

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення процесу створення мікроклімату
на свинофермі з розробкою теплоутилізатора**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-1-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Скрыга Олег Дмитрович

Керівник: _____ Івлєв Віталій Володимирович

Рецензент: _____ Садченко Роман Вікторович

Дніпро 2025

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

Кафедра інжинірингу технічних систем
Рівень вищої освіти: «Бакалавр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інжинірингу технічних систем
(назва кафедри)
ДОЦЕНТ
(вчене звання)
Дудін В.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Скряга Олег Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення процесу створення мікроклімату на свинофермі з розробкою теплоутилізатора

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2025 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика підприємства. 2. Проектування системи створення мікроклімату. 3. Розробка ротаційного теплоутилізатора. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. План, розріз. 3. Огляд способів рекуперації. 4. Загальний вигляд. 5. Складальне креслення. 6. Вісь. 7. Кришка. 8. Ступиця. 9. Вставка. 10. Шків
11. Економічні показники

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2025 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2025 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2025 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2025 р.	
5	Економічний	до 22.05.2025р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2025 р.	

Здобувач

(підпис)

Скряга О. Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Івлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

Затверд.	Дудін			<i>проекту</i>	<i>ПДАЕУ ДІ-1-</i>
----------	-------	--	--	----------------	--------------------

АНОТАЦІЯ

Скряга О. Д. Удосконалення процесу створення мікроклімату на свинофермі з розробкою теплоутилізатора / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У роботі подано вступ і проведено аналіз виробничої діяльності господарства з обґрунтуванням потреби в розробці механізованої технологічної лінії для створення оптимального мікроклімату. У другому розділі розглянуто організацію умов утримання тварин та забезпечення мікрокліматичного режиму. Третій розділ присвячений проєктуванню роторного утилізатора тепла. Наведено комплекс заходів для покращення умов охорони праці. Також виконано економічне обґрунтування проєкту, сформульовано висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: свині, репродуктор, дорощування, мікроклімат, ферма, система вентиляції, опалення, рекуперація.

ЗМІСТ

Вступ		8
1	Характеристика підприємства	10
1.1	Загальні відомості	10
1.2	Технологія утримання тварин	10
1.3	Обґрунтування теми проекту	14
1.4	Висновки	15
2	Проектування системи створення мікроклімату	16
2.1	Актуальність питання	16
2.2	Існуючі рішення систем створення мікроклімату та їх аналіз	18
2.3	Вимоги до систем створення мікроклімату в свинарстві	23
2.4	Розрахунок потрібної кількості засобів механізації	24
2.5	Висновки	29
3	Розробка ротаційного теплоутилізатора	30
3.1	Обґрунтування важливості питання	30
3.2	Стан питання і постановка завдання	31
	3.2.1 Загальні поняття	31
	3.2.2 Рекуперація теплоти у вентиляційних системах	32
3.3	Розробка варіанту удосконалення	37
	3.3.1 Розрахунок теплоутилізації	37
	3.3.2 Розрахунок кінематичних та силових параметрів	39
3.4	Опис запропонованої конструкції	42
3.5	Висновки	43
4	Охорона праці	44
4.1	Загальні вимоги	44
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора системи мікроклімату	45
4.3	Висновки	48

5	Економічна оцінка	49
5.1	Вихідні дані	49
5.2	Розрахунок показників економічної ефективності	50
5.3	Висновки	52
	Висновки та пропозиції	53
	Бібліографія	54
	Додатки	56

ВСТУП

У сучасних комплексах тваринництва забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях для утримання свиней є одним із ключових чинників, що визначають ефективність виробництва, рівень добробуту тварин та енергоефективність господарства. Неправильний температурний режим, підвищена вологість чи недостатнє очищення повітря можуть призводити до зниження продуктивності поголів'я, збільшення захворюваності, зростання витрат на лікування та зменшення рентабельності виробництва. Водночас сучасна енергетична ситуація в Україні зумовлює необхідність впровадження енергоощадних технологій, які б дозволили мінімізувати теплові втрати, підвищити коефіцієнт корисної дії систем опалювання і вентиляції, а також знизити витрати на паливо й електроенергію.

На свинофермах теплоутилізація виступає важливим інструментом підвищення енергоефективності: завдяки використанню системи рекуперації тепла можна не лише зменшити витрати на опалення, а й підтримувати оптимальний температурний режим у зимовий період без додаткових енерговитрат. Розробка та впровадження теплоутилізатора роторного типу дозволяє здійснювати безперервне відбирання тепла з відпрацьованого повітря приміщень та передавання його свіжому припливному повітрю, зберігаючи при цьому оптимальний рівень вологості та чистоти. У зв'язку з цим оцінка існуючих мікрокліматичних систем на свинофермах, аналіз чинників, що обмежують їхню ефективність, а також розробка удосконаленого роторного теплоутилізатора набувають особливої ваги як для державних, так і для приватних господарств.

Незадовільний стан теплового балансу, недостатній рівень вентиляції та невраховані особливості режимів утримання тварин призводять до перевитрат енергоносіїв, зростання питомих витрат і, як наслідок, - до зменшення конкурентоспроможності продуктів свинарства. Енергоефективні рішення, зокрема рото-

рні теплоутилізатори, здатні суттєво знизити споживання палива, зменшити шкідливі викиди та забезпечити комфортніше середовище для тварин, що сприятиме поліпшенню їхнього фізіологічного стану та продуктивності.

Об'єктом проєктування є система створення та підтримання мікроклімату (тепловий режим, вентиляція, повітряне середовище) у приміщеннях свиноферми. Предметом дослідження виступає процес рекуперації теплової енергії з відпрацьованого повітря шляхом застосування роторного теплоутилізатора, а також заходи з удосконалення організації мікрокліматичних умов і забезпечення охорони праці.

Метою дипломного проєкту є розробка та обґрунтування механізованої технологічної лінії створення оптимального мікроклімату на свинофермі з впровадженням роторного теплоутилізатора, що дозволить підвищити енергоефективність, знизити витрати на опалювання та покращити умови утримання поголів'я.

Таким чином, даний дипломний проєкт спрямований на комплексне вирішення завдання удосконалення процесу створення мікроклімату в приміщеннях свиноферми шляхом розробки та впровадження роторного теплоутилізатора, що дасть змогу досягти значного енергоощадження та покращити умови утримання тварин.

1 Характеристика підприємства

1.1 Загальні відомості

ТОВ «Деміс-Агро» Дніпровського району Дніпропетровської області розташоване в місті Підгородне. Основним напрямком діяльності є виробництво свинини. Засноване в 2007 році, підприємство представлено свиновідгодівельним комплексом за адресою: м. Підгородне, вул. Ульяновська, 127. Саме в цьому році для створення комплексу було придбано не працюючу молочно-товарну ферму. У 2011 році відгодівельну свиноферму з повним циклом потужністю 20 000 голів на рік, збудовану на базі МТФ, перепрофілювали в репродукторну. Після реконструкції відгодівельників річна потужність комплексу складе близько 40 000 поросят після дорощування.

Зі сторони півдня від огорожі репродуктора у м. Підгородне на відстані приблизно 60 метрів проходить залізнична гілка Придніпровської залізниці, орієнтована із південного заходу на північний схід. За залізничним насипом, на відстані 50–60 метрів, розташована приватна житлова забудова вулиць Нова, Лісова та Київська. Таким чином майданчик відокремлений від житлових будинків залізницею. Мінімальна відстань від господарських приміщень до найближчої садиби становить не менше 250 метрів.

На захід від ділянки, на відстані близько 100 метрів, знаходиться закинуте гноєсховище. Далі на відстані 600 метрів тече річка Кільчень. У радіусі понад 1000 метрів на північ, північний схід та південний захід розташовані землі, де не здійснюється жодної господарської чи приватної діяльності. Через територію ділянки зі сторони півночі на південь проходить лінія електропередачі напругою 6 кВ. Під'їзди до майданчика обладнані дорогами з твердим покриттям.

1.2 Технологія утримання тварин

Технологічна схема передбачає цілорічну двофазну систему вирощування поросят із потоковою організацією робіт і тижневим виробничим циклом. Вона

ґрунтується на утриманні окремих технологічних груп у спеціалізованих цехах із диференційованим годуванням та обслуговуванням. Усі тварини розміщуються в окремих секціях відповідних приміщень, розподілених за фізіологічними періодами, з урахуванням часу на дезінфекцію та ремонт між циклами.

При зонуванні виробничих секторів застосовано принцип «усе порожньо – усе зайнято», що сприяє підтриманню високого статусу здоров'я стада та оптимальному переміщенню поголів'я між цехами. До складу комплексу входять такі виробничі підрозділи:

1. Цех відтворення

- Утримання маточного поголів'я та кнурів;
- Отримання сперми та проведення штучного запліднення.

Кнури розміщені в індивідуальних станках на частково щілинній підлозі поряд зі сектором запліднення і зонами утримання свиноматок із встановленою поросністю. Станки обладнують окремими годівницями та чашковими напувалками. Збирання сперми здійснюють мануально не більше двох разів на тиждень. Контроль якості сперми та підготовку спермодоз виконують у лабораторії племінного свинарства, розташованій поруч із приміщенням кнурів.

2. Цех репродукції

- Отримання приплоду та вирощування поросят під матками до 28-денного віку.

Для холостих та порослих свиноматок виділено два приміщення репродуктора. У кожному з них розташовані індивідуальні станки для тварин умовної поросності (перший етап поросності) і з встановленою поросністю (другий етап поросності). Гній у таких станках збирається через щілинну підлогу в накопичувальні бетонні ванни і транспортується каналізаційною системою до гноєсховища. Бетонна ванна, загальна для ряду станків, має довжину, що дорівнює кількості станків у ряду, помноженій на ширину одного станка (650 мм). Ширина самої ванни з урахуванням проходу між станками становить 2200 мм. Загалом, з урахуванням фізіологічних вимог до свиноматок ці станки мають габарити: ширина – 650 мм, глибина – 2400 мм, а ширина накопичувальної ванни – 2200 мм.

Загальне внутрішнє планування приміщень передбачає утримання всього поголів'я разом без поділу на окремі бокси. Вентиляція організована примусово за допомогою дахових витяжних вентиляторів та стінних клапанів з електронним регулюванням.

3. Цех підсисних свиноматок та опоросу

– Утримання підсисних свиноматок у індивідуальних станках на повністю щілинній підлозі протягом усього підсисного періоду.

Для проведення опоросу передбачено два окремі приміщення по 200 станків у кожному. Сучасні станки для опоросу включають усі необхідні пристрої для обслуговування свиноматки та поросят: чашкові напувалки для поросят та соскові напувалки для свиноматок, годівниці, системи видалення гною через щілинну підлогу в накопичувальну бетонну ванну, локальні обігрівачі (пластикові електрокилимки та інфрачервоні лампи) для підтримки оптимальної температури підсисних поросят. Для забезпечення функціонування станків передбачено підведення електроенергії, води й корму, а також систему відведення гної.

Приміщення розбите на п'ять рівних за розмірами ізольованих боксів, у кожному з яких розміщено по 4 ряди станків (по 10 станків у кожному), тобто 40 станків на бокс. Для переміщення тварин і персоналу передбачені технологічні проходи шириною 0,7 м, а вздовж усього приміщення прокладено загальний коридор шириною 1,2 м, із дверима, що ведуть до кожного боксу. Вхід до приміщень здійснюють через двері з обох кінців загального коридору.

4. Цех дорощування поросят

– Дорощування підсвинків від 29-го до 77-го дня життя до маси 25–27 кг.

Для поросят на дорощуванні відведено два приміщення розміром 21 × 72 м кожне. У них встановлюють станки з щілинною підлогою, під якою розташовані накопичувальні бетонні ванни, спільні для ряду станків (довжина ванни відповідає кількості станків у ряду помноженої на ширину одного станка). Гній через щілинну підлогу потрапляє в бетонну ванну і транспортується каналізаційною системою до гноєсховища. Для руху поросят і персоналу між рядами станків передбачені технологічні проходи шириною 0,6 м, а по всій довжині приміщення

проходить загальний технологічний коридор шириною 1,2 м із доступом до кожного боксу.

