначити за формулою:

$$n_y = \sum_{i=1}^k n_i \cdot a_{yi}, \text{ ум. гол.}, \quad (1.2)$$

де  $n_i$  – кількість голів у відповідній групі (табл. 1.1);

$a_{yi}$  – коефіцієнт переводу в умовне поголів'я [2];

$k$  – кількість груп тварин.

$$n_y = 400 \cdot 0,2 + 400 \cdot 0,4 + 400 \cdot 0,65 + 400 \cdot 0,85 + 400 \cdot 1 = 1243 \text{ ум. гол.}$$

Тоді

$$P_{\text{доб}} = 4,603 \cdot 1243 = 5710,2 \text{ кг.}$$

Таблиця 1.2 – Добовий раціон годівлі

Компоненти раціону	Норма видачі, кг.
Ячмінь	1,3
Кукурудза	1,3
Пшениця	1,2
Горох	0,45
Трав'яне борошно	0,25
Крейда	0,007
Преципітат	0,047
Сіль	0,016
Премікс	0,033
Всього	4,603

Річна необхідність кормів визначаємо за формулою:

$$P_p = P_{\text{доб}} \cdot t_l \cdot k, \text{ кг}, \quad (1.3)$$

де  $t_l$  - термін використання цього типу корму, виражений у днях, складає 340 днів.

$k$  - коефіцієнт, який враховує втрати кормів в процесі їх зберігання та транспортування;  $k = 1,05$  [2].

$$P_p = 5710,2 \cdot 340 \cdot 1,05 = 2038541,4 \text{ кг}$$

Отже, для забезпечення годівлі усього поголів'я протягом року необхідно заготовити 2038,54 т корму.

#### 1.4 Висновки

У першому розділі проведено аналіз підприємства та породи свиней, що утримується на ньому. Також проведено аналіз системи утримання поголів'я на фермі. Представлено раціон годівлі поросят на відгодівлі та розраховано запас кормів, необхідний для годування поголів'я свиней протягом року

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ПІДПРИЄМСТВА

### 2.1 Лінія роздавання кормів

Годування свиней на фермі здійснюється двічі на добу. Тому разову норму видачі можемо визначити за формулою [3]:

$$P_{раз} = P_{доб}/k, \text{ кг}, \quad (2.1)$$

де  $k$  – кратність годівлі тварин;  $k = 2$ .

$$P_{раз} = 5710,2/2 = 2855,1 \text{ кг}$$

Для роздачі корму використовується електрифікований змішувач-роздавач кормів КС-1,5. Цей змішувач-роздавач характеризується продуктивністю від 30 до 70 тонн на годину. Об'єм бункера становить  $2 \text{ м}^3$ , що дозволяє зберігати достатню кількість корму для подальшого використання. Швидкість переміщення під час роздавання кормів складає  $0,47 \text{ м/с}$ .

Цей змішувач-роздавач є надійним та продуктивним обладнанням для забезпечення свиней необхідною кількістю корму відповідно до раціонів та потреб тварин. Він дозволяє ефективно перемішувати та роздавати корми з заданою продуктивністю, що дозволяє забезпечувати оптимальне харчування тварин у свинофермі.

Продуктивність кормороздавача знаходимо за формулою [3, 9]:

$$Q_p = 3,6 \cdot P_p \cdot a_n \cdot V_a, \text{ т/год}, \quad (2.2)$$

де  $P_p$  – число рядів годівниць, які обслуговує один кормороздавач;  $P_p = 2$ ;

$V_a$  – швидкість кормороздавача,  $\text{м/с}$ ;

$a_n$  – питома видача кормів,  $\text{кг/м}$ ;



$$a_n = a_p / l_\phi, \text{ кг/м}, \quad (2.3)$$

де  $a_p$  – норма корму на одну тварину за один раз, кг;  $a_p = 1,428$  кг;

$l_\phi$  – фронт годівлі відведений на одну тварину, ц.

$$a_y = \frac{1,428}{0,3} = 4,76 \text{ кг/м},$$

Тоді

$$Q_p = 3,6 \cdot 2 \cdot 4,76 \cdot 0,47 = 16,1 \text{ т/год.}$$

Годинну продуктивність змішаного часу враховуючи й час для навантаження, транспортування і роздавання корму знаходимо за формулою:

$$Q_{год} = Q_p \cdot K_p, \text{ т/год}; \quad (2.4)$$

$K_p$  – коеф. використання часу зміни, що обчислюється за формулою:

$$K_p = \frac{T_p}{T_p + T_\delta}, \quad (2.5)$$

де  $T_p$  – час, що витрачається на роздачу корму, год;

$T_\delta$  – допоміжний час, год.

Час, витрачений на роздачу корму розраховуємо за формулою:

$$T_p = \frac{P_{раз}}{Q_p} = \frac{2855,1}{16100} = 0,177 \text{ год} \quad (2.6)$$

Допоміжний час [3, 4]:

$$T_0 = (T_3 + T_n + T_m + T_{np} + T_2) \cdot A, \text{ год}, \quad (2.7)$$

де  $T_3$  – витрата часу на рух до місця завантаження, год;

$T_n$  – час навантаження, год;

$T_m$  – затрати часу на транспортування корму від складу до місця роздачі, год;  $T_m = 0$ ;

$T_{np}$  – час простоїв, год;  $T_{np} = 0$ ;

$T_2$  – час переїздів між годівницями, год;

$A$  – число їздок роздавальника.

Час необхідний для руху кормороздавача до місця завантаження знаходимо за формулою:

$$T_3 = \frac{L}{3,6 \cdot 10^3 V_x} \text{ год}, \quad (2.8)$$

де  $L$  – довжина кормового проходу, м;  $L = 14$  м;

$V_x$  – швидкість холостого ходу роздавача, м/с;  $V_x = 1,44$  м/с.

$$T_3 = \frac{24}{3,6 \cdot 10^3 \cdot 1,44} = 0,005 \text{ год.}$$

Час потрібний для навантаження розраховуємо за формулою [3, 4, 5]:

$$T_n = \frac{P_{раз}}{Q_n}, \text{ год}, \quad (2.9)$$

де  $Q_n$  - продуктивність навантажувача кормів, кг/год.

$$T_n = \frac{1142,04}{6000} = 0,19 \text{ год.}$$

Час, що витрачається на переїзди між годівницями знаходимо за формулою:

$$T_2 = \frac{l_n}{3,6 \cdot 10^3 \cdot V_k}, \text{ год}, \quad (2.10)$$

де  $l_n$  - відстань між годівницями, м;  $l_n = 0,3$  м;

$V_k$  - швидкість кормороздавача, м/с.

$$T_2 = \frac{0,3}{3,6 \cdot 10^3 \cdot 1,44} = 0,0001 \text{ год}$$

$$T_d = (0,005 + 0,19 + 0 + 0 + 0,0001) \cdot 1 = 0,195 \text{ год}$$

$$K_p = \frac{0,071}{0,071 + 0,195} = 0,269.$$

Тоді

$$Q_{год} = 16,1 \cdot 0,269 = 4,33 \text{ т/год.}$$

Повний час необхідний для роздавання корму визначаємо за формулою:

$$T = T_B + T_p, \text{ год} \quad (2.11)$$

$$T = 0,269 + 0,177 = 0,446 \text{ год.}$$

Необхідна кількість кормороздавачів розраховуємо за формулою:

$$П_{кр} = \frac{P_p}{Q_{год} \cdot T_{дон}}; \quad (2.12)$$

де  $T_{дон}$  - допустимий час роздачі корму, год;

$$P_{кр} = \frac{2,855}{4,33 \cdot 0,6} = 1,1$$

Приймаємо 1 кормороздавач.

## 2.2 Лінія напування

Потребу у воді для поголів'я обчислюємо за формулою [3, 4, 5]:

$$Q_{доб} = \sum_{i=1}^n q_i m_i, \text{ м}^3, \quad (2.13)$$

де  $q_i$  – потреба води для однієї голови,  $\text{м}^3$  ( $q_i = 0,015 \text{ м}^3$  [5]);

$m_i$  – поголів'я  $i$ -тої групи тварин;

$n$  – кількість груп.

$$Q_{доб} = 0,015 \cdot 496 = 7,44 \text{ м}^3$$

Добову максимальну витрату води розраховуємо за допомогою формули:

$$Q_{доб.max} = \alpha_{доб} \cdot Q_{доб}, \text{ м}^3, \quad (2.14)$$

де  $\alpha_{доб}$  – коефіцієнт нерівномірності водоспоживання за добу [5].

$$Q_{доб.max} = 1,3 \cdot 7,44 = 9,672, \text{ м}^3,$$

Годинна витрата води [4, 5]:

$$Q_{год.max} = \alpha_{год} \cdot Q_{доб.max} / 24, \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (2.15)$$

де – коеф. нерівномірності споживання води [5].

$$Q_{год.мах} = 2,5 \cdot \frac{9,672}{24} = 1,01 \text{ м}^3/\text{год}$$

Максимальне водоспоживання в секунду розраховуємо за формулою:

$$Q_c = \frac{Q_{год.мах}}{3600} = \frac{1,01}{3600} = 0,00028 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.16)$$

Для напування приймаємо поїлки ПАС-2, ємність чаші становить 4 л, яку встановлюють на вертикальних стійках суміжних стінок станків. На одну секцію встановлено три поїлки. Для організації процесу напування необхідно встановити 48 поїлок.

Для організації процесу напування на фермі використовують поїлки ПАС-2. Ємність чаші кожної поїлки становить 4 літри. На кожну секцію, де утримуються свині, встановлено по три такі поїлки. Отже, для організації процесу напування необхідно встановити загалом 48 поїлок.

Поїлки ПАС-2 забезпечують надійне та ефективне напування тварин, а їх конструкція сприяє зручності в експлуатації та обслуговуванні. Такий підхід до організації напування допомагає забезпечити свиней необхідною кількістю води для пиття, що є важливим фактором для здоров'я та продуктивності тварин.

Розрахункова витрата води для напування поголів'я на фермі становитиме:

$$Q_a = P \cdot n, \text{ дм}^3/\text{с}, \quad (2.17)$$

де  $P$  - інтенсивність напування,  $\text{дм}^3/\text{с}$ ;

$n$  - кількість автопоїлок, що застосовуватимуться одночасно.

Кількість автопоїлок, що застосовуватимуться одночасно приймаємо враховуючи кількість встановлених поїлок та ймовірність їхньої дії [5]. Щоб знайти ймовірність дії автопоїлок, використовуємо формулу:

$$B = \frac{Q_{\text{сум.}} \cdot \alpha_{\text{год}} \cdot m}{86400 \cdot P}, \quad (2.18)$$

де  $m$  - число тварин для однієї поїлки;

$$B = \frac{7,44 \cdot 2,5 \cdot 17}{86400 \cdot 0,03} = 0,122$$

Згідно з таблицею 6.2 [5], приймаємо число поїлок, які діють одночасно, рівним 20.

$$Q_a = 0,03 \cdot 20 = 0,6 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Розрахункову витрату води знаходимо за формулою:

$$Q_n = \sum \frac{q_n \cdot n \cdot \Pi}{100}, \text{ дм}^3/\text{с}, \quad (2.19)$$

де  $q_n$  - витрата води на один прилад,  $\text{дм}^3/\text{с}$ ;

$n$  - кількість однотипних приладів;

$\Pi$  - частка приладів, що діють одночасно.

