

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Личко Б.М.

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка системи тепlopостачання двоповерхової пекарні з вбудованим магазином площею 400 м² в м. Миколаєві

Виконав: студент групи 4247зст


(підпис)

Плужник Я.В.

Керівник роботи:

канд.техн.наук, доцент кафедри ЕСЕУ та ТЕ
(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Шапвалов Ю.О.

м. Миколаїв – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетика
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
Освітня програма «Теплоенергетика»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

Шоповалов Юрій
(підпис) Шоповалов Ю.О.
«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студентки

Плужник Яни Валеріївни
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи теплопостачання двоповерхової пекарні з вбудованим магазином площею 400 м² в м. Миколаєві

Керівник роботи Шоповалов Юрій Олександрович, канд.техн.наук,
доцент кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Затверджено розпорядженням МННІ НУК № __ від «__» _____ 2025 року

2. Термін подання студентом роботи до розгляду на кафедрі _____

3. Вихідні дані до роботи Джерело теплопостачання - вбудована котельня з двома котлами КЧМ-3М. Теплоносій – вода з параметрами 95-70°C.
Креслення і характеристика будівлі

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів).

1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання. Вимоги ДБНУ до систем.
2. Розробка системи водяного опалення.
3. Розробка систем вентиляції. Підбір вентиляційного устаткування. Аеродинамічний розрахунок припливної і витяжної механічної системи вентиляції.
4. Розробка системи гарячого водопостачання. Розробка пластинчастого теплообмінника
5. Розробка питань з охорони праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. Генеральний план
2. Розташування систем гарячого і холодного водопостачання та каналізації
3. Система опалення та гарячого водопостачання
4. Система вентиляції
5. Теплообмінний апарат

6. Консультанти розділів роботи

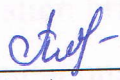
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «__» _____ 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

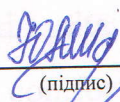
Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання		
2	Розробка системи водяного опалення		
3	Розробка системи вентиляції		
4	Розробка системи ГВП		
6	Розробка заходів з охорони праці		
7	Графічна частина		

Студентка


(підпис)

Плужник Я.В.

Керівник роботи


(підпис)

Шаповалов Ю.О.

Анотація

У кваліфікаційній роботі розроблено систему водяного опалення та припливно-витяжної вентиляції для двоповерхової пекарні з вбудованим магазином площею 400 м² в умовах помірного клімату. На основі теплотехнічного аналізу огорожувальних конструкцій та розрахунків теплових втрат визначено теплове навантаження на систему. Запропоновано схему опалення з верхньою і нижньою розводкою трубопроводів, підібрано радіатори, насосне та допоміжне обладнання. Розроблено трьохгілкову систему механічної вентиляції з місцевими відсмоктувачами та калориферами.

Робота відповідає вимогам сучасного енергоефективного будівництва та може бути використана для аналогічних об'єктів харчової промисловості.

Ключові слова: пекарня, водяне опалення, вентиляція, теплові втрати, калорифер, циркуляційний насос, тепловий баланс, енергоефективність.

Abstract

This qualification project presents the design of a water heating and mechanical ventilation system for a two-story bakery with a built-in store with an area of 400 m² located in a temperate climate region. Based on a thermal analysis of the building envelope and calculated heat losses, the heating demand was assessed. A two-pipe heating system with forced circulation was selected, including cast iron radiators, pumps, and expansion tanks. Three ventilation branches were developed with local exhausts and air heaters (calorifiers). All calculations and equipment selections comply with current Ukrainian construction and sanitary standards.

The system ensures comfortable working conditions and can be applied to similar industrial facilities in the food processing sector.

Keywords: Bakery, water heating, ventilation, heat loss, calorifier, circulation pump, thermal balance, energy efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ. ВИМОГИ ДБН УКРАЇНИ ДО СИСТЕМ.....	
1.1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання. Плани об'єкту та ескізи приміщень.....	
1.2. Технологічні системи та системи життєзабезпечення пекарні.....	
1.3. Загальні вимоги ДБНУ до систем теплопостачання.....	
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ.....	
2.1. Визначення величини опору теплопередачі огорожень приміщень	
2.2. Визначення втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.....	
2.3 Визначення надходжень теплоти у приміщення.....	
2.4. Складання теплового балансу. Визначення теплової потужності системи опалення.....	
2.5. Визначення питомої втрати теплоти на опалення приміщень.....	
2.6. Вибір та обґрунтування типу системи опалення та опалювальних приладів.....	
2.7. Розрахунок площі поверхонь опалювальних приладів для всіх приміщень. Вибір зразків і кількості опалювальних приладів.....	
2.8. Розробка аксонометричної схеми системи опалення.....	
2.9. Розрахунок головного циркуляційного кільця.....	
2.10. Розрахунок ємності розширювального баку.....	
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	
3.1. Визначення необхідного повітрообміну.....	
3.2. Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи.....	

3.3. Підбір вентиляційного обладнання	
3.4. Розрахунок припливної вентиляції для системи П – 1.....	
3.5. Підбір калориферів для системи вентиляції.....	
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	
4.1. Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання.....	
4.2. Розробка пластинчастого теплообмінника.....	
4.2.1. Конструкція та основні елементи пластинчастого теплообмінного апарата.....	
4.2.2. Тепловий розрахунок пластинчастого теплообмінного апарата.....	
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	
5.1. Загальні питання охорони праці.....	
5.2. Класифікація небезпечних та шкідливих факторів.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ВСТУП

Муніципальна теплоенергетика забезпечує міста та населені пункти енергетичними та матеріальними ресурсами – електричною та тепловою енергією, водою та паливом, раціональний їх розподіл та економне використання. Енергозабезпечення населених місць значно впливає на формування і розвиток їх виробництва, на вирішення проблем, пов'язаних з утворенням найбільш сприятливих умов для життя населення.

До засобів виробництва та розподілу енергії в містах належать електростанції та котельні, насосні та компресорні станції, системи електропостачання, тепlopостачання, водопостачання та каналізації. До споживачів енергії належать житлові будинки, підприємства та установи комунально-побутового обслуговування та господарства, установи освіти, охорони здоров'я і культури, адміністративно-господарські установи.

Слід визначити, що у більшості випадків енергію не можна акумулювати на значний час, тому що вона або як тепла прагне розсіятись у навколишньому середовищі, або як електрична повинна бути використана відразу ж після отримання. Для підвищення ефективності роботи виробники енергії повинні працювати без різких накидів або скидання потужності, а графік їх роботи повинен відповідати споживанню енергії та ресурсів. Тому виникає ряд задач щодо оптимізації параметрів і роботи систем енергопостачання, підвищення надійності і економічності живлення споживачів усіма видами енергії і ресурсів. А також питання проектування, монтажу, налагодження та експлуатації систем енергопостачання міст, промислових підприємств, житлових та громадських будівель, об'єктів міського господарства.

Життєзабезпечення об'єктів цивільної інженерії - це важлива соціально орієнтована ланка економіки країни, багатогалузевий господарський комплекс, до складу якого входять тепlopостачання, водопостачання та водовідведення, газопостачання, електропостачання тощо.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розробка технологічних систем та систем життєзабезпечення є важливою задачею, вирішення якої є необхідною для створення комфортних умов для працівників пекарні.

Одним з основних елементів будь-якої системи тепlopостачання є теплообмінні апарати. У сучасних системах тепlopостачання на зміну традиційним кожухотрубним теплообмінникам прийшли пластинчасті теплообмінники. Перевагою пластинчастих теплообмінників є їх значна поверхня нагріву при невеликих габаритах у порівнянні з традиційними кожухотрубними. Іншими словами, при однаковій тепловій потужності, габарити трубчастого теплообмінника більше ніж пластинчастого. Також існують ще два непрямі позитивних чинники: мала металоемність, а значить і мала вага теплообмінника, і малі розміри приміщення, необхідного для його установки. Безумовно, більш компактний і легкий пристрій легше змонтувати в порівнянні з більш важким і громіздким. Тому при термомодернізації існуючого будинку питання заміни фізично зношеного та морально застарілого теплообмінного устаткування частіше вирішується за допомогою пластинчастих теплообмінників.

Мета роботи: розробка системи тепlopостачання двоповерхової пекарні з вбудованим магазином площею 400 м² в м. Миколаєві.

Завдання: розробити систему водяного опалення, вентиляції та ГВП для двоповерхової будівлі пекарні, яка забезпечить нормативні параметри мікроклімату, енергоефективність та відповідність чинним санітарно-гігієнічним і будівельним нормам.

Об'єкт розробки: Двоповерхова будівля пекарні з вбудованим магазином, яка працює у двозмінному режимі з продуктивністю до 1000 кг хлібобулочних і кондитерських виробів за зміну. Підприємство розташоване в місті Миколаєві.

Предмет розробки:

Розробка системи тепlopостачання включає:

- систему водяного опалення з нижньою та верхньою розводкою;
- систему гарячого водопостачання;

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- систему припливно-витяжної вентиляції з місцевими відсмоктувачами;
- вибір і розрахунок опалювальних приладів, насосів, вентиляційного і теплотехнічного обладнання.

Методи розробки:

В процесі розробки системи теплопостачання для двоповерхової будівлі пекарні були застосовані наступні інженерно-технічні методи:

1. Теплотехнічні розрахунки — виконано згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 для визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, теплових втрат через стіни, вікна, перекриття, а також інфільтраційного повітря.

2. Гідравлічні розрахунки — застосовано для визначення теплового навантаження, вибору діаметрів трубопроводів, визначення втрат тиску, циркуляційного кільця та підбору циркуляційного насоса згідно з ДБН В.2.5-67:2013 та методикою гідравлічного балансування систем.

3. Аеродинамічні розрахунки вентиляційних систем — проведені з урахуванням ДСТУ EN 12599:2018 для визначення необхідної витрати повітря в кожному приміщенні, втрат тиску в повітроводах і підбору вентиляторного обладнання.

4. Енергетичні розрахунки — здійснено визначення питомих теплових втрат будівлі, що дозволило забезпечити відповідність енергоефективності нормативам, а також виконати розрахунок теплового навантаження калориферів системи вентиляції.