Усі ці виробничі приміщення обладнані системою вентиляції з примусовим повітрообміном через дахові витяжні вентилятори та стінні клапани з електронним регулюванням, що забезпечує підтримання оптимальних мікрокліматичних умов.

Потоково-ритмічна технологія виробництва свинини на репродукторі передбачає такі тривалості технологічних циклів:

Вирощування і відгодівля порослят:

- Підсисний період – 28 діб (4 тижні);
- Дорощування – 49 діб (7 тижнів);
- Відгодівля – 112 діб (16 тижнів);

Загальна тривалість – 189 діб (27 тижнів).

Відтворення стада:

- Запліднення – 7 діб (1 тиждень);
- Перший етап поросності (умовна поросність) – 35 діб (5 тижнів);
- Порожний (поросний) період – 77 діб (11 тижнів);
- Підсисний період – 28 діб (4 тижні);

Загальна тривалість циклу – 147 діб (21 тиждень).

Тривалість виробничих циклів для різних груп наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Тривалість виробничих циклів для різних технологічних груп

№ п.п.	Технологічні періоди	Тривалість, доби
1	2	3
Цех відтворення		
1	Період підготовки до запліднення	7
2	Період умовної поросності (до підтвердження за допомогою УЗД сканування)	35

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
3	Період другої половини поросності	77
	Разом	119
	Кратність використання станкомісця , раз у рік	3,1
Цех репродукції		
1	Комплектування секції	4
2	Підсисний період	28
3	Санрозрив	3
	Разом	35
	Кратність використання станкомісця, раз у рік	10,4
Цех дорощування		
1	Дорощування	49
2	Санрозрив	7
3	Разом	56
	Кратність використання станкомісця, раз у рік	6,5

Отримання планових виробничих показників лежить в основі чіткого дотримання потоково-ритмічної технології. Усі тварини поділені на технологічні групи та розміщені у спеціалізованих відділеннях згідно з їх віком і фізіологічним станом.

1.3 Обґрунтування теми проекту

У межах загального комплексу заходів щодо економного й ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів одним із ключових напрямків є розробка й впровадження енергоощадного обладнання для створення оптимальних

мікрокліматичних умов у тваринницьких приміщеннях. Виходячи з характеристик підприємства та з урахуванням того, що витрати енергії на підтримання мікроклімату становлять близько 32 % від загального споживання свинофермою, для розробки обрано проєкт енергозберігальної системи створення мікроклімату на репродукторній свинофермі ТОВ «Деміс-Агро».

Щоб реалізувати це завдання, необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати діючу технологію організації мікроклімату;
- розробити теплоутилізатор, який скоротить енергоспоживання на відповідних процесах;
- розробити заходи з охорони праці для обраної лінії;
- обґрунтувати економічну доцільність впровадження розробленої системи.

1.4 Висновки

Проведено характеристику ТОВ «Деміс-Агро» (розташування, потужності, організація виробничих приміщень) та встановлено, що існуюча система мікроклімату не відповідає сучасним енергоефективним вимогам.

Аналіз технології створення мікроклімату показав значні втрати енергії: близько 32 % загального споживання господарства припадає саме на опалення та вентиляцію приміщень.

Виявлено, що чинні вентиляційні й опалювальні установки не забезпечують необхідний рівень контролю температури й вологості в різних технологічних зонах (відтворення, репродукція, підсисні, дорощування).

Порівняння із нормативними вимогами мікроклімату (температура, швидкість повітряних потоків, кратність повітрообміну) засвідчило невідповідність діючих показників оптимальним умовам утримання свиней.

З огляду на виявлені недоліки й великий питомий енергоспоживання, сформульовано обґрунтування необхідності розробки енергозберігаючої системи мікроклімату з використанням теплоутилізатора.

2 Проектування системи створення мікроклімату

2.1 Актуальність питання

Одним із ключових чинників, що впливають на продуктивність і здоров'я тварин, є мікроклімат у приміщеннях, де їх утримують. Під мікрокліматом тваринницького приміщення розуміють сукупність фізичних та хімічних параметрів навколишнього середовища, у якому перебувають тварини.

До основних характеристик мікроклімату належать: температура повітря, швидкість його руху, механічний і хімічний склад, рівень та тривалість освітлення, рівень шуму. Особливо шкідливими в повітрі є вуглекислий газ, аміак та сірководень, оскільки їх наявність знижує продуктивність тварин і робить їх більш вразливими до захворювань. Усі параметри мікроклімату нормуються відповідними вимогами технологічного проектування приміщень для утримання тварин.

У більшості українських ферм мікроклімат є незадовільним. Висока вологість повітря (до 95–100 %), значні коливання температур та надмірне загазування (у 1,5–2 рази вище за гранично допустимі норми) завдають великих збитків тваринництву. Порушення зоогігієнічних стандартів призводить до зниження продуктивності до 10 %, загибелі молодняку та поширення інфекцій, а також неефективного використання кормів і робочого часу. Крім цього, будівлі швидше руйнуються, погіршується якість продукції, а персонал частіше хворіє через несприятливі умови.

Для підтримання необхідного мікроклімату застосовують різні зразки технологічного обладнання ("Клімат-45М-01-4", "Клімат-47М", електричні калорифери, теплогенератори типу ТГ, притоково-витяжні установки ПВУ тощо). Однак більшість із цих пристроїв важкі, дорогі, складні в обслуговуванні, створюють високий рівень шуму й протяги та часто не виконують своїх завдань щодо нормалізації повітряного середовища. Під час їхньої експлуатації витрачається

значна кількість електроенергії. Наприклад, щоб підтримувати оптимальний мікроклімат протягом холодного періоду в приміщенні на 200 голів, необхідно витратити щонайменше 100 кВт·год електроенергії. Загалом по Україні ці витрати сягають сотень мільйонів кіловат·год, що в грошовому еквіваленті становить десятки мільйонів гривень. Через це ферми часто відмовляються від придбання нових мікрокліматичних установок або навіть вимикають уже встановлене обладнання.

В умовах енергетичної кризи в Україні подальше вирішення проблеми мікроклімату в тваринницьких приміщеннях можливе лише за суворої економії паливно-енергетичних ресурсів, впровадження енергозберігаючих і екологічно безпечних систем, а також використання всіх можливостей для збереження тепла.

Результати світових досліджень чітко демонструють, що параметри мікроклімату суттєво впливають на продуктивність свиней, а отже - на економічну ефективність виробництва. Наприклад, при утриманні свиней за температури нижче оптимальної відгодівельна група втрачає в середньому 22 г середньодобового приросту на кожний градус зниження. Дослідження голландської компанії TOPIGS показали, що за підвищення температури під час запліднення до 36 °C у свиноматок великої білої породи багатоплідність зменшується на 30 %, а у ландрасів - на 15 %. Якщо швидкість руху повітря становить 0,175 м/с при оптимальній температурі, свині масою 60 кг витрачають 3,2 кг корму на 1 кг приросту, а при 1,5 м/с - удвічі більше. Зростання відносної вологості від 70 % до 95 % призводить до збільшення технічного відходу поголів'я від 0,05 % до 17,5 %.

Отже, розробка та впровадження нових систем створення мікроклімату, які відзначаються простотою конструкції, надійністю, низькою матеріаломісткістю й доступністю для виготовлення будь-яким господарством, є надзвичайно актуальним завданням. Такі системи повинні забезпечувати належний рівень зоогігієнічних параметрів у приміщеннях і за всіма критеріями (якістю повітря, температурою, вологістю, швидкістю повітря тощо) перевершувати існуючі мікрокліматичні рішення.

2.2 Існуючі рішення систем створення мікроклімату та їх аналіз

Розглянемо кілька найбільш розповсюджених на сьогодні систем організації мікроклімату у свинарниках із щільною підлогою.

Однією з найпоширеніших є вентиляційна система з припливними клапанами в стінах (так звана система негативного тиску, див. рис. 2.1). Вона широко застосовується в західноєвропейських комплексах і забезпечує надійну роботу у помірному кліматі (від -15 до $+22$ °C).

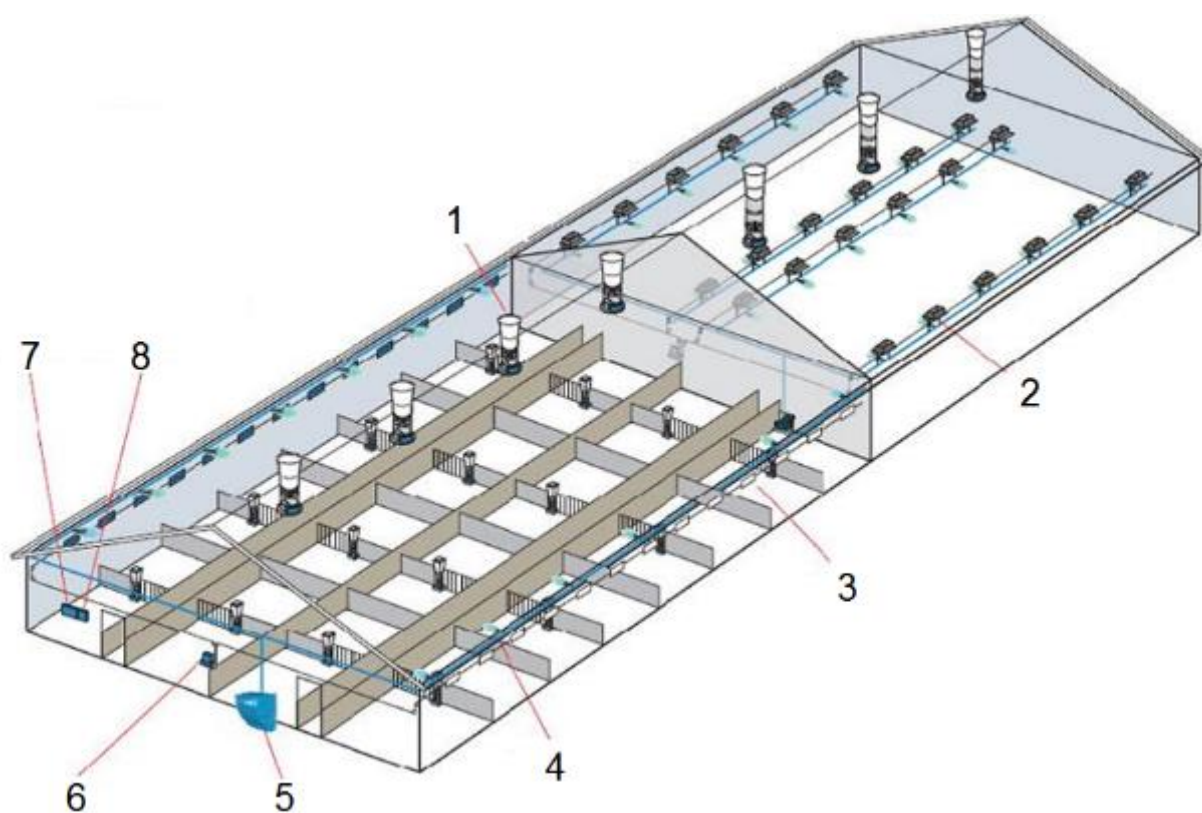


Рисунок 2.1 - Система вентиляції від'ємного тиску: 1 – витяжна шахта; 2 – припливний клапан в стелі; 3 – припливний клапан в стіні; 4 – форсунка системи зрошення; 5 - насос системи зрошення; 6 – сервомотор приводу клапанів; 7 – клімат-комп'ютер; 8 – адаптер датчиків.

Припливні клапани монтують у стінах, а для приміщень з великою площею - додатково в стелі (рис. 2.2). Ступінь їхнього відкриття автоматично регулюється комп'ютером відповідно до параметрів повітря всередині будівлі. Над

припливними клапанами встановлюють форсунки для розпилення води, що дозволяє охолоджувати припливне повітря влітку.



Рисунок 2.2 - Припливний клапан в стіні (а) в стелі (б)

Для обігріву окремих зон (зокрема секцій поросних свиноматок і поросят на дорощуванні, а іноді - і відгодівельного поголів'я) застосовують централізовані системи опалення. Найпоширеніші з них - системи FIN Pipe (твін-труби), які розміщують під припливними клапанами (рис. 2.3). Гарячу воду для цих систем зазвичай нагрівають у твердопаливних піролізних котлах.