Згідно з даними [5], для свинарника потрібно два крани для миття підлоги. Кожен з них має витрату води  $0,5 \text{ дм}^3/\text{с}$  і ймовірність їх одночасної дії становить 50%.

Тоді

$$Q_n = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 50}{100} = 0,5 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Знаходимо загальну витрату води:

$$Q_{\Sigma} = Q_a + Q_n = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ дм}^3/\text{с} \quad (2.20)$$

Розраховуємо діаметр труб водопровідної мережі за формулою:

$$d_{mp} = 2 \sqrt{\frac{Q_p}{\pi V}}, \text{ м}, \quad (2.21)$$

де  $Q_p$  - розрахункова витрата води,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V$  - швидкість води в трубопроводі,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $V = 1 \text{ м}/\text{с}$ .

$$d_{mp} = 2 \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,0374 \text{ м}.$$

З огляду на конструкторські міркування діаметр трубопроводу становитиме 40 мм.

### 2.3 Лінія прибирання гною

Для видалення гною зі приміщень для утримання свиней на фермі ТОВ «ДЕМІС-АГРО» використовується транспортер кругової дії ТСН-3,0Б. Згідно з технічними характеристиками, продуктивність цього транспортера становить від 4,5 до 5,7 т на годину. Однак, для робочих обчислень приймаємо значення продуктивності рівне 5,5 т на годину.

Гноєприбиральний транспортер ТСН-3,0Б є надійним обладнанням для ефективного видалення гною з приміщень. Його використання дозволяє швидко та ефективно очищати свинарники, що сприяє підтриманню чистоти та гігієни у приміщеннях, а також забезпечує комфорт та здоров'я для тварин. З урахуванням

продуктивності транспортера ТСН-3,0Б, ферма може ефективно керувати процесом видалення гною, забезпечуючи вчасне та ефективно прибирання приміщень, що є важливим аспектом у забезпеченні оптимальних умов утримання свиней.

Час роботи транспортера визначаємо за формулою [5]:

$$T_{\text{доб}} = P_{\text{вк}} \cdot T_{\text{ц}}, \text{ год}, \quad (2.22)$$

де  $P_{\text{вк}}$  - кількість увімкнень на добу;  $P_{\text{вк}} = 3 \dots 6$ ;

$T_{\text{ц}}$  – час одного циклу, год.

Час одного циклу розраховуємо за формулою [5]:

$$T_{\text{ц}} = \frac{L}{3600 \cdot \vartheta}, \text{ год}, \quad (2.23)$$

де  $L$  - довжина ланцюга у транспортера, м;  $L = 63$  м;

$\vartheta$  – швидкість руху ланцюга транспортера;  $\vartheta = 0,19$  м/с.

$$T_{\text{ц}} = \frac{63}{3600 \cdot 0,19} = 0,092 \text{ год.}$$

Попередню кількість увімкнень визначаємо за формулою [5]:

$$P = \frac{V_2}{V_{2.к}}, \quad (2.24)$$

де  $V_2$  – кількість гною за добу, м<sup>3</sup>;

$V_{2.к}$  – об'єм каналу для гною, м<sup>3</sup>.

Добовий вихід гною визначаємо за формулою:

$$V_{\Gamma} = \frac{V_{2.д} \cdot n}{\rho \cdot 2}, \text{ м}^3, \quad (2.25)$$



$V_{г.д.}$  – гною на одну голову за добу, кг;  $V_{г.д.} = 13$  кг [5];

$n$  – умовне поголів'я свиней;

$\rho$  – щільність гною, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho = 1035$  кг/м<sup>3</sup>.

$$V_{г.} = \frac{13 \cdot 496}{1035 \cdot 2} = 3,115 \text{ м}^3.$$

Об'єм каналу для гною визначаємо за формулою:

$$V_{г.к.} = h \cdot b \cdot L \cdot \varphi, \text{ м}^3, \quad (2.26)$$

де  $h$  - висота, м;  $h = 0,32$  м;

$b$  - ширина, м;  $b = 0,12$  м;

$L$  - довжина ланцюга транспортера, м;  $L = 63$  м;

$\varphi$  - коефіцієнт заповнення гнойового каналу;  $\varphi = 0,55$

$$V_{г.к.} = 0,32 \cdot 0,12 \cdot 63 \cdot 0,55 = 1,33 \text{ м}^3.$$

Тоді

$$\Pi = \frac{3,115}{1,33} = 2,3.$$

Приймаємо кількість увімкнень  $\Pi = 6$ .

Дійсна продуктивність транспортера розраховується за формулою:

$$Q_d = \frac{G_{дод}}{n \cdot T_{ц}}, \text{ т/год}, \quad (2.27)$$

де  $G_{дод}$  – вихід гною за добу, що визначається за формулою:

$$G_{\text{доб}} = \frac{V_2}{\rho}, \text{ т}; \quad (2.28)$$

$$G_{\text{доб}} = \frac{3,115}{1,035} = 3 \text{ т.}$$

Тоді

$$Q_d = \frac{3}{6 \cdot 0,092} = 5,4 \text{ т/год.}$$

$Q_d < Q$  - умова задовільна.

Час роботи протягом доби складатиме:

$$T_{\text{доб}} = 6 \cdot 0,092 = 0,55 \text{ год.}$$

## 2.4 Мікроклімат

### 2.4.1 Вентиляції

Обмін повітря у свинарському приміщенні забезпечується завдяки припливно-витяжної вентиляції, що ґрунтується на різній питомій вазі теплого і холодного повітря. Цей принцип вентиляції полягає в створенні потоку свіжого повітря, яке поступає у приміщення через припливні отвори, та видаленні використаного повітря за допомогою витяжних систем.

Тепле повітря, яке зазвичай знаходиться у верхніх шарах приміщення, має меншу густину і тому піднімається вгору. Використовуючи цей принцип, припливно-витяжна вентиляція забезпечує витяг теплого повітря з приміщення через витяжні отвори у верхній частині, тоді як свіже, прохолодне повітря надходить через припливні отвори у нижній частині. Це створює постійний потік

свіжого повітря, забезпечуючи оптимальні умови для здоров'я та комфорту свиней.

Такий метод вентиляції дозволяє ефективно керувати температурою, вологістю та якістю повітря у свинарнику, забезпечуючи оптимальні умови для здоров'я та продуктивності тварин.

Годинний обмін повітря за вмістом вуглекислого газу визначаємо за формулою:

$$V_{CO_2} = \frac{m \cdot P}{P_2 - P_1}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (2.29)$$

де  $m$  – поголів'я тварин;

$P$  – кількість вуглекислого газу від однієї тварини,  $\text{дм}^3/\text{ГОД}$ ;  $P = 47 \text{ дм}^3/\text{ГОД}$  [5];

$P_2$  – допустима норма кількості вуглекислого газу в приміщенні,  $\text{дм}^3/\text{М}^3$ ;  
 $P_2 = 2,5 \text{ дм}^3/\text{М}^3$  [5];

$P_1$  – вміст вуглекислого газу в навколишньому повітрі,  $\text{дм}^3/\text{М}^3$ ;  $P_1 = 0,3 \text{ дм}^3/\text{М}^3$  [5].

$$V_{CO_2} = \frac{496 \cdot 47}{2,5 - 0,3} = 10596,36 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Швидкість потоку повітря у каналі вентиляції знаходимо за формулою:

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{h(t_6 - t_3)}{273}}, \text{ м/с}, \quad (2.30)$$

де  $h$  – відстань від підлоги до витяжного каналу;  $h = 2,2 \text{ м}$ ;

$t_6$  – температура всередині приміщення;  $t_6 = 20^\circ\text{C}$ ;

$t_3$  – температура зовні приміщення;  $t_3 = 14^\circ\text{C}$ .

$$\vartheta = 2,2 \sqrt{\frac{2,2 \cdot (20 - 14)}{273}} = 0,484 \text{ м/с.}$$

Визначаємо площу перерізу витяжного повітропроводу за формулою:

$$F_B = \frac{V}{3600 \cdot \vartheta}, \text{ м}^2, \quad (2.31)$$

$$F_B = \frac{10596,36}{3600 \cdot 0,484} = 6,08 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу перерізу припливних каналів за формулою:

$$F_n = \frac{V_n}{3600 \cdot \vartheta}, \text{ м}^2, \quad (2.32)$$

де  $V_n$  – об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;  $V_n = 2074 \text{ м}^3$ .

$$F_n = \frac{2074}{3600 \cdot 0,484} = 1,2 \text{ м}^2$$

Кратність повітрообміну знаходимо за формулою:

$$n = \frac{V}{V_n} = \frac{10596,36}{2074} = 5,11. \quad (2.33)$$

Кількість витяжних каналів знаходимо враховуючи розміри каналів за формулою:

$$K_B = \frac{F_B}{f}, \quad (2.34)$$

де  $f$  – площа витяжного каналу,  $\text{м}^2$ ;

$$K_B = \frac{6,08}{0,36} = 16,89.$$

Обираємо кількість витяжних каналів, що дорівнює 18. Кількість припливних каналів розраховуємо за формулою:

$$Kn = \frac{F_n}{f}, \quad (2.35)$$

де  $f$  – площа припливного каналу;  $f = 0,25 \text{ м}^2$ .

$$Kn = \frac{1,2}{0,25} = 4,8.$$

Приймаємо число припливних каналів 5.

#### 2.4.2 Опалення

Застосування опалення у свинарнику не вигідне, оскільки підвищує вартість продукції та потребує витрат праці на обслуговування опалювальної установки. Біологічне тепло дає змогу утримувати свиней без опалення за температури від  $+10$  до  $-12^\circ\text{C}$ . У природно-кліматичних умовах господарства середня температура найхолоднішої п'ятирічки  $-20^\circ\text{C}$ , середня температура найхолоднішої доби  $-24^\circ\text{C}$ , середня температура опалювального періоду  $-1,6^\circ\text{C}$ , середня температура найхолоднішого періоду  $-10^\circ\text{C}$ .

Застосування опалення у свинарнику може бути не вигідним, оскільки воно може збільшувати вартість продукції і вимагати додаткових витрат праці на обслуговування опалювальної системи. Замість цього можна використовувати лише біологічне тепло, яке дозволяє утримувати свиней без додаткового опалення при температурах від  $+10$  до  $-12^\circ\text{C}$ .

У природно-кліматичних умовах господарства середня температура найхолоднішої року протягом останніх п'яти становить  $-20^{\circ}\text{C}$ , найхолодніша доба мала середню температуру  $-24^{\circ}\text{C}$ , середня температура періоду опалення становила  $-1,6^{\circ}\text{C}$ , а в найхолодніший період середня температура була  $-10^{\circ}\text{C}$ . Це означає, що у найхолодніші дні року температура може опускатися значно нижче оптимального діапазону для утримання свиней без опалення.

