КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПТАШНИКА У М.ВИННИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ЛИСЕНКО ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

Київ 2023 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ К.М. Предун

«___» _____2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПТАШНИКА У М.ВИННИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав студент групи зТВ-22м

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

Лисенко Олександр Іванович

Керівник Предун К.М.,
д.е.н., професор

Ідентичність підтверджую

Київ 2023 р.

ЗМІСТ

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПТАШНИКА В М. ВИННИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

	Розділ 1. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПРИМІЩЕННЯХ	
1.1.	Класифікація інженерних систем забезпечення параметрів мікроклімату у приміщеннях.....	
1.2.	Шляхи зменшення витрати тепла/холоду системами.....	
	РОЗДІЛ 2. ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ	
2.1	Характеристика об'єкту……..	
2.2	Кліматологічні дані……	
2.3	Розрахункові параметри повітря.....	
2.3.1	Розрахункові параметри зовнішнього повітря…….	
2.3.2	Розрахункові параметри внутрішнього повітря……...	
2.4	Теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій….	
2.5	Розробка системи опалення.....	
2.5.1	Визначення теплової потужності системи опалення…….	
2.5.2	Характеристика запроектованої системи опалення та підбір обладнання……	
2.6	Розробка систем вентиляції.....	
2.6.1	Розрахунок надлишків теплоти……..	
2.6.2	Розрахунок загальних надходжень вологи від курчат……	
2.6.3	Розрахунок надходжень шкідливих газів…….	
2.6.4	Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти……	
2.6.5	Розрахунок повітрообміну за надлишками вологи……...	
2.6.6	Розрахунок повітрообміну за кількістю шкідливих речовин……..	
2.6.7	Організація повітрообміну…….	
2.6.8	Підбір кількості настінних клапанів……..	

2.6.9	Підбір кількості коминових вентиляторів……	
2.6.10	Підбір кількості тунельних вентиляторів……..	
	ЛІТЕРАТУРА……..	
	РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ПТАШНИКІВ	
3.1	Прості заходи з підвищення енергоефективності пташників……..	
3.2	Технології в системах мікроклімату, які спрямовані на скорочення витрат енергоресурсів в птахівництві……	
3.3	Підвищення енергетичної ефективності існуючої системи вентиляції пташника……	
3.4	Оцінка енергетичної ефективності застосування припливно – витяжної установки у пташнику…….	
3.5	Підвищення енергетичної ефективності системи опалення пташників……..	
	ЛІТЕРАТУРА……	
	РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА	
4.1	Цілі і задачі автоматизації……	
4.2	Структура системи……...	
4.3	Функції автоматики системи вентиляції……	
4.4	Схема системи автоматики припливно – витяжної установки з пластинчастим рекуператором……	
	ЛІТЕРАТУРА……	
	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	
5.1	Категорія приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою…….	
5.2	Класифікація вибухо- та поженебезпечних приміщень……	
5.3	Комплекс заходів та засобів щодо забезпечення пожежної небезпеки об’єкта……..	
5.4	Способи припинення горіння та основні вогнегасні речовини……	

	ЛІТЕРАТУРА…….	
	РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА ПТАХІВНИЦТВА НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	
6.1	Теоретична частина……..	
6.2	Розрахунок кількості викидів……..	
	ЛІТЕРАТУРА……	

РОЗДІЛ 1
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПРИМІЩЕННЯХ

Здоров’я, працездатність та самопочуття людини, якісне проведення технологічних процесів значною мірою визначаються умовами мікроклімату та повітряного середовища житлових, громадських та виробничих приміщень. Якість повітря великою мірою залежить від інженерних систем. спеціально призначених для забезпечення повітряного комфорту.

1.1. Класифікація інженерних систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях

До таких систем можна віднести: системи вентиляції, опалення (або комбіновані вентиляційно-опалювальні системи) та системи кондиціонування повітря (СКП). Повітряне опалення, суміщене з вентиляцією, створює у приміщенні цілком задовільний мікроклімат і забезпечує сприятливі умови повітряного середовища. СКП являє собою систему більш високого ґатунку (з великими можливостями). Принципова перевага є в тому, що окрім виконання функцій вентиляції та опалення, СКП дозволяє створювати та постійно підтримувати сприятливий мікроклімат (комфортний рівень температур) в теплий період року. Підготовка повітря в СКП може включати його охолодження, нагрівання, зволоження або осушку, очистку (фільтрацію, іонізацію тощо). Система також може підтримувати в приміщенні задані параметри повітря незалежно від рівня і коливань метеорологічних параметрів зовнішнього (атмосферного) повітря, а також від стохастичного надходження до приміщення теплоти та вологи. Системи кондиціонування за своїм призначенням поділяються на комфортні та технологічні.

Комфортні СКП призначені для створення і автоматичного підтримання температури, відносної вологості, чистоти та рухомості повітря, що відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам.

Технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря, які максимально відповідають вимогам виробничого або технологічного процесу.

До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто надання необхідних кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі чи осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподіл, а також засоби холодо- і теплопостачання, автоматики, дистанційного керування та контролю. СКП великих громадських, адміністративних і виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами керування. Автоматизована система кондиціонування підтримує заданий стан повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища (атмосферних умов), надходжень від джерел шкідливостей у приміщеннях.

Сучасні системи кондиціонування можливо класифікувати за наступними ознаками:

1) за основним призначенням (об’єкта застосування): комфортне та технологічне;

2) за принципом розташування кондиціонера по відношенню до приміщення, що обслуговується: центральне та місцеве;

3) за наявністю власного (такого, що входить у конструкцію кондиціонера) джерела тепла та холоду: автономне та неавтономне;

4) за принципом дії: прямоточні, рециркуляційні і комбіновані;

5) за ступінем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується: першого, другого і третього класу;

6) за кількістю приміщень, що обслуговуються (локальних зон): одно-зональні та багатозональні.

Системи кондиціонування першого класу забезпечують необхідні для технологічного процесу параметри у відповідності до нормативних документів. Системи другого класу забезпечують оптимальні санітарно-гігієнічні норми або необхідні технологічні норми. Системи третього класу забезпечують допустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

Автономні СКП мають у своєму складі повний комплекс обладнання, що дозволяє провести необхідну обробку повітря у відповідності до нормативних вимог з очищення, нагрівання, охолодження, осушці, зволоження, переміщення та розподілу повітря, а також засоби автоматичного і дистанційного керування та контролю. Для роботи автономної СКП необхідно тільки подати електричну енергію. До автономних СКП відносяться моноблочні віконні, шафні кондиціонери, спліт-системи.

Неавтономні СКП не мають вбудованих агрегатів, які є джерелами тепла і холоду. До цих СКП від інших джерел тепло- і холодопостачання подаються холодні або гарячі холодоагенти (вода, фреони).

Центральні СКП являють собою неавтономні кондиціонери, які розташовані поза приміщень що обслуговуються, в яких проводиться підготовка повітря з подальшим його розподіленням по приміщенням за допомогою повітропроводів. Сучасні центральні кондиціонери виробляють у секційному виконанні із уніфікованих типових модулів.

Місцеві СКП виробляють на базі автономних та неавтономних кондиціонерів, їх встановлюють у приміщенні, що обслуговується.

Однозональні СКП застосовуються для обслуговування одного приміщення з рівномірним розподіленням тепло- і вологовиділення, наприклад, виставкові зали, кінотеатри.

Багатозональні СКП застосовуються для обслуговування кількох приміщень або приміщення з нерівномірним розподілом тепло- і вологовиділення.

1.2. Шляхи зменшення витрати теплоти/холоду системами

До 90-х років минулого сторіччя низька собівартість енергоносіїв не спонукала впровадженню в комунальну енергетику нових енергоощадних технологій виробництва тепла. Газ, нафта, вугілля, дрова були дешевою й звичною сировиною для опалення та гарячого водопостачання в централізованих і децентралізованих системах теплопостачання. Однак на рубежі сторіч, прислухавшись до думки фахівців, «раптом» зрозуміли, що розвіданих запасів нафти й газу, які мають прийнятну вартість видобутку, у світі залишилося за різними оцінками на 30-50 років, а вугілля – на 200-300 років.

З огляду на дефіцит енергоносіїв, почався процес їхнього здорожчання. Світова ціна на нафту за останні роки виросла до 100 доларів США за барель, а на газ – за останні шість років піднялася в 4 рази.

Проблема енергоефективності на межі тисячоліть перетворилась в одну з найважливіших загальнолюдських проблем. Раціональне та економне використання природних ресурсів, скорочення шкідливих викидів в атмосферу та ефективне використання електричної та теплової енергії набувають виключно важливого значення у сучасному суспільстві.

Україна задовольняє свої потреби в природних енергоресурсах за рахунок власного їх видобутку приблизно на 45 %. У більшості країн світу рівень енергетичної самозабезпеченості такий самий або нижчий. Проблема полягає в іншому – неприпустимо низькій ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Енергоємність ВВП в Україні в 3-5 р. вища, ніж в економічно-розвинених державах. Це наслідок деформованої структури виробництва та енергоспоживання, використання застарілих

виробничих фондів енергетики, повільного впровадження енергозберігаючих заходів і технологій та ряду інших причин.

Системи опалення, вентиляції й кондиціонування повітря для суспільних і промислових будівель є найбільшими споживачами теплової енергії. Тому вдосконалення цих систем має першочергове значення для підвищення енергоефективності будівель і зниження витрат енергії на створення в них комфортних параметрів.

Заходи з енергозбереження в системах опалення, вентиляції й кондиціонування повітря умовно можна поділити на чотири групи.

1. Організація обліку й контролю з використання енергоносіїв.

2. Об'ємно-планувальні, будівельно-конструктивні заходи.

3. Технічні заходи енергозбереження: удосконалювання інженерних систем та їхніх елементів (місцевого й центрального теплопостачання, водопостачання, опалення, гарячого водопостачання (ГВП), вентиляції, кондиціонування).

4. Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат.

Таблиця 1.1

Шляхи зменшення енергоспоживання

Системи енергоспоживання будинків	Зниження теплозатрат, %, не менш
Використання пасивних систем сонячного опалення	10-25
Мінімізація периметру фасадів, оптимальне планування й компонування приміщень	3-10
Захист від вітру з урахуванням рози вітрів і зниження інфільтрації	5
Встановлення рекуператорів у припливно-витяжних системах	5
Установка термостатів на радіаторах	3
Додаткове утеплення зовнішніх стін, підвіконних ніш радіаторів з установкою теплових екранів	1
Застосування ефективних повітророзподільників	5
Застосування енергоефективних джерел тепла/холоду	30

Поки енергоносії дорожчають не щодня, а щогодини, сонце гріє щодня й абсолютно безкоштовно. Було б дуже нерозумно не використовувати це безкоштовне тепло. Ідея пасивного сонячного опалення досить приваблива й основна її ідея в тому, щоб уловити й зберегти сонячне тепло, не використовуючи дорогих і складних установок. Суть утому, що сонячна радіація являє собою короткохвильове випромінювання. Воно легко проникає через звичайне скло (коефіцієнт проникнення 0,85-0,95), нагріваючи конструкції й предмети усередині приміщення, і перетворюється в довгохвильове теплове випромінювання. Таке випромінювання вже пропускається вікнами значно менше (коефіцієнт пропускання 0,1-0,15), тобто сонячне тепло попадає ніби в «теплову пастку».

У табл. 1.2 можна побачити відносну кількість надходження і втрат тепла через звичайні вікна, орієнтовані на південь для будинку, розташованого на широті 48° (Дніпропетровськ–Донецьк–Волгоград–Хабаровськ).

Таблиця 1.2

Відносне надходження і втрати тепла для різних співвідношень площі вікон і стін, орієнтованих на південь, %

Місяць	Відношення площі вікон до площі стіни, %					
	15	20	25	30	35	40
Січень	-155	-137	-120	-103	-86	-69
Лютий	-54	-15	+25	+64	+103	+142
Березень	-47	-14	+20	+52	+86	+119
Квітень	-20	0	+21	+41	+62	+82
Жовтень	+132	+332	+431	+531	+630	+730
Листопад	-37	-7	+23	+53	+83	+113
Грудень	-184	-185	-186	-186	-187	+187
Усього (грудень–квітень	-497	-358	-217	-79	+61	+201

Аналізуючи наведені у табл.1.2 дані, можна помітити, що чим більше розмір вікон, орієнтованих на південь, тим більше надходить тепла в приміщення. Для показника 40% тільки в січні спостерігається негативний тепловий баланс. Але в цілому за опалювальний період тепла надходить

значно більше, ніж втрачається. Для конструкції вікон, орієнтованих на захід, схід і особливо на північ — чим більше повітряних камер у склопакеті, тим краще. Для вікон, орієнтованих на південь, навпаки – краще подвійне скло, замість потрійного. Так само для більшого надходження сонячного тепла небажаним є селективне покриття на склі. Ще на 5-10% збільшується ефективність використання сонячного тепла при нахилі вікон так, щоб поверхня була максимально перпендикулярна до падаючого світла. Цим зменшується віддзеркалювання сонячного випромінювання поверхнею скла.
На жаль, сонце гріє взимку не цілодобово. Пік нагрівання будинку через вікна, направлені на південь у січні, припадає на період з 9 до 15 години. Уночі ж через великі вікна тепла втрачається більше, ніж у випадку меншої площі скляних поверхонь. Тому можна різко підвищити ефективність пасивного сонячного нагрівання, якщо великі вікна на півдні закривати на ніч утепленими ставнями, ролетами або щільними завісами зсередини кімнати. А влітку для запобігання зайвого перегріву приміщення через значну площу скляних поверхонь на південному боці ефективно використовувати навіси. Як показує практика, достатньо навісів метрової ширини, щоб повністю закрити навіть велике вікно в середині літа, коли сонце знаходиться високо в зеніті.

Використання пасивного сонячного нагрівання дозволяє значно знизити витрати на опалення будинку. У країнах з теплими зимами, таких як Греція, Італія, пасивне сонячне опалення при використанні масивних теплоакумулюючих конструкцій може навіть повністю замінити традиційне. У більш помірних широтах з холодним кліматом таке опалення, звичайно, не може бути самодостатнім, але залежно від широти, конструкції, розмірів вікон направлених на південь і утеплення будинку, може покрити до 10-25% від необхідної кількості тепла для опалення будинку взимку.

Одним із шляхів підвищення енергоефективності систем вентиляції та кондиціонування є вдосконалення способів і засобів повітророзподілення. Остання підсистема – це єдина підсистема, яка одночасно впливає на всі

техніко-економічні (витрати теплоти, холоду, повітря, води на зволоження) і експлуатаційно-енергетичні показники (витрати електроенергії, матеріалів тощо).

Досвід показує, що при неправильному виборі способів повітророзподілу енергоефективність систем вентиляції та кондиціонування може виявитися низькою навіть при передових енергозберігаючих схемах обробки повітря, закладених в проекті. Наприклад, при повітряному опаленні і невдало організованому випуску нагрітого повітря можуть утворюватися застійні зони з підвищеними температурами і концентраціями газових шкідливостей, або при подачі холодного повітря – зони з підвищеною рухомістю повітря, що викликає небажане відчуття протягу. Може спостерігатися значне розшарування температури повітря по висоті.