Рисунок 2.3 - Теплообмінники системи FIN Pipe

Основним недоліком цієї системи вентиляції є те, що в спекотний період продуктивність припливу значно зростає, і потік повітря рухається більш ніж за

2 м вище станків із тваринами. Унаслідок цього взимку тварини переохолоджуються, а влітку перегріваються. Крім того, за низьких температур припливні клапани обмерзають, що призводить до виходу з ладу їхніх сервоприводів.

Інша схема вентиляції (рис. 2.4) передбачає використання перфорованого стельового перекриття - так звану дифузійну систему. Утворений всередині приміщень негативний тиск завдяки роботі витяжних вентиляторів спрямовує зовнішнє повітря у горищний простір через отвори під стріхою даху.

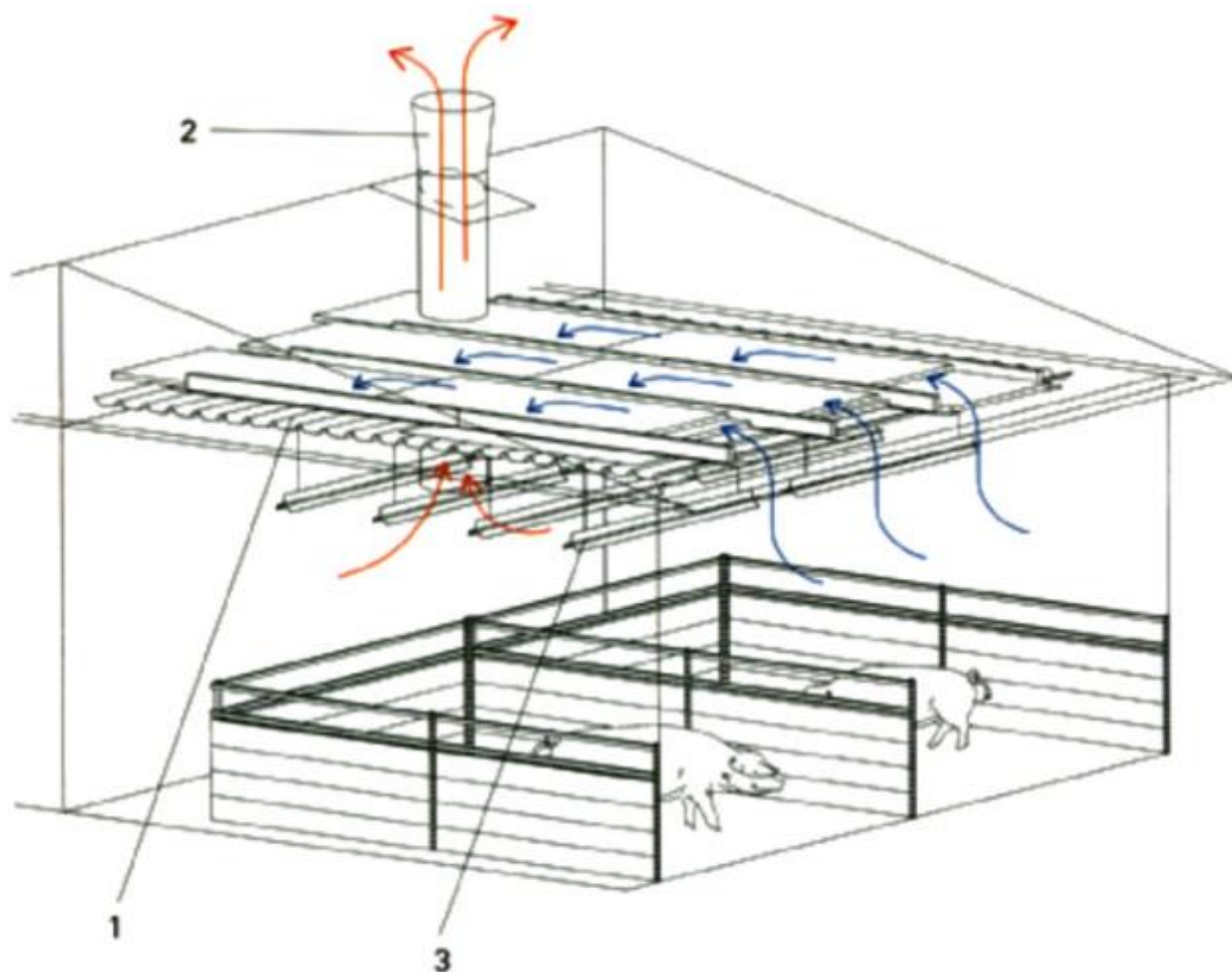


Рисунок 2.4 - Дифузійна система вентиляції: 1 – перфорована стеля; 2 – витяжний вентилятор; 3 – дельта теплообмінник.

Підготовлене свіже повітря надходить у приміщення крізь отвори в перфорованому стельовому перекритті (рис. 2.5), яке виготовлене з пористої ДСП

або перфорованого пінопласту. Далі воно проходить через систему «дельта»-теплообмінників, підігрівається й рівномірно опускається в зону утримання тварин, не утворюючи протягів. Це особливо важливо для молодняка в підсисний період і під час дорощування.



Рисунок 2.5 - Перфорована стеля

До мінусів цієї системи належать такі моменти:

- за різкого зниження температури може з'являтися конденсат або іней на перфорованій стелі, що зменшує приплив свіжого повітря;
- підвищена вологість через утворення конденсату негативно впливає на мікроклімат у приміщенні;
- у спекотну пору недостатній повітрообмін для відведення надлишкової теплоти (потребує встановлення додаткових припливних клапанів на літо);
- на перфорованій стелі накопичуються пил, бруд та мікроорганізми, а її очищення й дезінфекція ускладнені.

Крім того, у кожній із запропонованих схем передбачено локальне обігрівання поросят: для найменших у кожному станку встановлюють інфрачервону лампу та електричний килимок (рис. 2.6, а), а для підростаючих – у станках монтують кришки з розміщеними під ними інфрачервоними лампами (рис. 2.7, б).



а



б

Рисунок 2.6 - Локальний обігрів в станку для опоросу (а) та дорощування (б)

Виходячи з проведеного аналізу, обирається система мікроклімату з витяжкою та припливом повітря через стінові клапани під негативним тиском. Ці клапани, встановлені в стінах, автоматично відкриваються й закриваються завдяки сервомотору EGM-100A на підставі сигналів від контролера мікроклімату з температурним датчиком PTE-6ANQX-L. Відпрацьоване повітря відводиться через витяжні шахти з “мотильковими” клапанами, змонтовані в стельовому перекритті на висоті 1700–1800 мм над рівнем щілинної підлоги. Усі цехи використовують однакову вентиляційну схему, тоді як опалювальна частина відрізняється залежно від призначення приміщення. Так, у секції холостих та поросних свиноматок опалення не передбачено, а в інших зонах встановлюють систему FIN Pipe (твін-труби) під припливними клапанами. Гарячу воду забезпечують котли на рідкому або твердому паливі.

Окрім центральної системи, передбачено локальне опалення для порослят-сосунів і підростаючих порослят. Для порослят-сосунів кожний станок буде обла-

днано інфрачервоною лампою та електричним килимком. Для дорощуваних порослят у станках передбачать кришки з розміщеними під ними інфрачервоними лампами.

2.3 Вимоги до систем створення мікроклімату в свинарстві

Основними чинниками, що визначають створення оптимального мікроклімату в свинарських приміщеннях, є зовнішні кліматичні умови (рівень освітленості та температура повітря), теплові характеристики огорожувальних конструкцій, чисельність та вид тварин у приміщенні, застосовувані способи їх утримання та годівлі, а також система видалення гною.

Вихідними даними для проектування виступають нормативні показники мікроклімату, які необхідно забезпечити в свинарниках. Значення цих параметрів приймаються відповідно до [1].

Для кнурів розрахункова температура повітря становить 16 °С, при цьому допустимі межі температури - від 13 °С (мінімум) до 19 °С (максимум). Відносна вологість повітря у приміщенні для кнурів не повинна перевищувати 75 % і не опускатися нижче 40 %.

У приміщенні для поросних свиноматок розрахункова температура також дорівнює 16 °С, робочий діапазон температур - від 13 °С до 19 °С, а вологість повітря повинна бути в межах 40 ... 75 %.

Для підсисних свиноматок оптимальна температура - 20 °С, але вона може коливатися від 16 °С (мінімум) до 22 °С (максимум). Відносна вологість у цьому приміщенні підтримується на рівні 40 ... 70 %.

У блоку дорощування порослят розрахункова температура становить 24 °С, при цьому допустимі межі температури - від 22 °С до 28 °С. Відносна вологість повітря у цьому приміщенні також повинна перебувати в межах від 40 % до 70 %.

Для кнурів розрахункова швидкість руху повітря в холодний та перехідний періоди року становить 0,3 м/с, а в теплий період дозволяється підвищувати швидкість до 1,0 м/с.

У приміщенні для поросних свиноматок розрахункова швидкість руху повітря також 0,3 м/с у холодний і перехідний періоди, з максимально допустимою швидкістю 1,0 м/с у теплий період.

Для підсисних свиноматок розрахункова швидкість руху повітря складає 0,15 м/с у холодний та перехідний сезони, а в теплий період вона не повинна перевищувати 0,4 м/с.

У приміщенні для поросят на дорощуванні розрахункова швидкість руху повітря - 0,2 м/с у холодний і перехідний періоди, а допустима швидкість у теплий період - 0,6 м/с.

Нормативні показники якості повітря потрібно підтримувати у зоні, де перебувають тварини, тобто в об'ємі до 1 м над рівнем підлоги. Максимально допустима концентрація вуглекислого газу у виробничих приміщеннях для свиней становить 0,2 % (за об'ємом), що еквівалентно 2 л/м³. Під час експлуатації будівель гранично допустимі рівні шкідливих газів у повітрі відділень для утримання тварин такі: аміак – не більше 20,0 мг/м³, сірководень – не більше 10,0 мг/м³.

Виходячи з накопиченого досвіду, систему вентиляції вирішено реалізувати як штучну: з витяжними шахтами та стіновими припливними клапанами (технологічна схема наведена на аркуші 1 графічної частини). Оскільки затверджена технологія утримання передбачає ізольоване (секторальне) розміщення підсисних свиноматок і поросят на дорощуванні, розрахунки проведемо для однієї такої секції.

2.4 Розрахунок потрібної кількості засобів механізації

Повітрообмін у приміщеннях розраховуємо за формулою:

$$V_n = \frac{\rho m_i}{\rho_d - \rho_n}, \quad (2.1)$$

ρ – кількість шкідливих речовин, які виділяє одна тварина протягом години, л/год.

ρ_d – допустима концентрація шкідливої речовини (вуглекислого газу) у приміщенні, л/м². $\rho_d = 2$ л/м³.

ρ_n – вміст шкідливої речовини (вуглекислого газу) у свіжому повітрі, л/м³; $\rho_n = 0,3$ л/м².

m – кількість тварин у одній секції.

Вихідні дані та результати розрахунків зводимо до табл. 2.2.

Таблиця 2.3 - Результати розрахунків

Технологічна група	Голів	CO ₂ , л/год.	V _п , м ³ /год
Кнури	10	78,2	460
Свиноматки:			
холості + поросні (1 пол.)	522	42,5	13050
поросні (2 пол.)	836	51,2	25178
підсисні	38	102	2280
Дорощування	804	17	8040

Виходячи з отриманих даних та прийнятої схеми вентиляції, визначимо тип та необхідну кількість витяжних вентиляторів (шахт) та припливних клапанів. Зведемо результати розрахунків до табл. 2.4:

$$n_v = \frac{V_n \cdot k}{Q_v}, \quad (2.2)$$

Таблиця 2.4 - Результати розрахунків

Технологічна група	Необхідний повітрообмін, м ³ /Год	Характеристики вентилятора			Кількість, шт.
		марка	продуктивність, м ³ /Год.	потужність, кВт	
Кнури	460	FC040-4ET	4400	0,26	1
Свиноматки:					
холості+поросні (1 пол.)	13050	FC045-4ET	5950	0,38	11
поросні (2 пол.)	25178	FC050-4ET	7200	0,51	17
підсисні	2280	FC045-4ET	5950	0,38	2
Дорощування	8040	FC050-4ET	7200	0,51	6

Число стінних припливних клапанів приймається як 3 штуки на кожну витяжну шахту. Витяжні вентиляційні шахти обладнуються вентиляторами фірми «Агротехцентр Сервіс» (м. Київ). Оскільки заплановано 10 секцій для підсисних свиноматок і 8 секцій для поросят на дорощуванні, загальна потреба у вентиляторах виглядає так:

- FC040-4ET – 1 одиниця,
- FC045-4ET – 31 одиниця,
- FC050-4ET – 65 одиниць.