Таким чином, з метою забезпечення комфортних умов для свиней та запобігання їхньому переохолодженню в найхолодніші періоди, можна розглядати альтернативні методи збереження тепла. Це можуть бути додаткові заходи ізольованості приміщень, використання теплих підстилок або інших методів, що допомагають утримувати температуру в межах допустимих значень без значних витрат на опалення.

Такі підходи дозволяють зберегти енергоефективність і знизити витрати на виробництво, забезпечуючи при цьому необхідний комфорт і здоров'я тварин навіть в умовах низьких температур.

Кількість тепла, необхідного для опалення свинарського приміщення, знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{оп}} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{огор}} + Q_{\text{вт}} - Q_{\text{тв}}, \text{кДж/год}, \quad (2.36)$$

де  $Q_{\text{в}}$  – обсяг тепла, що витрачається під час вентиляції приміщення, кДж;

$$Q_{\text{в}} = V \cdot \rho_n \cdot (t_g - t_z) \cdot C, \text{кДж/год}, \quad (2.37)$$

де  $V$  – повітрообмін за розрахунком,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$\rho_n$  – щільність повітря,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;  $\rho_n = 1,306 \text{ м}^3/\text{год}$  [5];

$t_g$  і  $t_z$  – температура повітря всередині свинарника і зовні,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$C$  – теплоємність повітря,  $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;  $C = 1 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$  [5].

$$Q_B = 10596,36 \cdot 1,306 \cdot (10 - (-10)) \cdot 1 = 276776,92 \text{ кДж/год.}$$

$Q_{\text{огор}}$  – обсяг тепла, що витрачається крізь огороження, кДж;

$$Q_{\text{огор}} = 3600 \cdot \beta_i \cdot F_i (t_e - t_n) \cdot \varphi, \text{ кДж/год,} \quad (2.38)$$

де  $\beta_i$  – коефіцієнт тепловіддачі огорожувальних конструкцій (табл. 2.1) [5];

$F_i$  – площа елемента огорожувальної конструкції: площа стін 420 м<sup>2</sup>, площа підлоги 648 м<sup>2</sup>, стелі – 648 м<sup>2</sup>, площа воріт 10 м<sup>2</sup>, площа вікон 96 м<sup>2</sup>.

$$Q_{\text{огор}} = 3600 \cdot (0,00117 \cdot 648 + 0,00047 \cdot 648 + 0,00124 \cdot 420 + 0,00486 \times \\ \times 10 + 0,00268 \cdot 96)(10 - (-10)) = 135907,2 \text{ кДж/год.}$$

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт тепловіддачі огорожувальних конструкцій

Огорожувальна конструкція	Коефіцієнт тепловіддачі, кВт/м <sup>2</sup> ·°С
Ворота	0,00486
Стеля	0,00117
Підлога	0,00047
Стіна	0,00124
Вікно	0,00268

$Q_{\text{вт}}$  – втрати тепла через щілини і двері що відкриті, кДж/год;

$$Q_{\text{вт}} = 0;$$

$Q_{\text{тв}}$  – обсяг тепла виділеного тваринами, кДж/год:

$$Q_{\text{тв}} = \sum m_i \cdot q_i, \text{ кДж/год,} \quad (2.39)$$

де  $q_i$  – обсяг тепла виділеного однією твариною;  $q_i = 970$  кДж/год.

$$Q_{ТВ} = 970 \cdot 496 = 481120 \text{ кДж/год.}$$

Тоді

$$Q_{оп} = 276776,92 + 135907,2 - 481120 = - 68435,88 \text{ кДж/год.}$$

Згідно з розрахунками, опалення свинарника не є необхідним.

### 2.4.3 Освітлення

Розрахунок освітлення у свинарнику включає вибір світильників, їхньої потужності та оптимального розміщення. Освітлення грає важливу роль у забезпеченні здоров'я та продуктивності тварин, тому важливо підібрати правильну систему освітлення для свинарника.

Розміщення світильників має бути рівномірним, щоб уникнути темних зон і забезпечити однаковий рівень освітленості по всій площі приміщення. Світильники зазвичай розміщують на стелі або на спеціальних підвісних конструкціях, з урахуванням висоти приміщення та рекомендацій виробника.

Також слід врахувати, що освітлення має бути налаштоване таким чином, щоб забезпечувати правильний світловий режим для тварин, враховуючи природний ритм дня і ночі. Використання таймерів та датчиків освітленості допоможе автоматизувати цей процес і забезпечити оптимальні умови для утримання свиней.

Потрібну кількість світильників за світловим потоком розраховуємо за формулою:

$$\Pi = \frac{E_{min} \cdot K \cdot S \cdot Z}{F_d \cdot \eta}, \quad (2.40)$$



де  $E_{min}$  – мінімальне допустиме освітлення;  $E_{min} = 60$  лк;

$K$  – коеф. запасу;  $K = 1,5$ ;

$S$  – площа приміщення,  $m^2$ ;  $S = 648$   $m^2$ ;

$Z$  – коеф. мінімального освітлення;  $Z = 1,15$ ;

$F_n$  – світловий потік світильника, лк;

$\eta$  – коеф. використання світлового потоку;  $\eta = 0,57$ .

$$\Pi = \frac{60 \cdot 1,5 \cdot 648 \cdot 1,15}{2480 \cdot 0,57} = 47,4$$

Отже, для облаштування освітлення в свинарнику обираємо світильники з люмінесцентними лампами LB-40 потужністю 40Вт і світловим потоком 2400 люмен. Для забезпечення необхідного рівня освітленості приміщення необхідно встановити 48 таких ламп. Оскільки лампи встановлюються в світильники по дві, то кількість світильників становить 24.

Розміщення світильників слід здійснити таким чином, щоб забезпечити рівномірне освітлення по всій площі свинарника. Враховуючи специфіку приміщення та необхідний рівень освітленості, можна розташувати світильники в шаховому порядку або рівномірно по всій площі стелі свинарника. Це допоможе уникнути темних зон і забезпечити комфортні умови для утримання свиней.

Розташування світильників здійснюємо по вершинах квадратів, при цьому відношення відстані між світильниками до висоти їх розташування визначаємо за формулою:

$$\frac{L}{H_p} = 1,4, \quad (2.41)$$

де  $L$  – відстань між світильниками, м;

$H_p$  – висота до світильника, м;

$$H_p = H - (h_c + h_n), \text{ м}, \quad (2.42)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;  $H = 2,4$  м;

$h_c$  – відстань від підлоги до світильника, м;  $h_c = 0,25$  м;

$h_n$  – відстань від підлоги до робочої площини, м;  $h_n = 0,6$  м;

$$H_p = 2,4 - (0,25 + 0,6) = 1,55 \text{ м}.$$

$$L = 1,4 \cdot H_p = 1,4 \cdot 1,55 = 2,17 \text{ м} \quad (2.43)$$

Приймаємо  $L = 2,2$  м.

Загальна потужність освітлення:

$$W_{\Sigma} = n \cdot W_l, \text{ кВт}; \quad (2.44)$$

де  $W_l$  – потужність однієї лампи, кВт.

$$W_l = 48 \cdot 0,04 = 1,92 \text{ кВт}.$$

## 2.5 Висновок

В даному розділі проведено розрахунки технологічних ліній, таких як: лінії роздавання кормів, напування, лінії гноєвидалення. Також проведено розрахунок вентиляції, опалення та освітлення приміщень.

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Обґрунтування необхідності вдосконалення технологічного процесу збирання гною

У сучасному тваринництві, де поголів'я худоби на фермах скорочується, а техніка старіє, прибирання та утилізація гною стають дедалі складнішими завданнями. Вимоги до надійності обладнання зростають, адже постійні ремонти та обслуговування суттєво підвищують собівартість цих процесів, а значить, і кінцевої продукції.

На цій фермі використовується скребковий транспортер для видалення гною. Він транспортує гній до гноєзбірника, звідки його далі перекачують шнековими насосами типу НШ-50-І (рис. 3.1). Ця система має суттєву перевагу: гноєвидалення можна проводити періодично. Як показує практика, такий метод є більш надійним та ефективним, адже він дозволяє видаляти гній будь-якої консистенції з високою продуктивністю. Механічні включення, які часто створюють проблеми для інших типів гнойових насосів, не впливають на роботу цієї системи.

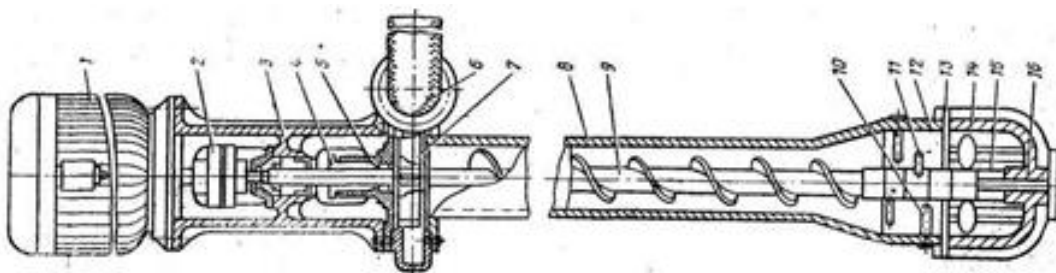


Рисунок 3.1 – Технологічна схема НШ-50-І: 1 - електродвигун; 2 - муфта; 3 - труба; 4 - втулка; 5 - сальникове ущільнення; 6 - рукав; 7 - відцентровий насос; 8 - корпус шнека; 9 - шнек; 10 - нерухомий штифт; 11 - рухомий штифт; 12 - сальник; 13 - мішалка; 14 - стакан; 15 - огорожа; 16 - гумометалевий підшипник.

Незважаючи на переваги оновленої системи, на практиці виявились певні недоліки. Шнекові насоси марки НШ-50-І, які використовуються для

перекачування гною, не підходять для роботи з гнойовою рідиною зниженої вологості, що містить домішки відходів кормів. Це призводить до передчасного виходу з ладу електродвигунів насосів, що потребує вдосконалення системи видалення гною.

### **3.2 Зоотехнічні вимоги до збирання гною**

Очищення приміщень для утримання тварин та ефективне управління гноєм є не лише екологічною та санітарною вимогою, а й важливою економічною задачею. Гній є цінним органічним добривом, яке за правильного використання може значно покращити врожайність сільськогосподарських культур, скорочуючи потребу в хімічних добривах та покращуючи структуру ґрунту.

Вимоги до технологій і засобів для збору, зберігання, переробки та використання гною чітко прописані в нормативно-технічних документах. Також до цих вимог додаються ветеринарно-санітарні та гігієнічні стандарти щодо обладнання, яке використовується для роботи з гноєм, що забезпечують безпечно та ефективно виконання процесів. Враховуючи ці стандарти, можна забезпечити захист навколишнього середовища та здоров'я працівників, які контактують з гноєм.

При проектуванні систем збору та утилізації гною слід застосовувати сучасні технології та дотримуватися умов, які забезпечують максимальне використання всіх видів гною як добрива для сільськогосподарських угідь. Це передбачає використання новітніх методів механізації та автоматизації, що дозволяє зменшити ручну працю та підвищити ефективність роботи. Зокрема, важливо розглядати впровадження автоматизованих систем транспортування та обробки гною, що знижує вплив людського фактору та мінімізує ризики для здоров'я працівників.