Існують різні шляхи підвищення енергоефективності при організації повітрообміну в приміщенні: традиційно і широко використовуються повітророзподільники, що формують закручені струмені, для систем перемішування в вентиляції та низькошвидкісні повітророзподільники – для систем витісняючою вентиляції.

Відомо, що закручені струмені у зв'язку з високою інтенсивністю загасання температури і швидкості в струменях дозволяють реально зменшити розрахунковиу витрату припливного повітря за рахунок збільшення надлишкової температури повітря на припливі. Для будівлі з теплонадлишки підвищення перепаду температур Δt на 5 °С дозволяє скоротити енерговитрати на 11 % при одночасному зниженні капітальних витрат на 13 %.

Підтримання заданого мікроклімату при мінімумі енерговитрат забезпечується також за рахунок застосування систем вентиляції і КП зі змінною витратою повітря і максимальним використанням потенціалу зовнішнього повітря. З ростом теплонадлишків у приміщенні для підтримки заданих параметрів повітряного середовища в робочій зоні з змінною витратою засоби автоматичного регулювання повинні збільшити подачу

припливного повітря, а при зниженні – зменшити. Сучасний рівень диспетчеризації та систем автоматики значно виріс, що дозволяє успішно вирішувати питання автоматичного регулювання витрати повітря за потребою для підтримки необхідних температури, концентрації вуглекислого газу CO_2, вологості та інших параметрів. Тому в останні роки як у нас в країні, так і за кордоном відновився інтерес до систем зі змінною витратою повітря (кількісне регулювання) – системи VAV (абревіатура англійського словосполучення Variable Air Volume).

Однак однією з причин, що перешкоджають широкому поширенню методу кількісного регулювання, досі є відсутність спеціальних повітророзподільників для цих систем. Зміна витрати повітря і, відповідно, швидкості його виходу з повітророзподільника в системах VAV призводить до зміни співвідношення гравітаційних і інерційних сил в припливних неізотермічних струменях. При зміні співвідношення гравітаційних і інерційних сил може змінюватися траєкторія струмини, місце відриву настилаючого струменю від поверхні стелі або підлоги, збільшуватися або зменшуватися інтенсивність загасання швидкостей або надлишкових температур в припливних струменях. Важливо забезпечити сталість параметрів в місці входу струменя в робочу зону, незалежно від коливань теплового навантаження в об'ємі приміщення. Це можна реалізувати тільки за допомогою регульованих повітророзподільників (ПР) спеціального конструктивного виконання.

В останні роки великий інтерес, особливо за кордоном, викликали локальні системи кондиціонування повітря через можливість істотної економії енергоресурсів. Пікові навантаження на теплову та електричну енергію в системах СКП можуть бути знижені на 40 %. Подача локального припливу повітря в зону перебування людини в залежності від призначення приміщення та виду забруднень дозволяє, як стверджують фахівці, знизити витрату зовнішнього повітря до 50 %.

Джерелами теплоти, яка може бути утилізована, є: тепловиділення від людей, освітлення, побутових приладів та технологічного обладнання; витяжної повітря приміщень; використана вода від гарячого водопостачання та каналізаційні стоки; зворотна вода в системах опалення; продукти опалення котелень і т.п.

У теплий період до 80-85 % холоду вентиляційного повітря, що видаляється з приміщень, може бути знову повернуто в систему і використано для охолодження зовнішнього припливного повітря. З цією метою, а також для зменшення холодильних навантажень будівлі можуть знайти застосування різні способи і джерела природного охолодження. У вентиляційних системах утилізація теплової енергії відбувається за рахунок рециркуляції внутрішнього повітря або застосування спеціальних пристроїв: рекуперативних, регенеративних теплообмінників, з проміжним теплоносієм, а також теплових труб.

При використанні рециркуляції економія холоду і теплоти досягається за рахунок зменшення частки оброблюваного зовнішнього повітря, при цьому кількість циркулюючого повітря в системі не змінюється, для того щоб забезпечити необхідну рухливість повітря в приміщенні.

Рециркуляції властиві погіршення складу повітря в приміщенні і мала ефективність у тих випадках, коли ентальпії зовнішнього і внутрішнього повітря близькі за величиною.

РОЗДІЛ 2
ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ

2.1. Характеристика об'єкту

В якості об’єкту для проектування систем мікроклімату (опалення та вентиляції) виступає типовий пташник з розмірами в плані 96 х 18 м. Висота приміщення 3 м. Місце забудови - с. Підгірці Львівської області.

Система опалення проектується з метою підтримання рекомендованих температур внутрішнього повітря (в залежності від віку стада) протягом цілого року, а також з метою компенсації тепловтрат в зимовий період року. Втрати теплоти відбуваються в двох напрямках – через огороджувальні конструкції (трансмісійні) та через нещільності в огороджувальних конструкціях та в наслідок відкривання дверей (інфільтраційні).

Система вентиляції в приміщенні курника забезпечує необхідних повітрообмін, видаляючи забруднене повітря та подаючи свіже в необхідній кількості (в залежності від віку курчат та періоду року).

Основними шкідливостями в приміщеннях такого типу виступають надлишкова теплота (переважно від тіла курей, а також влітку та, яка надходить через огороджувальні конструкції), а також аміак, який надходить в зону дихання курчат в наслідок природніх біологічних процесів.

2.2. Кліматологічні дані

Кліматологічні дані приймаються для с. Підгірці Львівської області приймаються по [1] для м. Львова і наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Температура зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря середня по місяцям, °С											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2

Продовження таблиці 2.1

Температура повітря, ºС						
середня за рік	холодного періоду				теплого періоду	
	найхолодніша доба забезпеченістю		найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю		найжаркіша доба забезпеченістю 0,95	найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99
	0,98	0,92	0,98	0,92		
13	14	15	16	17	18	19
7,5	-25	-24	-20	-19	27	23

Продовження таблиці 2.1

≤8ºС		≤10ºС		≥21ºС	
тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура
20	21	22	23	24	25
179	0,4	201	1,2	-	-

2.3. Розрахункові параметри повітря

2.3.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Для розробки систем опалення та вентиляції параметри зовнішнього повітря приймаються за п. 5.13 [2]:

– для систем опалення, вентиляції та кондиціонування у холодний період року – температура зовнішнього повітря для найхолоднішої п’ятиденки забезпеченістю 0,92;

– для систем вентиляції в теплий період року – температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п’ятиденки забезпеченістю 0,99;

Результати вибору зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем опалення та вентиляції.

Період	t_{ext}, ^{0}C	
	вентиляція	опалення
Т	23	-
Х	-19	19

2.3.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Всі необхідні дані щодо проектування систем мікроклімату в пташниках (температура внутрішнього повітря, необхідний повітрообмін) приймаються у відповідності до [3].

Температура внутрішнього повітря в пташнику нормується для зони розміщення птиці. При підлоговому утриманні – це 0,8 м над рівнем підлоги. Цей параметр також залежить від виду птиці та її віку. Результат вибору температури внутрішнього повітря в залежності від всіх вище перелічених факторів наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Температура внутрішнього повітря

Вид і вікова група птиці Курчата - бройлери	Підлогове утримання в приміщенні	Оптимальна відносна вологість
1	28-26	65-70
2-3	22	65-70
4-6	20	65-70
7-9	18	60-70

У теплий період року (при температурі зовнішнього повітря вище +10°С) розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні для утримання птиці допускається не більше ніж на 5°С вище середньомісячної температури зовнішнього повітря 0 13 години найжаркішого місяця, але не віще +33°С для курчат віком 1-10 днів (яєчних та м'ясних), 28°С для інших вікових груп яєчної та 26°С - для м'ясної птиці.

При температурі зовнішнього повітря на рівні +8°С допускається збільшення відносної вологості повітря в приміщенні до 75%. В холодний період року допускається зниження відносної вологості повітря для дорослих курей до 40-50%, а їхнього молодняку – до 50%.

Повітрообмін в приміщеннях пташників не повинен бути нижчим за дані, які вказані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Повітрообмін

Вид і вікова група птиці	Кількість свіжого повітря, $м^3$/год, на 1 кг живої маси	
	Період року	
	Теплий	Холодний
Молодняк курей м'ясних порід:		
1 - 8 тижнів	0,75-1,0	7,0
9-26 тижнів	0,7	7,0

Для теплого періоду року обов'язковий розрахунок повітрообміну при підлоговому утриманні курчат.

2.4. Теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій

Опори теплопередачі всіх огороджувальних конструкцій відповідають вимогам [4]. М. Львів відноситься до I кліматичної зони, показника теплової інерції конструкції D ≤1.5.

У відповідності до вищенаведеного значення опорів теплопередачі огороджувальних конструкцій дорівнюють:

- зовнішні непрозорі стіни будівель: $R = 2{,}2(м^2 \cdot ^0 C)/Вт$
- покриття $R = 2{,}2(м^2 \cdot ^0 C)/Вт$;
- двері та ворота $R = 0{,}6(м^2 \cdot ^0 C)/Вт$.

2.5. Розробка системи опалення

2.5.1. Визначення теплової потужності системи опалення

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення, Вт, розраховуються за рівнянням

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \qquad (2.1)$$

де $f_{\Delta\theta,i}$ – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях [5];

$\Phi_{T,i}$ - трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ - вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт.

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються за формулою

$$\Phi_{T,i} = \Sigma_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \qquad (2.2)$$

де f_k – поправочний температурний коефіцієнт для k-будівельного огородження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду [5];

A_k – площа теплопередачі k-ї будівельної конструкції огороджень приміщення, м^2;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k-ту будівельну конструкцію огородження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м^2·°С;

$\theta_{int,i}$- θ_e - різниця температур внутрішнього та зовнішнього повітря, ºС.

Так як має місце підлога по ґрунту (в якості шару виступає бетон товщиною 0,15 м), то розрахунок виконується по зонах. Коефіцієнт теплопередачі підлоги розраховується за рівнянням:

$$k = \frac{1}{R_c + \frac{d}{\lambda}}, \qquad (2.3)$$

де R_C – опір теплопередачі кожної зони завширшки 2 м, прокладеної паралельно зовнішнім стінам, (м^2·°С)/Вт:

для 1 зони R_C = 2,1 (м^2·°С)/Вт;

для 2 зони R_C = 4,3 (м^2·°С)/Вт;

для 3 зони R_C = 8,6 (м^2·°С)/Вт;

для решти площі R_C = 14,2 (м^2·°С)/Вт;

d – товщина шару, м;

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт /(м^2·°С).

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення , Вт, визначаються як

$$\Phi_{V,i} = 0{,}34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \qquad (2.4)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за національними гігієнічними вимогами, м^3/год. Вона визначається за нормованою кратністю:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i , \qquad (2.5)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами [5].

Теплова потужність системи опалення приміщення розраховується по формулі

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i}, \qquad (2.6)$$

Розрахунок виконується в табличній формі (Таблиця 2.5).

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі, Вт, за спрощеною методикою виконується за формулою

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i} + \sum\Phi_{Q,i}, \quad (2.7)$$

При визначені теплової потужності для будівлі, внутрішні трансмісійні та вентиляційні теплові потоки між приміщеннями не враховуються.

Розрахунок втрат теплоти через підлогу по ґрунту виконано за допомогою онлайн – ресурсу [6]. В результаті втрати теплоти склали 7552 Вт.

Сумарні втрати теплоти приміщенням пташника дорівнюють 157 992 Вт (158 кВт).

2.5.2. Характеристика запроектованої системи опалення та підбір обладнання

В пташнику реалізовано повітряне опалення. В якості опалювальних приладів використовуються газові повітряні обігрівачі AFL-125 (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Зовнішній вигляд нагрівача AFL-125

В нагрівачах даного типу повітря пташника нагрівається в полум'ї газового палива пальників. Далі підігріте повітря вентиляторами повітронагрівачів подається в повітряне середовище пташника на відстань до 40 м, де віддає теплоту прохолодному повітрю. Повітронагрівачі працюють в автоматичному режимі за сигналами датчика температури. Технічні характеристики даного обладнання наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.5 – Визначення теплової потужності системи опалення пташника

Приміщення			Огороджувальна конструкція					Теплові мости			Поправочний коефіцієнт додаткових теплотрат, e_l	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщень, fij	Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, $H_{T,i}$, Вт/°С	Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, H_{ij}, Вт/°С	Трансмісійні теплотрати приміщення, $Ф_{T,i}$, Вт	Мінімальний санітарно-гігієничний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м^3/год	Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $Ф_{V,i}$, Вт	Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), $Ф_{Qi}$, Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $Ф_{hi,i}$, Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $Ф_{HL,i}$, Вт
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i, м^2	Температура, $Θ_{int,i}$, °С	Позначення	Довжина, a, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, $A_к$, м^2	Коефіцієнт теплопередачі, $U_к$, Вт/м^2*°С	Поправочний коефіцієнт додаткових теплотрат, $e_к$	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, $ψ_l$, Вт/(м·°С)	Довжина теплового мосту, l, м											
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1728	27	ЗС	96	3	288,00	0,455	1	0	-	1	-	-	130,91	-	56673	6048	2056	96647	2880	53793	150440
Пташник			ЗС	96	3	288,00	0,455	1	0	-	1	-	-	130,91	-							
			ЗС	18	3,5	63,00	0,455	1	0	-	1	-	-	28,64	-							
			ЗС	18	3,5	63,00	0,455	1	0	-	1	-	-	28,64								
			В	2	3	6,00	1,667	1	0	-	1	-	-	10,00	-							
			Д	1,2	2	2,40	1,667	1	0	-	1	-	-	4,00	-							
			Пер	96	10	1920,00	0,455	1	0	-	1	-	-	872,73								
														1205,82								

Таблиця 2.6. Технічні характеристики газового обігрівача AFL-125

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
Теплова потужність	кВт	125
Робочий тик газу	мбар	20-25
Витрата палива	$м^3$/год	13,2
Потужність двигуна	кВт	0,8

Для компенсації всієї величини тепловтрат в пташнику встановлено 2 одиниці даного обладнання.

2.6. Розробка систем вентиляції

У відповідності до [3] велична повітрообміну в пташнику в теплий період року визначається розрахунковим шляхом. Кількість повітря, яка подається в приміщення призначається для асиміляції:

- надлишків теплоти;
- надлишків вологи;
- надлишків аміаку NH_3;
- сірководню H_2S;
- вуглекислого газу CO_2.

Забруднене повітря в аналогічній кількості підпадає під видалення за рахунок роботи витяжних вентиляційних систем.

2.6.1. Розрахунок надлишків теплоти

Розрахунок надлишків теплоти для теплого періоду року здійснюється за формулою:

$$\sum Q = Q_{ср} + Q_к + Q_{осв} \quad (2.8)$$

Для холодного періоду року:

$$\sum Q_я = Q_{осв} + Q_к, \quad (2.9)$$

де $Q_{ср}$ - надходження теплоти від сонячної радіації, Вт;

$Q_к$ – надходження теплоти від курчат, Вт;

$Q_{осв}$ – надходження теплоти від освітлення, Вт.