Враховуючи різні діаметри вентиляторів, кожен з них може встановлюватися лише у відповідну за розміром шахту. Тож необхідно підготувати:

1 шахту діаметром 400 мм для вентилятора FC040-4ET,
 31 шахту діаметром 450 мм для вентилятора FC045-4ET,
 65 шахт діаметром 500 мм для вентилятора FC050-4ET.

Кількість припливних клапанів для всіх приміщень буде рівна:

$$n_{кп} = 3 \cdot n_{\epsilon} = 3 \cdot (1 + 31 + 65) = 291 \text{ шт.} \quad (2.3)$$

Для опалення приміщень застосовуються твін-труби, розташовані під припливними клапанами. Гаряча вода подається до цих труб від водонагрівачних котлів, змонтованих у кожній зоні. Потужність опалення (Вт), необхідну для підігріву припливного повітря, обраховуємо за формулою:

$$\Phi = 0,278 \cdot c \cdot \rho \cdot V_n (t_{\kappa} - t_n), \quad (2.4)$$

Тоді загальна потужність на обігрів для всіх приміщень складе:

$$\Phi_{\epsilon} = 0,278 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 49008 \cdot (287 - 243) = 719359 \text{ Вт} = 720 \text{ кВт.}$$

Отже, загалом для опалення приміщень потрібно забезпечити 720 кВт теплової потужності. Приблизну годинну витрату дизельного палива для котлів можна обчислити, виходячи з того, що показник витрати (кг/год) становить приблизно 10 % від теплової потужності в кВт. У нашому випадку це дорівнює 72 кг/год.

Що стосується освітлення, воно буде комбінованим: природним (через вікна) та штучним (за допомогою світильників). Пропорція площі вікон до площі підлоги становить:

- у приміщеннях дорощування поросят - 1:12,
- у свинарниках-маточниках - 1:10,

- у свинарниках-відгодівельниках - 1:15.

Для штучного освітлення рекомендовано використовувати світильники ЛСП-2×36 із двома люмінесцентними лампами ЛБ-36. Кількість світильників обчислюється за питомою потужністю ламп на 1 м² підлоги. Вихідні дані та результати розрахунків наведено в таблиці 2.5.

Система освітлення приміщень організована наступним чином:

У приміщеннях із підвісною стелею світильники закріплюються безпосередньо до стелі, а живильний кабель прокладається над нею.

У секції утримання холостих та порослих свиноматок світильники та кабель фіксуються на натягнутому сталевому дроті або канаті діаметром 6–8 мм у два ряди. Обидва кінці тросу заземлюються через підключення до магістралі занулення.

Таблиця 2.5 - Вихідні дані та результати розрахунків системи освітлення

Приміщення	Площа приміщення (секції), м ²	Норми природного освітлення	Питома потужність ламп, Вт/м ²	Кількість світильників на секцію	Всього по сектору
Кнури	43,68	1:10	2,25	1	1
Свиноматки	629,2	1:10	3,0	26	26
Опорос	59,45	1:10	4,5	3	18
Дорощування	53,3	1:10-1:12	2,25	2	16
Ремонт	50,16	1:10-1:12	2,25	2	2
Коридор репродуктора	93	-	75 Лк	-	12*
Коридор відгодівельника	155,5	-	50Лк	-	12*

*Лампи ЛБ-18, світильники – ЛСП 2х18.

Для освітлення кожного боксу (секції) передбачено дві окремі групи світильників. Увімкнення та вимкнення кожної групи здійснюється за допомогою власного вимикача, розташованого в коридорі поруч із дверима секції. При електричному з'єднанні світильників можна використовувати корпуси самих світильників замість розподільчих коробок. Система освітлення повинна включати не лише основне (робоче), але й нічне, ремонтне, евакуаційне та аварійне освітлення. Нічне, евакуаційне та аварійне світло підключають за «коридорною» схемою керування. Для організації ремонтного освітлення передбачено кілька розеток, рівномірно розміщених по всьому приміщенню.

2.5 Висновки

У результаті виконаних у цьому розділі робіт отримано такі підсумки:

Розроблено та обґрунтовано технологічні схеми створення мікроклімату в кожному з окремих приміщень.

Здійснено розрахунок кількості шкідливих викидів від різних груп тварин.

На основі отриманих даних визначено необхідний тип і кількість вентиляційного та опалювального обладнання.

У наступному розділі буде виконано проектування роторного теплоутилізатора для обраної системи мікроклімату.

3 Розробка ротаційного теплоутилізатора

3.1 Обґрунтування важливості питання

У сучасних умовах вітчизняне свинарство стоїть перед необхідністю не лише збільшення обсягів виробництва та підвищення продуктивності поголів'я, а й одночасного зниження експлуатаційних витрат, зокрема паливно-енергетичних ресурсів. Свинарські приміщення характеризуються значними обсягами повітрообміну (до кількох тисяч кубічних метрів за годину) через необхідність підтримки оптимального мікроклімату для різних вікових і фізіологічних груп тварин. При цьому в холодний період року з вентиляційними потоками втрачається велика кількість тепла, яке можна було б повернути до системи опалення й вентиляції.

За даними енергетичних аудитів українських агрокомплексів, на опалення і вентиляцію припадає до 30–35 % загальних витрат електроенергії та палива. У разі відсутності утилізації тепла саме ця частка енерговитрат залишається безповоротною. З огляду на постійне підвищення тарифів на електроенергію й газ, швидка окупність енергоощадних технологій стала критично важливою для збереження рентабельності виробництва. Використання рекуперативного теплообмінника дозволяє повернути від 50 % до 80 % теплової енергії, що міститься у відпрацьованому повітрі, і таким чином зменшити паливні витрати для підігріву припливного повітря. Навіть при консервативному коефіцієнті корисної дії (ККД) теплоутилізатора на рівні 50 % можна досягти економії щонайменше 20–25 % від загальних витрат на опалення.

У тваринницьких цехах, зокрема в приміщеннях для холостих і поросних свиноматок, підсисних груп та дорощування порослят, застосовується штучна система вентиляції з витяжними шахтами та припливними стінними клапанами. Зазвичай приєднані потужні вентилятори забезпечують відведення забрудненого,

перегрітого та вологого повітря, а приплив свіжого зовнішнього повітря у зимовий період потребує додаткового підігріву до вимушених показників (або навіть вищих за оптимальні). Для прикладу, якщо припливне повітря має температуру нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в приміщенні необхідно підтримувати $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$, то середня теплове навантаження на $1\text{ м}^3/\text{с}$ припливу сягає близько $20\text{--}22\text{ кВт}$. При загальній витраті вентиляції, скажімо, $1,5\text{ м}^3/\text{с}$, потужність теплогенератора складає понад 30 кВт виключно для підігріву припливного повітря.

Таким чином, розробка та впровадження ротаційного теплоутилізатора є важливим кроком у підвищенні енергоефективності свинарських комплексів України та створенні більш сприятливого мікроклімату для оптимального розвитку поголів'я.

3.2 Стан питання і постановка завдання

3.2.1 Загальні поняття

Рекуперативні теплоутилізатори. Принцип дії полягає в безпосередньому теплообміні між двома рухомими повітряними (або іншими) потоками через тонкі стінки (пластини, трубки, канали). Потоки не змішуються: гаряче відпрацьоване повітря віддає тепло холоднішому припливному через металеві чи керамічні перегородки.

Основні переваги: простота конструкції, невелика інерційність (швидко виходить на робочий режим), низький ризик контамінації припливного повітря.

Недоліки: ефективність обмежена різницею температур, у сильно вологому повітрі може відбуватися намерзання конденсату на теплообмінних поверхнях.

Регенеративні теплоутилізатори. Складаються з теплоємного носія (регенератора), наприклад, обертового циліндра з матрицею (рухомий ротор) або періодично заповнюваних блоків з кераміки чи металу. Принцип роботи: спочатку відпрацьоване повітря проходить через цей елемент, віддаючи йому тепло й нагріваючи його («зарядження» регенератора), після чого потік змінюється - і свіжий приплив проходить через нагрітий носій, відбираючи накопичену енергію.

Переваги: високий коефіцієнт корисної дії (часто 70–80 % і вище), здатність ефективно працювати навіть за великих перепадів температур, самоочищення поверхонь від конденсату.

Недоліки: більші габарити, інерційність (час на накопичення/віддачу тепла), потреба в приводі для обертання ротора (у ротаційних схемах) або складніша система перемикання клапанів (у пакетних).

Змішувального типу (прямий теплообмін). Забезпечують теплообмін через безпосереднє змішування (часткове або повне) двох повітряних потоків: тепле відпрацьоване змішується зі свіжим припливом. Часто застосовують у невеликих приміщеннях або як доповнення до інших теплообмінників, коли допускається невелике розведення припливного повітря відпрацьованим.

Переваги: дуже проста конструкція, мінімальні капітальні витрати, відсутність рухомих частин або тонких теплообмінних поверхонь.

Недоліки: зниження якості припливного повітря (часткова контамінація), обмежена здатність утилізувати тепло (максимально 50 % від різниці температур), непридатність у випадках, коли існують жорсткі санітарні вимоги до свіжого повітря.

3.2.2 Рекуперація теплоти у вентиляційних системах

Пластинчасті теплообмінники (рекуператори). Складаються з чергування тонких металевих пластин, між якими рухаються припливний і витяжний потоки

повітря, обмінюючись теплом через перегородки. Ефективність η_t : 40–70 %; падіння тиску: 50–250 Па.

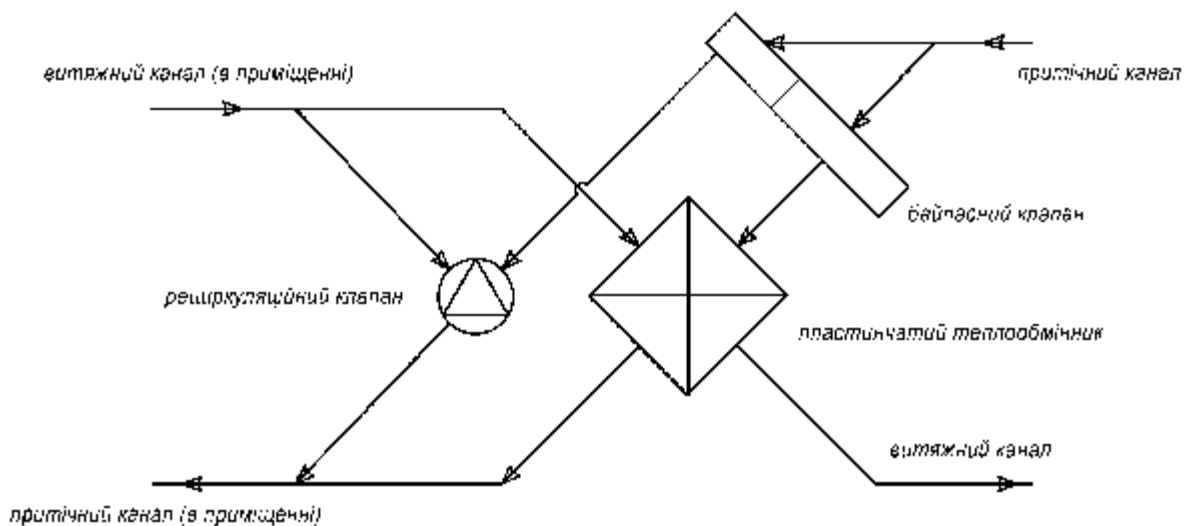


Рисунок 3.1 - Схема рекуперативної установки на базі пластинчастого теплообмінника

Переваги: проста конструкція без рухомих частин, мінімальні витрати на обслуговування, низькі додаткові енергозатрати вентиляторів та відсутність забруднення припливного повітря (за правильного монтажу).