Об'єкти для роботи з гноєм повинні бути розташовані з підвітряного боку відносно житлових зон та тваринницьких підприємств, щоб запобігти поширенню неприємних запахів і забезпечити комфортні умови для населення.

Крім того, необхідно враховувати вимоги щодо відстані до водних джерел, щоб уникнути їхнього забруднення.

Таким чином, ефективне управління гноєм у тваринницьких господарствах є комплексним процесом, який вимагає врахування екологічних, санітарних, технологічних та економічних аспектів. Виконання цих вимог сприяє підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва, збереженню навколишнього середовища та здоров'я працівників і населення, а також забезпеченню сталого розвитку аграрного сектору.

### **3.3 Аналіз наявних засобів прибирання та транспортування гною**

Засоби для прибирання гною за призначенням поділяються на кілька основних категорій: засоби для очищення приміщень, накопичення та видалення гною, транспортування і обробка для подальшої утилізації. Методи та засоби механізації для прибирання гною в свинарниках залежать від технології утримання тварин, планування приміщень, архітектурних рішень ферми і наявності підстилкових матеріалів. Застосовуються як мобільні, так і стаціонарні засоби для прибирання гною. До мобільних засобів належать такі пристрої, як скребок-бульдозер БН-1 і бульдозер-скребок навісний БСН-1,5, які ефективно використовуються для збирання підстилкового гною.

Стаціонарні засоби включають в себе скребок-транспортери ТСН-3,0Б, ТСН-160 із круговим рухом дії, скреперні установки УС-10 зі зворотно-поступальним рухом та тросо-штангові установки ТС-1. Ці засоби є універсальними та можуть застосовуватись як за прив'язного, так і за безприв'язного утримання тварин. Однак, ланцюгові гноєприбиральні транспортери типу ТСН-160 і ТСН-3,0Б використовуються тільки за прив'язного утримання.

Для транспортування гною вздовж поперечних каналів використовуються транспортери ТСН-3,0Б та установки УСН-8 і УС-10. Гній з вологістю 75-92%

рекомендується транспортувати до гноєсховища за допомогою поршневих установок УТН-10. Трубопровід прокладається із сталевих труб і розташовується нижче рівня промерзання ґрунту, що запобігає замерзанню гною. Видалення гною з приміщень включає використання проміжних ємностей-накопичувачів різних конструкцій та місткостей, які зазвичай розміщені в торцевій частині приміщення або посередині його довгого боку у спеціальних тамбурах-прибудовах. Очищення приміщень проводиться згідно з розкладом дня ферми.

Існують різні технологічні схеми видалення гною: гній похилим скребковим транспортером завантажується прямо в транспортний засіб або скидається на майданчик для подальшого видалення бульдозером. Цей варіант не використовує проміжні ємності, що ускладнює потокову організацію робіт. Гній з проміжної ємності вивантажується ковшем скіпового підйомника місткістю 2,5 або 4 м<sup>3</sup>. Це дозволяє гноєприбиральним транспортерам працювати незалежно від графіка роботи транспорту. Гній з утеплених ємностей-накопичувачів вивантажується у транспортні засоби за допомогою планчатого або ковшового гноєнавантажувача НПК-30. Рідкий гній видаляється за допомогою вакуумованих цистерн, пневмотранспортної установки УПН-15 або шнекового навісного насоса НШ-50.

Приводні станції скреперних установок повинні розташовуватись в кінці приміщення, де знаходиться збірний поперечний колектор. Установка станцій в протилежному кінці може призвести до значного збільшення зусилля в тяговому ланцюзі, що спричинить швидке зношування. Використання поршневих установок для транспортування гною дозволяє уникнути замерзання та покращує санітарний стан ферм. Резервування транспортерів, що дозволяє вивантажувати гній безпосередньо в тракторний причіп у випадку несправностей, підвищує надійність процесу видалення гною з ферми.

### **3.4 Удосконалення технологічної та конструктивної схеми системи збирання гною**

Удосконалення технологічної та конструктивної схеми системи збирання гною в свинарнику сприятиме покращенню ефективності та надійності роботи всієї системи. Основними проблемами, що були виявлені під час експлуатації, є непридатність шнекового насоса НШ-50-І для відкачування гнойової рідини зниженої вологості з домішками відходів кормів, а також передчасне виходження з ладу електродвигуна цього насоса. Пропонується встановити насос відцентрового типу, який може перекачувати гній зниженої вологості з домішками, включаючи відходи грубих кормів.

Насос відцентрового типу складатиметься з корпусу, кришки, крильчатки, фланця, викидної труби та електродвигуна. Корпус виготовлений зі сталевій труби діаметром 520 мм, а кришка з листової сталі з радіусом вигину, що дорівнює діаметру корпусу. Крильчатка буде приварена до вала під кутом  $180^\circ$ , а викидна труба – до корпусу насоса по дотичній. Електродвигун з крильчаткою буде з'єднаний втулками і шплінтами, що дозволить уникнути поломки лопатей крильчатки у разі забивання або потрапляння сторонніх домішок.

Усю конструкцію насоса буде закріплено на зварній рамі. Під час роботи вал приводу насоса буде захищений захисним кожухом, що забезпечить безпеку експлуатації. Також пропонується встановити пристрій для розділення гною на фракції (рідку і тверду) на виході від насоса. Це дозволить оптимізувати процес утилізації гною та покращити санітарні умови на свинофермі.

Пристрій для розділення гною на фракції буде містити корпус із завантажувальним і вивантажувальним патрубками, а внутрішній пристрій буде включати фільтрувальний елемент із транспортним органом, що забезпечить оптимальний розділ гною на рідку та тверду фракції. Транспортувальний орган виготовлений у вигляді стрічкової спіралі і здійснює дві функції - транспортує згущену фракцію та одночасно очищає внутрішню поверхню фільтрувального елемента.

Пропоновані удосконалення системи збирання гною можуть сприяти підвищенню продуктивності та ефективності роботи свинарнику, а також забезпечити покращення санітарних умов на фермі.

Ця система збирання гною використовує інноваційний підхід, що спрямований на оптимізацію процесу та поліпшення якості очищення гною. Фільтрувальний елемент, виконаний у вигляді пружини з поперечним перерізом у формі кола або трапеції, забезпечує ефективне ущільнення гною та відокремлення його на рідку та тверду фракції.

Транспортувальний орган у вигляді стрічкової спіралі виконує дві важливі функції - транспортування згущеної фракції та очищення внутрішньої поверхні фільтрувального елемента. Під час роботи системи спіраль стискається та збільшується в діаметрі, що сприяє щільному приляганню до внутрішньої поверхні фільтрувального елемента. Це поліпшує якість очищення та запобігає забиванню щілин між витками пружини.

Привід спіралі встановлений з боку завантажувального патрубку, що дозволяє стисненню спіралі, зменшенню її кроку та збільшенню зовнішнього діаметра під час закручування. Це також сприяє щільному приляганню зовнішніх витків спіралі до внутрішньої поверхні фільтрувального елемента, покращуючи процес очищення.

В цілому, ця система пропонує ефективне та інноваційне рішення для збирання та очищення гною, що сприяє поліпшенню санітарних умов на фермі та зменшенню витрат на утилізацію.

### 3.5 Технологічний розрахунок насоса

Знаходимо необхідну місткість гноєприймача за формулою:

$$V = G_{\text{доб}} / \rho_n, \text{ м}^3; \quad (3.1)$$

де  $G_{\text{доб}}$  – вихід гною у свинарнику за добу, кг;



$\rho_n$  – густина гною  $\text{кг/м}^3$ ; за вологості 90%  $\rho_n = 1020 \text{ кг/м}^3$  (табл. 5.7 [5]).

$$V = 10400 / 1020 = 10,78 \text{ м}^3.$$

У приміщенні для свиней гноєприймач має місткість  $12,5 \text{ м}^3$ . Цього достатньо для того, щоб накопичити добову кількість гною.

Теоретична продуктивність відцентрового лопатевого насоса розраховується за формулою:

$$Q_T = \pi \cdot D_2 \cdot v_n \cdot C_{gr}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.2)$$

де  $D_2$  – діаметр колеса, м;  $D_2 = 0,52 \text{ м}$ ;

$v_n$  – ширина колеса насоса, м;  $v_n = 0,24 \text{ м}$ ;

$C_{gr}$  – абсолютна швидкість рідини на виході з робочого колеса, м/с. (рис. 3.2).

Розраховуємо переносну швидкість на внутрішній та зовнішній окружностях робочого колеса за допомогою формули:

$$U_i = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot R_i, \text{ м/с}; \quad (3.3)$$

де  $n$  – частота обертання колеса,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$R_i$  – радіус колеса, м.

$$U_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} \cdot 0,1 = 15,708 \text{ м/с}.$$

$$U_2 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} \cdot 0,26 = 40,841 \text{ м/с}.$$

Визначаємо абсолютну швидкість рідини  $C_i$  та відносну швидкість вздовж робочого колеса  $\omega_i$ :

$$C_1 = \vec{C}_1 / \mu_{v1} = 46,4/3 = 15,47 \text{ м/с},$$

$$\omega_1 = \vec{\omega}_1 / \mu_{v1} = 9,2/3 = 3,07 \text{ м/с},$$

$$C_2 = \vec{C}_2 \cdot \mu_{v2} = 66,4/2 = 33,2 \text{ м/с};$$

$$\omega_2 = \vec{\omega}_2 \cdot \mu_{v2} = 46,1/2 = 23,05 \text{ м/с}.$$

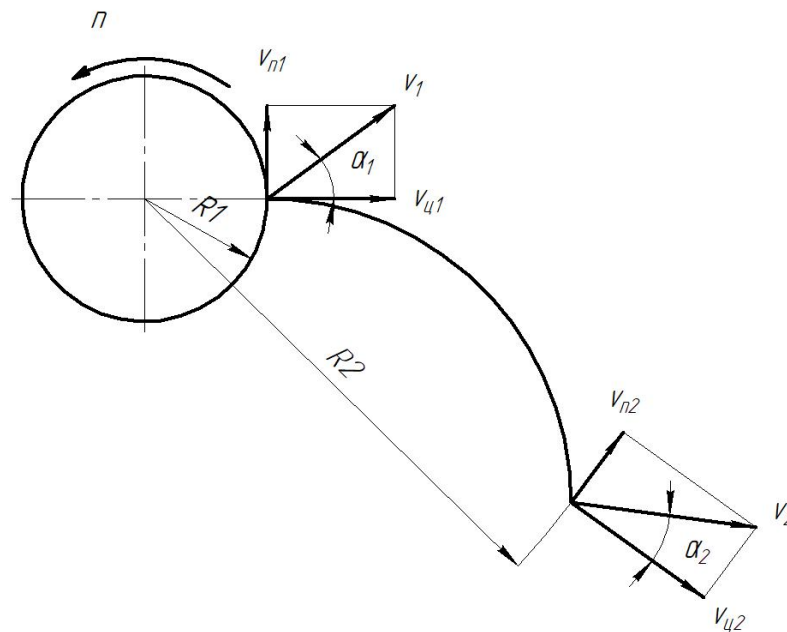


Рисунок 3.2 – Схема швидкостей лопатевого насоса.