Надходження теплоти від сонячної радіації

Розрахунок виконується за рівнянням:

$$Q_{ср} = F_{пок} \cdot q_{ср}^{пер}, \qquad (2.10)$$

де $F_{пок}$ – площі вікон та перекриття відповідно, м^2;

$q_{ср}^{пок}$ – питомі теплонадходження за рахунок сонячної радіації через покриття, Вт/м^2 [7];

$Q_{ср} = 960 \cdot 17 = 16320 Вт$

Надходження теплоти від джерел штучного освітлення

Надходження теплоти від джерел штучного висвітлення визначається за [7] по формулі:

$$Q_{осв} = F \cdot E \cdot q \cdot \eta_{осв} \qquad (2.13)$$

де F – площа приміщення, м^2;

E – освітленість, лк;

q – питомі виділення теплоти, Вт/ м^2;

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення.

$Q_{осв} = 1728 \cdot 150 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}3 = 3888 Вт$

Надходження теплоти від птахів

У відповідності до [3] рівень теплонадходжень на 1 кг живої маси становить 18,3 кДж/год для дорослих курчат віком 7-10 тижнів.

Беручі до уваги, що кількість курчат такого віку в пташнику може становити 23 500 голів, маса 1 курча 2,8 кг то загальний рівень теплонадходжень від зазначеної кількості буде дорівнювати 338 192 Вт.

Загальні надлишки теплоти для 1 пташника в теплий період року дорівнюватиме:

$$\sum Q^T = 16320 + 338192 + 3888 = 358400 Вт$$

Для холодного періоду року:

$$\sum Q^X = 338192 + 3888 = 342080 Вт$$

2.6.2. Розрахунок загальних надходжень вологи від курчат

У відповідності до [3] кількість водяної пари на 1 кг живої маси становить 2,8 г/год для дорослих курчат віком 7-10 тижнів.

Беручі до уваги, що кількість курчат такого віку в пташнику може становити 23 500 голів, маса 1 курча 2,8 кг то загальний рівень вологонадходжень від зазначеної кількості буде дорівнювати 171 080 г/год.

2.6.3. Розрахунок надходжень шкідливих газів

Джерелом надходження аміаку, сірководню та вуглекислого газу в приміщення пташника є підстилка. Кількість зазначених речовин, яка виділяється, залежить від віку курчат. Для кінцевого терміну вирощування (11-26 тижнів) вона буде дорівнювати:

для NH_3 25 мг/(год·м^2);

для H_2S 12 мг/(год·м^2);

для CO 8 мг/(год·м^2).

Враховуючи площу підлоги (1 728 м^2) загальна кількість надходжень зазначених речовин буде дорівнювати:

NH_3 43 200 мг/год;

H_2S 20 736 мг/год;

СО 13 824 мг/год.

2.6.4. Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти

Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти виконується за рівнянням:

$$L = \frac{3{,}6 \cdot Q_{над}}{1{,}2 \cdot (t_l - t_{wz})}, \quad (2.14)$$

де t_l, t_{wz} – температура внутрішнього повітря в пташнику та видаляємого, °С.

$$L_{ЗО}^{T} = \frac{3{,}6 \cdot 358400}{1{,}2 \cdot (18 - 25)} = 153600 м^3 / год$$

$$L_{ЗО}^{X} = \frac{3{,}6 \cdot 342080}{1{,}2 \cdot (18 - 25)} = 146605 м^3 / год$$

2.6.5. Розрахунок повітрообміну за надлишками вологи

Розрахунок повітрообміну за надлишками вологи виконується за рівнянням:

$$L = \frac{W}{1{,}2 \cdot (d_l - d_{wz})}, \quad (2.15)$$

де d_l, d_{wz} – вологовміст внутрішнього повітря в пташнику та видаляємого, г/кг;

W – кількість вологи в приміщенні, г/год.

$$L_{ЗО} = \frac{171080}{1{,}2 \cdot (14 - 11)} = 47522 м^3 / год$$

2.6.6. Розрахунок повітрообміну за кількістю шкідливих речовин

Розрахунок повітрообміну за кількістю шкідливих речовин виконується за рівнянням:

$$L = \frac{M}{C_{вид} - C_{пр}}, \qquad (2.16)$$

де $C_{вид}$, $C_{пр}$ – концентрація шкідливих речовин в припливному та видаляємому повітрі, мг/м^3;

М – кількість шкідливих речовин в приміщенні, мг/год;

$$L_{NH3} = \frac{43200}{12.5 - 4.5} = 5400 м^3 / год$$

$$L_{H2S} = \frac{20736}{6 - 3} = 6912 м^3 / год$$

$$L_{CO} = \frac{13824}{8 - 6} = 6912 м^3 / год$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку повітрообміну

Період року	L_Q, м^3\год	L_W, м^3\год	L_{NH3}, м^3\год	L_{H2S}, м^3\год	L_{CO}, м^3\год
Т	153 600	47 522	5 400	6 912	6 912
Х	146 606	47 522	5 400	6 912	6 912

Серед визначених значень для підбору обладнання обирається максимальне. $L_{ЗО}^{T} = 153600 м^3 / год$

2.6.7. Організація повітрообміну

В пташнику реалізується комбінована припливно – витяжна система вентиляції. Рух повітря в середині пташника організується за схемою, яка наведена на рис. 2.2.

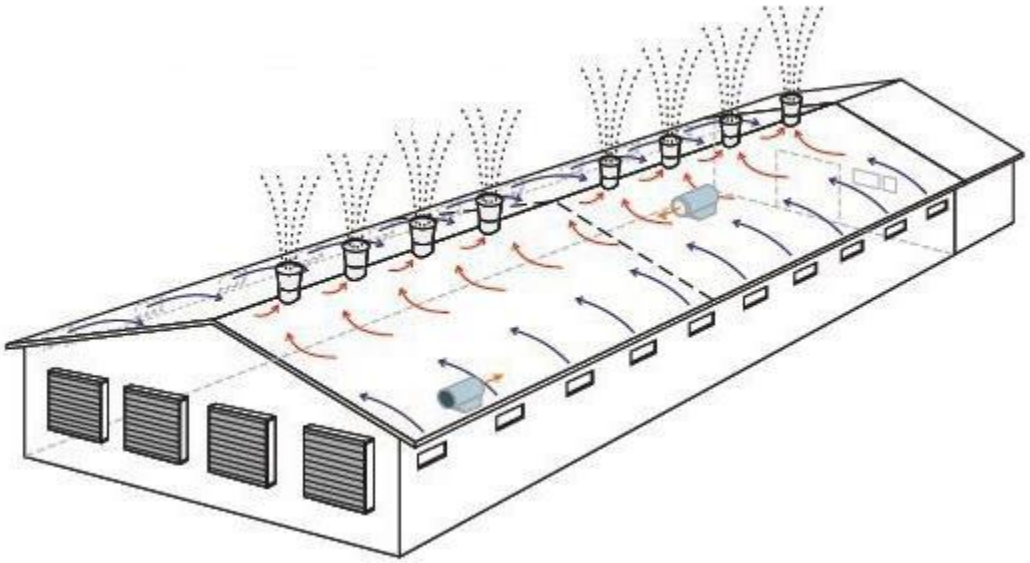


Рис. 2.2. Схема руху повітря в середині пташника при реалізації комбінованої припливно – витяжної системи вентиляції

Комбінована система вентиляції є однією з найдосконаліших систем вентиляції, які реалізуються на підприємствах подібного типу. Вона дозволяє забезпечити необхідний плавний перехід від максимального до мінімального повітрообміну в разі коливання температури зовнішнього повітря. Це досягається внаслідок поступового залучення всіх вентиляційних потужностей, окрім фронтальних припливних вікон – тобто без створення високої швидкості руху повітря на рівні птиці. Така система вентиляції надійна, передбачувана та добре керована за умовами постійного контролю роботи припливного вентиляційного обладнання та системи опалення.

Подавання повітря в приміщення здійснюється природним шляхом за рахунок роботи настінних клапанів, рівень відкривання яких регулюється автоматично.

В середині приміщення рух повітря забезпечують розгінні вентилятори.

Видалення повітря забезпечується групою тунельних вентиляторів, розміщених на одній із зовнішніх стінок, а також коминовими вентиляторами.

2.6.8. Підбір кількості настінних клапанів

Вентиляційний вльот в об’ємі 1500 м^3/год забезпечується заслінкою (рис. 2.3), яка відкриває повітряний потік, який ізольований і заповнений алюмінієвим профілем. Завдяки цьому вони дуже стійкі до вигину і розтріскування внаслідок різниці температур. Крім того, піна захищає від витоку тепла через вентиляційні отвори, що особливо важливо при введенні курчат в сарай. Пінна ізоляція, використовувана в вентиляційних системах, дозволяє значно заощадити на розігріві пташників .

Рис. 2.3. Зовнішній вигляд впускного припливного клапану

Впускний клапан з'єднаний зі спеціальними виделками з поворотними дисками з допомогою нейлонового шнура (не входить в комплект), який дозволяє зручно відкривати / закривати клапан . Зазначена заслінка для впуску повітря утримується на двох суцільних пружинах з нержавіючої сталі. Вентиляційний клапан дуже функціональний.

Кількість настінних клапанів визначається за рівнянням:

$$N = \frac{L_{KB}}{l_{KB}}, \qquad (2.17)$$

де l – пропускна здатність 1 клапана, м^3/год.

$$N = \frac{153600}{1500} = 102 шт$$

Припливні настінні клапани розміщуються на обох зовнішніх стінах по 51 шт на кожній.

2.6.9. Підбір кількості коминових вентиляторів

Структура коминової шахти наведена на рис. 2.4.

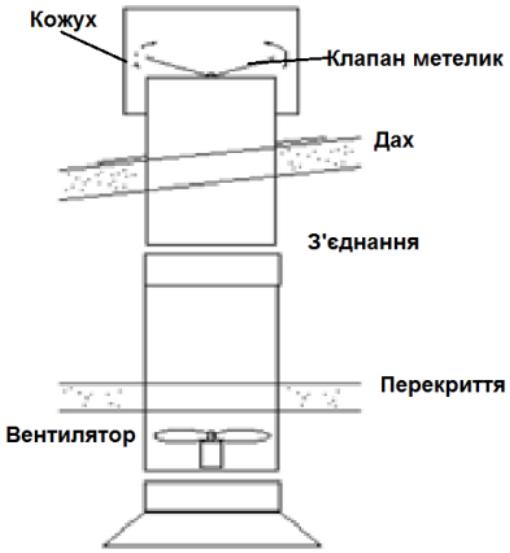


Рис. 2.4. Структура коминової шахти

Ззовні труба обладнана клапаном-метеликом, який захищається дефлектором (виконує функцію кожуха). Під час роботи вентилятора, який монтується в нижній частині шахти, клапан-метелик відкривається і таким чином забезпечується видалення повітря із приміщення пташника. При вимиканні вентилятора клапан закривається. У нижній частині вентиляційної шахти, яка розміщена всередині приміщення, для правильного забору повітря і зменшення рівня шуму передбачена установка спеціального кільця.

Камінові вентилятори на відміну від тунельних забезпечують видалення повітря з приміщення пташника цілорічно. Взимку, коли тунельні вентилятори закриваються і не експлуатуються, весь повітрообмін здійснюють тільки

коминові вентилятори. Тому підбір їх кількості здійснюється по витраті повітря для холодного періоду року.

Кількість коминових вентиляторів визначається за рівнянням (2.17). В знаменнику тільки витрата повітря 1 вентилятором.

До установки пропонується шахтний вентилятор Deltafan 630 продуктивністю 13 500 м^3/год. Для визначення кількості вентиляторів приймається, що їх робота забезпечує видалення повітря в кількості 2/3 від загального розрахункового об'єму.

$$N = \frac{108000}{13500} = 8шт$$

2.6.10. Підбір кількості тунельних вентиляторів

Тунельні вентилятори забезпечують видалення повітря, працюючи тільки влітку. Це обумовлено більшими тепло надходженнями і відповідно більшим повітрообміном.

Витрата теплоти, на яку розраховується кількість тунельних вентиляторів визначається за рівнянням:

$$L_T = L - L_{KB} \qquad (2.17)$$

$$L_T = 153600 - 108000 = 45600 м^3 / год$$

До установки пропонуються промислові осьові вентилятори ВСХ 620 продуктивністю 5700 м^3/год.

Кількість вентиляторів визначається за рівнянням (2.17). В результаті до установки приймається 8 осьових вентиляторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
2. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
3. ВНТП - АПК – 04.05 «Підприємства птахівництва». – К.: Міністерство аграрної політики України, 2005. – 91 с.
4. ДБН В.2.6-3 1:2006 «Теплова ізоляція будівель». – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово – комунального господарства України, 2006. – 73 с.
5. Методичні вказівки «Визначення теплової потужності системи опалення» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія.» (спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція»)./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
6. Розрахунок втрат теплоти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://info.liconce.com/otoplenie/raschet_teplopoter#pol_na_gruntehttps://info.liconce.com/otoplenie/raschet_teplopoter#pol_na_grunte
7. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2002. – 256 с.

РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ПТАШНИКІВ

3.1. Прості заходи з підвищення енергоефективності пташників

Логічним ключовим заходом підвищення енергоефективності є ізоляція пташників із метою перешкоджання безконтрольному витоку повітря і, відповідно, пустим енерговитратам, особливо в зимовий період року. Покращення рівня ізоляції пташника дозволяє утримувати теплоту в приміщенні і зменшувати ступінь його нагрівання влітку, сприяючи збереженню прохолоди всередині, зменшуючи енерговитрати на опалення та вентиляцію.

Рекомендована товщина ізоляційного шару - 400 мм. На практиці найчастіше використовують шар 100 мм і нижче. Утеплення пташників може окупитись менше ніж за рік.

Ще один ключ у досягненні енергоефективності полягає у виборі системи опалення. Так, системи непрямого опалення, коли котел розташовано у прибудові і передає теплоту через систему радіаторів усередині пташника, є ефективнішим рішенням за системи прямої дії. Незважаючи на високу вартість така систем здатна забезпечити ефективність на рівні 93% в порівнянні із 60% систем прямого опалення. Особливої уваги заслуговують котли на біомасі, бо є системами відновлювального теплопостачання з відносно коротким терміном окупності.

Енергоефективному птахівництву сприяють такі прості заходи як:

- регулярне очищення вентиляційної системи та повітроводів для покращення повітряного потоку;
- ущільнення стін і зазорів навколо дверей та вікон з метою уникнення витоку повітря;
- установка термостатів для уникнення перегріву пташників;
- ізоляція даху, підлоги та стін;

- використання рекуперації теплоти дозволяє скоротити енерговитрати до 25%;

- заміна ламп розжарювання на люмінесцентні системи;

- використання фотоелектричних датчиків для керування освітленням у пташниках;

- використання електронних датчиків для покращення вентиляції та точності нагрівання приміщення;

- замовлення енергоаудиту та впровадження рекомендованих заходів [1].