5. Розрахунок теплового балансу приміщень — враховано надходження теплоти від людей, технологічного обладнання, освітлення відповідно до методики з ДБН В.2.5-67:2013.

6. Проєктні методи — застосовано типові проєктні рішення та аксонометричне моделювання систем опалення і вентиляції з урахуванням нормативних вимог ДБН В.2.5-67:2013, ДБН В.2.5-64:2012, ДСТУ Б В.2.5-38:2008.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

7. Нормативно-аналітичний метод — всі рішення приймалися згідно з вимогами чинних будівельних, санітарно-гігієнічних і пожежних норм, що забезпечує безпечну та ефективну експлуатацію систем.

Одержані результати:

Визначено загальні теплові втрати будівлі та складено тепловий баланс.

Обґрунтовано вибір двотрубною горизонтальною системою опалення з примусовою циркуляцією.

Підібрано чавунні радіатори MC-140M-500, насоси Grundfos UPS 32-80, розширювальний бак.

Сконструйовано систему вентиляції із трьома витяжними гілками загальною витратою повітря понад 2100 м³/год.

Запропоновано калориферну систему припливного повітряного опалення.

Всі розрахунки відповідають нормативним документам ДБН та ДСТУ.

Практичне значення роботи

Практичне значення виконаної роботи полягає в розробці сучасної, енергоефективної та технічно обґрунтованої системи опалення і вентиляції для будівлі пекарні, яка забезпечує стабільний мікроклімат у виробничих і адміністративних приміщеннях. Запропоновані рішення враховують особливості режиму роботи підприємства, теплові надходження від технологічного обладнання та потреби в локальній витяжці. Проєкт може бути впроваджений на аналогічних підприємствах харчової промисловості або використаний як типова інженерна модель для малих і середніх виробничих об'єктів. Рациональне компонування обладнання та оптимізація повітрообміну дозволяють зменшити експлуатаційні витрати та підвищити рівень безпеки і комфорту праці.

Новизна одержаних результатів

Новизна роботи полягає в комплексному підході до проєктування опалювально-вентиляційної системи для об'єкта харчової промисловості з урахуванням зонального теплового навантаження, режимів роботи виробничих ділянок та ін-

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

фільтраційних втрат. Для об'єкта з малою площею реалізовано комбінацію двотрубного водяного опалення з розгалуженою системою витяжної вентиляції, оснащеної місцевими відсмоктувачами й калорифером у припливному каналі. Проведено повну оцінку теплових і повітряних балансів, а також аеродинамічне оптимізування вентиляційної системи відповідно до фактичних навантажень у виробничих зонах. Застосовані рішення підвищують адаптивність системи до змін умов експлуатації без втрати енергоефективності.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Плужник Я.В.						
Керівник		Шаповалов Ю.О						
Консульт.						НУК		

**РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО
РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ПЛАНИ ОБ'ЄКТУ
ТА ЕСКІЗИ ПРИМІЩЕНЬ. ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ
РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ. ВИМОГИ ДБН УКРАЇНИ ДО СИСТЕМ**

1.1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання. Плани об'єкту та ескізи приміщень

Об'єктом, для якого розробляється система теплопостачання, є двоповерхова будівля пекарні з вбудованим магазином площею 400 м² у м. Миколаєві.

Схему генерального плану під будівництво пекарні розроблено відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» і норм ВНТП 02-85 «Норми технологічного проектування підприємств хлібопекарської промисловості».

Будівля двоповерхова. Висота від підлоги до низу конструкцій покриття 3,0 та 4,2 м. Пекарня відноситься до другого класу споруд, ступінь вогнестійкості і довговічності - II, по ступеню пожежної небезпеки – категорія Д, В.

Архітектурний вигляд будівлі визначається її призначенням і об'ємно-планувальними рішеннями, функціональним призначенням окремих частин будівлі. Зовнішні стіни будівлі фанеровані лицьовою цеглою. Окремі частини фасадів штукатуряться цементним розчином на білому портландцементі з додаванням мармурової крихти. Цоколь обштукатурюється кам'яною штукатуркою з нарізкою рустів. У внутрішній обробці застосовується забарвлення стін і стель і облицювання глазурованою плиткою згідно відомості обробки приміщень даного проекту. Внутрішні двері і підвіконня фарбуються масляною фарбою білого кольору.

У конструктивному плані будівля вирішена по жорсткій схемі із зовнішніми і внутрішніми стінами. Фундаменти під стіни – стрічкові збірні з бетонних блоків по ДСТУ Б.В.2.6-108:2010. Прогони збірні залізобетонні. Плити покриття і перекриття – збірні залізобетонні багатопустотні і заздалегідь напружені ребристі. Козирки входів – збірні залізобетонні. Перемички – збірні залізобетонні. Плити ка-

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

нальні – збірні залізобетонні. Стіни зовнішні з повнотілої глиняної цегли пластичного пресування по ДСТУ Б В.2.7-61:2008 марки 75МРЗ 25 на цементно-вапняному розчині марки 25. Внутрішні стіни і перегородки – з повнотілої глиняної цегли пластичного пресування марки 75 на цементно-вапняному розчині марки 25.

Крівля плоска, рулонна з чотирьох шарів руберойду із захисним шаром гравію втопленого в бітумну мастику. Варіант крівлі – скатна, шиферна по ДСТУ Б В.2.7-53:2014. Утеплювач пінобетон об'ємною вагою 4 кН/м³, завтовшки відповідно до температури повітря. Підлоги – згідно призначення приміщень. Віконні отвори заповнюються дерев'яними блоками. По периметру будівлі влаштовується асфальтове покриття шириною 750 мм. Дерев'яні конструкції антисептуються і антипірируються з поглинанням солей деревиною з розрахунку не менше 75 кг/м³. Металеві вироби пофарбувати масляною фарбою в два шари. Металеві монтажні деталі пофарбовані двома шарами ДСТУ 12.2.061:2009.

Виробнича потужність пекарні визначається з продуктивності печі та умовного асортименту.

Виробнича потужність пекарні складає 1000 кг на зміну хлібобулочних та кондитерських виробів.

Пекарня працює в дві зміни при шестиденному робочому тижні. Кількість робочих днів в році – 320. Штат пекарні – 20 чоловік.

Короткий опис технологічного процесу

Доставка борошна здійснюється автомашинами - борошновозами;

Зберігання борошна: 1 – в мішках, 2 – навалом; приготування тіста на великих густих опарах в підкатних діжках. Випічка хлібобулочних виробів - в печі РЗ-ХПГ, випічка кондитерських виробів - в печі ШПЕСМ-3. Зберігання готової продукції - в контейнерах.

Мийка інвентарю здійснюється в спеціально відведеному приміщенні, де встановлені мийні ванни ВМСМ-1.

Для проведення технохімічного контролю технологічного процесу виробництва передбачена лабораторія.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У кондитерському цеху встановлено необхідне устаткування для вироблення широкого асортименту виробів. Продаж кондитерських і хлібобулочних виробів передбачений в магазині при пекарні.

У торговельному залі магазину встановлено два автомати для продажу хліба, один - для кондитерських виробів. Вживана технологія і технологічне устаткування є прогресивними і відповідають новітнім досягненням науки і техніки. Для розвантаження машин передбачена платформа. Горизонтальне переміщення сировини проводиться ручними вантажними візками, пересувними контейнерами, транспортувальними піддонами.

Схема генерального плану передбачає нормований відсоток забудови, впорядкування і озеленення ділянки, на якій передбачений майданчик з твердим покриттям для зберігання відходів і сміття в закритих контейнерах. Передбачені поливальні крани. Скидання каналізації передбачене в закриту мережу. У зв'язку з відсутністю в повітрі витяжних систем шкідливих газів і домішок спеціальні пристрої по очищенню повітря не передбачаються. Заходи щодо забезпечення допустимих рівнів шуму від працюючого устаткування передбачені у відповідних розділах робочої документації.

Товщина теплоізоляційного шару покриття, склад і товщина зовнішніх цегляних стін приймається залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря [7].

На об'єкті прийнята бригадна форма організації праці, представлена однією бригадою з п'яти чоловік по виробництву хлібобулочних виробів. Вихід на роботу зі змінним графіком. Тривалість робочого тижня – 41 година. На виробництві широко використовується сполучення професій і взаємозамінність робітників. Впровадження бригадного госпрозрахунку базується на застосуванні науково-обґрунтованого планування роботи бригади, обліку й зіставлення всіх видів витрат виробництва із планового й нормативного, матеріального стимулювання колективу бригади за збільшення випуску продукції, підвищення якості й економію всіх видів матеріальних ресурсів.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Витрата електроенергії для тарного зберігання борошна – 334,8 тис. кВт·год/рік.

Витрата гарячої води – 346,52 м³/рік.

Витрата холодної води – 955,85 м³/рік.

1.2. Технологічні системи та системи життєзабезпечення пекарні

Система теплопостачання

Теплопостачання пекарні здійснюється від вбудованої топкової з двома котлами КЧМ-3М, що працюють на твердому паливі або газі. Передбачена установка водоводяного підігрівача гарячого водопостачання ПІЗ-4-05, установка мережних насосів (один – робочий, другий – резервний), установка лічильника-витратоміру. Теплоносій для системи опалення – вода з параметрами 95-70°C; система опалення однотрубна з нижньою розводкою. Нагрівальні прилади-конвектори типу «Універсал» (у побутових приміщеннях і магазині) і гладкі труби (у приміщеннях категорії В).

Приготування гарячої води з температурою 60°C на потреби гарячого водопостачання проводиться у водоводяному підігрівачі.

Система вентиляції

Вентиляція пекарні прийнята припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Від частини технологічного устаткування запроєктовані місцеві відсмоктування. У приміщенні обробки кондитерських виробів передбачено кондиціонування. Повітрообмін визначений з розрахунку боротьби з тепловиділеннями і по кратності згідно діючих норм.

Системи водопостачання та каналізації

Водопостачання здійснюється від зовнішніх мереж водопроводу.