Недоліки: перетинання каналів припливу й витяжки у корпусі, ризик обмерзання взимку (потреба байпаса або автоматичного відключення), відсутність обміну вологою.

Роторні теплообмінники (рекуператори з обертовим акумулятором). Має циліндричний ротор із теплоємним матеріалом (металеві або синтетичні осередки), що обертається між потоками витяжного та припливного повітря у протитоку. При нагріванні накопичувач “заряджається” теплом, а під час обертання віддає його свіжому повітрю. Ефективність η_t : 60–85 %; падіння тиску: 75–500 Па.

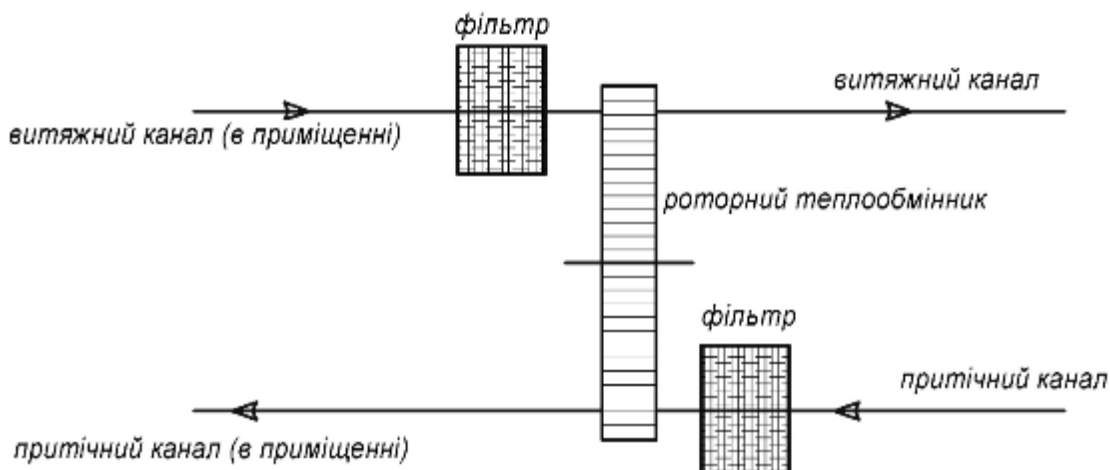


Рисунок 3.2 - Схема рекуперативної установки
на базі роторного теплообмінника

Переваги: високий ККД (особливо у вологому середовищі-можливий перенос вологи), компактні габарити, регульована швидкість обертання для управління ефективністю.

Недоліки: необхідність розташування припливного та витяжного каналів поруч, додаткове споживання електроенергії приводом ротора, частковий перенос забруднень із витяжки в приплив (непридатні для токсичних або різко пахучих середовищ).

Водяні циркуляційні системи. Два “вода–повітря” теплообмінники з’єднані гідравлічним контуром, у якому циркулює вода (або водо-гліколева суміш). Один теплообмінник “відбирає” тепло від витяжного повітря, вода переносить його до другого, де воно передається припливному потоку. Ефективність η : 50–65 %; падіння тиску: 200–900 Па.

Переваги: не вимагає близького розташування каналів припливу й витяжки, повна ізоляція потоків (відсутній перехресний забір забруднень).

Недоліки: додаткове енергоспоживання циркуляційного насоса, витрати на обслуговування арматури та насосів, немає вологообміну.

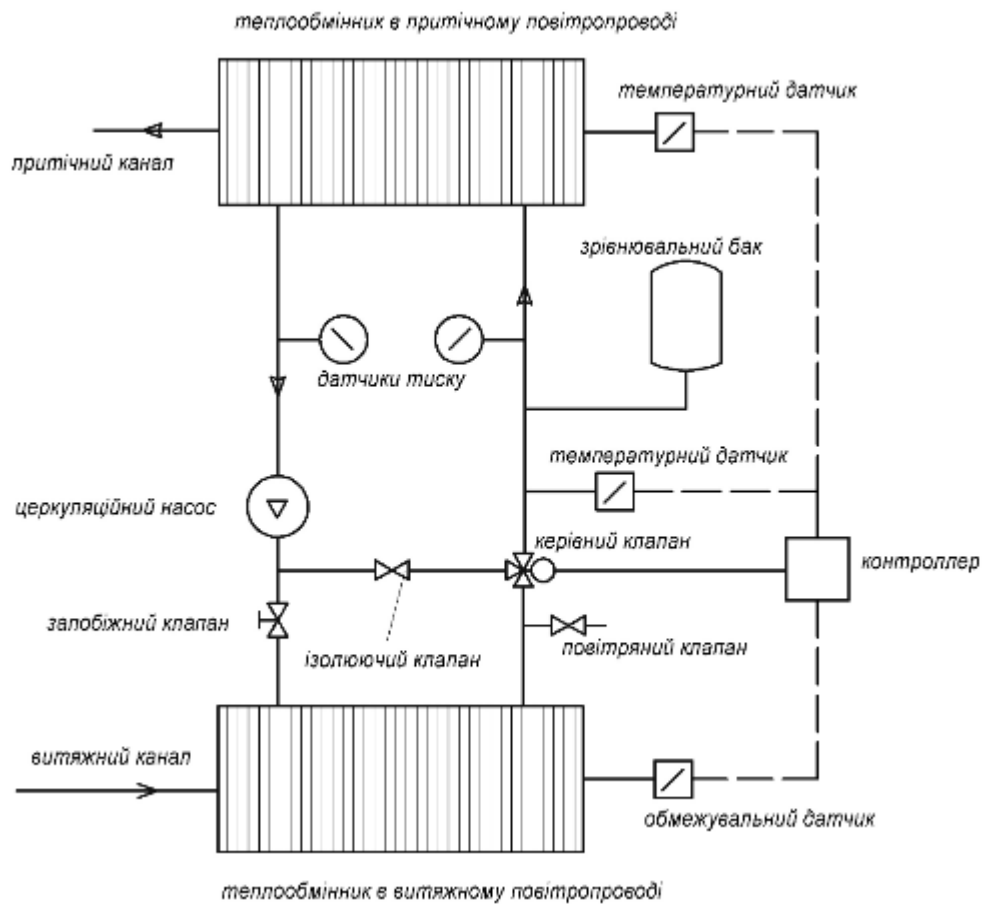


Рисунок 3.3 - Схема водяної циркуляційної системи

Теплові труби. Фреоновий замкнений контур із випарником і конденсатором, з'єднаних капілярною трубкою. При нагріванні у випарнику холодоагент переходить у пару, рухається до конденсатора, де віддає тепло зовнішньому потоку і повертається рідиною. Ефективність η_t : 45–65 %, регулюється нахилом труби.

Переваги: висока компактність, повна ізоляція припливу й витяжки, простота монтажу за умови суміжного розташування каналів.

Недоліки: потреба паралельного підведення повітряних каналів, обмежена продуктивність за великих перепадів температур.

Теплові насоси. Традиційний холодильний цикл із компресором, випарником, конденсатором та чотирьохходовим клапаном для реверсу. У холодну пору тепло відводиться з витяжного повітря (випарник) до припливного (конденсатор); у теплий сезон напрямом можна змінювати. Коефіцієнт корисної дії: 4,5–5,2.

Переваги: високий ККД (до 450–520 %), можливість реверсу, жорстка ізоляція потоків.

Недоліки: залежність продуктивності від температур потоків, складність монтажу та обслуговування, великі капітальні витрати.

Теплові камери (термокути). Камера з великою теплоємністю, що поперемінно заповнюється витяжним та припливним повітрям через систему клапанів. За час наповнення відпрацьованим повітрям камера “нагрівається”, потім припливний потік проходить через неї, забираючи тепло. Ефективність може бути досить високою, але система вимагає значних капіталовкладень і великих габаритів.

Переваги: можливість роботи при значних перепадах температур, відсутність перехресного забруднення.

Недоліки: дорого в установці та обслуговуванні, непридатні для сильно забрудненого повітря (камера швидко забруднюється).

З огляду на особливості свинарських приміщень (велика вологість, потреба в жорсткій ізоляції припливно-витяжних потоків, обмежені площі монтажу), найдоцільнішими є роторні теплообмінники (високий ККД і частковий вологообмін) або теплові труби (компактність та повна ізоляція), враховуючи технічні умови та санітарні вимоги.

3.3 Розробка варіанту удосконалення

Враховуючи переваги та недоліки перерахованих систем рекуперації до розробки приймаємо ротаційний теплообмінник (рис. 3.5).

3.3.1 Розрахунок теплоутилізації

Розрахунок теплових параметрів рекуператора проведемо для приміщення дорожнього порожня. Відповідно до п. 2.2.2 загальний об'єм повітря, що підлягає видаленню, становить 3500 м³/год, температура всередині приміщення дорівнює 28 °С, а середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період – –10 °С.

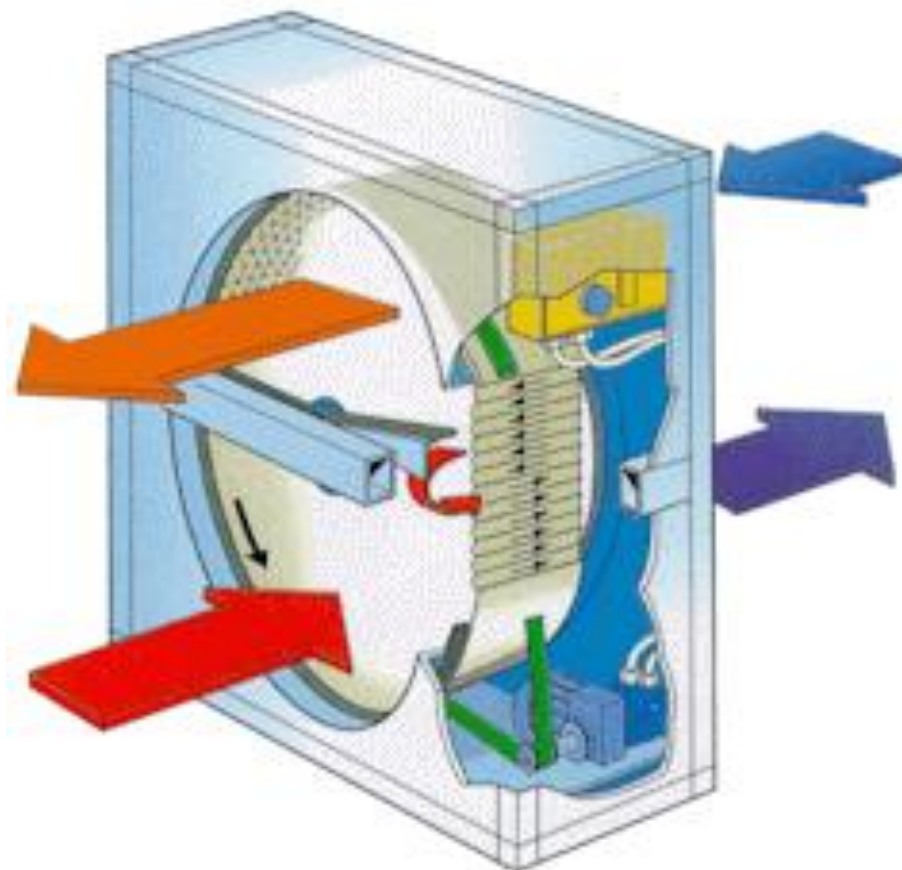


Рисунок 3.5 - Схема роботи роторного теплоутилізатора

Рівняння теплопередачі:

$$Q = kF\Delta t, \quad (3.1)$$

де Δt – середня різниця температур між теплоносіями, К;

F – поверхня теплопередачі, м²;

k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²К).

Рівняння теплового балансу встановлює зв'язок між кількістю тепла, переданого або отриманого за одиницю часу, витратою середовища, що гріється (або нагрівається), та різницею між його початковою й кінцевою температурами. Припустимо, що в процесі теплообміну беруть участь два потоки: перше середовище, яке віддає тепло, та друге середовище, яке приймає тепло.