3.2. Технології в системах мікроклімату, які спрямовані на скорочення витрат енергоресурсів в птахівництві

Використання вентиляторів – розгінників

Правильно спроектована система вентиляції з використанням вентиляторів — розгінників повітря, що ретельно перемішують повітря в будівлі від підлоги до стелі й від одного кінця приміщення до іншого, показала не тільки зниження витрат енергії на 10–30%, але й також поліпшення якості підстилки та повітря (рис. 3.1.)

Рис. 3.1. Зовнішній вигляд вентилятора - розгінника

Припливні клапани з ефективним рівнем теплоізоляції

За заміни низькоякісних припливних клапанів на клапани з високими теплоізоляційними властивостями енерговитрати можуть бути зменшені на 10%. Йдеться про припливні клапани, виготовлені з високоякісного поліуретану, що зменшує замерзання клапанів або деформацію у зв'язку з перепадом температур. Так само має значення конструкція і герметичність клапана.

Система обігріву із закритою камерою згоряння

Від правильного мікроклімату в пташнику залежить і правильний розвиток птахопоголів'я, а з рештою, і успіх функціонування всього господарства. Використовуючи обігрівачі із закритою камерою згоряння, можна суттєво знизити енерговитрати внаслідок зниження потреби вентиляції та КПД до 92%. Оскільки під час такої системи обігріву суттєво знижуються викиди CO_2 і зволоженість — нормалізується повітря в приміщенні, підстилка залишається сухою і тварини розвиваються правильно, перебуваючи в комфортних умовах. До того ж обігрівачі не спричиняють турбулентності, утворюючи стабільний та низький потік повітря.

Рис. 3.2. Обігрівач із закритою системою згоряння

Енергоефективні вентилятори

На ринку пропонують цілий ряд вентиляторів, які мають рейтинг енергоефективності 0,60 м./хв/Ватт, або краще (за статичного тиску 25 Па). Установка високоефективних вентиляторів призводить до зменшення витрат на вентиляцію пташника на десятки тисяч гривень на рік.

Витяжні вентилятори зі змінною швидкістю обертання

Швидкість обертання вентилятора і потужність руху повітря пропорційні. Потужність вентилятора пропорційна швидкості обертання вентилятора. Це означає, що, коли швидкість вентилятора зменшується на 10%, то витяжка вентилятором зменшується також приблизно на 10%, але при цьому споживання електроенергії може бути зменшено приблизно на 30%. Отже, щоб значно знизити операційні витрати на вентиляцію в пташниках, можна використовувати більше вентиляторів із низькою швидкістю обертання, аніж менше вентиляторів з високою швидкістю обертання.

Важливо враховувати те, що зміна швидкості обертання всіх витяжних вентиляторів в будівлі, на відміну від уведення в дію вентиляторів поетапно (по одному), може знизити споживання електроенергії на 20 і більше відсотків [2].

3.3. Підвищення енергетичної ефективності існуючої системи вентиляції пташника

Основній напрямок по підвищенню енергетичної ефективності систем вентиляції пташників пов’язаний з утилізацією теплоти повітря, яке видаляється.

Використання припливно – витяжних установок для організації повітрообміну в пташниках явище рідкісне. На сьогоднішній день на території України не реалізовано жодного проекту по установці цього обладнання на підприємствах птахівництва. Але в інших європейських державах та США воно знаходить широке застосування. На сьогоднішній день на ринку подібне обладнання (спеціально для птахоферм) пропонує німецька компанія Big Dutchman [3].

Структура припливно-витяжної установки і зазначенням напрямку руху повітряних потоків наведена на рис. 3.3.

Принцип роботи установки полягає в наступному. Тепле повітря із середини пташника (1) очищується у фільтрі (4) від пилу та інших твердих домішок і потрапляє до рекуперативного теплообмінника (6). Одночасно до нього потрапляє потік зовнішнього повітря (2). В межах теплообмінника два зазначених повітряних потоки не контактують між собою. Відбувається тільки передача теплоти від більш нагрітого внутрішнього повітря до менш нагрітого зовнішнього через спеціальні перегородки. Теплообміні поверхні рекуператора (6) виготовлені з алюмінію і вкриті спеціальним покриттям. До того ж мають ребристу структуру для забезпечення більшої швидкості процесу тепловіддачі.

В результаті протікання процесу теплообміну температура потоку зовнішнього повітря збільшується і вже з новими температурними показниками повітряний потік (3) подається в приміщення пташника. Охолоджений потік внутрішнього повітря (7) видаляється за межі установки в атмосферу.

Автоматичне очищення (5) картриджів фільтра є необхідною умовою для забезпечення відсутності падіння продуктивності теплообмінника під час циклу відгодівлі.

Рух зовнішнього і внутрішнього повітря забезпечують осьові вентилятори.

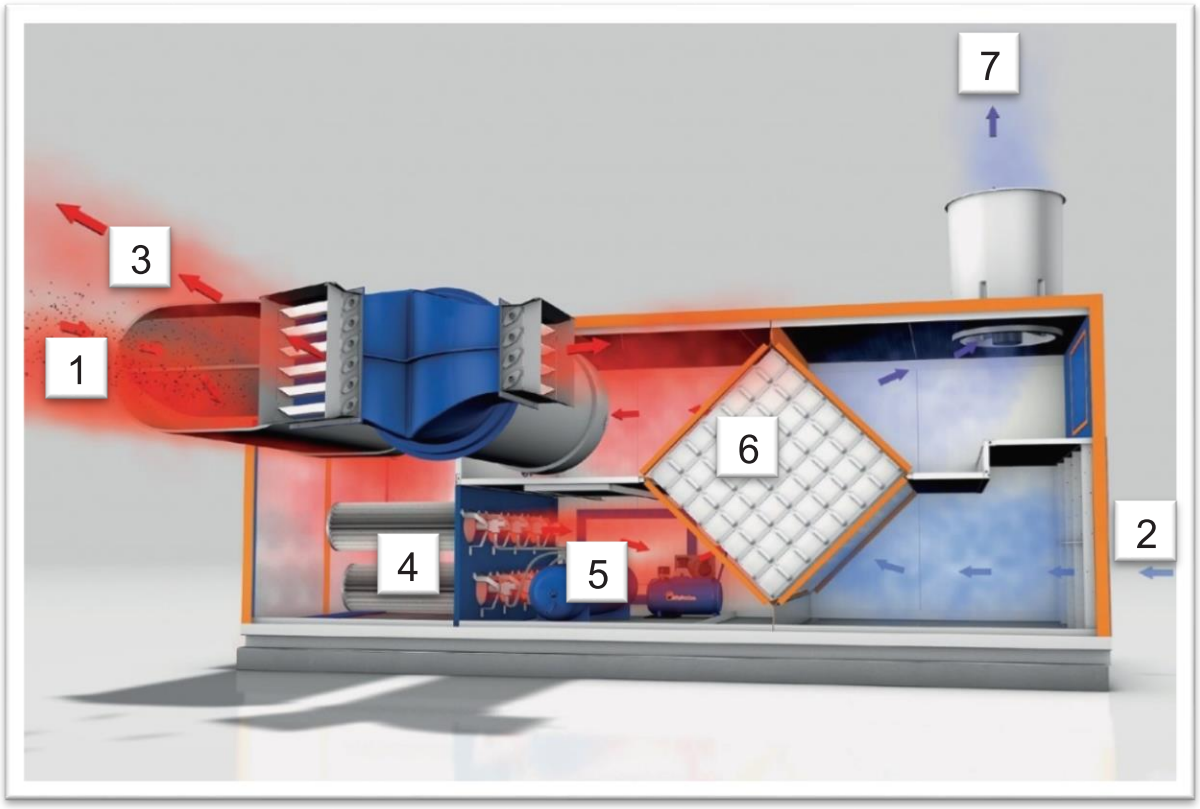


Рис. 3.3. Структура припливно-витяжної установки і зазначенням напрямку руху повітряних потоків

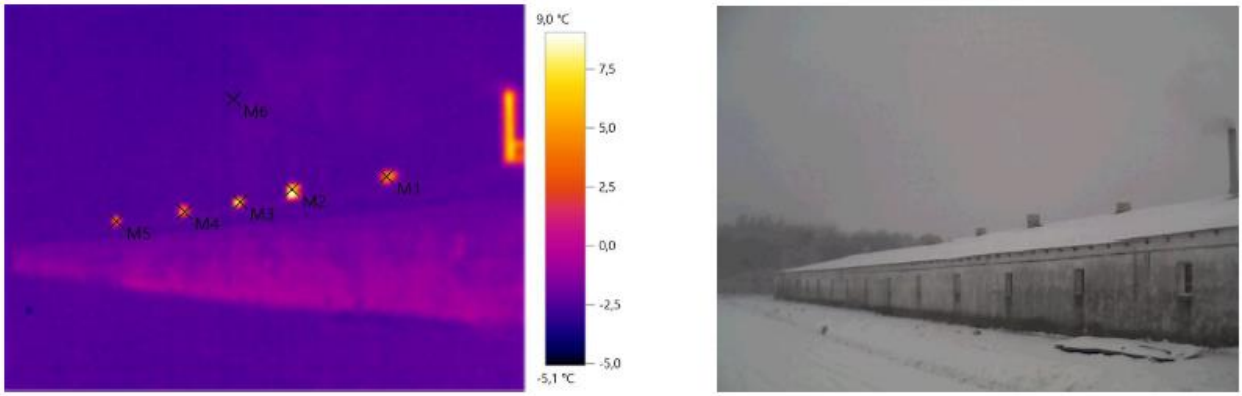
Скорочення споживання теплоти на потреби опалення досягається шляхом подавання в приміщення пташника більш теплого зовнішнього повітря. Величина скорочення залежить від періоду року. Найбільша ефективність робота утилізатора теплоти взимку, коли температура зовнішнього повітря набагато менша за температуру внутрішнього і процеси теплообміну між повітряними потоками протікають з максимальною швидкістю. Практично з нульовою ефективністю обладнання працює влітку, коли температури зазначених повітряних потоків майже однакові. Тому його використання в цей період року не дасть бажаного ефекту.

Окрім очевидного економічного ефекту (скорочення витрат на опалення) застосування подібних установок має і екологічний ефект – скорочується кількість викидів аміаку, наявність якого є невід'ємною частиною вирощування курчат.

3.4. Оцінка енергетичної ефективності застосування припливно – витяжної установки у пташнику

На початку доцільно оцінити втрати теплоти с повітрям, яке видаляється. Для виконання розрахунків приймаються результати обстеження одного з українських підприємств птахівництва, яке проводилось в грудні 2022 року.

За допомогою тепловізора виконувалось вимірювання температури кожухів коминових вентиляторів одного з пташників. Результати вимірювань наведені на рис. 3.4.



Выделение изображений:

Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания
Точка измерения 1	4,4	0,95	16,0	-
Точка измерения 2	7,2	0,95	16,0	-
Точка измерения 3	7,3	0,95	16,0	-
Точка измерения 4	5,5	0,95	16,0	-
Точка измерения 5	5,1	0,95	16,0	-
Точка измерения 6	-2,5	0,95	16,0	-

Рис. 3.4. Результати тепловізійного обстеження кожухів коминових вентиляторів

Середнє значення температури поверхонь кожухів вентиляторів дорівнює 6°С при температурі зовнішнього середовища -2,5°С. Слід відзначити, що вимірювання виконувались для пташника, де вік курчат дорівнював 34 доби (з 45 максимальних) з підтриманням мінімального значення температури

внутрішнього повітря на рівні 20°С. Враховуючи витрату повітря на рівні 21 000 м^3/год і зазначені температурні показники втрати теплоти протягом години становитимуть 41,61 кВт.

Для розрахунку щомісячних втрат теплоти протягом холодного періоду (листопад – березень) температури зовнішнього повітря для кожного з місяців приймаються на рівні середніх для кожного місяця (таблиця 3.1), температура видаляємого повітря на рівні 6°С .

Таблиця 3.1 – Середні температурні показники зовнішнього повітря з листопада по березень (за даними 2021-2022 років)

Місяць	Середня температура зовнішнього повітря, °С
Листопад	4,8
Грудень	0,9
Січень	-1,2
Лютий	0
Березень	3,8

Результати розрахунків наведені на рис. 3.5.

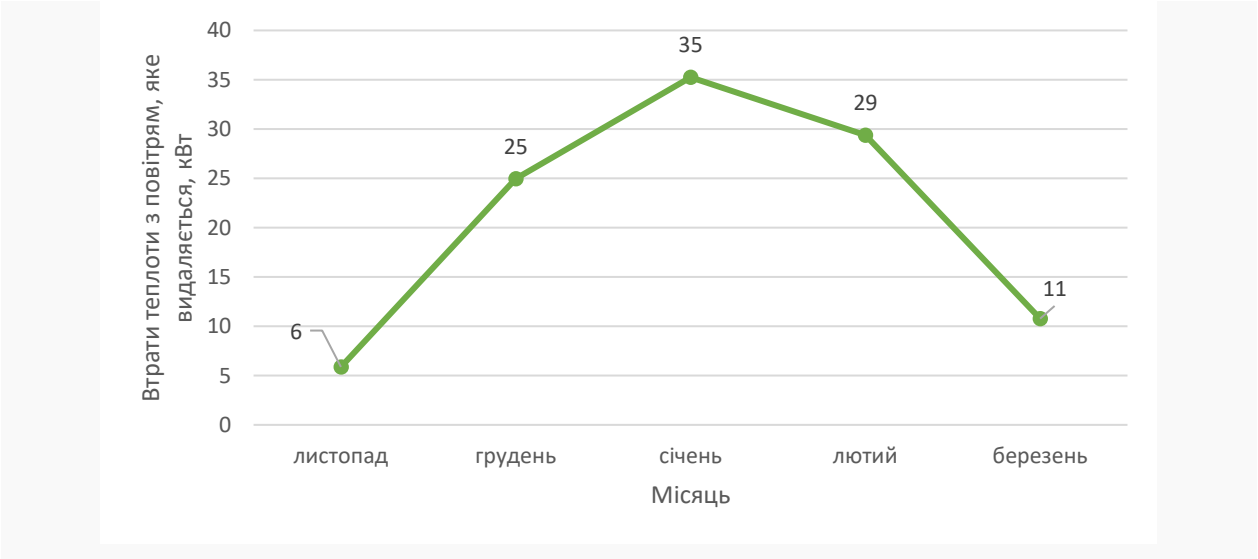


Рис. 3.5. Втрати теплоти з повітрям, яке видаляється по місяцях холодного періоду

За даними фірми - виробника ККД утилізатора теплоти дорівнює 57%. З урахуванням даного показника визначається температура повітря після рекуператора за рівнянням:

$$t_p = t_{ext} + \eta \cdot t_l \qquad (3.1)$$

Температура видаляємого повітря для всіх випадків приймається 24°С, зовнішня температура за даними табл. 3.1.

Результати розрахунків температури повітря після рекуператора в порівнянні з температурою зовнішнього повітря, з якою воно надходить в приміщення пташника (без попереднього підігрівання) наведені на рис. 3.6.