Норми витрати води прийняті відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

У будівлі передбачається одне введення водопроводу. Мережі прийняті із сталевих легких водопровідних оцинкованих труб по ДСТУ 8936:2019.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Скидання стоків здійснюється в зовнішню мережу каналізації. У будівлі запроектовані роздільні мережі побутової і виробничої каналізації. Внутрішні мережі каналізації прийняті із чавунних каналізаційних труб діаметром 50-100мм по ДСТУ Б.В.2.5-25:2005. Вентиляція мережі здійснюється через каналізаційний стояк що виводиться вище за крівлю на 0,3м.

Система електропостачання

Електропостачання пекарні здійснюється від місцевих мереж 0,4кВ по ТУ енергозберігаючої організації. Кількість введень в будівлю – одне, тип введення – кабельне. Для пожежних насосів передбачається два кабельні введення від двох джерел живлення.

Розрахункові навантаження визначені по методу коефіцієнта попиту. Розрахунок здійснюється по методу питомої потужності і коефіцієнта використання. Передбачені наступні види освітлення: робоче, евакуаційне – напругою 220В; ремонтне – 36 В.

Основне електроустаткування: щити розподільні, щити освітлювальні. В цілях підвищення пожежної безпеки передбачено: централізоване і автоматичне відключення вентиляції при пожежі; виключення транзиту мереж через пожежо-небезпечні зони; загальне відключення електроспоживачів складських пожежонебезпечних приміщень єдиним відмикаючим пристроєм, розташованим поза складом з пристосуванням для пломбування.

Автоматизації підлягають: лінія подачі борошна, що складається з двох вібророзвантажувачів, виробничих бункерів, гвинтового конвеєра, просіювача; рециркуляційна заслінка і припливна вентиляція; пожежні насоси; топкова, яка складається з двох котлів КЧМ-3М, що працюють на твердому паливі або на газі, двох мережевих насосів.

Для розміщення електроапаратури передбачені щити. Прокладка електропроводки виконана на скобах по стінах.

Передбачається виконання блискавкозахисту по I II категорії шляхом укладання блискавкоприймальної сітки під шар утеплювача.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Передбачається охороно-пожежна сигналізація. Охороно-пожежну сигналізацію слід розглядати як варіант, який уточняється при прив'язці проєкту відповідно до технологічних умов органів відомчої охорони і Держпожежнагляду.

Система протипожежного захисту

Будівля пекарні відповідно до ДБН В.2.2-28-2010 відноситься по вибухопожежній і пожежній небезпеці до категорії «Д», «В» по ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» клас будівлі II, ступінь вогнестійкості – II. Протипожежні заходи виконуються згідно вимогам ПУЕ-87 і правилам пожежної безпеки.

Прийняті в роботі планувальні і конструктивні рішення забезпечують у разі виникнення пожежі безпечну евакуацію людей зі всіх приміщень.

Внутрішня обробка пожежонебезпечних приміщень прийнята з матеріалів, що не згорають, внутрішні двері пожежонебезпечних приміщень прийняті протипожежними.

Будівля пекарні згідно ДБН В.1.1-7:2016 обладнана внутрішнім протипожежним водопроводом. Зовнішнє пожежогасіння вирішується від місцевих водопровідних мереж, обладнаних гідрантами або від двох пожежних резервуарів ємністю по 50 м³ кожен.

1.3. Загальні вимоги ДБНУ до систем теплопостачання

У будівлях слід передбачати технічні рішення, які забезпечують:

- а) нормовані параметри мікроклімату та концентрацію шкідливих речовин у повітрі зони обслуговування приміщень житлових будинків, громадських будівель і споруд, будівель адміністративного та побутового призначення згідно з санітарно-епідеміологічними вимогами та відповідно до ДБН В.2.5-67:2013;
- б) нормовані параметри мікроклімату та концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень у будівлях будь-якого призначення згідно з санітарно-гігієнічними вимогами до мікроклімату виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042-99;

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

в) нормовані рівні шуму та вібрацій від роботи обладнання та систем опалення і ДБН В.2.5-67:2013 19 регулювальної арматури, приладів і деталей, різних з'єднань для огляду, технічного обслуговування та заміни, налагодження;

Опалювально-вентиляційне обладнання, повітроводи, трубопроводи та теплоізоляційні конструкції повинні відповідати вимогам нормативних документів.

При реконструкції, капітальному ремонті, модернізації або технічному переоснащенні виробничих підприємств, житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель допускається застосовувати при технічному та економічному обґрунтуванні існуючі системи опалення та внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування та охолодження повітря або окремі їх елементи, якщо вони відповідають вимогам ДБН В.2.5-67:2013.

При проєктуванні та будівництві систем опалення та внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування для виконання вимог безпечної експлуатації слід передбачати наступне.

Системи необхідно проєктувати з урахуванням вимог безпеки, що встановлені у документах органів державного нагляду, а також згідно з інструкціями підприємств – виробників обладнання, арматури та матеріалів, якщо вони не суперечать вимогам ДБН В.2.5-67:2013.

Температуру теплоносія для систем опалення та внутрішнього теплопостачання, повітрянагрівачів припливних установок, кондиціонерів, повітряно-теплових завіс тощо слід приймати не менше ніж на 20 °С нижче за температуру самозаймання речовин, які знаходяться в приміщенні, і не більше максимально допустимої, а також не більше зазначеної в технічній документації на обладнання, арматуру та трубопроводи ДБН В.2.5-67:2013.

Температура поверхні доступних частин опалювальних приладів, у тому числі панелей, та трубопроводів систем опалення не повинна перевищувати максимально допустиму.

Інтенсивність теплового опромінення при променевому опаленні та нагріванні газовими або електричними інфрачервоними випромінювачами в залежності

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ті від температури повітря у виробничих приміщеннях не повинна перевищувати допустимих норм, що встановлені в ДСН 3.3.6.042-99.

Теплову ізоляцію опалювально-вентиляційного обладнання, трубопроводів систем внутрішнього тепlopостачання, повітроводів, димовідводів та димоходів необхідно передбачати: для запобігання опікам; для забезпечення тепловтрат менше допустимих; для виключення конденсації вологи; для виключення замерзання теплоносія у трубопроводах, що прокладені в неопалюваних приміщеннях або в приміщеннях, які штучно охолоджуються. Теплоізоляційні конструкції треба повинні відповідати ДБН В 2.6-31:2016.

Гарячі поверхні опалювально-вентиляційного обладнання за трубопроводів, повітроводів, димовідводів та димоходів, що розташовані в приміщеннях, де вони створюють небезпеку займання газів, пари, аерозолів або пилу, необхідно ізолювати, передбачаючи температуру на поверхні теплоізоляційної конструкції не менше ніж на 20 °C нижче за температуру їх самозаймання відповідно ДБН В.2.5-67:2013. Опалювально-вентиляційне обладнання, трубопроводи та повітроводи не слід розташовувати в зазначених приміщеннях, якщо відсутня технічна можливість зниження температури поверхні теплоізоляції до вказаного рівня.

Прокладання або перетинання в одному каналі трубопроводів внутрішнього тепlopостачання, опалення та охолодження з трубопроводами горючих рідин, пари та газів з температурою спалаху пари 170 °C і менше або корозійно-активної пари та газів не допускається.

У системах повітряного опалення температуру повітря на виході із повітро-розподільників слід приймати не менше ніж на 20 °C нижче за температуру самозаймання газів, пари, аерозолів та пилу, що виділяються у приміщенні, а також не вище 70 °C за умови забезпечення заданої температури та швидкості руху повітря на вході струменя в робочу зону або в зону обслуговування. Температуру повітря, яке подають повітряно-тепловими завісами, потрібно приймати не вище ніж 50 °C біля зовнішніх дверей та не вище ніж 70 °C біля зовнішніх воріт та прорізів.

Відстань від поверхні трубопроводу з теплоносієм температурою вище ніж 105 °C до поверхні конструкцій з горючих матеріалів слід приймати не ДБН В.2.5-

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

67:2013 менше ніж 100 мм; при меншій відстані слід передбачати їх теплову ізоляцію з негорючих матеріалів.

У системах водяного опалення та внутрішнього теплопостачання необхідно застосовувати засоби безпеки від перевищення максимально допустимої температури та максимально допустимого тиску.

Для систем водяного опалення та внутрішнього теплопостачання слід передбачати заходи, що запобігають закипанню води.

Трубопровідні системи опалення та внутрішнього теплопостачання, охолодження повинні витримувати без руйнування та втрати герметичності випробування під тиском. Пробний тиск при гідравлічному випробуванні трубопровідної системи не повинен перебільшувати граничного пробного тиску для застосованих у системі опалювальних приладів або приладів охолодження, обладнання, арматури та трубопроводів. Гідравлічне випробування трубопровідних систем слід виконувати за позитивної температури повітря у будівлі.

Випробування систем вентиляції та кондиціонування повітря громадських та адміністративно-побутових будівель на етапі здавання їх в експлуатацію слід виконувати відповідно до ДСТУ EN 12599.

Висновки: в роботі стоїть завдання розробити систему теплопостачання двоповерхової будівлі пекарні з вбудованим магазином площею 400 м²: системи гарячого водопостачання, опалення, припливної та витяжної вентиляції. Системи повинні бути розроблені таким чином, щоб параметри робочого середовища відповідали санітарно-гігієнічним нормам.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					Розробка системи водяного опалення	Літ.	Арк.
Студент		Плужник Я.В.					Аркушів
Керівник		Шаповалов Ю.О					
Консульт.						НУК	

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

2.1. Визначення величини опору теплопередачі огорожень приміщень

Втрати теплоти розраховуємо через зовнішні огороження приміщень і внутрішні, якщо перепад температур у суміжних приміщеннях перевищує 5°C.

Приводимо приклад розрахунку теплового балансу приміщення 101, яке виконує роль приймальні.

Зовнішня стіна з одним вікном.

Висота стіни приймається як сума висоти приміщень і перекриття 4,7+0,2=4,9 м;

ширина 3,9+0,435+0,05=4,385 м;

площа стіни 4,9х4,385=21,5 м²;

площа вікна 1,5х2,0=3,0 м²; площа стіни 1 з урахуванням площі вікон $F_{cm1}=21,5-3,0=18,5\text{ м}^2$.