Тоді рівняння теплового балансу набуде вигляду:

1) Для середовища, що гріє, 1:

$$Q_1 = G_1 C_p1 (t_{1ВХ} - t_{1ВИХ}), \quad (3.2)$$

2) Для середовища, що нагрівається, 2:

$$Q_2 = G_2 C_p2 (t_{2ВХ} - t_{2ВИХ}), \quad (3.3)$$

Де Q - кількість переданого (отриманого) тепла або теплове навантаження, Вт;

t_1, t_2 - температури середовищ на вході й виході, відповідно, °С

G_1, G_2 - масові витрати середовищ, кг/с

C_p - питома масова теплоємність, Дж/кг °С

У загальному випадку питома теплоємність залежить від температури середовища. Проте для повітря можна вважати сталою, використовуючи її значення при середній температурі припливного й витяжного потоків.

Для роторних теплообмінників коефіцієнт теплопередачі сягає близько 0,8. Площа теплообміну в нашому випадку визначається таким чином: згідно з існуючими аналогами ротор заповнюють гофрованими алюмінієвими листами, розташованими концентрично. Тоді

$$F = \sum f_i = \pi d_i L, \quad (3.4)$$

де d_i – діаметр звернутого листа алюмінію, який зменшується з кроком 3 мм (зазор між листами), м;

L – висота диска, м.

За результатами розрахунків, при максимальному діаметрі 700 мм, по формулі (3.4) отримаємо:

$$F=52 \text{ м}^2.$$

Тоді

$$Q=0,8 \cdot 52 \cdot 38=1580 \text{ Вт}.$$

Тобто теплоутилізація одного роторного теплообмінника буде складати 1,5 кВт/год.

3.3.2 Розрахунок кінематичних та силових параметрів

В залежності від температури навколишнього середовища частота обертання ротора складе 2 – 12 хв⁻¹. Для цього необхідно підібрати електродвигун,

редуктор та пасову передачу. Визначаємо силу опору обертання ротора з виразу:

$$Q = m \cdot g \cdot f, \quad (3.5)$$

де m – маса ротора, кг; $m=60$ кг

f – коефіцієнт тертя у підшипниках ($f = 0,01$).

Підставивши у вираз (3.5) значення m , визначимо Q :

$$Q = 60 \cdot 9,8 \cdot 0,1 = 58,8 \text{ Н.}$$

Знаючи опір Q , визначимо необхідну потужність:

$$P = Q \cdot \omega, \quad (3.6)$$

де P – потужність на подолання Q , Вт;

ω – швидкість руху ротора в опорі, рад/с:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 12}{30} = 1,26 \text{ рад/с} \quad (3.7)$$

Визначаємо значення P :

$$P = 58,8 \cdot 1,26 = 74 \text{ Вт.}$$

Необхідна потужність двигуна визначається по формулі:

$$P'_{\text{дв}} = \frac{P}{\eta_p \cdot \eta_{кр}}, \quad (3.8)$$

де $\eta_p, \eta_{кп}$ — ККД редуктора, і клиноремінної передачі.

$$P'_{\partial\epsilon} = \frac{74}{0,9 \cdot 0,95} = 89,3 \text{ Вт.}$$

Приймаємо $P_{\partial\epsilon}=0,12$ кВт, двигун АИС63А4, з частотою обертання $n_{\partial\epsilon}=1500$ хв⁻¹.

Підбір редуктора.

Редуктор підбирається по передаточному числу.

Частота обертання ротора визначається з виразу:

$$n_p = \frac{n_{\partial\epsilon}}{i'_p \cdot i_{кп}}, \quad (3.9)$$

де $i_p, i_{кп}$ — передаточні числа редуктора, і клиноремінної передачі.

З виразу (3.9) знаходимо попереднє значення передаточного числа редуктора:

$$i'_p = \frac{n_{\partial\epsilon}}{n_p \cdot i_{кп}}, \quad (3.10)$$

$$i'_p = \frac{d}{d_{uu}} = \frac{700}{120} = 5,8, \quad (3.11)$$

підставивши відомі значення, одержимо

$$i'_p = \frac{1500}{12 \cdot 5,8} = 21,8.$$

найближче значення [4] $i_p=20$.

Приймаємо редуктор черв'ячний із припустимою потужністю $N_p=0,15$ кВт, передаточним числом $i = 20$ й $n_1 = 1500 \text{ хв}^{-1}$ [4].

Корегуємо частоту ротора (3.9):

$$n_p = \frac{1500}{20 \cdot 5,8} = 12,9 \text{ хв}^{-1}.$$

Таким чином, розроблювальна конструкція буде працездатна за умови використання двигуна АИС63А4 і редуктора РЧУ-125-20-3-4-1.

3.4 Опис запропонованої конструкції

У запропонованій конструкції роторного рекуператора відпрацьоване повітря спочатку потрапляє у відповідний сектор ротора, де прогріває гофровані алюмінієві листи.

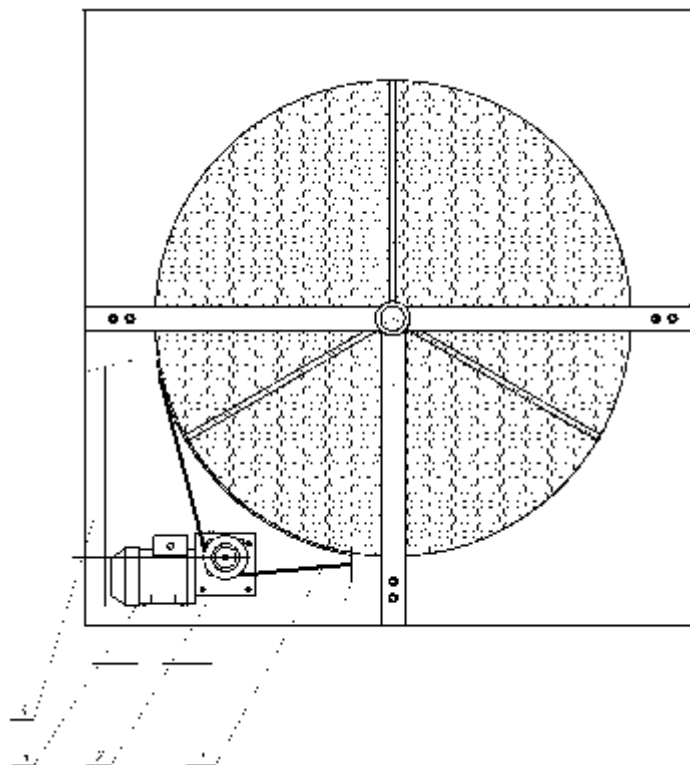


Рисунок 3.6 – Розроблений ротаційний теплоутилізатор:

1 – роторний теплообмінник; 2 – редуктор; 3 – електродвигун; 4 – рама

Далі ротор обертається, переміщуючи нагрівані листи до зони припливу. Свіже повітря, яке надходить у приміщення, проходить через цей сектор, відбирає тепло від розігрітого алюмінію та підігрівається.

До базового варіанту забезпечення мікроклімату 1 боксу приміщення для дорошування входить (р. 2): один вентилятор 6E63Q потужністю 1,1 кВт, 4 вентилятори 4E35Q потужністю 0,8 кВт, опалювальні прилади загальною потужністю 113 кВт.

До проектного варіанту забезпечення мікроклімату 1 боксу приміщення для дорошування входить: один вентилятор 6E63Q потужністю 1,1 кВт, 4 вентилятори 4E35Q потужністю 0,8 кВт, опалювальні прилади загальною потужністю 45 кВт, 4 рекуператори (по кількості вентиляторів 4E35Q) потужністю 0,12 кВт кожен.

3.5 Висновки

У цьому розділі представлено компактний ротаційний теплоутилізатор для секції дорошування поросят. У металевому корпусі встановлено обертовий циліндр із концентрично розташованих гофрованих алюмінієвих листів (ротор). Відпрацьоване повітря (28 °С) проходить через частину ротора, нагріваючи його до ≈ 60 °С. Далі ротор повертає нагріті листи в зону припливу, де холодне зовнішнє повітря (-10 °С) піднімається до ≈ 18 °С перед подачею в приміщення, що знижує потребу в додатковому обігріві. Регульована швидкість обертання мотора-редуктора адаптує ККД (≈ 75 %) до сезонних умов, а герметичні ущільнювачі запобігають перетоку забрудненого повітря. Загальні втрати напору становлять 100–150 Па, тому вентиляторам не потрібна додаткова потужність. Завдяки такій схемі електроспоживання на обігрів скорочується приблизно на 40 %. Крім того, передбачено сервісні люки для очищення гофрованих поверхонь і байпасний клапан, що захищає ротор від обмерзання.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги

Під час роботи з обладнанням для створення мікроклімату в свинарниках слід суворо дотримуватися вимог безпеки, аби запобігти травмам і полегшити експлуатацію. Насамперед, до початку роботи необхідно впевнитися в справності електричних з'єднань, кабелів, щитків та вимикачів; усі ремонтні чи регулювальні операції слід виконувати тільки після відключення обладнання від мережі та детального огляду із залученням кваліфікованого електрика. Усі вентиляційні агрегати, вентиляційні шахти, вентилятори та припливні клапани повинні бути надійно закріплені й обгороджені, аби виключити випадковий контакт із рухомими частинами.

Перед початком сезону опалення або інтенсивної експлуатації проводиться технічне обслуговування-очищення теплообмінників, перевірка рівня мастила в рухомих вузлах, огляд герметичності фільтрів і перевірка працездатності систем автоматики. Працювати з будь-яким обладнанням мікроклімату дозволяється лише в спеціальному одязі: із ізоляційними рукавичками, захисним взуттям із невідколюючою підошвою, а в разі проведення висотних робіт-у поясах безпеки з мотузково-пристроєвим спорядженням.

Робітники повинні бути інструктовані щодо правил евакуації у випадку аварії, ознайомлені із засобами пожежогасіння та мати доступ до аптечки для надання першої допомоги. Під час обслуговування та калібрування датчиків температури й вологості слід дотримуватися чистоти та дезінфекції: робота в приміщенні з високою концентрацією аміаку потребує захисної маски й окулярів, аби уникнути уражень слизових оболонок.

При налаштуванні клапанів у холодний період необхідно пам'ятати про ризик обмерзання механізмів-якщо виникає запах горілого чи сирого, обладнання відключають і перевіряють вузли на наявність льоду або кристалів солей. Забороняється використовувати саморобні пристрої для обходу автоматичного керування, щоб уникнути неконтрольованих циклів обігріву чи охолодження.

Усі оперативні перемикання повинні здійснюватися лише кваліфікованим персоналом: неспеціалісти не мають права заходити в технічні приміщення самотужки або самовільно змінювати налаштування програмованих контролерів. Під час планового огляду перевіряють електричні ланцюги на відсутність перегріву та коротких замикань, захисні кожухи з вентиляторів не повинні мати тріщин чи деформацій, а ізоляція кабелів повинна бути непошкодженою.

Якщо в повітрі виявлено підвищену концентрацію пилу чи токсичних речовин, працівники використовують респіратори, а в разі тривалої експлуатації в задимленому чи запиленому середовищі слід планувати перерви для виходу на свіже повітря.

Загалом безпека під час роботи з мікрокліматичним обладнанням вимагає комплексного підходу: від регулярного технічного обслуговування та дотримання електробезпеки до ретельного виконання санітарно-гігієнічних норм і використання засобів індивідуального захисту.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора системи мікроклімату

Оператор системи мікроклімату у свинарнику відповідає за запуск, налаштування, техогляд та своєчасне виявлення несправностей вентиляційних агрегатів і рекуператора. До роботи допускаються особи віком від 18 років із медоглядом і навчанням з електробезпеки (до 1000 В) і охорони праці.

1. Перед початком роботи слід перевірити:

- Цілісність електрокабелів, вимикачі, заземлення та захисні кожухи.
- Відсутність сторонніх предметів у вентиляційних каналах.
- Робочий стан сервоприводів клапанів, рівень мастила в редукторах і підшипниках.

Робітник має бути в спецодязі, із рукавицями, захисними окулярами, респіратором (за пилу й аміаку) та взутті з протиковзкою підошвою. Для робіт на обладнанні вище рівня підлоги – у страховочному поясі та касці.

2. Увімкнення та моніторинг

Увімкнути головний вимикач, запустити вентилятори витяжних шахт, контролювати шум і вібрації.