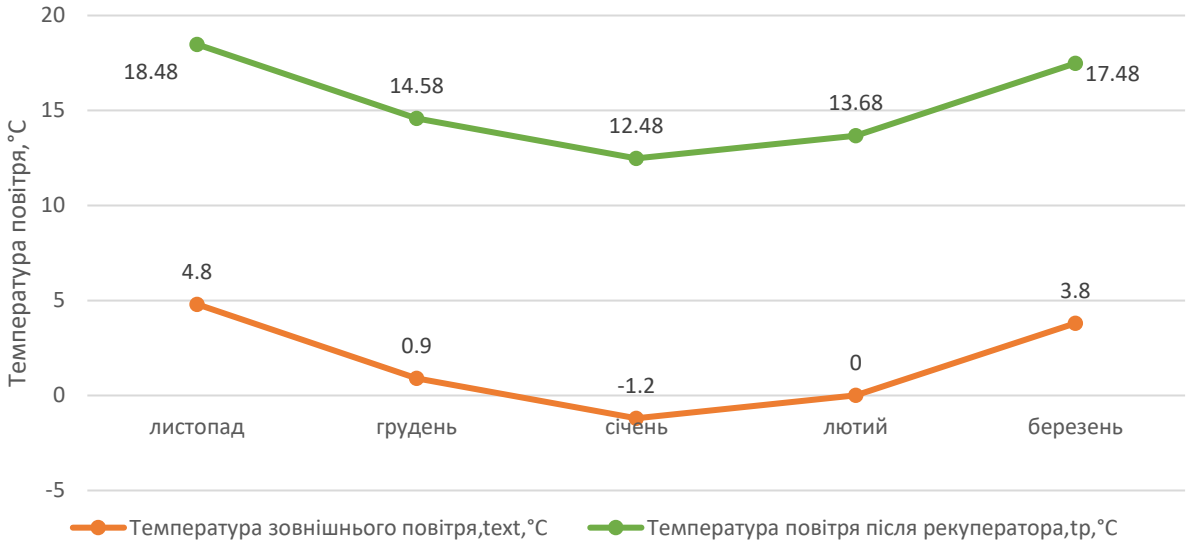


Рис. 3.6. Температури повітря після рекуператора в порівнянні з температурою зовнішнього повітря

Беручі до уваги той факт, що зовнішнє повітря надходить в приміщення пташника без попереднього підігрівання на досягнення відповідних температурних показників внутрішнього повітря витрачається теплота системи опалення за рахунок спалювання природного газу.

У відповідності до отриманих результатів визначено кількість теплоти, яку необхідно витратити на підігрівання припливного повітря до температури 30°С (у верхній частини пташника) при використанні припливно – витяжного агрегату та без нього. Результати наведені на рис. 3.7.

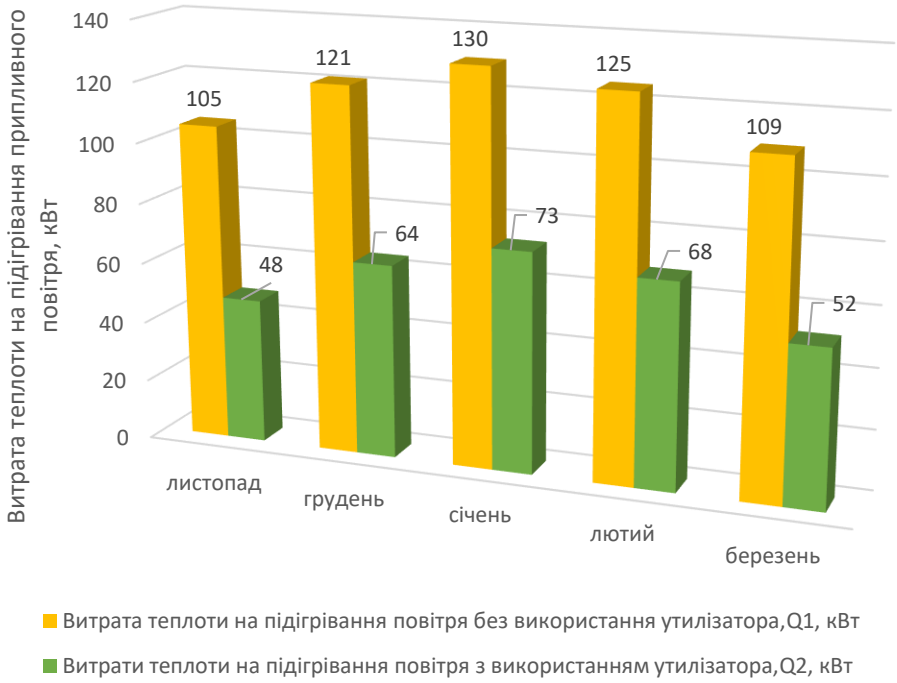


Рис. 3.7. Кількість теплоти, яку необхідно витратити на підігрівання припливного повітря до температури 30°С при використанні припливно – витяжного агрегату та без нього

Різниця між значеннями дорівнює 57 кВт. В системі опалення в якості палива використовується природний газ. Враховуючи нижчу теплоту його спалювання на рівні 31 800 кДж/м^3, на отримання 57 кВт теплоти необхідно витрати 6,45 м^3 природного газу за годину. Цієї ж кількості дорівнює годинне скорочення споживання даного палива за рахунок використання припливно – витяжної установки.

Доцільно визначити скорочення споживання природного газу за весь холодний період року (з листопада по березень). Для виконання розрахунків приймається, що цикл вирощування курчат становить 45 діб з перервою на 4

доби для прибирання пташника. Повітрообробний агрегат працює протягом цього періоду цілодобово.

Результати виконаного розрахунку наведені на рис. 3.8.

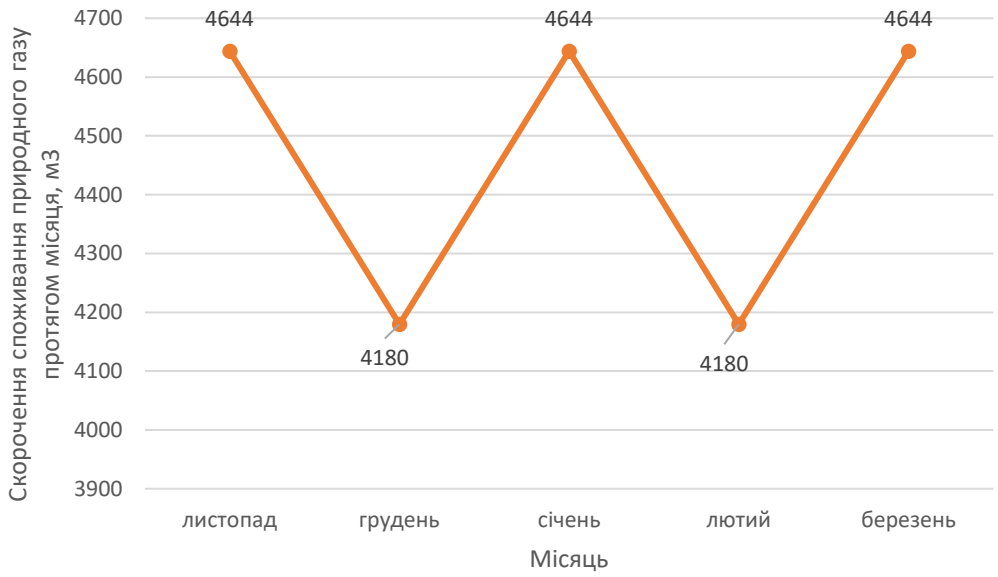


Рис. 3.8. Скорочення споживання природного газу протягом місяця в разі застосування припливно – витяжної установки

Загальна кількість природного газу, споживання якого можна скоротити в холодний період року при використанні припливно –витяжної установки, становить 22 291 м^3. Ця величина може бути і більшою в разі наявності більш низьких температур зовнішнього повітря.

Станом на вересень 2023 року у відповідності до [4] вартість 1 м^3 природного газу становить 20,3 грн. З урахуванням цього економічний ефект від реалізації заходу дорівнюватиме 452 507 грн. Вартість однієї припливно-витяжної установки з рекуператором теплоти повітря, що видаляється, становить 2 329 000 грн.

Простий термін окупності заходу може бути визначений за рівнянням:

$$T = \frac{IC}{P}, \tag{3.2}$$

де T - термін окупності, роки;

IC – первісні інвестиції, грн;

Р – очікуваний щорічний прибуток, що планується, грн/рік.

$$T = \frac{2\ 329\ 000}{452\ 507} = 5{,}1 \text{ року}$$

При збільшенні вартості природного газу термін окупності буде відповідно знижуватись.

Окрім економічного ефекту буде мати місце і екологічний, який полягатиме в скорочення викидів парникового газу CO_2 за рахунок скорочення споживання природного газу. Розрахунок кількості викидів здійснюється у відповідності до [5]. 22 291 $м^3$ природного газу еквівалентно 222 910 кВт теплоти. Виходячи з цього, слід очікувати скорочення кількості викидів діоксиду вуглецю на 49 040 кг (49 т). Також слід очікувати скорочення кількості викидів аміаку NH_3 на 29% (за даними фірми – виробника обладнання).

3.5. Підвищення енергетичної ефективності системи опалення пташників

В якості опалювальних приладів використовуються газові повітряні обігрівачі AFL-125. В нагрівачах даного типу повітря пташника нагрівається в полум’ї газового палива пальників. Далі підігріте повітря вентиляторами повітронагрівачів подається в повітряне середовище пташника на відстань до 40 м, де віддає теплоту прохолодному повітрю. Повітронагрівачі працюють в автоматичному режимі за сигналами датчика температури. Технічні характеристики даного обладнання наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Технічні характеристики газового обігрівача AFL-125

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
Теплова потужність	кВт	125
Робочий тик газу	мбар	20-25
Витрата палива	$м^3$/год	13,2
Потужність двигуна	кВт	0,8

В пташнику встановлено 2 одиниці даного обладнання.

В якості основних недоліків зазначеного обладнання можна виділити наступні:

- концентрація значної частини тепла не в зоні місцезнаходження птиці, а у верхній частині пташника, що збільшує тепловтрати через дах, зменшує загальну ефективність використання теплової енергії у пташнику, попри високий ККД обладнання;
- у пташнику нагрівається в основному повітря, підлога й підстилка ж прогріваються недостатньо, що призводить до підвищення її вологості, погіршення мікроклімату в пташнику, показників розвитку і якості тушок курчат-бройлерів;
- повітронагрівачі частіше здійснюють викиди димових газів у повітря пташників, що призводить до погіршення якості повітря й необхідності збільшення обсягів повітрообміну.

Для усунення зазначених недоліків та з метою скорочення споживання природного газу пропонується замінити діючі газові повітряні нагрівачі AFL-125 на інфрачервоні обігрівачі – брудери, які відносяться до радіаційних систем опалення.

Перевагами радіаційного обігріву в порівнянні з повітряним є:

- більша частина теплової енергії зосереджується в зоні розміщення птиці, а не біля стелі, що забезпечує раціональніше її використання та зменшує втрати через вентилятори;
- менший час для створення оптимальної температури для птахів на початку підготовки до посадки;

- під час нагрівання постілки засоби випромінювальної дії створюють градієнт температур у межах від 5 до 20 °С в залежності від відстані до центра обігріву, що дає можливість курчатам вибрати оптимальну для себе температуру. По мірі дорослішання птахів температурний градієнт зменшується, що сприяє більш рівномірному їх обігріву по всьому пташнику;
- опалення за допомогою інфрачервоного випромінювання дає змогу створити комфортні умови для птиці за більш низької температури повітря. Це пов'язано з тим, що для створення аналогічних комфортних відчуттів за променистого обігріву температура повітря повинна бути на 2 °С нижче, ніж за повітряного обігріву. Зниження температури повітря в пташнику забезпечує економію теплоти та витрат газу;
- внаслідок більш ефективного обігріву птиці та зменшення втрат теплоти радіаційний обігрів птиці дає змогу зменшити витрати газу на 25–50% в порівнянні з повітряним обігрівом.

В якості альтернативи газовим повітряним обігрівачам AFL-125 пропонуються інфрачервоні обігрівачі – брудери 216 XLA/XLS [6]. Зовнішній вигляд брудера наведений на рис. 3.7.

Рис. 3.9. Зовнішній вигляд брудера 216 XLA/XLS

Керамічний інфрачервоний обігрівач найбільш ефективний у вирощуванні тварин, зокрема курчат-бройлерів, гусенят, індичат у великих і малих пташниках.

Унікальною концепція "ПОДВІЙНИХ" керамічних обігрівачів серії XLA/XLS високої потужності, найбільш ефективне і економічне опалення в пташниках великої площі, що обігрівається по всій ширині будівлі від центральної лінії.

Обігрівачі серії XLS працюють без електрики, мають ручний пуск і зупинку. Для зручності експлуатації моделей XLS, виробником передбачено ручний п'єзорозпалювання обігрівачів, що дозволяє розпалювати одночасно велику кількість обігрівачів наприклад, запустити одночасно 4 брудера в пташнику. Управління температурою відбувається за допомогою контролера ТЕМРО обладнаним виносним датчиком температури з управлінням групою регуляторів тиску газу від 60 до 148 mBar, тим самим зменшуючи або збільшуючи тепловіддачу обігрівачів, створюючи ідеальний комфорт для будь-якої птиці. Також дані обігрівачі використовують і в свинарстві при відгодівлі та дорощування.

Переваги застосування інфрачервоних брудерів:

- менша кількість обігрівачів на кожен пташник, зниження витрат на їх установку, простота управління і техобслуговування;
- коливання температури на рівні підлоги без гарячих або холодних точок дозволяє кожній птиці відшукати свою температуру комфорту - це гарантує швидке зростання поголів'я, а отже, максимальну продуктивність;
- прямий нагрів підлоги, стін, птахів, тварин, а не повітря, що створює значну економію газу порівняно з традиційними газовими системами опалення не менш ніж на 30%;
- не створює протягів на відміну від будь-яких інших систем опалення;

- завдяки підвищеній випромінюючої здатності кераміка володіє найвищою здатністю переводити енергію газу в теплове випромінювання (на 30 % більше, ніж сталь);
- вся площа пташника прогрівається рівномірно. Поліпшуються умови гігієни, волога виходить від екскриментів, випаровується і підлога залишається повністю сухим, внаслідок чого не відбувається гниття і розвивається менше інфекцій;
- прямі інфрачервоні промені позитивно впливають на тварин і птахів, забезпечують їм кращі умови для оптимального росту, поліпшується якість харчування, травлення і загальний стан тварин і птахів;
- простота управління. Автоматичне керування з можливістю опалювати кілька зон у пташнику, задаючи різну комфортну температуру для кожної птиці;
- тривалий термін служби обладнання. На відміну від металів, кераміка не окислюється. Її термін служби не має обмежень навіть в агресивному середовищі тваринницьких приміщень;
- відсутність електродвигуна в процесі опалення, забезпечує високу зносостійкість і економію електроенергії 90 %;
- передбачена робота системи опалення без електрики, на випадок штормових попереджень.