Аналогічно визначаємо площі іншої зовнішньої стіни: $F_{cm2}=35,25\text{ м}^2$.

Для зовнішніх стін тепловий потік послідовно долає опір теплообміну на внутрішній поверхні стіни R_b , матеріалів шарів огороження R_i та опір зовнішньої поверхні R_n , тому опір теплопередачі цегляних стін визначаємо за формулою [16]:

$$R_{0\text{ст}} = R_b + \sum R_i + R_n, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт};$$

$$\text{де } R_b = \frac{1}{\alpha_b} = \frac{1}{8,7} = 0,115 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт};$$

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{23} = 0,0435 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт};$$

$$\sum R_i = \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{\delta_{um}}{\lambda_{um}} = \frac{0,005}{52} + \frac{0,140}{0,29} + \frac{0,02}{0,814} = 0,83 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт},$$

де α_b – коефіцієнт теплопередачі матеріалу $\alpha_b=8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (тепловий потік від внутрішнього повітря до внутрішньої поверхні стіни);

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

α_n – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні огороження до зовнішнього повітря $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Для зовнішніх стін, $k_{ст} = \frac{1}{R_{cm}} = 1,011 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; коефіцієнт тепловіддачі для вікон $k_{вік} = 1,72 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

2.2. Визначення втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу

Теплові втрати через зовнішні огороження :

$$Q_{ог} = \sum_{s=1}^m k_i F_i (t_{вн} - t_{пз}) \cdot (1 + \sum \beta_i) \cdot n_i =$$

$$= (1,011 \cdot (18,5 + 33,25) + 1,72 \cdot 3 + 2 \cdot 2,6) \cdot (18 - (-19)) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1 + 0,05) = 3248,35 \text{ Вт},$$

де k_i – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

F_i – площа поверхні окремих зовнішніх конструкцій, м^2 ;

$t_{вн}$ – температура всередині приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

t_n^B – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

n_i – коефіцієнт, за допомогою якого урахуємо зниження різниці температур, яка залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

Для спрощення розрахунків об'єднуємо приміщення, які мають однакову температуру повітря, а також знаходяться близько одне від одного, додаткові $(1 + \sum \beta_i)$ враховують β_1 – вплив орієнтації приміщення за сторонами світу; β_2 – на проникність повітря у приміщення з двома зовнішніми стінами; β_3 – на розрахункову температуру зовнішнього повітря; β_4 – на підігрів холодного повітря, що надходить через зовнішні двері без повітряних завіс.

Загальні результати зведені в таблицю 2.1.

Теплові втрати на підігрів повітря, що інфільтрується у приміщення, визначаємо за методикою, наведеною у ДБН В 2.5-67:2013.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{інф}} = 0,28 \sum G_{\text{інф}} c(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{б}}) \cdot k$$

де $\sum G_{\text{інф}}$ – витрати повітря, що інфільтрується через конструкції, кг/с;

c – теплоємність повітря (приймається $c = 1$ кДж/(кг·К));

k – коефіцієнт, приймаємо значення 0,7...1,0 залежно від умов проходження теплового потоку у приміщенні. $Q_{\text{інф}}$ приймаємо по більшому значенню, отриманому при розрахунку, за вищенаведеною формулою.

$$\sum G_{\text{інф}} = \frac{0,21 \cdot \sum \Delta p_1^{0,67} \cdot A_1}{R_1} + \frac{\sum \Delta p_2^{0,5} \cdot A_2}{R_2},$$

де Δp – різниця тисків повітря на зовнішніх і внутрішніх поверхнях відповідно вікон та зовнішніх дверей;

A_1 і R_1 – відповідно площа вікон, м^2 , та опір проникненню повітря через них, $(\text{м}^2 \cdot \text{год})/\text{кг}$, аналогічно A_2 і R_2 .

$$\sum G_{\text{інф}} = 31,53 \text{ кг/год.}$$

$$Q_{\text{інф}} = 0,28 \sum G_{\text{інф}} c(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{б}}) \cdot k = 0,28 \cdot 31,58 \cdot 1 \cdot (18 - (-19)) \cdot 1 = 326,62 \text{ Вт.}$$

Аналогічно розраховуємо всі приміщення, результати заносимо до табл. 2.1.

2.3. Визначення надходжень теплоти у приміщення

Надходження теплоти у приміщення визначаються за наведеною формулою:

$$Q_{\text{над}} = Q_{\text{пп}} + Q_{\text{ел ос}} + Q_{\text{ел об}} + Q_{\text{пр об}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{м}} + Q_{\text{ср}}$$

Теплота надходжень у приміщення від електричного освітлення

$$Q_{\text{ел ос}} = N_{\text{ел ос}} k,$$

де $N_{\text{ел ос}} = \sum N_{i \text{ел ос}} n_i$ – загальна потужність освітлювальних приладів, кВт;

$N_{i \text{ел ос}}$ – потужність одного освітлювального приладу, кВт;

n_i – кількість приладів у приміщенні однієї потужності, шт.;

k – коефіцієнт, що враховує кількість переданої теплоти від освітлювальних приладів у приміщення.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Теплота надходжень у приміщення від людини [16]:

$$Q_{\text{л}} = \sum Q_{\text{л}i} n_i = \sum \beta_i \beta_{\text{од}} (2,5 + 10,3 \sqrt{V_{\text{п}}}) \cdot (35 - t_{\text{вн}}) \cdot n_i$$

де $\beta_i, \beta_{\text{од}}$ – коефіцієнти, що враховують інтенсивність праці та захисні якості одягу працівника відповідно;

$V_{\text{п}}$ – рухомість повітря в приміщенні, м/с;

$t_{\text{вн}}$ – температура у приміщенні, °C;

$n_i=5$ - кількість людей у приміщенні.

Приймаємо: $\beta_{\text{р}}=1$; $\beta_{\text{од}}=0,65$; $v_{\text{в}}=0,1$ м/с; $t_{\text{вн}}=18$ °C; $k=0,95$

$$Q_{\text{л}} = \sum Q_{\text{л}i} n_i = \sum \beta_i \beta_{\text{од}} (2,5 + 10,3 \sqrt{V_{\text{п}}}) \cdot (35 - t_{\text{вн}}) \cdot n_i = 190,85 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ел ос}} = N_{\text{ел ос}} k = 60 \cdot 7,6 = 456 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{наод}} = 190,85 + 456 = 646,85 \text{ Вт}$$

2.4. Складання теплового балансу. Визначення теплової потужності системи опалення

Недостача теплоти, яку треба вносити в приміщення системою опалення, вона визначається як теплова потужність системи опалення

$$Q_{\text{с о}} = Q_{\text{втр}} - Q_{\text{над}} = 3574,97 - 646,85 = 2928,12 \text{ Вт}$$

Результат розрахунку балансу теплоти приміщень заносимо у табл. 2.2.

Теплова потужність системи водяного опалення 39 кВт.

2.5. Визначення питомої втрати теплоти на опалення приміщень

$$q = k_q \cdot \frac{Q_{\text{с о}}}{V_{\text{зов}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{б}})} = 1,6 \cdot \frac{39051}{365 \cdot 9,2(18 - (-19))} = 0,314 \text{ Вт/м}^3$$

де $V_{\text{зов}}$ – відповідно зовнішній об'єм споруди, м³;

$t_{\text{вн}}$ – середня температура у приміщеннях споруди, °C.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

k_q – коефіцієнт що враховує місце розташування приміщення по поверхам та сторонам світу, в роботі приймаємо 1,6.

Значення q порівнюємо зі значенням $q_{\text{пит}}$ для адміністративних споруд $q_{\text{пит}}=0,49$ за нормами, що задовольняє вимогам $q < q_{\text{пит}}$. За результатами можна зробити висновок, що споруда відповідає нормам.

2.6. Вибір та обґрунтування типу системи опалення та опалювальних приладів

Використовуємо залежну горизонтальну систему водяного опалення з примусовою циркуляцією. На першому поверсі за верхньою розводкою подаючого трубопроводу, на другому поверсі з нижньою. Опалювальними приладами 1-го поверху є регістри з гладких труб, а на другому поверсі встановлено радіатори чавунні секційні МС-140М-500-0,9 за ДСТУ Б В.2.5-2-95.

На першому поверсі розташовані приміщення цехового типу, тому естетичними якостями опалювальних приладів можна знехтувати. На другому поверсі знаходяться приміщення офісного призначення, тому використовуємо чавунні радіатори, які розміщуємо в нішах під підвіконниками.

2.7. Розрахунок площі поверхонь опалювальних приладів для всіх приміщень. Вибір зразків і кількості опалювальних приладів

Використаємо радіатори чавунні секційні МС-140М-500-0,9 ДСТУ Б В.2.5-2-95. Розміщення опалювальних приладів вказано на аксонометричній проекції системи водяного опалення.

Розрахунок проводимо для одного приміщення. Для інших приміщень розрахунок зводимо у таблицю 2.3.

Система опалення двотрубна горизонтальна. Параметри теплоносія $t_r = 95^\circ\text{C}$, $t_o = 70^\circ\text{C}$. Температура води в приміщенні $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Відкрито прокладені: стояки зовнішнім діаметром $d = 15\text{мм}$, підведення зовнішнім діаметром $d = 15\text{ мм}$.

У подавальній частині системи, де $\Delta t = t_{\text{г}} - t_{\text{в}} = 95 - 18 = 77^{\circ}\text{C}$, для вертикальних труб з $d = 15\text{мм}$ - $q_{\text{в}} = 52\text{ Вт/м}^2$, для горизонтальних труб $d = 15\text{мм}$ - $q_{\text{г}} = 71\text{ Вт/м}^2$ [16].