Запустити роторний рекуператор, встановити швидкість обертання згідно із зовнішньою температурою (наприклад, 10–15 об/хв).

Слідкувати за показниками: температура припливу (приблизно +18 °C) і витяжки (+28 °C), різниця тиску (не більше 150 Па). Якщо падіння тиску перевищує норму, перевірити фільтри й очистити канали.

3. Поточна експлуатація

• Щогодини фіксувати температуру, вологість і тиск. При зовнішній температурі нижче –15 °C збільшувати оберти ротора (до 20–25 об/хв) аби уникнути обмерзання. Контролювати стан ущільнювачів: у разі підсмоктування забрудненого повітря припливний канал герметизувати або замінити гумові вставки.

• Якщо з'явився підвищений шум, вібрація чи запах горілого – негайно зупинити систему та повідомити інженера.

4. Очищення та техобслуговування

• Щомісяця зупиняти ротор, очищати гофровані листи від пилу й конденсату щіткою та м'яким миючим засобом, давати висохнути при ввімкненому вентиляторі на “холостий хід” (без підігріву).

- Щоквартально перевіряти й чистити фільтри припливних і витяжних каналів, замінювати забруднені елементи.

- Раз на півроку перевіряти підшипники ротора: підтягувати кріплення, оновлювати мастило й регулювати натяг ременя (якщо він передбачено).

- Улітку зняти байпасний клапан, очистити рухомі елементи, змазати згідно з техумовами.

5. Аварійні ситуації

- Обмерзання теплообмінника: падіння ефективності $\pm 30\%$ або тиск > 250 Па \rightarrow зупинити ротор, активувати байпас і перевірити відтавання.

- Перегрів двигуна (температура > 85 °C): вимкнути ротор, охолодити двигун вентилятором і перевірити мастило.

- Поломка сервоприводу клапана: якщо клапан не реагує, зупинити ротор, закрити байпас і перейти в аварійний режим припливу, викликати електромеханіка.

6. Завершення роботи

- Вимкнути головний рубильник, очистити вентилятори, протерти двигуни й нанести антикорозійний спрей.

- Закрити клапани подачі гарячої води до твін-труб за відсутності опалення.

- Записати в журналі: дату, час, показники температур, виконані роботи та виявлені несправності.

7. Дії в небезпечних випадках

- За різкого підвищення вмісту аміаку (> 20 мг/м³) або задимлення – зупинити обладнання, відключити живлення й евакуюватися через найкоротший вихід.

- При ознаках отруєння аміаком (закашляння, подразнення очей) – негайно вийти на свіже повітря, промити очі, забезпечити постраждалому доступ до кисню й викликати медиків.

- При ураженні електрострумом – відключити живлення, ізолювати потерпілого від джерела струму і, в разі зупинки дихання й пульсу, негайно провести серцево-легеневу реанімацію.

8. Відповідальність

Оператор відповідає за безпечну експлуатацію системи, своєчасне виявлення несправностей та миттєве інформування керівництва. За порушення цієї інструкції передбачена відповідальність згідно з внутрішніми правилами та законодавством України.

4.3 Висновки

У розділі визначено основні правила безпеки під час роботи з устаткуванням мікроклімату у свинарниках. Оператор має бути кваліфікованим, використовувати ЗІЗ (рукавиці, окуляри, респіратор, захисне взуття) і перевіряти справність електромережі, вентиляторів та сервоприводів перед початком роботи. Потрібен постійний контроль температури, вологості й тиску, а також своєчасне очищення теплообмінників і фільтрів. У разі обмерзання, перегріву чи несправностей систему слід відразу вимкнути та викликати майстра. При небезпеці (аміак, запиленість, електротравма) оператор зупиняє обладнання, евакуюється й надає першу допомогу. Дотримання цих вимог запобігає травмам і збоєві у роботі системи.

5 Економічна оцінка

5.1 Вихідні дані

Порівняння проводитимемо між двома варіантами опалення приміщення для дорощування порослят: першим технологічним рішенням є використання електронагрівачів без будь-якої утилізації тепла від витяжних потоків, тоді як другим-встановлення розробленого ротаційного рекуператора, який повертає значну частину тепла відпрацьованого повітря до припливного. Для обох варіантів опалення було визначено та уніфіковано наступні вихідні параметри (детальні розрахунки з прив'язкою до об'єму приміщення, циклу дорощування та умов зовнішнього середовища наведено у п. 3.4):

Теплове навантаження приміщення (кВт): величина реальної потреби у теплі, з урахуванням тепловтрат через огорожувальні конструкції, щілинну підлогу та вентиляційні потоки.

Сезонна тривалість опалювального періоду (год): час із середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижче $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, протягом якого приміщення потребує підігріву.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) рекуператора (%): частка теплової енергії витяжного повітря, що повертається в припливний потік. Для розрахунків прийнято $\eta_{\text{rec}} = 75\%$.

Ціна електроенергії (грн/кВт·год): середній тариф, за яким господарство купує електроенергію для обігріву.

Ціна обслуговування та амортизації (грн/рік): щорічні витрати на технічне обслуговування обладнання та рівномірне включення до рахунку амортизаційних відрахувань (з урахуванням строку служби рекуператора - 10 років).

Вартість монтажу рекуператора (грн): одноразові капітальні вкладення на придбання й установку теплообмінника, включаючи витрати на додаткові повітропроводи, приводний двигун ротора та автоматику.

Для варіанту без рекуперації всі тепловтрати від вентиляції відшкодовуються виключно електронагрівом (ККД електронагрівачів прийнято за 100 %), а в другому варіанті економія відтвореного рекуператором тепла знижує потребу у додатковому електричному опаленні на 75 % від теплових втрат, пов'язаних із вентиляцією. Наприклад, якщо загальна потреба у теплі становить 50 кВт, а втрати через вентиляцію відповідно до обсягів 30 кВт, то без рекуператора все 30 кВт доводиться компенсувати електронагрівачами, а з рекуператором лише чверть цього обсягу ($30 \text{ кВт} \times (1 - \eta_{\text{гес}}) = 7,5 \text{ кВт}$) додатково живиться від мережі. Решту ж енергії (22,5 кВт) забезпечує рекуператор. Такі обчислення, продубльовані для сезонного наробітку, дають змогу порівняти сумарні витрати електроенергії, вартість обслуговування й амортизацію обох систем та визначити строк окупності вкладень у рекуператор.

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для порівняння вихідної (традиційної) та модернізованої (із рекуператором) систем створення мікроклімату доцільно скористатися аналізом питомих експлуатаційних витрат. Такий підхід дозволяє визначити, скільки енергоресурсів, обслуговування та фінансових затрат необхідно для підтримки потрібного мікроклімату в приміщенні за одиницю часу або за кубічний метр припливного повітря.

Питома експлуатаційна вартість у даному випадку може бути виражена як сумарна сума витрат на: електроенергію для роботи вентиляторів (витримувати задану кратність повітрообміну); електроенергію (або паливо) для підігріву

припливного повітря (через електронагрівачі, газовий котел чи інші нагрівачі); обслуговування (амортизація, технічні огляди, чистка фільтрів, ремонт клапанів) за одиницю експлуатаційного часу або обсягу циркулюючого повітря.

Для традиційної схеми без рекуператора в основу розрахунку кладеться повне покриття теплового навантаження за допомогою електронагрівачів (або іншого основного джерела підігріву), а вентиляційні втрати компенсуються в режимі «опалення від нуля».

Проаналізуємо отримані дані, які наведено на аркуші 5 графічної частини (додатки). У наведеній таблиці чітко простежується, що впровадження проектного варіанту призводить до суттєвих змін як у капітальній структурі, так і в експлуатаційних показниках. По-перше, вартість комплексу обладнання зростає з 56 260 грн до 120 540 грн, тобто майже вдвічі, однак встановлена потужність при цьому знижується з 117,3 кВт до 49,78 кВт. Це означає, що нова система вимагає більших початкових інвестицій, але працює значно енергоефективніше.

По-друге, незмінними залишаються річний обсяг робіт (3 000 голів у боксі), кількість обслуговуючого персоналу (1 людина) та тривалість щоденної експлуатації (6 годин). Завантаженість працівника при цьому як базового, так і проектного варіанта становить 0,1, що говорить про те, що заміна обладнання не змінює навантаження на персонал, але скорочує час простоїв і знижує трудомісткість обслуговування.

Коли дивимося на експлуатаційні витрати, бачимо, що питомі затрати на одиницю продукції (1 голову) падають майже вдвічі: із 63,42 грн у базовому варіанті до 33,88 грн у проектному. Це пояснюється значно меншою потужністю нового обладнання й, відповідно, нижчим споживанням електроенергії під час обігріву та вентиляції. Водночас загальний річний економічний ефект для одного боксу складає 78 960 грн, а річна економія експлуатаційних витрат становить 88 620 грн (за розрахунком питомих витрат помножених на обсяг у 3 000 голів).

Питомі приведені витрати, які включають і амортизацію, і технічне обслуговування, а також враховують капіталовкладення, знижуються з 66,23 грн/гол. до 39,91 грн/гол. Завдяки цьому загальні витрати на одну голову у проектному варіанті є майже вдвічі меншими порівняно з базовим.

Таким чином, додаткові капітальні вкладення в сумі 64 280 грн виправдовуються економічним ефектом уже протягом першого року роботи: термін окупності складає лише 0,81 року. Словом, хоча вартість обладнання в проектному рішенні значно вища, вигреш у зменшенні потужності, економії електроенергії та скороченні операційних витрат дозволяє досягти швидкої рентабельності та зниження питомих видатків на одиницю продукції.

5.3 Висновки

Порівняння економічних показників демонструє, що застосування нової системи роздавання кормів не лише зменшує витрати на корм і забезпечує річну економію, але й підвищує вихід м'яса. Незважаючи на те, що експлуатаційні витрати проектного варіанту вищі за базові, загальний фінансовий результат ферми поліпшується, а вкладення в обладнання окуповуються вже за 0,81 року, забезпечуючи річний економічний ефект у розмірі 391 450,82 грн.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У ході виконання дипломної роботи отримано такі висновки:

1. Виявлено, що близько 32 % усієї енергії, спожитої свинофермою ТОВ «Деміс-Агро», припадає на створення і підтримання мікроклімату. Це свідчить про доцільність впровадження енергоощадних рішень для вентиляції та опалення.

2. Розробка системи мікроклімату для репродукторної свиноферми показала необхідність застосування витяжної вентиляції з вентиляторами FC040-4ET (1 шт.), FC045-4ET (31 шт.) і FC050-4ET (65 шт.). Відповідно до розмірів кожного вентилятора передбачено: одну шахту \varnothing 400 мм, 31 шахту \varnothing 450 мм і 65 шахт \varnothing 500 мм. Для припливу повітря встановлено 291 стіновий клапан. Опалення приміщень здійснюватиметься через «твін-труби», змонтовані під припливними клапанами, із загальною тепловою потужністю котлів 720 кВт у кожному цеху.

3. Запропонована конструкція роторного теплоутилізатора забезпечує економію до 40 % енергії на опалення боксу для дорощування поросят. У базовому варіанті для обігріву одного боксу потрібні опалювальні прилади потужністю 113 кВт, натомість із теплоутилізатором ця потреба знижується до 45 кВт. Визначено теплові, геометричні та кінематичні параметри рекуператора й виготовлено відповідні креслення.

4. Розроблено комплекс заходів з охорони праці під час експлуатації технологічної лінії мікроклімату, що включає інструкції для обслуговуючого персоналу, ЗІЗ та порядок дій у аварійних ситуаціях.

5. Економічне порівняння показало, що впровадження роторних теплоутилізаторів дозволяє значно знизити операційні витрати за рахунок економії енергоресурсів. Інвестиції окупаються за 0,81 року, а прогнозований річний економічний ефект становить 78 960 грн. Це підтверджує доцільність реалізації подібного проєкту на інших виробництвах свинини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-04.05. Підприємства свинарства/ Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // К.: 2005. – 74 с.
2. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
3. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
4. Романюха І.О., Павленко С.І., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств. Навчальний посібник /За ред. І.О. Романюхи. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. – 272 с.
5. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. агр. закладів освіти 3 - 4 рівнів акредитації за спец. „Механізація сіл. госп – ва” (спеціалізація „Механізація тваринництва”) /І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; за ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1999, - 199 с.
6. Механізація виробництва продукції тваринництва: Підручник/ І.І.Ревенко, Г.М.Кукта , В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
7. 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.
8. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.
9. Технологія виробництва продукції свинарства: підручник для студентів вищ. навч. закл. / [В. П. Бородай, М. І. Сахацький, А. І. Вертійчук та ін.]. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 360 с.