Технічні характеристики обладнання наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Технічні характеристики газового інфрачервоного брудеру 216 XLA/XLS

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
Маса	кг	9
Мінімальна висота від підлоги	м	1,5
Теплова потужність при використанні природного газу	кВт	14,088
Споживання природного газу	$м^3$/год	1,59

Слід відмітити, що даний опалювальний прилад не містить в своїй структурі обертаючих елементів, що виключає споживання електричної енергії для забезпечення роботи двигунів.

Тепловіддача брудера регулюється системою автоматики в залежності від температури повітря в приміщенні. Цілодобова його робота на повну потужність за даними виробника передбачена в перщі 2 доби після розміщення птиці в пташнику. Далі тепловіддача знижується по мірі росту птиці і після 18-19 доби прилади можуть бути або взагалі вимкнені, або переведені на роботу на мінімальній потужності (природньої тепловіддачі від птиці достаньо для забезпечення необхідної температури внутрішнього повітря).

За даними виробника 1 брудер здатен підтримувати необхідний температурний режим на площі 200 м^2. Площа існючих пташників дорівнює 1728 м^2 (96 х 18 м^2). Розрахунок дає можливість встановити, що для палення 1 пташника необхідно передбачити установку 9 брудерів.

Загальна теплова потужність встановленого обладання буде дорівнювати 127 кВт, а споживання природного газу 14,31 м^3/год.

За даними підприємства протягом року споживання природного газу 1 пташником (2 нагрівача) становить 28 202 м^3. Для виконання розрахунку кількості спожитого газу прийнято, що протягом року має місце 7 повних циклів вирощування по 45 діб кожний (315 діб). Протягом перших двох діб кожного циклу брудери працюють на повну потужність 24 години, споживаючи разом 14,31 м^3 газу щогодини. Загальне споживання газу за цей період становить 4808 м^3. Беручі до уваги всі переваги радіаційного опалення можна вважати, що середнє годинне споживання природного газу буде дорівнювати 20% від номінального, а кількість годин роботи обладнання протягом дня дорівнює 6. В результаті протягом 301 дня буде спожито 5169 м^3 природного газу. Загальне річне споживання даного палива при використанні бруднерів становитиме 9977 м^3.

Різниця в кількості спожитого природного газу в разі використання брудерів замість повітряних обігрівачів дорівнюватиме 18 225 м^3.

З урахуванням вартості природного газу економічний ефект від впровадження заходу досягне 369 968 грн.

Окрім скорочення споживання природного газу буде мати місце скорочення споживання електричної енергії по причині відсутності двигунів в контрукції опалювальних приладів. Електрична енергії в процесі їх роботи використується в мінімальній кількості виключно на розпал. Враховуючі годинне споживання електричної енергії одним двигуном газового нагрівача AFL-125 (0,8 кВт), їх кількість (2 штуки) та режим роботи (6 годин на день протягом 356 днів) скорочення споживання електричної енергії буде дорівнювати 3417 кВт протягом року. Вартість 1 кВт·год енергоносія дорівнює 5 грн. З урахуванням вищезазначеного величина економічного ефекту буде дорівнювати 17 085 грн.

Загальний економічний ефект дорівнюватиме 208 108 грн.

Вартість 1 комплекту 216 XLA/XLS (брудер + електропідключення) дорівнює 26 000 грн . Враховуючі кількість встановленого обладнання (9 штук) загальна вартість буде становити 234 000 грн (без урахування вартості монтажних робіт).

Якщо прийняти, що вартість монтажу може дорівнювати вартості обладання, то загальна вартість пропозиції може досягти 468 000 грн.

Виходячі із зазначених величин капітальних вкладень та потенційного економічного ефекту простий термін окупності пропоиції може дорівнювати 1,3 роки. При збільшенні вартості природного газу та електричної енергії, скороченні його споживання (в залежності від кліматичних умов) термін окупності може бути зменшений.

ЛІТЕРАТУРА

1. Заходи енергоефективності на птахофабриках. [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://agrobiogas.com.ua/energy-efficiency-measures-in-poultry-farms/ .
2. Зниження витрат на птахофермі [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://agrotimes.ua/article/znyzhennya-vytrat-na-ptahofermi/
3. Big Dautchman. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://www.bigdutchman.ua/uk/vidgodivlja-ptici/katalog/detail/earny-2-heat-exchanger/
4. Тарифи на газ для підприємств [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/gas/prom/
5. Про затвердження методики енергетичної ефективності будівель [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#n315
6. Газовий інфрачервоний брудер [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://pteplo.com.ua/ua/p15768354-gazovyj-infrakrasnyj-bruder.html

РОЗДІЛ 4
АВТОМАТИКА

Системи автоматизованого управління мікрокліматом виконують два завдання: управління та підтримання заданих користувачем параметрів повітря, що надходить у приміщення; захист кліматичного обладнання, приміщень та людей. Також автоматизація систем мікроклімату вентиляцією дозволяє економити від 13% до 20% енергоносіїв.

4.1. Цілі і задачі автоматизації

Основною ціллю автоматизації є забезпечення підтримки одного або кількох параметрів повітряного середовища:

- температура повітря в приміщенні, що обслуговується;
- вологість повітря в приміщенні, що обслуговується;
- якість повітря в приміщенні (зміст CO_2 тощо) у допустимих (оптимальних) межах щодо заданих значень, що визначаються необхідними технологічними вимогами або вимогами до комфорту.
- зниження енерговитрат під час експлуатації обладнання.
- забезпечення автономної та безперервної роботи.
- забезпечення надійної, якісної та безперебійної роботи обладнання.
- можливість нарощування функцій, що виконуються, модернізації окремих елементів системи в процесі експлуатації.

Задачами автоматизації є:

- управління роботою водяного, парового, або із застосуванням електричного нагрівача теплообмінника, для забезпечення підтримки температури припливного повітря та/або повітря в приміщенні, що обслуговується, в холодну пору року;

- управління роботою обладнання повітряно-теплової завіси для запобігання проникненню холодного зовнішнього повітря всередину будівлі при відчинених дверях або в'їзних воротах будівлі;
- управління роботою фреонового або водяного теплообмінника для забезпечення підтримки температури припливного повітря та/або повітря в приміщенні, що обслуговується, в жарку пору року;
- управління роботою парового, адіабатного (форсуночного), ультразвукового тощо. обладнання зволоження для забезпечення підтримки вологості припливного повітря та/або повітря в приміщенні, що обслуговується;
- управління вентиляторами для забезпечення якості повітря в приміщенні (зміст CO_2);
- контролює роботу очищення припливного або витяжного повітря для забезпечення його якісної та надійної роботи;
- управління роботою обладнання змішування повітря та ізоляції системи від зовнішнього повітря для регулювання пропорцій змішування (теплообміну) припливного та витяжного повітря;
- керує роботою обладнання теплоутилізації для передачі тепла від витяжного повітря до припливного;
- взаємодія з автоматикою пожежогасіння, газового моніторингу, пожежною сигналізацією та іншими системами;
- взаємодія з рівнем диспетчеризації для віддаленого та наочного контролю роботи, своєчасного відстеження аварійних ситуацій;
- взаємодія з рівнем дистанційного керування для вибору режимів та параметрів роботи системи, обсяг визначається завданнями, які неможливо або недоцільно виконувати засобами автоматики;
- веде архіви вибраних параметрів технологічного процесу для підготовки звітів та аналізу ефективності функціонування установок.

4.2. Структура системи

Система автоматизації має ієрархічну структуру. На нижньому рівні виконується регулювання заданих параметрів з мінімальними енерговитратами та відпрацювання обраної логіки роботи. На верхньому рівні виконується взаємодія з автоматикою іншого обладнання та рівнем диспетчеризації та дистанційного керування, відповідно до вимог норм та правил. При великій складності система автоматизації має розподілену мережеву структуру та окремі завдання виконують різні локальні підсистеми.

4.3. Функції автоматики системи вентиляції

Рівень автоматизації та контролю систем вибирається залежно від технологічних вимог та економічної доцільності, відповідає як умовам замовника, так і нормативним вимогам. Технічні рішення, прийняті в кресленнях, засновані на ДБН «Опалення, вентиляції і кондиціонування» відповідно до вимог норм та правил. При складанні установки з окремих секцій автоматика розробляється за спеціальним проектом. Управління системою можливе як в автоматичному, так і в ручному режимі з місцевим керуванням з щита автоматики, встановленого у венткамері та дистанційним керуванням з поста біля входу в приміщення, що обслуговується, і з робочої станції з приміщення диспетчерської. Передбачено захист електричних кіл від перевантаження та короткого замикання. Передбачено контроль:

- обриву або короткого замикання датчиків;
- температури зовнішнього, припливного, рециркуляційного повітря, повітря за калорифером, після камери зрошення, після поверхневого охолоджувача повітря, в контрольному приміщенні при повітряному опаленні, припливній вентиляції та опаленні з місцевими опалювальними приладами;

- температури холодоносія до та після кожного теплообмінного або змішувального пристрою, у загальному трубопроводі;
- теплоносія в загальному трубопроводі, що подає і зворотному;
- на виході із теплообмінних пристроїв; тиску теплоносія в загальному подаючому;
- зворотний трубопровод;
- на виході із теплообмінних пристроїв; холодоносія у загальному трубопроводі;
- тиску на виході із насоса;
- перепад тиску фільтра очищення повітря; перепаду тиску на припливному вентиляторі;
- роботи насоса з перепаду тиску теплоносія до та після насоса;
- гранично-допустимої концентрації вмісту чадного газу (ЗІ);
- рівня води в підігрівачі парозволожувача;
- відносної вологості повітря у приміщеннях (при її регулюванні);
- включення комутаційної апаратури;
- положення приводів повітряних заслінок (кінцевими вимикачами).

Передбачена індикація аварійних станів та поточних параметрів системи (стан системи: включена/несправна; стан вентилятора: включений/несправний; стан насоса: включений/несправний; положення приводів повітряних заслінок: відкрита/закрита; спрацьовування захисту від заморожування; недостатній поток повітря; - засмічення повітряного фільтра; відсутність перепаду тиску на вентиляторі; спрацьовування захисних автоматичних вимикачів; стан завіси: увімкнена/несправна; Диспетчеризація застосовується за наявності цілодобового чергового персоналу обслуговування інженерних мереж.

Диспетчеризація передбачає: сигналізацію стану системи та обладнання (включена/несправна, відкрита/закрита), відмови окремих пристроїв та агрегатів, виникнення передаварійних ситуацій (робота вимкнених вузлів, недостатній потік повітря, відключення живлення, засмічення повітряного

фільтра, відсутність перепаду тиску на вентиляторі, спрацьовування) захисних автоматичних вимикачів), перевищення гранично допустимої концентрації вмісту чадного газу (ЗІ); відображення поточного значення температури припливного повітря, повітря перед калорифером, зворотного теплоносія, повітря в зоні роботи завіс.): вимикається вентилятор, закриваються жалюзі та контролюється температура зворотної води теплообмінника. Перехід здійснюється автоматично – за командою таймера або вручну – перемикачем.

Перехід систем припливної та витяжної вентиляції в аварійні режими функціонування та запуск аварійної вентиляції здійснюється за показаннями газоаналізаторів при утворенні в повітрі робочої зони приміщення концентрацій шкідливих речовин, що перевищують ГДК, а також концентрацій горючих речовин у повітрі приміщення, що перевищують 10% НКПРП газо- , пилоповітряної суміші з видачею аварійного (світлового та звукового) сигналу в приміщення охорони та в систему диспетчеризації будівлі. При виникненні пожежі здійснюється повне або часткове (при використанні для підпору повітря та димовидалення) відключення систем припливної та витяжної вентиляції (відключення магнітних пускачів або автоматичних вимикачів з незалежним розчепювачем) та запуск системи димовидалення:

- автоматично - за сигналом про пожежу від приладу пожежної сигналізації або сигналізаторів тиску спринклерних установок водяного пожежогасіння;
- дистанційно - зі щита протипожежних заходів.

Для холодного та теплого періодів передбачені окремі алгоритми роботи системи вентиляції – режими «зима» та «літо» з переходом автоматично – за командою таймера або датчика температури зовнішнього повітря або вручну – перемикачем. Літній режим роботи: вентилятори включаються тільки після закінчення часу відведеного на відкриття, управління температурою повітря не здійснюється, запірно-регулюючий клапан повністю закритий і циркуляція води через калорифер припинена. Зимовий режим роботи: прогрівається

калорифер при запуску системи та в перехідних режимах (затримка включення вентилятора, закриття жалюзі та повне відкриття запірно-регулюючого клапана, нагрівання тенів між лопатками вхідного клапана та повне відкривання клапана, попередній підігрів водяного калорифера з включенням циркуляцій вентилятора після досягнення температури зворотного теплоносія до заданої величини.

Для первинного підігріву повітря припливу може використовуватися рекуперація (теплоутилізація: тепло від витяжного повітря до припливного передається через повітро-повітряні теплообмінники з ізоляцією потоків один від одного і обвідними каналами).

Для захисту від обмерзання повітро-повітряного теплоутилізатора використовується одночасне керування повітряними клапанами на вході в теплообмінник і в обвідний канал (байпас) з плавним регулюванням положення клапанів за показаннями 3-4 термодатчиків (встановлених у найбільш схильних до замерзання місцях): вхід у теплообмінник відкривався при одночасному закриття обвідного клапана Внаслідок цього через теплообмінник проходить менше холодного повітря і розділяючі потоки (теплопередаючі стінки більше нагріваються витяжним повітрям).

Очищення припливного чи витяжного повітря здійснюється фільтрами. Для контролю (захист системи вентиляції від перевантаження та зниження продуктивності) повітряний фільтр оснащується диференціальним датчиком-реле тиску (пресостатом), що вимірює перепад тиску до і після фільтра, якщо аеродинамічний опір фільтра перевищить задане, сигнал про забруднення фільтра та необхідність його заміни пульт керування. При включенні вентилятора в «мокрому» пиловловлювачі здійснюється включення подачі води, при припиненні подачі води або падінні рівня води зупиняється вентилятор [1].