У зворотній частині системи, де $\Delta t = t_{\text{о}} - t_{\text{в}} = 70 - 18 = 52^{\circ}\text{C}$, для вертикальних труб з $d_{\text{зовн}} = 15\text{мм}$ - $q_{\text{в}} = 31\text{Вт/м}^2$; для горизонтальних труб з $d_{\text{зовн}} = 15\text{мм}$ - $q_{\text{г}} = 43\text{Вт/м}^2$.

$$Q_{\text{тр}} = (q_{\text{в}} l_{\text{в}} + q_{\text{г}} l_{\text{г}})_{\Delta t = 77^{\circ}\text{C}} + (q_{\text{в}} l_{\text{в}} + q_{\text{г}} l_{\text{г}})_{\Delta t = 52^{\circ}\text{C}} = 1939,2\text{Вт}.$$

На опалювальні прилади теплове навантаження складає: $Q_{\Sigma\text{пр}} = 1182,842\text{Вт}$

Розрахункову густину теплового потоку нагрівального приладу визначаємо:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{\text{пр}}}{0,1} \right)^p c_{\text{пр}} = \approx 715,95\text{ Вт/м}^2,$$

де $q_{\text{ном}} = 656\text{ Вт/м}^2$ – номінальна густина теплового потоку приладу при стандартних умовах; $n = 0,3$; $p = 0,02$; $c_{\text{пр}} = 1,039$.

$$\Delta t_{\text{ср}} = (0,5 (t_{\text{г}} + t_{\text{о}}) - t_{\text{в}}) = 0,5 (95 + 70) - 18 = 64,5^{\circ}\text{C}$$

Дійсна витрата води в нагрівальному приладі

$$G_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{о}})} = 0,0113\text{кг/с}.$$

Розрахункова поверхня нагріву безпосередньо нагрівального приладу

$$F_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}} \beta_1 \beta_2 = 1,826\text{ м}^2,$$

де β_1, β_2 – коефіцієнти, що враховуємо додатковий тепловий потік нагрівальних приладів за рахунок округлення розрахункових величин та додаткові втрати теплоти приладами біля зовнішніх огорожень [16], $\beta_1 = 1,02$, $\beta_2 = 1,02$.

Розрахункова кількість секцій чавунних радіаторів

$$N_{\text{п}} = \frac{F_{\text{п}} \beta_4}{f_1 \beta_3} = 8,02$$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Для чавунного радіатора типу МС-140М-500-0,9:

f_1 – площа поверхні нагріву однієї секції, $f_1 = 0,2 \text{ м}^2$;

β_3 – коефіцієнт, що враховує кількість секцій в одному радіаторі,

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{\text{пр}}} = 1,005$$

$\beta_4 = 1,05$ – коефіцієнт, що враховує спосіб установки радіатора в приміщенні.

Кількість секцій округляємо до більшого цілого. Приймаємо $N_{\text{уст}} = 9$ секцій.
Результат вносимо в таблицю 2.3.

2.8. Розробка аксонометричної схеми системи опалення

Аксонометричне креслення вузлів технологічних трубопроводів, як правило, розроблюються для об'єктів, які мають велику кількість трубопроводів і складну технологічну розводку, для труб з достатньо великим діаметром.

Сучасна система опалення складається з генератора тепла, трубопроводу, по якому передається теплоносії, та опалювальних приладів. Генератор тепла (котел) нагріває теплоносії (воду), який передається по трубах до теплового пункту, а звідти на опалювальні прилади. Охолоджений теплоносії повертається в котел, де знову нагрівається і прямує в подавальний трубопровід. Таким чином, відбувається циркуляція теплоносія.

Для даного об'єкту використовуємо систему з примусовою циркуляцією. У такій системі для руху теплоносія монтується циркуляційний насос.

Справа в тому, що температура води в системі постійно змінюється, відповідно змінюється і об'єм води. І, якщо не змінюється обсяг системи, то тиск буде сильно коливатися. Для компенсації розширення води в системах використовуються відкриті розширювальні ємності, які розташовують в найвищій точці. У ці ємності видавлювало воду в разі збільшення тиску і навпаки. Через ці ємності здійснювався також спуск повітря і наповнення системи. У сучасних системах замість відкритого бака використовується закритий мембранний розширювальний

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

бачок. Відповідно, потрібно додатково вмонтувати відвідників повітря, крани для наповнення і зливу системи.

Отже, ми отримали найпростішу сучасну систему опалення: закрыта двотрубна система з примусовою циркуляцією. Аксонометрична схема представлена на кресленні.

2.9. Розрахунок головного циркуляційного кільця

Температура води, що подається в систему опалення, $t_r = 95^\circ\text{C}$, на виході – $t_o = 70^\circ\text{C}$.

Метою розрахунку є визначення діаметрів труб у системі та перевірка працездатності системи по співвідношенню розрахункового циркуляційного тиску води і сумарним втратам тиску при русі води від тертя та здолання місцевих опорів.

Вибираємо головне циркуляційне кільце (ГЦК), що проходить через найвищий і найвіддаленіший опалювальний прилад, він самий навантажений. Для двохтрубної системи з тупиковим рухом теплоносія і верхньою роздачею найбільш навантажений прилад – найнижчий.

Кількість води, що проходить по кожній ділянці циркуляційного кільця, визначаємо за формулою:

$$G_{\text{дiл}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{дiл}}}{c \cdot (t_r - t_o)} \cdot \beta_1 \cdot \beta = \frac{3,6 \cdot 105}{4,19 \cdot (95 - 70)} \cdot 1,02 \cdot 1,02 = 3,82 \text{ кг/год.},$$

де $Q_{\text{дiл}}$ – теплове навантаження ділянки, Вт;

$c = 4,19$ кДж/(кг·°C) – теплоємність води;

$\beta_1 = 1,02$ і $\beta_2 = 1,02$ – коефіцієнти врахування додаткових теплових потоків від округлення та розрахункових величин і від способу установки нагрівальних приладів відповідно. [16]

Динамічний тиск води на даній ділянці теплопроводу: $p_d = \frac{w^2}{2} \rho$, Па.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Втрати тиску на здолаття місцевих опорів Z , Па визначають за формулою:

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{w^2}{2} \rho = \sum \zeta p_d, \text{ Па}$$

$$Z = 2 \cdot \frac{0,21^2}{2} \cdot 961,22 = 42,42 \text{ Па.}$$

де $\sum \zeta$ – сума коефіцієнта місцевих опорів на даній ділянці теплопроводу [16].

Результати розрахунків по всіх ділянках записуємо у табл. 2.4.

Розрахунковий циркуляційний тиск для ГЦК визначаємо за формулою:

$$\Delta p_p = E(\Delta p_{e,np} + \Delta p_{e,mp}),$$

де E – коефіцієнт для двотрубних систем береться $E=0,4$;

$\Delta p_{e,np}$ – тиск, що з'являється за рахунок охолодження води в нагрівальних приладах:

$$\Delta p_p = (g \cdot h \cdot (\rho_o - \rho_e) + 140) \cdot 0,4 = (9,81 \cdot 7,5(977,81 - 961,22) + 140) \cdot 0,4 = 515 \text{ Па.}$$

де h – вертикальна відстань від низу приладів одного поверху до низу приладів іншого поверху;

$\Delta p_{e,mp}$ – тиск, що з'являється при охолодженні води в теплопроводах, визначається за графіками, $\Delta p_{e,mp} = 140 \text{ Па.}$

В системі водяного опалення, як правило, встановлюють два циркуляційних насоса, що вмикаються по черзі. Таким чином, один насос є резервним. Насоси відцентрового типу приєднують до магістрального трубопроводу охолодженої води.

Для підбору циркуляційного насосу потрібно знати його подачу і розрахунковий тиск. Потрібна подача насоса V_{nac} , $\text{м}^3/\text{год.}$, визначається тепловим навантаженням обслуговуваної системи опалення ΣQ , Вт і температурним перепадом:

$$V_{nac} = \frac{3,6 \cdot \alpha \cdot \Sigma Q}{c \cdot (t_e - t_o) \cdot \rho_{70}} = \frac{3,6 \cdot 1,1 \cdot 39700}{4,19 \cdot (95 - 70) \cdot 961,22} = 1,56 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Тиск, створюваний циркуляційним насосом, повинен бути достатнім для подолання всіх опорів руху води в системі и приймається по втратам тиску в ГЦК за вирахування мінімального природного тиску:

$$p_{нас} = \Sigma(Rl + Z) - \Delta p_{e.мин} = 23642 - 515 = 23129 \text{ Па.}$$

Обираємо циркуляційний насос Grundfos UPS 32-80 з характеристиками: підйом (максимальний) - 8м, витрата (максимальна) 11,м³/год.

2.10. Розрахунок ємності розширювального баку

Встановимо відкритий розширювальний бак. Якщо система потребує простоти, то використовуються відкриті баки, які встановлюються на даху.

Робочий об'єм відкритого розширювального баку $V_{p.б}$ визначається за формулою:

$$V_{p.б.} = \alpha \Delta t \cdot V_{c.o.} = 0,0006 \cdot 25 \cdot 440,56 = 6,60 \text{ м}^3,$$

де $V_{c.o.}$ – розрахунковий об'єм води в системі опалення, знаходимо його враховуючи ємність кожної секції радіатору а також об'єм води, який знаходиться в трубах;

$\alpha = 0,0006$ - коефіцієнт об'ємного розширення води;

Δt - зміни температури води у системі опалення.

Округлюємо отримане значення і встановлюємо бак на 10 літрів із запасом на випадок аварійної ситуації.