Значення складової абсолютної швидкості руху рідини [6, 9, 10]:

$$C_{r2} = C_2 \cdot \sin \alpha_2, \text{ м/с} \quad (3.4)$$

$$C_{r2} = 33,2 \cdot \sin 34^\circ = 18,57 \text{ м /с}.$$

Тоді

$$Q_T = 3,14 \cdot 0,52 \cdot 0,24 \cdot 18,57 = 7,28 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Теоретичний напір знаходимо за формулою [5]

$$H_T = \frac{U_2^2}{g} - \frac{U_2 \cdot Q_T \cdot \text{ctg} \beta_2}{\rho \cdot \pi \cdot D_2 \cdot e_2}, \text{ кПа}; \quad (3.5)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння.

$$H_T = \frac{40,841^2}{9,81} - \frac{40,841 \cdot 7,28 \cdot \text{ctg}55^\circ}{1020 \cdot 3,14 \cdot 0,52 \cdot 0,24} = 169,51 \text{ кПа.}$$

Розраховуємо реальну продуктивність насоса за формулою:

$$Q_\delta = \eta_o \cdot k \cdot Q_T, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.6)$$

де  $\eta_o$  – об'ємний ККД насоса;

$k$  – коеф. зниження продуктивності насоса;  $k = 0,0036$ .

Об'ємний ККД знаходимо за формулою:

$$\eta_o = 1 - \frac{q}{Q_T}, \quad (3.7)$$

де  $q$  – об'ємні втрати,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $q \approx 0,8 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$$\eta_o = 1 - \frac{0,8}{7,28} = 0,89$$

Тоді

$$Q_\delta = 0,89 \cdot 0,0036 \cdot 7,28 = 0,0233 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо продуктивність  $Q_\delta = 85 \text{ м}^3/\text{год}$

Знаходимо необхідний діаметр гноєпроводу за формулою:

$$D_{gn} = 40 \cdot Q_\delta \cdot \rho_n / (\pi \cdot Re_{gn} \cdot \mu), \text{ м}; \quad (3.8)$$

де  $Re_{gn}$  – число Рейнольда;  $Re_{gn} = 3000$  [5];

$\mu$  – динамічна в'язкість гною,  $\text{Па} \cdot \text{с}$ ;  $\mu = 0,04 \text{ Па} \cdot \text{с}$  (табл. 6.10 [5]).

$$D_{zn} = 40 \cdot 0,0233 \cdot \frac{1,02}{3,14 \cdot 3000 \cdot 0,4} = 0,252 \text{ м м.}$$

Приймаємо діаметр гноєпроводу  $D_{zn}=260$  мм.

### 3.6 Розрахунок енергетичних параметрів

Необхідну потужність на привод насоса визначаємо за формулою [7, 8]:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{\eta \cdot 10^3}, \text{ кВт}; \quad (3.9)$$

де  $\eta$  – загальний ККД насоса:

$$\eta = \eta_{\Gamma} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{o}}, \quad (3.10)$$

де  $\eta_{\Gamma}$  – гідравлічний ККД;  $\eta_{\Gamma} = 0,83$ .

$\eta_{\text{м}}$  – механічний ККД;

$\eta_{\text{o}}$  – об'ємний ККД;  $\eta_{\text{o}} = 0,89$ .

Механічний ККД становитиме:

$$\eta_{\text{м}} = \eta_n \cdot \eta_{\text{муф}}^2, \quad (3.11)$$

де  $\eta_n$  - ККД підшипника кочення;  $\eta_n = 0,99$ ;

$\eta_{\text{муф}}$  – ККД муфти;  $\eta_{\text{муф}} = 0,98$ .

$$\eta_{\text{м}} = 0,99 \cdot 0,98^2 = 0,95$$

$$\eta = 0,83 \cdot 0,95 \cdot 0,89 = 0,7$$

$$N = \frac{0,0233 \cdot 169,51 \cdot 1020}{0,7 \cdot 10^3} = 5,8 \text{ кВт.}$$

Враховуючи необхідний запас потужності для забезпечення стабільної та надійної роботи насоса, обрано електродвигун 4A132S4 з номінальною потужністю 7,5 кВт і частотою обертання 1500 об/хв. Він є оптимальним вибором для забезпечення надійної та ефективної роботи насоса в даних умовах експлуатації.

### 3.7 Розрахунки на міцність

#### 3.7.1 Розрахунок вала на кручення

Розрахуємо крутний момент на валу насоса за формулою [6, 9, 10]:

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega}, \text{ Н} \cdot \text{ м}; \quad (3.12)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість вала,  $\text{с}^{-1}$ .

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157,08 \text{ с}^{-1} \quad (3.13)$$

$$M_{кр} = \frac{7500}{157,08} = 47,75 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Розрахуємо діаметр вала за умови міцності на кручення:

$$\tau = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau], \text{ МПа}; \quad (3.14)$$

де  $W_p$  – полярний момент інерції,  $\text{м}^4$ ;

$[\tau]$  – допустима напруга на кручення;

Полярний момент інерції для суцільного циліндричного вала розраховується за такою формулою:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \text{ м}^4; \quad (3.15)$$

де  $d$  – діаметр вала, м.

Тоді діаметр вала розраховуємо за формулою:

$$d = 1,72 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_k}{[\tau]}}, \text{ м}; \quad (3.16)$$

$$d = 1,72 \cdot \sqrt[3]{\frac{47,75}{80 \cdot 10^6}} = 0,0261 \text{ м.}$$

Отже діаметр вала приймаємо  $d = 30$  мм.

### 3.7.2 Розрахунок зварних з'єднань

Лопаті насоса закріплюються на валу методом зварювання (рис. 3.3).

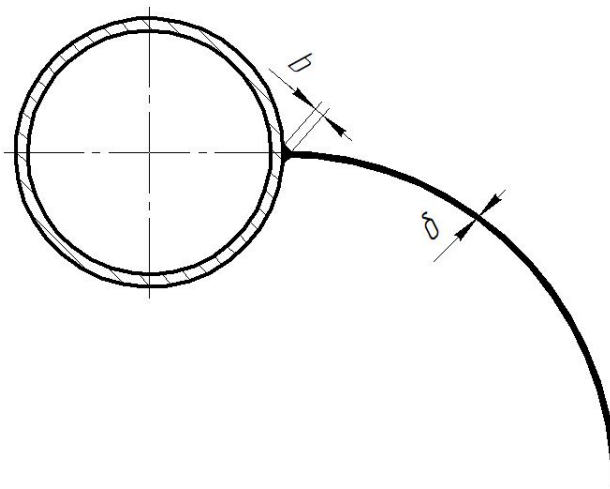


Рисунок 3.3 – Схема закріплення лопаті на валу.

Перевірка зварного шва на зріз [10, 11]:

$$\tau_{\max} = \frac{P}{A} \leq [\tau], \quad (3.17)$$

де  $[\tau]$  – допустима напруга зрізу зварного шва;  $[\tau] = 90$  МПа;

$A$  – площа швів,  $\text{м}^2$ ;

$P$  – зусилля, що діє на лопать;  $P = 183,7 \text{ Н}$ .

Площу швів знаходимо за формулою:

$$A = 2l \cdot \delta \cdot \cos 45^\circ, \text{ м}^2; \quad (3.18)$$

де  $l$  – довжина шва,  $\text{м}$ ;  $l = 0,24 \text{ м}$ ;

$\delta$  – товщина лопаті,  $\text{м}$ ;  $\delta = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$$A = 2 \cdot 0,24 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot \cos 45^\circ = 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\tau_{max} = \frac{183,7}{2,04 \cdot 10^{-3}} = 9,02 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Отже, зварний шов має достатню міцність.

### 3.8 Експлуатація та технічне обслуговування фекального насоса

Під час експлуатації лопатевого фекального насоса необхідно регулярно проводити технічне обслуговування. Це включає щоденне технічне обслуговування (ЩО) та періодичне технічне обслуговування (ТО-1).

Щоденне технічне обслуговування включає кілька важливих процедур. Насамперед, здійснюють перевірку кріплення насоса до рами та його заземлення, що забезпечує безпечну і стабільну роботу обладнання. Крім того, знімається захисний кожух вала приводу насоса, після чого ретельно перевіряють стан муфт на справність і цілісність. Наприкінці робочої зміни насос ретельно очищається від залишків гною, а виявлені несправності негайно усуваються.

Періодичне технічне обслуговування (ТО-1) проводиться на додаток до щоденних процедур. Під час ТО-1 перевіряють цілісність та наявність мастила в підшипниках, що є важливим для зниження тертя і зносу. Також перевіряють надійність кріплення крильчатки до вала і цілісність її лопаток. У разі виявлення

будь-яких несправностей, вони негайно усуваються, що запобігає серйозним поломкам у майбутньому.

Сезонне технічне обслуговування включає більш детальний огляд і обслуговування насоса. Всі робочі органи промиваються водою, деталі змащуються відпрацьованим мастилом, знімаються муфти і крильчатка для детальної перевірки. Особливу увагу приділяють стану манжет і підшипників, оскільки їх зношеність може призвести до серйозних несправностей. Після цього перевіряють стан електродвигуна і, за необхідності, проводять його ремонт або відправляють до майстерні для більш ґрунтового ремонту. Завершальною стадією сезонного обслуговування є оновлення фарбування насоса, що не лише покращує його зовнішній вигляд, але й забезпечує додатковий захист від корозії.

### **3.9 Висновки**

В даному розділі було доведено необхідність вдосконалення технологічної лінії прибирання гною, вказано недоліки шнекового насоса НШ-50-І. Наведено зоотехнічні вимоги до збирання, зберігання та видалення гною. Проведено аналіз існуючих засобів прибирання та транспортування гною. Запропоновано удосконалення технологічної та конструктивної схеми системи збирання гною. Запропоновано новий насос для видалення гною та проведено технологічний, енергетичний розрахунки, а також розрахунок на міцність вала та зварних з'єднань. Також наведено правила з експлуатації та технічного обслуговування фекального насоса.



## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Безпека праці на свинофермі**

Ферма спланована згідно з вимогами ДБН Б 2.4-95 «Генеральні плани сільськогосподарських підприємств. Норми проектування». Вона знаходиться на відстані приблизно 2 км від найближчого населеного пункту, на підвітряній стороні. Ділянка ферми розташована нижче рівня селища.

Будівлі на фермі відповідають технологічним стандартам і збудовані відповідно до розмірів обладнання. Ферма включає основні та допоміжні будівлі для утримання тварин, ветеринарний корпус і кормовий цех.

Також на території ферми є інженерні споруди, такі як водопостачання, електромережі та тепlopостачання, а також навіси для зберігання кормів, овочів і техніки. Крім цього, на фермі облаштовані санітарно-побутові приміщення: кімната відпочинку, душова, гардеробна, вбиральня і туалет, що відповідають вимогам СНіП 2.09.04.-87 «Адміністративні та побутові будівлі».

Проїзди на території ферми мають тверде покриття для зручного підвезення кормів та вивезення відходів. На території рівномірно розташовані брудовідстійники та рідинозбірники.