10. 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.

11. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А.Ясенецький, В.С.Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.

12. Сайт фірми «Big Dutchman» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції
Режим доступу: <http://www.bigdutchman.de>, вільний.

13. Сайт фірми «SCHAUER Agrotronic GmbH» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції
Режим доступу: <http://www.schauer.co.at>, вільний.

14. НПАОП 01.2-1.12-05. Правила охорони праці у тваринництві. свинарські підприємства.

ДОДАТКИ

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

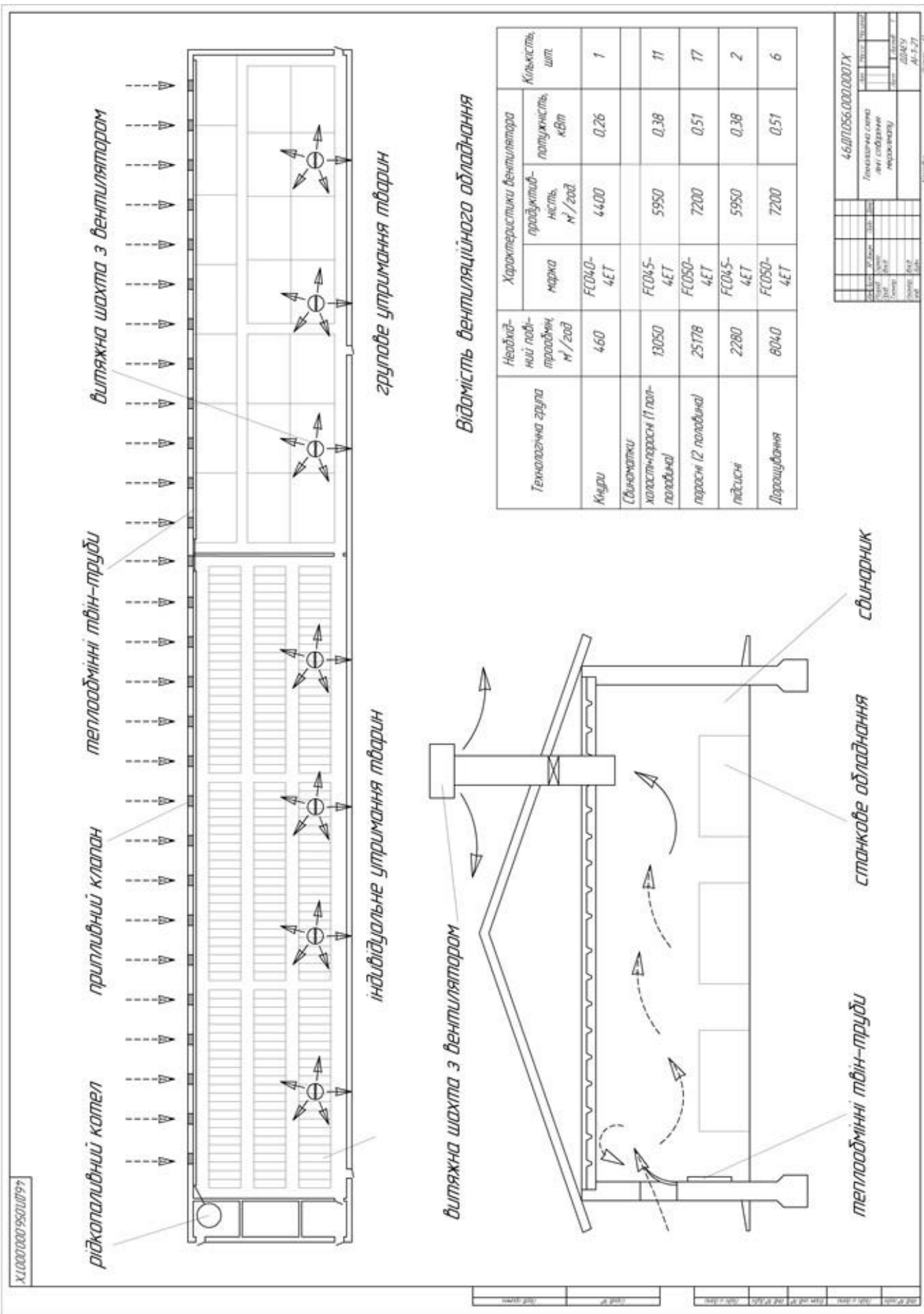
Удосконалення процесу створення мікроклімату на свинофермі з розробкою теплоутилізатора

демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-1-21
Скряга Олег Дмитрович

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

Дніпро-2025



XI.000000095010797

рідкопаливний котел

припливний клапан

теплообмінні твін-труби

втяжна шахта з вентилятором

індивідуальне утримання тварин

група утримання тварин

втяжна шахта з вентилятором

теплообмінні твін-труби

станкове обладнання

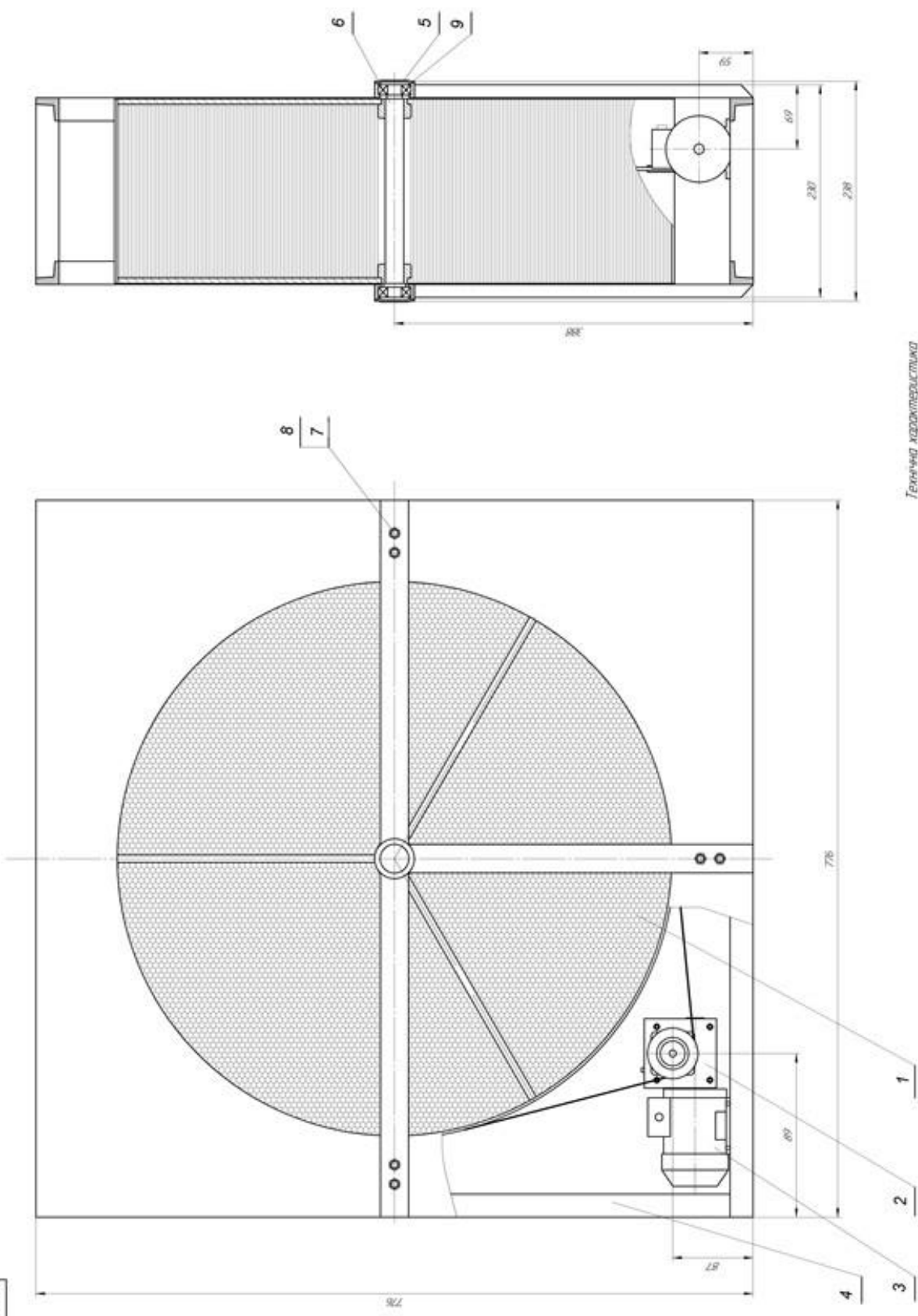
сбінарник

Відомість вентиляційного обладнання

Технологічна група	Невід'ю-ний побі-ний трафік, м³/год	Характеристики вентилятора		Кількість, шт	
		марка	продуктив-ність, м³/год		потужність, кВт
Кухні	460	FC040-4ET	4400	0,26	1
Свічкарки	13050	FC045-4ET	5950	0,38	11
		FC050-4ET	7200	0,51	17
підлоги	2280	FC045-4ET	5950	0,38	2
Дорошубання	8040	FC050-4ET	7200	0,51	6

46.07.056.000.000.0001X	
Лист №	1
Листів	1
Дата	2024.07.27
Місце	Київ
Об'єкт	Об'єкт №
Вид	Арх. Е-27

4.6.011056.0000.00293



Технічна характеристика

1. Тип - ротационний
2. Загальна площа теплообміну - 50 м²
3. Коefіцієнт рекуперації - 0,5-0,8
4. Частота обертання 2-12 об/хв
5. Споживана потужність - 0,12 кВт

4.6.011056.0000.00293	
Технологія	Теплоутилизатор
Вид продукції	Висхідний загальний
Код	40-1-21

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Изм	Лист	Листов	Изм	Лист	Листов
Перв. примен.		<u>Документация</u>													
	A1	46ДП056.001.000 ВЗ	Загальний вигляд												
Спроб. №		<u>Сборочные единицы</u>													
	1	46ДП056.000.200	Теплообмінник	1											
	2	46ДП056.000.300	Редуктор	1											
	3	46ДП056.000.400	Електродвигун	1											
	4	46ДП056.000.100	Станина	1											
Підп. і дата		<u>Детали</u>													
	3		Кришка	2											
	6		Вісь	1											
Взам. инв. №		<u>Стандартные изделия</u>													
	6		Гайка М8 ДСТУ 22034-76	12											
	8		Шайба М8 ДСТУ 22034-76	12											
Підп. і дата	9		Підшипник 203 ДСТУ 215-88	2											
Изм. № подл.	46ДП.056.001.000ВЗ														
	Разр.	Лист	№ докум	Подп	Дата	Теплоутилізатор						/лм	/лст	/лстов	
	Проб.	Лист	№ докум	Подп	Дата							i		1	
	Исполн.	Лист	№ докум	Подп	Дата	ДДАЕУ, А1-1-21									
Утв.	Лист	№ докум	Подп	Дата											

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	Перв. примен.		
							Изм.	Дата	
				<u>Документация</u>					
A1			46ДП.056.000.200 СК	Складальные кресления					
				<u>Сборочные единицы</u>					
		1	46ДП.056.000.201	Сотовый барабан	1				
		2	46ДП.056.000.202	Опора	2				
				<u>Детали</u>					
A4		3	46ДП.056.000.221	Вставка	1				
A4		4	46ДП.056.000.222	Втулка	2				
A4		5	46ДП.056.000.223	Цапфа	2				
A4		6	46ДП.056.000.224	Кришка	2				
				<u>Стандартные изделия</u>					
		6		ГВИНТ МВ ДСТУ 22034-76	12				
			46ДП.056.000.000СК						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разработ.	Скряга				Сотовый теплообмінник			Лист	Листов
Проб.	Юльєв							1	1
Н.контр.	Юльєв							ДДАЕУ, А1-1-21	
Утв.	Цицил								