Висновки: на основі теплотехнічного аналізу огорожувальних конструкцій та розрахунків теплових втрат визначено теплове навантаження на систему. Запропоновано схему опалення з верхньою і нижньою розводкою трубопроводів, підібрано радіатори, насосне та допоміжне обладнання.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Результати розрахунків теплових втрат через огородження

[illegible]

Продовження таблиці 2.1

[illegible]

Таблиця 2.2

Баланс теплоти системи опалення будівлі

Номер прим.	Втрати				Надходження					Q _{с.о} , Вт
	Q _{ог} , Вт	Q _{інф} , Вт	Q _н , Вт	Q _{Σвтр}	Q _п	Q _{ел.ос} , Вт	Q _л , Вт	Q _{ін} , Вт	Q _{Σнад}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
101	3248,35	326,617		3574,97		456	190,849		646,849	2928,12
102	3479,08	407,677		3886,76		342	63,6164		405,616	3481,14
103	3935,12	620,930		4556,05		1026	127,232		1153,23	3402,81
104	3987,01	1241,861		5228,87		1425	254,465		1679,46	3549,40
105	9861,33	1107,290		10968,63		1710	318,082		2028,08	8940,54
106	2064,56	245,557		2310,12		285	254,465		539,465	1770,66
Всього										24072,68
2 поверх										
201	2205,85	65,535		2271,38		228	95,42469		323,4247	1947,96
202	1498,04	131,070		1629,11		285	127,2329		412,2329	1216,87
203	1436,33	131,070		1567,40		285	190,8494		475,8494	1091,55
204	1415,77	131,070		1546,84		285	190,849		475,849	1070,99

Продовження табл.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
205	2528,10	289,760		2817,86		228	0		228	2589,86
206	1896,75	131,070		2027,82		228	0		228	1799,82
207	805,95	65,535		871,49		228	0		228	643,49
208	666,62	65,535		732,15		228	0		228	504,15
209	985,09	65,535		1050,63		228	0		228	822,63
210	1131,87	0		1131,87		342	0		342	789,87
211	825,86	65,535		891,39		228	0		228	663,39
212	2000,82	65,535		2066,36		228	0		228	1838,36
Всього на 2 поверхи				49129,69					10078	39051,62

Таблиця 2.3

Розрахунок опалювальних приладів

Номер приміщення	Теплова потужність, Вт	Температура повітря в прим. °C	Температура теплоносія на вході °C	Температура теплоносія на виході °C	Температурний напір, °C	Витрата теплоносія, кг/с	Густина теплового потоку, Вт/м²	Поправковий коефіцієнт		Тепловіддача теплопроводів, Вт	Q приладу, Вт	Площа приладу, м²	Поправковий коефіцієнт		Розрахункова кількість секцій	Установлена кількість секцій
								β1	β2				β3	β4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	2928,12	18	95	70	64,5	0,0113	715,951	1,02	1,02	1939,2	1182,842	1,72	1,004	1,05	8,017	9
102	3481,14	18	95	70	64,5	0,02112	366,980			1411,5	2210,789				6 гл.тр. Ø70довж.1,5 м	
103	3402,81	18	95	70	64,5	0,02119	367,019			1315,7	2218,684				8 гл.тр. Ø70довж.2 м	
104	3549,40	18	95	70	64,5	0,01841	365,473			1802,2	1927,422				6 гл.тр. Ø70довж.1,5м	
105	8940,54	18	95	70	64,5	0,04106	374,373			5158	4298,343				3 гл.тр. Ø70довж.2 м 6 гл.тр. Ø70довж.1,5м	
106	1770,66	18	95	70	64,5	0,00965	712,560	1,02	1,02	845,5	1009,710	1,47	1,01	1,05	6,84	7

Продовження табл.2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2 поверх																
201	1947,96	18	95	70	64,5	0,01667	724,3531	1,02	1,02	225,4	1745,100	2,5065	0,9939	1,05	11,820	12
202	1216,87	18	95	70	64,5	0,003831	693,0919	1,02	1,02	906,5	401,024	0,6020	1,0696	1,05	2,6379	3
203	1091,55	18	95	70	64,5	0,001500	673,864	1,02	1,02	1038,4	156,995	0,2424	1,2175	1,05	0,9331	2
204	1070,99	18	95	70	64,5	0,001339	671,5687	1,02	1,02	1034,3	140,117	0,2171	1,2464	1,05	0,816	2
205	2589,86	18	95	70	64,5	0,01938	727,6271	1,02	1,02	624,1	2028,172	2,8999	0,9909	1,05	13,721	14
206	1799,82	18	95	70	64,5	0,005766	701,6442	1,02	1,02	1329,2	603,543	0,8949	1,0370	1,05	4,0451	5
207	643,49	18	95	70	64,5	0,00158	674,92	1,02	1,02	531,2	165,407	0,2549	1,2053	1,05	0,9916	2
208	504,15	18	95	70	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
209	822,63	18	95	70	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	789,87	18	95	70	64,5	0,000588	655,2119	1,02	1,02	809,2	61,593	0,0978	1,5834	1,05	0,2895	2
211	663,39	18	95	70	64,5	0,000751	660,0374	1,02	1,02	649,7	78,661	0,1239	1,4539	1,05	0,3997	2
212	1838,36	18	95	70	64,5	0,009942	713,2065	1,02	1,02	886,3	1040,686	1,5181	1,0095	1,05	7,0490	8

Таблиця 2.4

Результати гідравлічного розрахунку теплопроводів системи водяного опалення

За схемою теплопроводів			За попереднім розрахунком								За остаточним розрахунком						
Номер ділянки	Q _{діл} , Вт	l _{діл} , м	G _{діл} , кг/год	d, мм	w, м/с	R, Па/м	RI, Па	Σζ	Z, Па	(RI+Z), Па	d, мм	w, м/с	R, Па/м	RI, Па	Σζ	Z, Па	(RI+Z), Па
1	105,0	1,0	436,74	25	0,21	35,15	35,15	2	42,422	77,572							
2	674,5	7,1	412,22	20	0,32	93,8	665,98	1,8	88,653	754,633							
3	338,70	3,1	399,90	20	0,31	89,3	276,83	21,6	998,388	1275,219							
4	348,04	4,52	387,25	20	0,3	85,2	385,10	3,9	168,822	553,926							
5	577,3	4,9	366,25	15	0,54	402,9	1974,21	3,7	518,933	2493,144							
6	950,7	9,1	331,68	15	0,49	337	3066,70	3,7	427,283	3493,984							
7	254,0	2,0	322,45	20	0,25	62,9	125,80	5	150,304	276,105							
8	724,32	6,16	296,11	15	0,44	269,0	1657,04	5,2	484,207	2141,247							
9	997,12	2,56	259,85	20	0,2	41,4	105,98	15,9	305,900	411,884							
10	1088,08	5,04	220,28	20	0,171	28,0	141,12	14,4	202,524	343,644							
11	1088,08	5,04	220,28	20	0,171	28,0	141,12	14,4	202,524	343,644							
12	997,12	2,56	259,85	20	0,2	41,4	105,98	15,9	305,900	411,884							
13	724,32	6,16	296,11	15	0,44	269,0	1657,04	5,2	484,207	2141,247							

Продовження табл. 2.4

За схемою теплопроводів			За попереднім розрахунком								За остаточним розрахунком						
Номер ділянки	Q _{діл} , Вт	l _{діл} , м	G _{діл} , кг/год	d, мм	w, м/с	R, Па/м	RI, Па	Σζ	Z, Па	(RI+Z), Па	d, мм	w, м/с	R, Па/м	RI, Па	Σζ	Z, Па	(RI+Z), Па
14	254	2	322,45	20	0,25	62,9	125,80	5	150,305	276,105							
15	950,7	9,1	331,68	15	0,49	337,0	3066,70	3,7	427,284	3493,984							
16	577,3	4,9	366,25	15	0,54	402,9	1974,21	3,7	518,933	2493,144							
17	348,04	4,52	387,25	20	0,3	85,2	385,10	3,9	168,822	553,926							
18	338,7	3,1	399,90	20	0,31	89,3	276,83	21,6	998,388	1275,219							
19	674,5	7,1	412,22	20	0,32	93,8	665,98	1,8	88,6533	754,633							
20	105	1	436,74	25	0,21	35,15	35,15	2	42,422	77,572							

23642,72

Δрпрir=515 Па

Δрнас = 23127,72 Па

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи вентиляції	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Плужник Я.В.						
Керівник		ШаповаловЮ.О				НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

3.1. Визначення необхідного повітрообміну

Розрахунковий повітрообмін у приміщенні при механічній вентиляції визначають виходячи з умов: якщо у теплий період можливе провітрювання через відкриті отвори, то за розрахунковий повітрообмін використовується більший з повітрообмінів по перехідному та холодному періоду; якщо в теплий період неможливе провітрювання через вікна (за технологічними чи конструктивними причинами), то за розрахунковий повітрообмін приймається більший повітрообмін за трьома періодами.

Зазвичай, одна припливна вентиляційна установка обслуговує приміщення в перехідний та зимній чи в літній, перехідний і зимній періоди, тому, обравши розрахунковий повітрообмін, необхідно перевірити параметри припливного повітря у інші періоди (наприклад в холодний). Це необхідно для правильного розрахунку виробництва теплоти калориферною установкою [4].

Згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 та технологічних умов, кратність повітрообміну для виробничих цехів складає 3 за годину.

Визначаємо необхідний повітрообмін для системи В–1:

- в кімнаті вживання страв:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 35 = 105 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 35 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з кімнати вживання страв.

- в лабораторії:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 25 = 75 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 25 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з лабораторії.

- в приміщенні чоловічого гардеробу:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 18 = 54 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$V = 18 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення чоловічого гардеробу.

- в приміщенні душової:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 6 = 18 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 6 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення душової.

- в приміщенні жіночого гардеробу:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 16 = 48 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 16 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення жіночого гардеробу.

- в приміщенні зберігання хлібобулочних виробів:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 50 = 150 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 50 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення зберігання хлібобулочних виробів.

Загальна кількість видаляемого повітря для системи В–1 становить $450 \text{ м}^3/\text{год.}$

Визначаємо необхідний повітрообмін для системи В–2:

- в приміщенні вироблення кондитерських виробів:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 50 = 150 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 50 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення вироблення кондитерських виробів.

- в приміщенні кондитерського цеху:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 90 = 270 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 90 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення кондитерського цеху.

- в приміщенні топкової: $L = m \cdot V = 3 \cdot 50 = 150 \text{ м}^3/\text{год.},$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де m – кратність повітрообміну;

$V = 50 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення топкової.

- в приміщенні тамбуру: $L = m \cdot V = 3 \cdot 15 = 45 \text{ м}^3/\text{год.}$,

де m – кратність повітрообміну;

$V = 15 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення тамбуру.

- в приміщенні вистоювання:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 8 = 24 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 8 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення вистоювання.

- в приміщенні коридору:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 8 = 24 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 8 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення коридору.