4.4. Схема системи автоматики припливно – витяжної установки з пластинчастим рекуператором

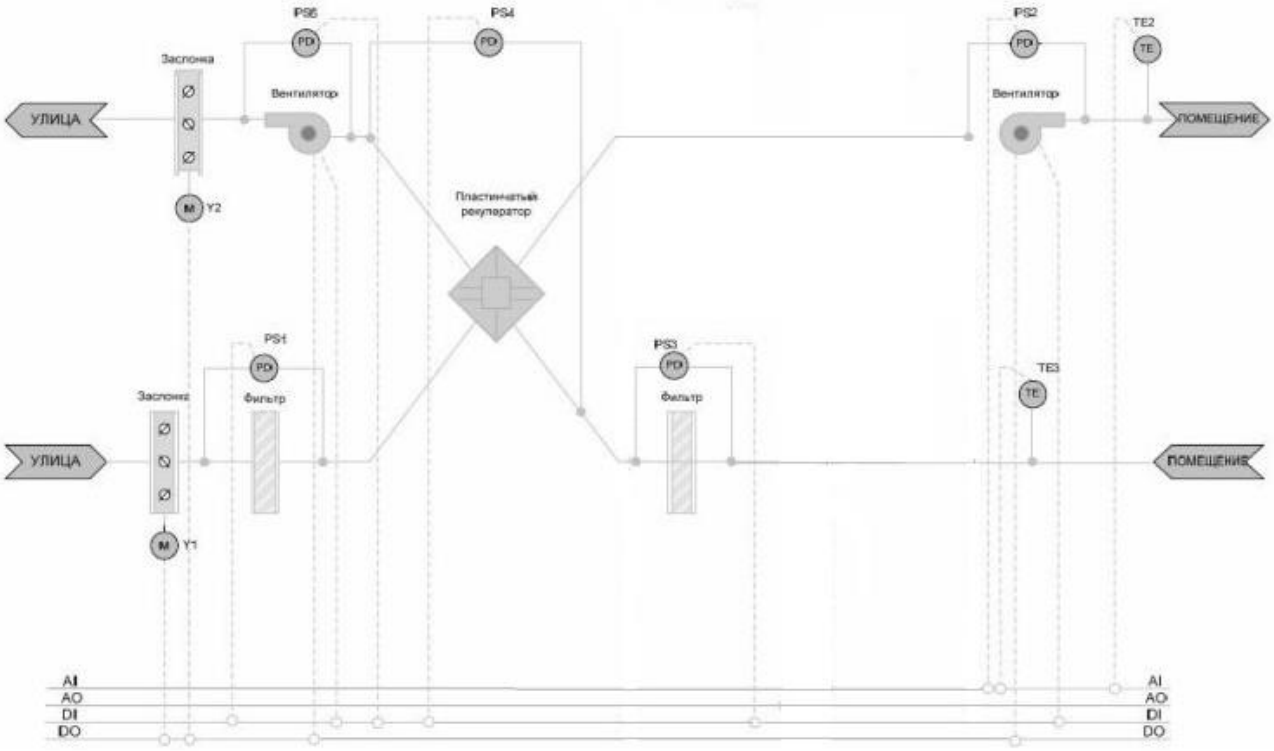


Рис. 4.1. Схема автоматики припливно – витяжної установки з пластинчастим рекуператором

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Позначення	Назва
Y1	Привод повітряної заслінки
Y2	Привод повітряної заслінки
PS1	Датчик перепаду тиску (фільтр приплив)
PS2	Датчик перепаду тиску (вентилятор приплив)
PS3	Датчик перепаду тиску (фільтр видалення)
PS4	Датчик перепаду тиску (пластинчастий рекуператор)
PS5	Датчик перепаду тиску (вентилятор видалення)
TE2	Датчик температури канальний
TE3	Датчик температури приміщення

Умовні позначення:

ДІ – дискретний вхід контролера

ДО – дискретний вихід контролера

АІ - аналоговий вхід контролера

АО – аналоговий вихід контролера

ЛІТЕРАТУРА

1. Щити та системи захисту і автоматизації інженерних систем [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://vecotech.com.ua/schiti-e-avtomatika.html

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Категорія приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Для правильного планування та успішного проведення заходів пожежної профілактики вагоме значення має оцінка об'єктів щодо їх вибухопожежонебезпеки. Умови виникнення та поширення пожежі в будівлях та приміщеннях залежать від кількості та пожежонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, що в них знаходяться (використовуються), а також особливостей технологічних процесів розміщених у них виробництв. За вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення та будівлі відповідно до норм технологічного проектування (ОНТП 24-86) поділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

Категорія А (вибухопожежонебезпечна). Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні паро- і газоповітряні суміші, при спалахуванні якихрозвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.

Категорія Б (вибухопожежонебезпечна). Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило- або пароповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Категорія В (пожежонебезпечна). Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти, за умови,

що приміщення, в яких вони знаходяться (використовуються) не належать до категорій А чи Б.

Категорія Г. Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Категорія Д. Негорючі речовини та матеріали в холодному стані [1].

5.2. Класифікація вибухо- та поженебезпечних приміщень

Основним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний його вибір і експлуатація, особливо у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях. Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), приміщення поділяються на вибухонебезпечні (В-І, В-Іа, В-Іб, В-Іг, В-ІІ, В-ІІа) і пожежонебезпечні (П-І, П-ІІ, П-ІІа, П-ІІІ) зони.

Вибухонебезпечна зона — це простір, в якому є або можуть з'явитися вибухонебезпечні суміші.

Клас В-І — зони приміщень, в яких виділяються горючі гази і пари в такій кількості та з такими властивостями, що можуть створювати з повітрям або іншими окисниками вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи.

Клас В-Іа — зони приміщень, в яких вибухонебезпечна концентрація газіві парів можлива лише внаслідок аварії або несправності.

Клас В-Іб — ті ж самі зони, що й класу В-Іа, але мають наступні особливості:

- горючі гази мають високу нижню концентраційну межу поширення полум'я (15% і більше) та різкий запах;
- при аварії в цих зонах можливе утворення лише місцевої вибухонебезпечної концентрації, яка поширюється на об'єм, не більший 5% загального об'єму приміщення (зони);

- горючі гази і ЛЗР використовуються у невеликих кількостях без застосування відкритого полум'я, у витяжних шафах або під витяжними зонтами.

Клас В-Іг — простір навколо зовнішніх установок, які містять горючі гази або ЛЗР (наземних і підземних резервуарів з ЛЗР або горючими газами, естакад для зливання і наливання ЛЗР тощо).

Клас В-П — зони приміщень, де можливе утворення вибухонебезпечних концентрацій пилу або волокон з повітрям або іншим окисником при нормальних, режимах роботи.

Клас В-IIа — зони, аналогічні зонам класу В-П, де вибухонебезпечна концентрація пилу і волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

Якщо об'єм вибухонебезпечної суміші перевищує 5% вільного об'єму приміщення, то все приміщення належить до відповідного класу вибухонебезпеки.

Пожежонебезпечна зона — це простір, де знаходяться або можуть знаходитися горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при можливих його порушеннях, а також при їх складуванні.

Клас П-I — зони приміщень, в яких застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С.

Клас П-II — зони приміщень, де виділяється горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею поширення полум'я понад 65 г/м3 об'єму повітря, або вибухонебезпечного пилу, вміст якого в повітрі приміщень не досягає вибухонебезпечних концентрацій.

Клас П-IIа — зони приміщень, в яких є тверді горючі речовини, що нездатні переходити у завислий стан.

Клас П-III — зони, що розташовані ззовні та зовнішні установки, де застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху понад 61°С, або тверді горючі речовини.

Згідно з ПУЕ, в пожежонебезпечних зонах використовується

електрообладнання закритого типу, внутрішній простір якого відділений від зовнішнього середовища оболонкою. Апаратуру керування і захисту, світильники рекомендується застосовувати в пилонепроникному виконанні. Вся електропроводка повинна мати надійну ізоляцію.

У вибухонебезпечних зонах та в зовнішніх установках слід використовувати вибухозахищене обладнання. Пускову апаратуру, магнітні пускачі для класів В-I та В-II необхідно виносити за межі вибухонебезпечних приміщень з дистанційним керуванням. Проводи у вибухонебезпечних приміщеннях мають прокладатися у металевих трубах. Може використовуватися броньований кабель. Світильники для класів В- I, В-II, В-IIа також повинні мати вибухозахищене виконання.

Категорія вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення, а також клас його вибухопожежонебезпеки за ПУЕ [2] повинні бути позначені відповідно табличкою згідно встановлених норм на вхідних дверях виробничих та складських приміщень.

5.3. Комплекс заходів та засобів щодо забезпечення пожежної небезпеки об’єкта

Під пожежною безпекою об'єкта розуміють такий його стан, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта досить складне і багатоаспектне завдання, тому до його вирішення необхідно підходити комплексно. Комплекс заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта складається із відповідних систем, кожна з яких підрозділяється на підсистеми, а ті, в свою чергу, на підсистеми нижчого рівня, які на рис. 5.1 не показані.

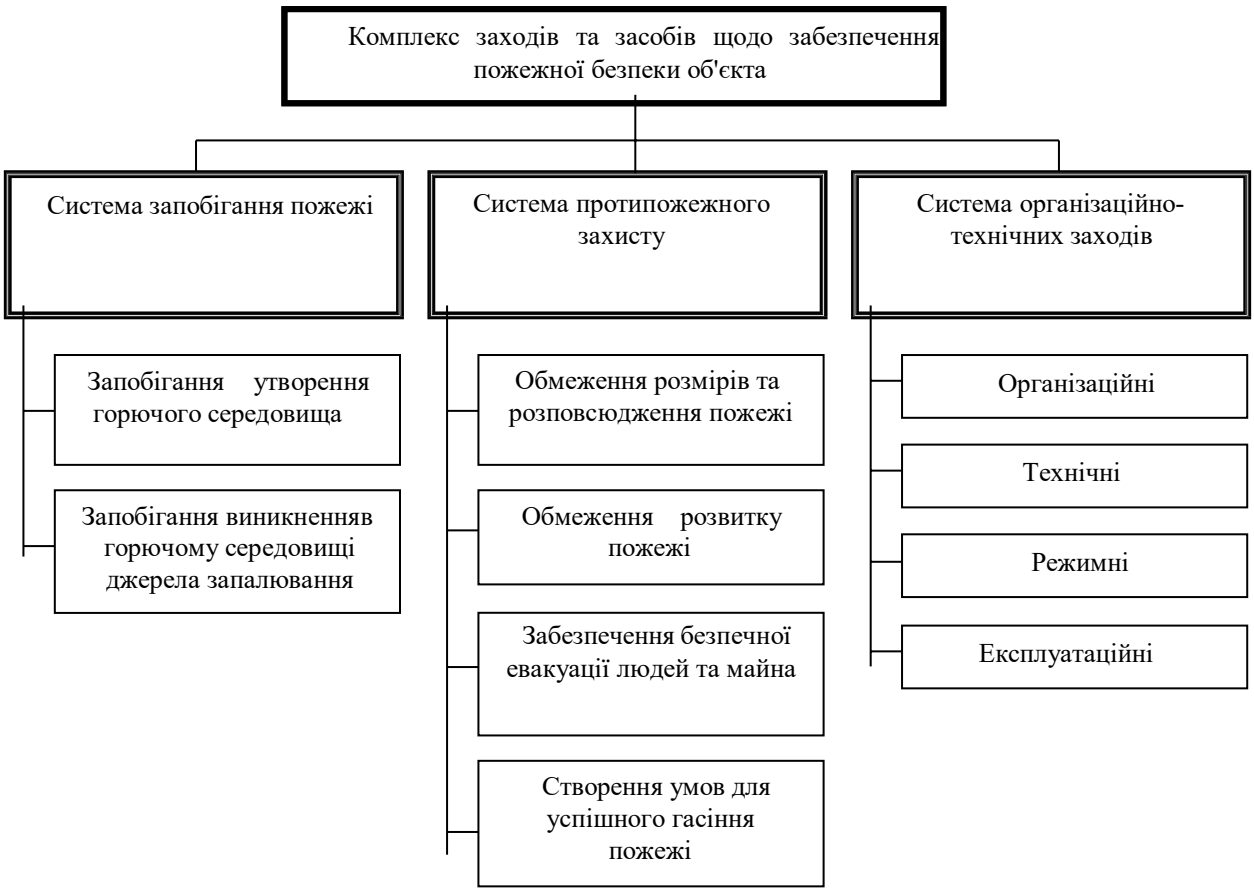


Рис. 5.1. Загальна схема комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта

Основними системами комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта є: система запобігання пожежі, система протипожежного захисту та система організаційно-технічних заходів. Оскільки дві перші системи достатньо об'ємні та потребують більш детального вивчення,то розглянемо їх окремими пунктами розділу.

Всі заходи організаційно-технічного характеру на об'єкті можна підрозділити на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організацію пожежної охорони на об'єкті, проведення навчань з питань пожежної безпеки (включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми), застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації, організацією ДПД та ПТК, проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому та ін.

До технічних заходів належать: суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами при реконструкції приміщень, будівель та об'єктів, технічному переоснащенні виробництва, експлуатації чи можливому переобладнанні електромереж, опалення, вентиляції, освітлення і т. п.

Заходи режимного характеру передбачають заборону паління та застосування відкритого вогню в недозволених місцях, недопущення появи сторонніх осіб у вибухонебезпечних приміщеннях чи об'єктах, регламентацію пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт тощо.

Експлуатаційні заходи охоплюють своєчасне проведення профілактичних оглядів, випробувань, ремонтів технологічного та допоміжного устаткування, а також інженерного господарства (електромереж, електроустановок, опалення, вентиляції).

5.4. Способи припинення горіння та основні вогнегасні речовини

Чотири основні способи припинення процесу горіння:

а) охолодження горючих речовин або зони горіння:

- суцільними струменями води;
- розпиленими струменями води;
- перемішуванням горючих речовин

б) ізоляції горючих речовин або окисника (повітря) від зони горіння:

- шаром піни;
- шаром продуктів вибуху вибухових речовин;
- утворенням розривів у горючій речовині;
- шаром вогнегасного порошку;
- вогнегасними смугами

в) розбавлення повітря чи горючих речовин:

- тонкорозпиленими струменями води;
- газоводяними струменями;

- негорючими газами чи водяною парою;
- водою (для горючих та легкозаймистих гідрофільних рідин)

г) хімічного гальмування (інгібування) реакції горіння:

- вогнегасними порошками;
- галогеновуглеводнями.

Зазвичай механізм гасіння пожежі має комбінований характер, при якому мають місце одночасно кілька способів припинення процесу горіння.

Речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створити умови для припинення горіння називаються вогнегасними речовинами. Вони повинні володіти високим ефектом гасіння при відносно малій їх витраті, бути дешевими, безпечними при застосуванні, не заподіювати шкоди матеріалам, предметам та навколишньому середовищу. Речовини, що найбільш повно відповідають вищезазначеним вимогам, а відтак належать до основних вогнегасних речовин є: вода (в різних видах), піна, інертні та негорючі гази, галогенопохідні вуглеводнів, спеціальні порошки, пісок. Ці речовини здійснюють, зазвичай, комбіновану дію на процес горіння. Так, вода охолоджує та ізолює (або розбавляє) джерело горіння; піна здійснює ізолювальну та охолоджувальну дію; порошки можуть інгібувати процес горіння та ізолювати тверді горючі речовини від зони полум'я. Однак для будь-якої вогнегасної речовини характерна основна (домінуюча) дія. Наприклад, вода здійснює, в основному, охолоджувальну дію на процес горіння, піна — ізолювальну, інертні та негорючі гази — розбавлювальну, галогеновуглеводні та порошки — інгібувальну.