Усі виробничі споруди розміщені рівномірно, з дотриманням протипожежних розривів відповідно до СНіП 11-97-76. Розташування будівель відповідає вимогам ГОСТ 12.1.004-91 «Пожежна безпека. Загальні вимоги». У разі пожежі використовується вода з резервуара на 100 м<sup>3</sup>, розміщеного на території ферми.

На в'їзді до ферми встановлено ветсанпропускник на 25 осіб з дезінфекцією транспортних засобів. Інші входи оснащені дезбар'єрами. Проникнення сторонніх осіб на територію категорично заборонено.

Проектом передбачено будівництво свинарника на 800 голів, за типовим проектом 802-52 згідно з ДБН В 2.2-1.95 «Будинки і споруди. Будинки і споруди для тваринництва» [12].

## 4.2 Безпека праці у свинарнику-відгодівельнику

Безпека праці в свинарнику-відгодівельнику є критично важливою для забезпечення здоров'я працівників, захисту тварин і збереження продуктивності підприємства. Робота у свинарнику включає різноманітні завдання, які можуть бути потенційно небезпечними. Тому необхідно вживати заходів для зниження ризиків та забезпечення безпеки на робочому місці.

Перше, на що слід звернути увагу, це належна підготовка працівників. Всі працівники повинні пройти спеціальне навчання, яке включає ознайомлення з технікою безпеки, використанням захисного одягу та обладнання, а також надання першої допомоги. Важливо, щоб працівники знали правила поведінки з тваринами, оскільки свині можуть поводитися агресивно, особливо якщо вони налякані або хворі.

Другим важливим аспектом є забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов. У свинарнику повинні регулярно проводитися дезінфекційні заходи, очищення приміщень та вентиляція, щоб запобігти поширенню інфекцій та забезпечити чисте повітря для працівників і тварин. Використання спеціальних дезінфекційних засобів і регулярне прибирання є обов'язковими [15, 16].

Безпека праці також передбачає використання спеціального захисного одягу та засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Працівники повинні носити відповідний одяг, взуття, рукавички та маски, які захищають від механічних травм, укусів тварин, а також від впливу шкідливих хімічних речовин, які використовуються для дезінфекції. ЗІЗ повинні бути зручними і не обмежувати рухи, щоб працівники могли ефективно виконувати свої обов'язки.

Організація робочого процесу має також включати механізацію та автоматизацію важких і небезпечних процесів. Використання автоматизованих систем годування, видалення відходів та вентиляції значно знижує ризик травмування працівників. Окрім того, це дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівників та підвищити продуктивність праці.

Важливо також звернути увагу на психологічний аспект безпеки праці. Робота у свинарнику може бути стресовою, тому керівництво має забезпечити підтримку працівників, проводити регулярні інструктажі та консультації, а також організувати відпочинок і перерви у роботі.

Постійний моніторинг умов праці та здоров'я працівників є невід'ємною частиною безпеки праці в свинарнику. Регулярні медичні огляди, аналіз умов праці та впровадження нових технологій і методів безпеки сприяють зниженню ризиків і покращенню загального стану здоров'я працівників.

Таким чином, безпека праці в свинарнику-відгодівельнику є комплексним процесом, який включає навчання працівників, забезпечення санітарно-гігієнічних умов, використання ЗІЗ, автоматизацію процесів та психологічну підтримку. Виконання всіх цих заходів дозволяє створити безпечне та ефективне робоче середовище, що сприяє підвищенню продуктивності та збереженню здоров'я працівників і тварин.

### **4.3 Безпека проектованої машини**

Під час проектування гноєприбиральної системи в свинарнику-відгодівельнику було враховано численні технічні та безпекові вимоги для забезпечення безперервної та ефективної роботи [13-17]. Одним із головних недоліків шнекового насоса НШ-50-І є забивання гнойовою масою та кормовими рештками. Для усунення цих проблем було прийнято рішення про встановлення відцентрового лопатевого насоса. Це рішення підвищило продуктивність праці та знизило ризики, пов'язані з зупинками роботи.

При розробці конструкції гноєприбиральної системи враховувалися вимоги ГОСТ 12.02.042-91 «Машини та обладнання тваринницьких ферм. Загальні вимоги безпеки». Зокрема, робочі органи системи були спроектовані таким чином, щоб вони були легкодоступними для огляду та очищення. Це дозволило мінімізувати ризики забивання та забезпечити своєчасне технічне

обслуговування. Крім того, всі робочі органи обладнані спеціальними засобами запобігання, такими як муфти та шпильки, що відповідають вимогам безпеки.

Муфти оснащені легкодоступними захисними огороженнями, які легко знімаються, відповідно до стандарту ГОСТ 12.02.062-81 «Обладнання виробниче. Захисні огороження». Ці заходи запобігають захопленню одягу працівників обертовими частинами приводу насоса, оскільки всі обертові частини надійно огорожені. Це забезпечує додатковий рівень захисту для працівників, мінімізуючи ризики травматизму на робочому місці.

Для підвищення рівня безпеки та попередження про початок роботи гноєзбиральна система обладнана звуковим сигналом. Це забезпечує інформування працівників про початок роботи обладнання, що дозволяє уникнути несподіваних запусків і можливих нещасних випадків. Крім того, електрокабелі, що підводять до гноєприбирального транспортера та вивантажувального насоса, виконані в закритому виконанні. Це запобігає можливому пошкодженню кабелів та знижує ризик короткого замикання або інших електричних проблем.

#### **4.4 Висновки**

У цьому розділі представлено умови безпеки праці на свинофермі, наведено умови забезпечення безпеки праці у свинарнику-відгодівельнику, потенційні небезпеки та заходи для їх запобігання. Також наведено заходи безпеки враховані при розробці фекального насоса.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ФЕКАЛЬНОГО НАСОСА

Оцінимо економічну ефективність використання розробленого фекального насоса. Порівняємо його з шнековим насосом НШ-50-І, який застосовується на фермі. Експлуатаційні витрати, ми будемо визначати за наступною методологією.

Витрати на заробітну плату розрахуємо наступним чином:

$$Z = n \cdot t \cdot f \cdot \delta \cdot D, \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

де  $n$  – кількість персоналу, люд.;

$t$  – тривалість роботи за зміну, год.;

$D$  – кількість робочих днів на рік;

$f$  – тарифна ставка, грн/год.;

$\delta$  – коефіцієнт нарахування.

Витрати на електроенергію:

$$E = N \cdot t \cdot D \cdot c_e, \text{ грн.}, \quad (5.2)$$

де  $N$  – потужність, кВт.;

$c_e$  – ціна на електроенергії, грн/кВт·год.

Амортизація насоса

$$A = \frac{B \cdot \alpha}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де  $B$  – балансова вартість, грн.

$\alpha$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %.

Відрахування на ремонт і ТО:

$$P = \frac{B \cdot \beta}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.4)$$

де  $\beta$  – нормований коефіцієнт відрахувань, %.

Загальні експлуатаційні витрати складуть

$$EB = Z + A + P + E, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

Тоді економія експлуатаційних (операційних) витрат

$$EEB = EB_1 - EB_2, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Термін окупності

$$P = \frac{B_2}{EEB}, \text{ грн.}, \quad (5.7)$$

де  $B_2$  – балансова вартість насоса, грн.

Вихідні дані та результати розрахунків приведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічні показники

Параметр	НШ-50-І	Розроблений насос
Чисельність обслуговуючого персоналу, люд.	1	1
Годинна тарифна ставка, грн/год.	54,2	54,2
Кількість робочих днів на рік	365	365
Кількість гною за добу, т	10,4	10,4
Продуктивність фекального насоса т/год	70	86
Тривалість роботи машини на добу, год.	0,15	0,13
Балансова вартість машини, грн.	33000	10740
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %	10	10
Коефіцієнт відрахувань на ремонт і ТО, %	8	8
Вартість електроенергії, грн/кВт·год	12,91	12,91
Потужність на привід, кВт	10	7,5
Витрати на заробітну плату, грн.	3620,29	3137,58
Амортизаційні відрахування, грн.	3300,00	1074,00
Відрахування на ремонт і ТО, грн.	2640,00	859,20
Витрати на електроенергію, грн.	7068,23	4594,35
Експлуатаційні витрати, грн.	16628,51	9665,13
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	6963,38
Термін окупності нового змішувача, років	-	1,54

Порівняння економічних показників двох фекальних насосів показує, що застосування розробленого насоса у порівнянні з тим, що використовується на фермі має переваги за експлуатаційними витратами. Строк окупності при впровадженні складе 1,54 року, а річний економічний ефект за нашими розрахунками становить 6963,38 грн.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

При виконанні дипломного проекту отримані наступні результати:

1. Проведено аналіз підприємства та породи свиней, що утримується на ньому. Поголів'я відгодівельної свиноферми становить 2000 голів. Також проведено аналіз системи утримання поголів'я на фермі. Представлено раціон годівлі поросят на відгодівлі та розраховано запас кормів, необхідний для годування поголів'я свиней протягом року;

2. Проведено розрахунки технологічних ліній, таких як: лінії роздавання кормів, напування, лінії гноєвидалення. Також проведено розрахунок вентиляції, опалення та освітлення приміщень;

3. Доведено необхідність вдосконалення технологічної лінії прибирання гною, вказано недоліки шнекового насоса НШ-50-І. Наведено зоотехнічні вимоги до збирання, зберігання та видалення гною. Проведено аналіз існуючих засобів прибирання та транспортування гною. Запропоновано удосконалення технологічної та конструктивної схеми системи збирання гною. Розроблено лопатевий фекальний насос відцентрової дії. Проведено технологічний, енергетичний розрахунок, а також розрахунок на міцність вала та зварних з'єднань. Також наведено правила з експлуатації та технічного обслуговування фекального насоса. Продуктивність розробленого насосу становить 85 м<sup>3</sup>/год, а потужність на привід – 2,2 кВт;

4. Представлено умови безпеки праці на свинофермі, наведено умови забезпечення безпеки праці у свинарнику-відгодівельнику, потенційні небезпеки та заходи для їх запобігання. Також наведено заходи безпеки враховані при розробці фекального насоса;

5. Порівняння економічних показників двох фекальних насосів показує, що застосування розробленого насоса у порівнянні з тим, що використовується на фермі має переваги за експлуатаційними витратами. Строк окупності при впровадженні складе 1,54 року, а річний економічний ефект за нашими розрахунками становить 6963,38 грн.



## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Vitagro Nutrition, “Породи Свиней В Україні, М’ясні Породи Свиней, Породи Свиней В Україні,” March 13, 2024, <https://www.vitagronutrition.com.ua/blog/porodi-svinej-porodi-myasnih-svinej-porodi-svinej-v-ukraini/>.
2. Мельник В.О. Способи вирощування свиней: вплив на продуктивні показники і фізіологічний стан / В. О. Мельник // свинарство: Міжвід. темат. наук. зб. / Інститут птахівництва УААН. –Харків, 2005. – Вип. 57. – С. 337-347.
3. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г.Бойко та ін.; За ред. І.Г.Бойка, – Харків, 2002. – 216 с.
4. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.
5. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств : підручник [для студ. вищ.навч.закл.] / [І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.]; за ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1999. – 201 с.
6. Булгаков В.М. Теоретична механіка. Посібник для практичних занять. / В.М. Булгаков, В.В. Бурлака, Г.М. Калетнік, І.Є. Кравченко, С.І. 60 Кучеренко, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. – Вінниця: Нова книга, 2010. – 667 с.
7. Гарькавий А.Д. Конкурентоспроможність технології машин: навчальний посібник / А.Д. Гарькавий, В.Ф. Петриненко, А.В. Спірін. - Вінниця: ВДАУ - „Тірас”. - 2003. - 68 с.
8. Іванов М.І., Гунько І.В., Ковальова І.М., Худолій О.І. Аналіз технологічних систем. Навчальний посібник. Частина 1. Вінниця. 2010. 113 с.
9. Калетнік Г. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник / Г. М. Калетнік, М. Г. Чаусов, В. М. Швайко \*[та ін.] ... М-во аграр. політики України , Вінниц. держ. аграр. ун-т; . Київ : Хай-Тек Прес, 2011. 616 с.

10. Калетнік Г.М. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. – К.: «Хай-Тек-Прес», 2011. – 340 с.

11. Калетнік Г. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник / Г. М. Калетнік, М. Г. Чаусов, В. М. Швайко \*[та ін.] ... М-во аграр. політики України, Вінниц. держ. аграр. ун-т; . Київ : Хай-Тек Прес, 2011. 616 с.

12. ДБН В.2.2-1-95. Будівлі і споруди для тваринництва. Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. Держкоммістобудування України. Київ 1995. 68 с.

13. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 (Розділи А.1 - А.20). Документ v0089217-96, поточна редакція — Редакція від 01.05.2008, підстава - va018609-08. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0089217-96#Text>

14. Закон України «Про відходи». Документ 187/98-ВР, чинний, поточна редакція — Редакція від 16.10.2020, підстава - 124-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр#Text>

15. Закони України «Про охорону навколишнього середовища». Документ 1264-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 16.10.2020, підстава - 124-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

16. Закони України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення». Документ 4004-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 16.10.2020, підстава - 124-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>

17. ВНТП-СГіП-46-9.94 «Системи підготовки та використання гною». Наказ від 01.02.2006 р. № 29. АПК-09.06.

## ДОДАТКИ

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

## **Удосконалення технологічного процесу видалення гною на свинарському підприємстві з розробкою фекального насоса**

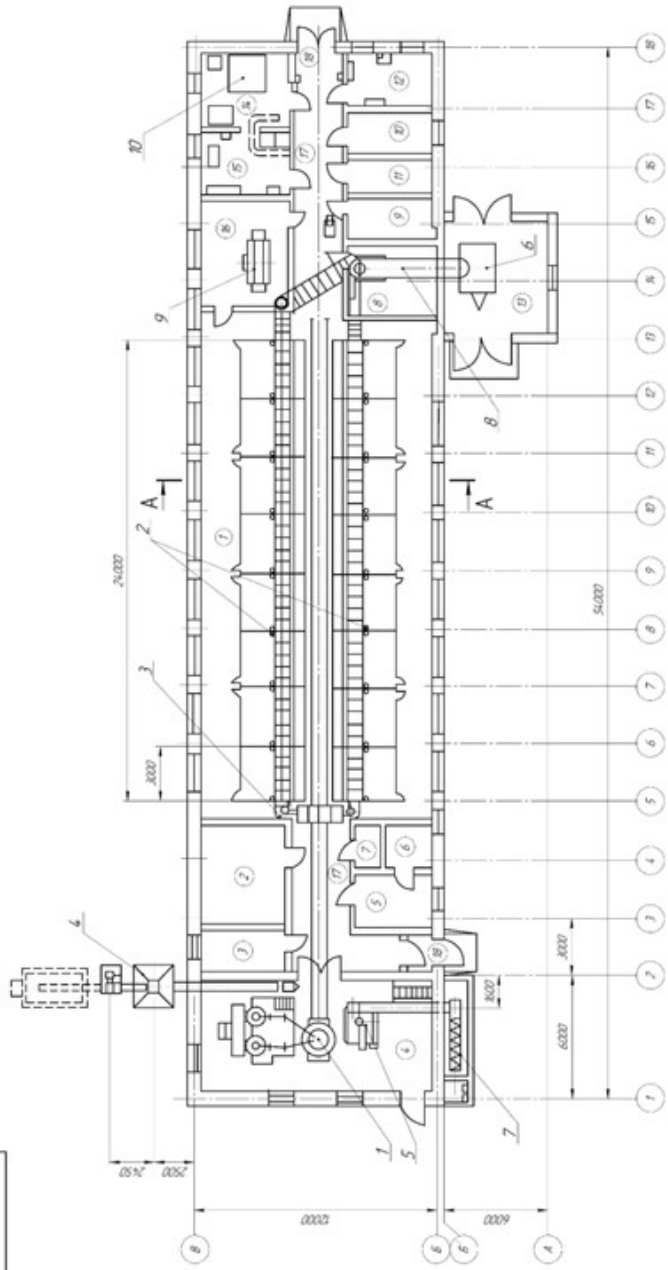
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

**Виконав:** студент 4 курсу, групи М-2-20  
Албатов Олександр Віталійович

**Керівник:** к.т.н., доцент  
Івлєв Віталій Володимирович

Дніпро-2024

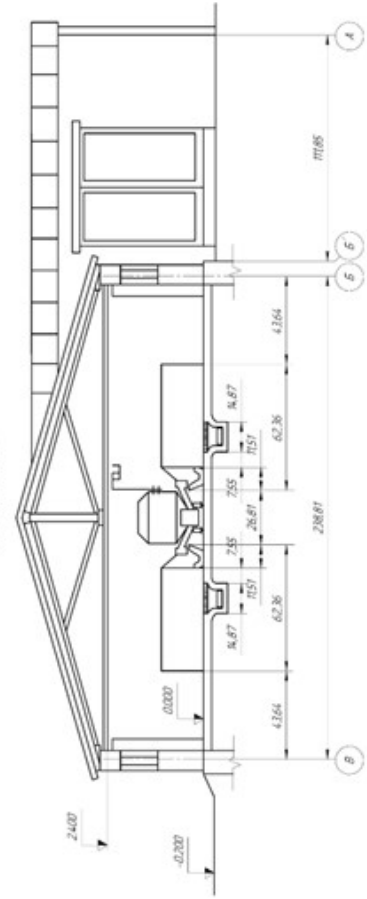
№ 0001000501079\*



**Експлікація приміщень**

№	Назва	Площа
1	Приміщення для сільки	
2	Ваночка-туалет	
3	Електрокабінка	
4	Капелюшниця	
5	Склад	
6	Салон з меблями	
7	Лобі	
8	Поміщення для авто	
9	Поміщення для авто	
10	Поміщення для авто	
11	Машини	
12	Склад	
13	Поміщення для авто	
14	Капелюшниця	
15	Зали	
16	Поміщення для авто	
17	Склад	
18	Лобі	

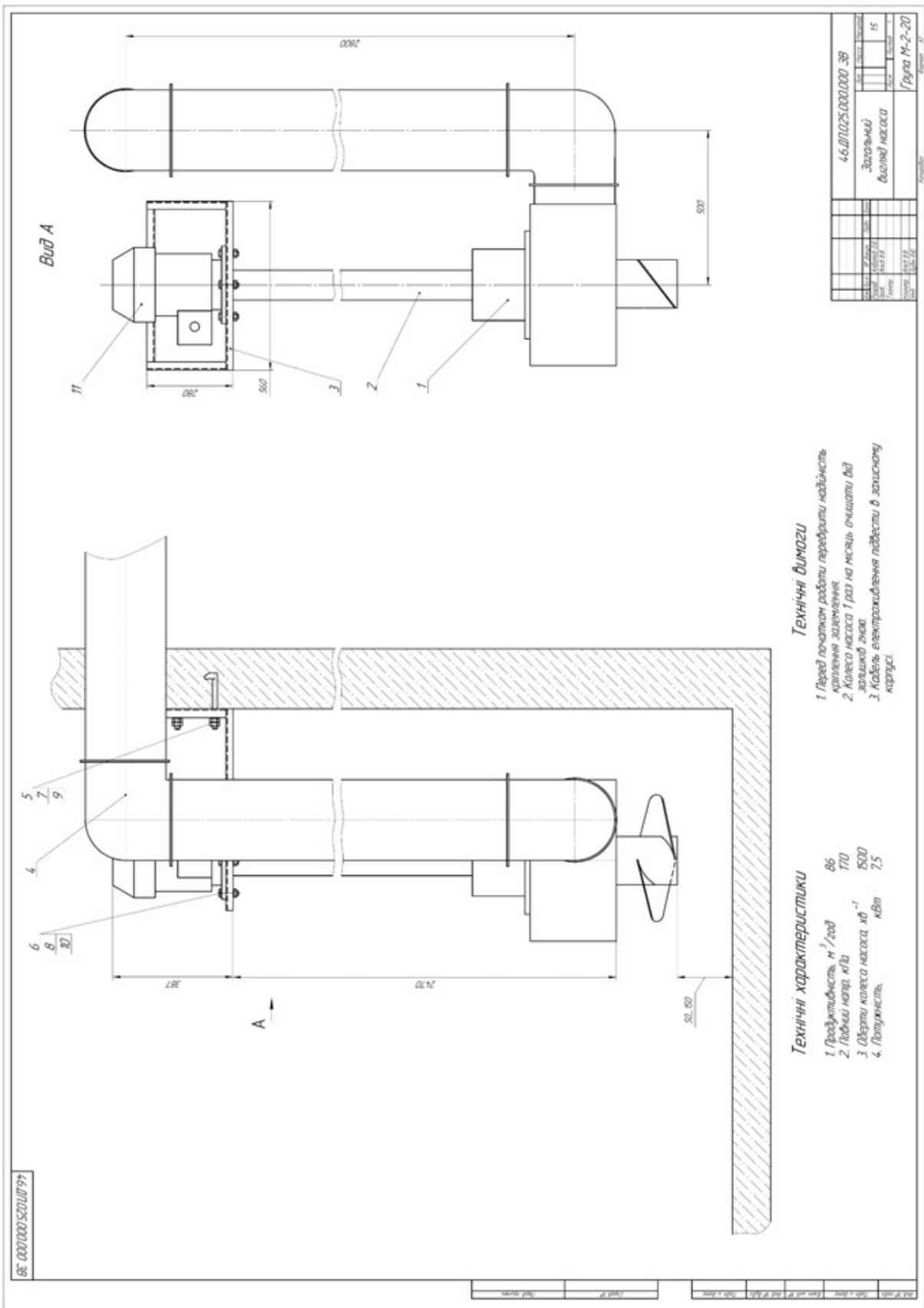
**A-A (M 150)**



**Відомість обладнання сільки**

№	Позначення	Назва	К-ть	Площа
1	КС-15	Агрегат	1	
2	ТС-1	Машини	12	
3	ТС-108	Гаситель	1	
4	КС-47	Буфер	1	
5	ВМ-5	Підвісний	1	
6	ДТТ-4М	Трансформатор	1	
7	РК-50	Аксесуар	1	
8	ВМ-50	Аксесуар	1	
9	СДМ-75	Аксесуар	1	
10	ФМ-75	Аксесуар	1	