- в приміщенні биття яєць:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 10 = 30 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 10 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення биття яєць.

- в приміщенні розтарування та миття яєць:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 25 = 75 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 25 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення розтарування та миття яєць.

Загальна кількість видаляемого повітря для системи В-2 становить $768 \text{ м}^3/\text{год.}$

Визначаємо необхідний повітрообмін для системи В-3:

- в приміщенні миття інвентарю:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 12 = 36 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 12 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення миття інвентарю.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- в приміщенні підготування сировини:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 18 = 54 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 18 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення підготування сировини.

- в приміщенні просіювального відділення:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 30 = 90 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 30 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення просіювального відділення.

- в приміщенні складу сировини та муки:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 80 = 240 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 80 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення складу сировини та муки.

- в приміщенні тістозмішувального, тісторозділювального відділення та зали пекарні:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 150 = 450 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 150 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення тістозмішувального, тісторозділювального відділення та зали пекарні.

- в приміщенні тамбуру:

$$L = m \cdot V = 3 \cdot 15 = 36 \text{ м}^3/\text{год},$$

де m – кратність повітрообміну;

$V = 15 \text{ м}^3$ – кількість повітря, що необхідно видалити з приміщення тамбуру.

Тоді загальна кількість видаляемого повітря для системи В–3 становить $915 \text{ м}^3/\text{год}$.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3.2. Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи виконується для визначення та вибору діаметру регулюючих повітроводів, пристроїв і збуджувачів руху повітря.

Порядок аеродинамічного розрахунку наступний:

1. Компонується вентиляційна система. При цьому уніфіковані трійники працюють так, щоб витрата повітря в бічному відгалуженні була не більше витрати в прохідній частині трійника.

2. Будується аксонометрична схема вентиляційної системи та позначаються відомі витрати на ділянках. Вирішується послідовно рівняння витрат мас повітря у вузлах, знаходяться витрати на всіх ділянках і необхідна загальна витрата повітря.

3. Використовуючи номограму для визначення питомих втрат тиску на тертя для труб при швидкостях руху повітря 4–25 м/с, по швидкостях і витратах повітря намічаємо діаметри повітроводів і остаточно приймаємо їх діаметр після зіставлення з діаметрами уніфікованих трійників.

4. Для підбору вентиляторів проводиться аеродинамічний розрахунок відповідних ділянок систем.

Аеродинамічний розрахунок приведений в таблиці 3.1.

3.3. Підбір вентиляційного обладнання

За результатами аеродинамічного розрахунку систем підбираємо необхідні витяжні вентилятори.

Для системи В–1:

Подача необхідного для системи вентилятора не менше
 $Q = 450 \text{ м}^3/\text{год.}$

Напір необхідного вентилятора не менше $H = 24,5 \text{ Па}$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

За каталогом Вентиляторного заводу «Укрвент системи» підбираємо вентилятор ВЦ14-46-2:

Подача вентилятора 500 м³/год.

Напір на всмоктуванні 210 Па

Потужність двигуна вентилятора 0,12 кВт

Типорозмір двигуна вентилятора АИР56А4

Маса вентилятора 20 кг

Для системи В–2:

Подача необхідного для системи вентилятора не менше
 $Q = 768 \text{ м}^3/\text{год.}$

Напір необхідного вентилятора, не менше $H = 40,7 \text{ Па}$

За каталогом Вентиляторного заводу «Укрвент системи» підбираємо вентилятор ВЦ14-46-21:

Подача вентилятора 1000 м³/год.

Напір на всмоктуванні 250 Па

Потужність двигуна вентилятора 0,18 кВт

Типорозмір двигуна вентилятора 4А160S4

Маса вентилятора 20 кг

Для системи В–3:

Подача необхідного для системи вентилятора не менше
 $Q = 915 \text{ м}^3/\text{год.}$

Напір необхідного вентилятора, не менше $H = 124,5 \text{ Па}$

За каталогом Вентиляторного заводу «Укрвент системи» підбираємо вентилятор ВЦ14-46-21:

Подача вентилятора 1000 м³/год.

Напір на всмоктуванні 250 Па

Потужність двигуна вентилятора 0,18 кВт

Типорозмір двигуна вентилятора 4А150S4

Маса вентилятора 20 кг

3.4. Розрахунок припливної вентиляції для системи П–1

Кількість повітря, що подається до приміщень пекарні, дорівнює кількості повітря, що видаляється з приміщень системою В–1 місцевої вентиляції.

$$V = 450 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$G = \frac{\rho V}{3600} = \frac{450 \cdot 1,127}{3600} = 0,14 \text{ кг/с};$$

де $\rho = 1,127 \text{ кг/м}^3$ густина повітря

Витрати теплоти, що видаляється з повітрям місцевою вентиляцією

$$Q_{\text{мв}} = G \cdot C_p \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}) = 0,14 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot (18 + 20) = 6400 \text{ Вт.}$$

Загальне навантаження на кондиціонери:

$$Q_3 = Q_{\text{мв}} + Q_{\text{ц}} = 6400 + 22000 = 28400 \text{ Вт, або } 28,4 \text{ кВт}$$

де $Q_{\text{ц}} = 22 \text{ кВт}$ – загальні теплові втрати по приміщенням системи В–1.

Загальна витрата повітря крізь систему:

$$G_3 = \frac{Q_3}{C_p (t_{\text{пов}} - t_{\text{з.п.}})} = \frac{28400}{1,2 \cdot 10^3 (18 + 20)} = 0,62 \text{ кг/с}$$

Витрата води на кондиціонери:

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_3}{C_p (t_{\text{вх}} - t_{\text{вих}})} = \frac{28400}{4,19 \cdot 10^3 (18 + 20)} = 0,18 \text{ кг/с}$$

3.5. Підбір калориферів для системи вентиляції

Система П–1

Калорифери призначаються для нагрівання повітря в системах вентиляції і повітряного опалення. У відповідності до ДСТУ Б В.2.5-3-95 виготовлюються калорифери двох моделей: середньої – марок КФС, КМС, КФСО та великої – КФБ,

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

КМБ, КФБО і КВБ. Калорифери КФСО і КФБО – ребристі, інші – пластинчаті. За рухом теплоносія калорифери поділяються на одноходові та багатходові.

Поверхня нагріву калориферної установки F , м^2 , визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_3}{k(t_{\text{CpT}} - t_{\text{CpB}})} = \frac{28400}{22 \cdot (65 + 1)} = 19,6 \text{ м}^2,$$

де $t_{\text{CpT}}, t_{\text{CpB}}$ – середньоарифметичне значення температур теплоносія та повітря, $^{\circ}\text{C}$;

k – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, визначається за формулою:

$$k = 15,2 \cdot w_n^{0,331} \cdot w_T^{0,166} = 15,2 \cdot 7^{0,331} \cdot 0,25^{0,166} = 22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}),$$

де w_n – масова швидкість повітря, приймається рівною $7\text{--}12 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ для пластинчатих і $3\text{--}5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ для ребристих калориферів;

$w_T = 0,25 \text{ м}/\text{с}$ – швидкість води в трубах калорифера.

Для підігріву повітря приміщень пекарні використовуємо в системі П – 1 калорифер, характеристики якого наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристики калорифера системи П-1

Площа поверхні нагріву, м^2	Площа живого перерізу, м^2		Габарити, мм		Діаметр штуцера, мм	Маса, кг
КФС	По повітрю	По теплоносію	довжина	ширина		
26,88	0,182	0,0135	750	640	50	99,8

Опір руху повітря в калорифері:

$$H_k = 3,28 \cdot w_n^{2,01} = 3,28 \cdot 7^{2,01} = 162 \text{ Па}$$

Система П-2

Кількість повітря, що подається до приміщень пекарні, дорівнює кількості повітря, що видаляється з приміщень системою В-2 місцевої вентиляції.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$V = 768 \text{ м}^3/\text{Год};$$

$$G = \frac{\rho V}{3600} = \frac{768 \cdot 1,127}{3600} = 0,24 \text{ кг/с};$$

де $\rho = 1,127 \text{ кг/м}^3$ густина повітря

Витрати теплоти, що видаляється з повітрям місцевою вентиляцією

$$Q_{\text{мв}} = G \cdot C_p \cdot (t_{\text{пов}} - t_{\text{з.п.}}) = 0,24 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot (18 + 20) = 11000 \text{ Вт.}$$

Загальне навантаження на кондиціонери:

$$Q_3 = Q_{\text{мв}} + Q_{\text{ц}} = 11000 + 15000 = 26000 \text{ Вт, або } 26 \text{ кВт}$$

де $Q_{\text{ц}} = 15 \text{ кВт}$ – загальні теплові втрати по приміщенням системи В–2.

Загальна витрата повітря крізь систему:

$$G_3 = \frac{Q_3}{C_p (t_{\text{пов}} - t_{\text{з.п.}})} = \frac{26000}{1,2 \cdot 10^3 (18 + 20)} = 0,57 \text{ кг/с}$$

Витрата води на кондиціонери:

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_3}{C_p (t_{\text{вх}} - t_{\text{вих}})} = \frac{26000}{4,19 \cdot 10^3 (18 + 20)} = 0,17 \text{ кг/с}$$

Підбір калориферів для системи П – 2

Поверхня нагріву калориферної установки F , м^2 , визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_3}{k(t_{\text{ср т}} - t_{\text{ср в}})} = \frac{26000}{22 \cdot (65 + 1)} = 18 \text{ м}^2,$$

де $t_{\text{ср т}}, t_{\text{ср в}}$ – середньоарифметичне значення температур теплоносія та повітря, $^{\circ}\text{C}$;

k – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$,

Для підігріву повітря приміщень пекарні використовуємо в системі П–2 калорифер типу КФС з площею поверхні нагріву $26,9 \text{ м}^2$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Система П–3

Кількість повітря, що подається до приміщень пекарні, дорівнює кількості повітря, що видаляється з приміщень системою В–3 місцевої вентиляції.

$$V = 915 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$G = \frac{\rho V}{3600} = \frac{915 \cdot 1,127}{3600} = 0,29 \text{ кг/с};$$

де $\rho = 1,127 \text{ кг/м}^3$ густина повітря

Витрати теплоти, що видаляється з повітрям місцевою вентиляцією

$$Q_{\text{мв}} = G \cdot C_p \cdot (t_{\text{пов}} - t_{\text{з.п.}}) = 0,29 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot (18 + 20) = 13400 \text{ Вт.}$$

Загальне навантаження на кондиціонери:

$$Q_3 = Q_{\text{мв}} + Q_{\text{ц}} = 13400 + 18000 = 31400 \text{ Вт, або } 31,4 \text{ кВт}$$

де $Q_{\text{ц}} = 18 \text{ кВт}$ – загальні теплові втрати по приміщенням системи В–3.