До основних вогнегасних речовин відносяться:

Вода — найбільш розповсюджена, дешева та легкодоступна вогнегасна речовина. Потрапляючи в зону горіння, вона інтенсивно охолоджує речовини, що горять (теплопровідність води — 4,19-103 Дж/кгК), збиває своєю масою полум'я, змочує поверхню горючої речовини та, утворюючи водяну плівку, перешкоджає надходженню до неї кисню з повітря. Пара, що утворилася розбавляє повітря, знижуючи тим самим концентрацію кисню (1 л води при

випаровуванні утворює 1725 л пари). Для підвищення ефекту змочування та підвищення проникної здатності іноді у воду додають спеціальні добавки (наприклад, поверхнево- активні речовини). Для гасіння пожежі вода може застосовуватись у різних видах: компактними струменями; розпиленою та тонкорозпиленою, як водяна пара.

Вода у виді компактних струменів використовується для гасіння пожеж, що вже сильно розвинулись; пожеж на висоті; коли необхідно подати воду на великі відстані (до 50—70 м) чи надати їй значної ударної сили для відриву полум'я від ' матеріалу, що горить; для створення водяних завіс та охолодження об'єктів, що знаходяться поруч з осередком пожежі. Такий спосіб гасіння пожеж є простим та розповсюдженим, однак характеризується значними витратами води.

Розпиленими та тонкорозпиленими (краплинами менше 100 мкм) струменями води ефективно гасять тверді речовини і матеріали, горючі та навіть легкозаймисті рідини. При такому гасінні пожеж значно зменшуються витрати води, мінімально зволожуються та псуються матеріали, осаджується дим, створюються найбільш сприятливі умови для випаровування води, а відтак підвищення охолоджувального ефекту (при випаровуванні 1 л води поглинається близько 22 - 105 Дж теплоти) та розбавлення горючого середовища. Гасіння розпиленою та тонкорозпиленою водою має низку переваг (в першу чергу зменшуються витрати води) і тому в останні роки знаходить все ширше застосування.

Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 $м^3$ та невеликих пожеж на відкритих майданчиках та устаткуванні. Пар зволожує матеріали та предмети, а також розбавляє повітря, знижуючи тим самим концентрацію кисню в зоні горіння. Вогнегасна концентрація водяної пари в повітрі становить приблизно 30—35% за об'ємом.

Слід зазначити, що як вогнегасна речовина вода має також властивості, що обмежують область її застосування. Так, водою не можна гасити об'єкти, устаткування, що знаходяться під напругою, оскільки вода є

електропровідною. Вода вступає в хімічну реакцію з лужними, лужноземельними металами, їх карбідами в результаті чого виділяється значна кількість тепла та горючих газів, що може призвести до вибухів та збільшення пожежі. Не можна гасити водою легкозаймисті рідини, що мають меншу ніж у води густину (бензин, гас, толуол та ін.), оскільки вони спливають та продовжують горіти на поверхні води, збільшуючи тим самим осередок пожежі. По плівці ЛЗР, що розтеклася на поверхні води, пожежа може поширитись на значну відстань. Окрім того, вода може викликати значне псування деяких матеріалів, тому її не можна використовувати для гасіння цінного устаткування, бібліотек, музеїв і т. п.

Піна широко застосовується для гасіння легкозаймистих рідин, її вогнегасна дія полягає в тому, що покриваючи поверхню речовини, яка горить, вона обмежує доступ горючих газів та парів у зону горіння, ізолює речовину від зони горіння та охолоджує найбільш нагрітий верхній шар речовини. Для неперервного подавання піни при гасінні великих пожеж застосовуються спеціальні піноутворювальні апарати — стволи повітряно-пінні (СПП), піногенератори (ГПС). На практиці застосовують два види піни: хімічну (вогнегасники) та повітряно-механічну.

Хімічна піна отримується при взаємодії лужного та кислотного розчинів у присутності піноутворювача. Така піна складається із 80% вуглекислого газу, 19,7% води та 0,3% піноутворювальної речовини, її густина становить близько 0,2 г/см^3, кратність 5 (відношення об'єму піни до об'єму розчину, з якого вона утворена), стійкість до 40 хвилин. У зв'язку з високою вартістю компонентів, складністю отримання та організації пожежогасіння застосування хімічної піни в теперішній час обмежується.

Повітряно-механічна піна утворюється при механічному змішуванні повітря, води та піноутворювача. Частки цих компонентів становлять відповідно 90%, 9,4—9,8% та 0,2—0,6%. Повітряно-механічна піна буває низької кратності (до 10), середньої (10—200) та високої (більше 200). Її стійкість залежить від піноутворювача й становить до 20 хвилин, але зі

збільшенням кратності вона зменшується.

Інертні та негорючі гази, головним чином, вуглекислий газ та азот, знижують концентрацію кисню в осередку пожежі та гальмують інтенсивність горіння. Вогнегасна концентрація цих газів при гасінні пожежі в закритому приміщенні становить 30—35% до об'єму приміщення. Інертні та негорючі гази застосовуються, як правило, для гасіння легкозаймистих та горючих рідин, твердих речовин та матеріалів, устаткування під напругою, а також у випадках, коли застосування води чи піни не дає дієвого ефекту чи воно є небажаним з огляду на значні збитки (в музеях, картинних галереях, архівах, приміщеннях з комп'ютерною технікою тощо).

Найбільший ефект досягається при гасінні інертними та негорючими газами пожеж у замкнутих об'ємах, однак при цьому необхідно враховувати можливість токсичної дії на людей вуглекислого газу.

Вогнегасна дія **галогеновуглеводнів (хладонів)** полягає у хімічному гальмуванні реакцій горіння, шляхом розривання ланцюгових реакцій окислення, тому їх називають інгібіторами або антикаталізаторами. В порівнянні з вуглекислим газом вони є більш ефективними та завдяки змочуванню можуть застосовуватись для гасіння тліючих речовин та матеріалів. Нижче наведено деякігалогенопохідні вуглеводнів та їх вогнегасні концентрації у відсотках за об'ємом: бромистий метилен — 2,4%; йодистий метилен — 2,7%; тетрафтор-диброметан — 7,5%; бромистий етил — 8,6%; дихлормонофторметан — 9,5%. До недоліків галогеновуглеводнів можна віднести їх високу корозійну активність, токсичність та вартість. При використанні галогеновуглеводнів для гасіння пожежі необхідно дотримуватись правил безпеки. Зокрема, приведення в дію хладонових установок пожежогасіння допускається лише після евакуації людей із приміщення.

Вогнегасні порошки являють собою мілко подрібнені мінеральні солі з різними добавками, що протидіють злежуванню та утворенню грудок. Вони характеризуються високою вогнегасною спроможністю та універсальністю

щодо сфери застосування. Вогнегасні порошки можна використовувати для різноманітних способів пожежогасіння, в тому числі для інгібування та подавлення горіння вибухом. Розрізняють порошки загального та спеціального призначення. Основним компонентом порошка ПСБ є бікарбонат натрію (технічна сода); ПФ — діамоній фосфат; ПС — карбонат натрію; СН — сілікогель, насичений хладоном.

Вибір вогнегасної речовини залежить від класу пожежі. В таблиці 5.1 наведена класифікація пожеж відповідно до міжнародного стандарту ISO № 3941-2007 [3] , а також рекомендовані вогнегасні речовини.

Таблиця 5.1 – Класифікація пожеж та рекомендовані вогнегасні речовини

Клас пожежі	Символ класу пожежі	Характеристика горючих речовин та матеріалів або об'єкта, що горить	Рекомендовані вогнегасні речовини
A		Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір та ін.)	Всі види вогнегасних речовин (перш за все вода).
B		Горючі рідини або тверді речовини, які розтоплюються (нафтопродукти, спирти, стеарин, каучук, деякі синтетичні матеріали та ін.).	Розпилена вода, всі види, пін, порошки, речовини на основі галогеноалкідів.
C		Горючі гази (водень, ацетилен, вуглеводні та ін.)	Порошки; гази: інертні (азот, CO_2), галогеновуглеводні; вода (для охолодження)
D		Метали та їх сплави (.калій, натрій, алюміній, магній тощо).	Порошки (при спокійному подаванні на поверхню, що горить).
(E)		Устаткування під напругою	CO_2, хладони, порошки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Л.: Афіша, 2005. – 319 с.
2. Правила улаштування електроустановок: - К: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
3. ISO 3941 – 2007 Classification of fires . [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://www.iso.org/ru/standard/9586.html

РОЗДІЛ 6
ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА ПТАХІВНИЦТВА НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

6.1. Теоретична частина

Тваринницька ферма – це підрозділ сільськогосподарського підприємства будь-якої форми власності, який об'єднує поголів'я тварин того чи іншого виду, основні та допоміжні споруди та інвентар, необхідний для виробничої діяльності.

Тваринницькі ферми можуть бути племінні або товарні. Племінні ферми призначені для поліпшення існуючих виведення нових порід худоби і птиці. На товарних фермах виробляють різну тваринницьку продукцію: молоко, м'ясо, яйця, шерсть, що йде на задоволення потреб населення і промисловості.

Тваринницький комплекс – це велике спеціалізоване підприємство індустріального типу з виробництва м'яса, молока, яєць. Виробничий процес характеризується вузькою спеціалізацією, великим обсягом продукції, поглибленим поділом праці із застосуванням комплексної механізації і автоматизації. У птахівництві такі комплекси називають птахофабриками. У напрямку тваринництва можуть бути комплекси з виробництва молока, яловичини, свинини; за спеціалізацією та виробничою структурою – із закінченим виробничим циклом (спеціалізуються на виробництві одного- двох видів продукції) або певним етапом виробництва продукції (репродукція, дорощування, відгодівля), де здійснюється тільки частина технологічного процесу.

На території всіх тваринницьких ферм повинні бути побудовані допоміжні будівлі та споруди у вигляді сховищ, складів для кормів і продукції, гноєсховищ, кормоцехів, котелень і т.п.

Для створення нормальних зоологічних умов у тваринницьких приміщеннях застосовують різне санітарно-технічне обладнання: внутрішню

водопровідну мережу; вентиляційні пристрої, каналізацію, освітлення, опалювальні пристрої.

Каналізація призначена для самопливного видалення рідких екскрементів і брудної води з тваринницьких і виробничих приміщень. Каналізація складається з стічних канавок, труб, гноєзбірників. Конструкція та розміщення елементів каналізації залежать від типу будівлі, способу утримання тварин і прийнятої технології. Гноєсховища необхідні для тимчасового зберігання рідини. Обсяг їх визначають залежно від числа тварин, добової норми рідких виділень і прийнятого терміну зберігання.

Вентиляція призначена для видалення забрудненого повітря з приміщення та заміна його чистим. Згідно з існуючими в Україні стандартами, до уваги беруть основні забруднюючі атмосферу речовини: мікроорганізми, меркаптани (за метилмеркаптаном), амінии (за диметиламіном), аміак, сірководень, карбонові кислоти (за капроновою кислотою), карбонільні сполуки (за альдегідом пропіоновим), пил хутряний, сульфіди (за диметилсульфідом), феноли (за фенолом). Серед них до летких органічних сполук відносять: метилмеркаптан, диметиламін, капронову кислоту, фенол. Окремо слід виділити метан, адже він має найбільшу питому вагу серед загального об'єму викидів шкідливих речовин.

Щодо країн Європи, то законодавство ЄС не має регламентів щодо якості повітря відносно запаху. В Іспанії та Нідерландах, наприклад, є державне врегулювання, яке передбачає, що впродовж 98% годин у році концентрація запаху (odor units) не повинна перевищувати 5 OUE/м^3 (Іспанія) та 8 OUE/м^3 (Нідерланди, Regulation of Annoyance fron Odours and Livestock). В Англії та Німеччині немає вимог до емісії запаху – лише мінімальні відстані від його джерела до житлових об'єктів та об'єктів суспільного призначення (беруть до уваги вид тварин, систему утримання, систему годівлі).

Джерелами забруднення атмосферного повітря відтваринницьких ферм є:

- приміщення утримування тварин (системи витяжної вентиляції, торцеві отвори – ворота тощо);

- гноєсховища;
- системи транспортування гною;
- об’єкти приготування кормів;
- сховища сировини/кормів.

Негативний вплив птахівництва на оточуюче середовище проявляється в таких формах:

- забруднення наземних водоймищ, ґрунтів та ґрунтових вод твердими відходами (послід, підстилка, птиця, що загинула, відходи забою птиці тощо) та продуктами їх розкладу;

- забруднення атмосферного повітря викидами шкідливих газів (аміак, сірководень, метан, чадний газ, метилмеркаптан, диметиламін, диметилсульфід, кислота капронова, альдегід пропіоновий, фенол) та пилу (пуховий, комбікормовий), які утворюються в результаті життєдіяльності птиці, мікробіологічного розкладу посліду, підстилки та інших відходів;

- забруднення стічними водами промислових птахівничих комплексів, які насичені мінеральними і органічними речовинами, дезінфектантами, інсектицидами, лікарськими препаратами, нітратами тощо, що утворюються в процесі напування птиці, переробки продукції, прибирання приміщень, обладнання, зберігання та утилізації відходів;

- мікро- та макробіологічного забруднення довкілля (мікроорганізми, гельмінти, мухи тощо);

- вилучення території під птахівницькі підприємства та гноєсховища.

6.2. Розрахунок кількості викидів

Підприємства птахівництва є суттєвими джерелами надходжень метану NH_4 в атмосферне повітря. Цей газ відноситься до категорії парникових, викиди яких регулюються міжнародними угодами.

Питома кількість викидів залежить від кількості поголів’я та місця утворення : кішечна ферментація та прибирання, зберігання та використання

навозу. Відповідні чисельні значення наведені в [1].

Для курчат наявність аміаку характерна тільки для процесу прибирання, зберігання та використання навозу. Результати розрахунків кількості викидів метану наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок викидів метану від птахофабрики

Найменування тварин	Коефіцієнт викиду метану NH_4, кг/од. поголів'я	Чисельність тварин	Загальна кількість NH_4, кг
	Прибирання, зберігання та використання навозу		
Курчата	0,117	175 000	20 475

Безпосередньо від птахів в атмосферне повітря надходить низка речовин, перелік яких наведено в таблиці 6.2. Розрахунок середньорічної кількості всіх зазначених речовин здійснюється виходячи з питомої величини кожного викиду, який приходиться на 1 центнер живої маси. Для виконання розрахунків приймається, що маса 1 курки дорівнює 2 кг (0,02 ц.ж.м.).

Результати розрахунку кожного компоненту наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок викидів шкідливих речовин від курчат

№	Найменування забруднюючої речовини	Джерела виділення забруднюючих речовин в атмосферу			
		Курчата			
		Питомий викид, 10^{-6} г/с·1ц.ж.м	Ц.ж.м.	Чисельність тварин	Сумарний викид, г/с
1	Аміак	16	0,02	175 000	0,056
2	Сірководень	4,4			0,0154
3	Фенол	0,4			0,0014
4	Альдегід пропіоновий	2,2			0,0077
5	Кислота капронова	2,5			0,00875
6	Метилмеркаптан	0,4			0,0014
7	Диметилсульфід	3,8			0,0133
8	Диметиламін	8,8			0,0308
9	Пил пуховий	180			0,63

ЛІТЕРАТУРА

1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря з різними виробництвами. Том III [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/tom_1.pdf