46.01025.000.000 БК	
Склад	1100
Всього	1100
Група М-2-20	



6E 000700052010797

**Технічні характеристики**

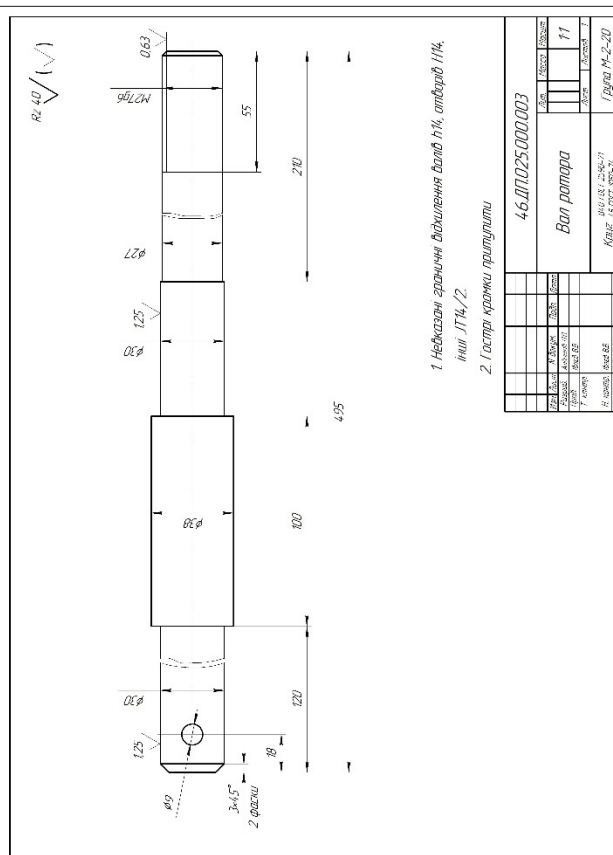
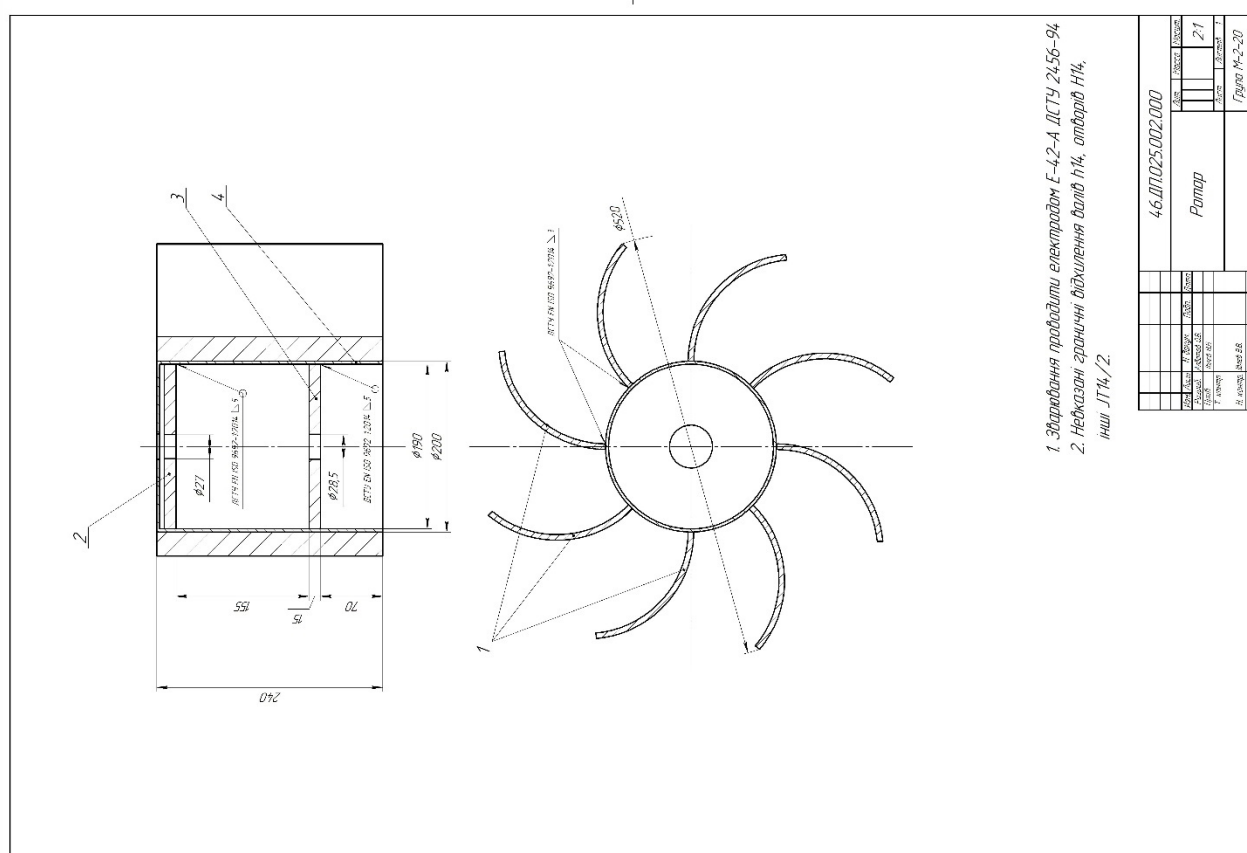
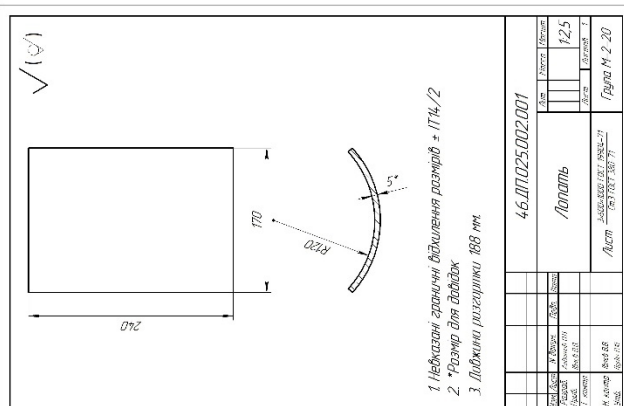
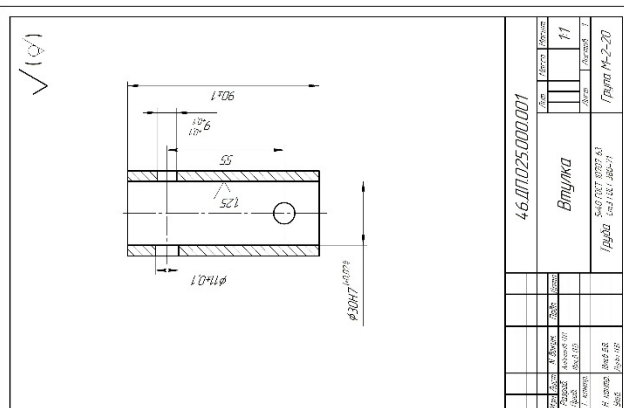
- 1 Продуктивність, м<sup>3</sup>/год 86
- 2 Потужн. мотора, кВт 170
- 3 Об'єм колектора нагаса, м<sup>3</sup> 500
- 4 Потужність, кВт 7,5

**Технічні вимоги**

- 1 Перед початком роботи перевірити надійність кріплення загонів.
- 2 Колектор нагаса 1 раз на місяць очищати від залишків знає.
- 3 Кабель електроживлення підв'язати в захищеному корпусі.

46.07025.000.000.38	
Заводський	15
Вигляд нагаса	
Група М-2-20	









Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			46.ДП.025.000.000 ЗВ	Загальний вигляд			
						<u>Складальні одиниці</u>			
Справ. №		A1	1		46.ДП.025.000.000 СК	Фекальний насос	1		
			2		46.ДП.025.005.000	Захисний кожух	1		
			3		46.ДП.025.006.000	Рама привода	1		
			4		46.ДП.025.007.000	Трубопровід	1		
						<u>Стандартні вироби</u>			
			5			Болт М52 ГОСТ 11871-88	4		
			6			Болт М12×45 ГОСТ 15589-70	6		
			7			Гайка М52 ГОСТ 11871-88	4		
			8			Гайка М12 ГОСТ 11871-88	6		
			9			Шайба 52 ГОСТ 6402-70	4		
			10			Шайба 12Г ГОСТ 6402-70	6		
			11			Електродвигун 4А132S4	1	N=7,5 кВт	
Взам. шиб. №									
Подп. и дата									
Инв. № дубл.									
Подп. и дата									
		46.ДП.025.000.000 ЗВ							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.		Разраб.	Албатов О.В.				Лит.	Лист	
		Пров.	Івлєв В.В.				Д	Листов	
		Н.контр.	Івлєв В.В.					1	
		Утв.	Дудін В.Ю.				Група М-2-20		
		Загальний вигляд насоса							

Копировал

Формат А4

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<i>Документация</i>			
		A1			46.ДП.025.000.000 СК	Складальне креслення			
							<i>Складальні одиниці</i>		
				1	46.ДП.025.001.000	Корпус насоса	1		
		A2		2	46.ДП.025.002.000	Ротор	1		
				3	46.ДП.025.003.000	Кожух вала	1		
				4	46.ДП.025.004.000	Мішалка	1		
Підп. і дата						<i>Деталі</i>			
		A4		5	46.ДП.025.000.001	Втулка	1		
				6	46.ДП.025.000.002	Палець	2		
		A3		7	46.ДП.025.000.003	Вал ротора	1		
				8	46.ДП.025.000.004	Кришка підшипника	1		
				9	46.ДП.025.000.005	Стакан	1		
				10	46.ДП.025.000.006	Плита	1		
Взам. шкв. №				11	46.ДП.025.000.007	Проміжковий вал	1		
Підп. і дата									
Інв. № подл.					46.ДП.025.000.000 СК				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
		Разраб.		Албатов О.В.			Д	1	2
		Пров.		Івлєв В.В.					
		Н.контр.		Івлєв В.В.			Фекальний насос		
Утв.		Дудін В.Ю.			Група М-2-20				

Копирвал

Формат А4



		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Формат	Зона	Поз.					
Справ. №						<i>Документация</i>			
		A2			46.ДП.025.002.000	Складальне креслення			
						<i>Деталі</i>			
		A4	1		46.ДП.025.002.001	Лопать	8		
		2		46.ДП.025.002.002	Верхня направляюча	1			
		3		46.ДП.025.002.003	Нижня направляюча	1			
		4		46.ДП.025.002.004	Стакан	1			
Подп. и дата									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	46.ДП.025.002.000		
		Разраб.	Албатов О.В.						
Инв. № подл.		Пров.	Івлєв В.В.				Лит.	Лист	Листов
							Д		1
Инв. № подл.		Н.контр.	Івлєв В.В.				Група М-2-20		
		Утв.	Дудінін В.Ю.						