Загальна витрата повітря крізь систему:

$$G_3 = \frac{Q_3}{C_p (t_{\text{пов}} - t_{\text{з.п.}})} = \frac{31400}{1,2 \cdot 10^3 (18 + 20)} = 0,69 \text{ кг/с}$$

Витрата води на кондиціонери:

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_3}{C_p (t_{\text{вх}} - t_{\text{вих}})} = \frac{31400}{4,19 \cdot 10^3 (18 + 20)} = 0,20 \text{ кг/с}$$

Підбір калориферів для системи П–3

Поверхня нагріву калориферної установки F , м^2 , визначається за формулою [18]:

$$F = \frac{Q_3}{k(t_{\text{ср т}} - t_{\text{ср в}})} = \frac{31400}{22 \cdot (65 + 1)} = 21,6 \text{ м}^2,$$

де $t_{\text{ср т}}, t_{\text{ср в}}$ – середньоарифметичне значення температур теплоносія та повітря, $^{\circ}\text{C}$;

k – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Для підігріву повітря приміщень пекарні використовуємо в системі П–3 калорифер типу КФС, аналогічний попереднім.

Висновки:

Розроблено систему вентиляції із трьома витяжними гілками загальною витратою повітря понад 2100 м³/год з місцевими відсмоктувачами. Запропоновано калориферну систему припливного повітряного опалення.

Проведено повну оцінку теплових і повітряних балансів, аеродинамічну оптимізацію вентиляційної системи відповідно до фактичних навантажень у виробничих зонах пекарні.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблица 3.1

Аеродинамічний розрахунок повітроводів

№ ділянки точок приєднання	Витрати повітря L, м³/год	Розмір повітроводу		Діаметр повітроводів, d _{ек.} мм	Довжина ділянки l м	Еквівалентна шорсткість k _{ек} м	Швидкість повітря v м/с	Динамічний тиск $\frac{\rho \cdot v^2}{2}$ Па	Витрати тиску на тертя на 1м пов.вод. R, Па/м	Витрати тиску на тертя по довжині пов. Rl, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\sum \xi$	Витрати тиску на тертя Z Па	Витрати тиску на ділянці Rl+Z Па
		A мм	B мм										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	12	13	14
	В - 1												
Кімната вживання страв	105	150	150	150	2	0,1	1,54	1,424	0,880	1,8	1,5	2,1	3,9
Лабораторія	75	150	150	150	0,5	0,1	1,06	0,672	0,415	0,2	2,5	1,7	1,9
Приміщення чоловічого гардеробу	54	150	150	150	3,5	0,	0,81	0,393	0,243	0,9	1,5	0,6	1,4
Приміщення жіночого гардеробу	48	150	150	150	1,5	0,1	0,73	0,321	0,199	0,3	1,5	0,5	0,8
Душова	18	150	150	150	1,5	0,1	0,25	0,037	0,023	0,0	1	0,0	0,1
Приміщення зберігання хлібу	150	150	15	150	1,5	0,1	2,24	3,013	1,861	2,8	4,5	13,6	16,3
Σ = 24,5													

Продовження табл.3.1													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В – 2													
Приміщення вироблення кондитерських виробів	150	150	150	150	4	0,1	2,09	2,609	1,612	6,4	1,5	3,9	10,4
Приміщення кондитерського цеху	70	150	150	150	1,5	0,1	3,67	8,093	4,996	7,5	1,5	12,1	19,6
Топкова	150	150	150	150	1,5	0,1	2,30	3,183	1,966	2,9	1,5	4,8	7,7
Тамбур	45	150	150	150	2,5	0,1	0,70	0,294	0,182	0,5	1,5	0,4	0,9
Приміщення вистоювання	24	150	150	150	2,5	0,1	0,37	0,084	0,052	0,1	1,5	0,1	0,3
Коридор	24	150	150	150	2	0,1	0,36	0,077	0,048	0,1	1,5	0,1	0,2
Приміщення биття яєць	30	150	150	150	2,5	0,1	0,40	0,098	0,061	0,2	2	0,2	0,3
Приміщення розташування та миття яєчок	75	150	150	150	1,5	0,1	0,95	0,541	0,334	0,5	1,5	0,8	1,3

$\Sigma = 40,7$

Продовження табл.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В - 3													
Приміщення миття інвентарю	36	150	150	150	4	0,1	0,56	0,188	0,117	0,5	1,5	0,3	0,7
Приміщення підготування сировини	54	150	150	150	1,5	0,1	0,78	0,363	0,225	0,3	1,5	0,5	0,9
Приміщення просіювального відділення	90	150	150	150	1,5	0,1	1,35	1,100	0,680	1,0	1,5	1,6	2,7
Приміщення складу сировини та муки	240	150	150	150	2,5	0,1	3,67	8,093	4,996	12,5	1,5	12,1	24,6
Приміщення тісто-змішувального, тісто-розділювального відділення та пекарної зали	450	150	150	150	2	0,1	6,52	25,509	15,744	31,5	2,5	63,8	95,3
Тамбур	45	150	150	150	1,5	0,1	0,56	0,188	0,117	0,2	1,5	0,3	0,5

Σ = 124,7

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи гарячого водопостачання	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Плужник Я.В.						
Керівник		Шаповалов Ю.О				НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

4.1. Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання пекарні

Ділянка 1 – 2

1. Максимальна секундна витрата гарячої води на розрахунковій ділянці мережі, g^h , л/с:

$$g^h = 5g_0^h \cdot \alpha^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ л/с}$$

де g_0^h – секундна витрата гарячої води, водорозбірним краном;

α^h – коефіцієнт від загального числа приладів N на розрахунковій ділянці та ймовірності їх дії p^h .

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів в побутових приміщеннях:

$$p^h = \frac{g_{hr, u}^h \cdot U}{g_0^h \cdot N \cdot 3600} = \frac{200 \cdot 5}{0,2 \cdot 4 \cdot 3600} = 0,347$$

де $g_{hr, u}^h$ - норма витрати гарячої води, л/год. споживачем в час найбільшого споживання;

U – кількість споживачів води;

N – кількість санітарно-технічних приладів на ділянці.

2. Згідно з g^h вибираємо діаметр водопроводу d , мм, керуючись тим щоб швидкість руху води була в межах 0,6...1,2 м/с. Для зменшення сумарних витрат напору $H_{l, tot}$ на ділянці 1 – 2 приймаємо: $v = 0,6$ м/с; $d = 25$ мм.

Після вибору v та d знаходимо втрату напору на 1 м труби 1000і, мм:

$$1000i = 75 \text{ мм}$$

3. Знаходимо втрату напору по довжині на ділянці H_l , м:

$$H_l = i \cdot l = 0,075 \cdot 18 = 1,35 \text{ м вод. ст.,}$$

де i – втрата напору на 1 м труби, м;

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

l – довжина ділянки 1 – 2, м.

4. Сумарні втрати напору з урахуванням місцевих опорів на ділянці 1 – 2, м:

$$H_{l, tot} = H_l(1 + K_l) = 1,35(1 + 0,3) = 1,8 \text{ м вод. ст.},$$

де K_l - коефіцієнт, що враховує місцеві опори на ділянці 1 – 2.

Аналогічно проводимо розрахунок на ділянці 2 – 3 та 3 – 4.

Ділянка 2 – 3

1. Максимальна секундна витрата гарячої води на розрахунковій ділянці мережі, g^c , л/с:

$$g^c = 5g_0^c \cdot \alpha^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,8$$

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів в побутових приміщеннях:

$$p^c = \frac{g_{hr, u}^c \cdot U}{g_0^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{200 \cdot 4}{0,2 \cdot 2 \cdot 3600} = 0,555$$

2. Згідно з g^c вибираємо діаметр водопроводу d , мм

$$v = 0,6 \text{ м/с}; d = 25 \text{ мм}$$

Після вибору v та d знаходимо втрату напору на 1 м труби 1000і, мм:

$$1000i = 75 \text{ мм}$$

3. Знаходимо втрату напору по довжині на ділянці H_l , мм:

$$H_l = i \cdot l = 0,075 \cdot 27 = 2,7 \text{ м вод. ст.}$$

де l – довжина ділянки 2 – 3, м.

4. Сумарні втрати напору з урахуванням місцевих опорів на ділянці 2 – 3, м:

$$H_{l, tot} = H_l(1 + K_l) = 2,7(1 + 0,3) = 3,6 \text{ м вод. ст.}$$

де K_l - коефіцієнт, що враховує місцеві опори на ділянці 2 – 3.

Ділянка 3 – 4

1. Максимальна секундна витрата гарячої води на розрахунковій ділянці мережі, g^c , л/с:

$$g^c = 5g_0^c \cdot \alpha^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ л/с}$$

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів в побутових приміщеннях:

$$p^c = \frac{g_{hr, u}^c \cdot U}{g_0^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{200 \cdot 5}{0,2 \cdot 4 \cdot 3600} = 0,347$$

2. Згідно з g^c вибираємо діаметр водопроводу d , мм.

$$v = 0,9 \text{ м/с}; d = 25 \text{ мм.}$$

Після вибору v та d знаходимо витрату напору на 1 м труби $1000i$, мм:

$$1000i = 95 \text{ мм}$$

3. Знаходимо витрату напору по довжині на ділянці H_l , мм:

$$H_l = i \cdot l = 0,095 \cdot 12 = 1,14 \text{ м вод. ст.}$$

де i – витрата напору на 1 м труби, м;

l – довжина ділянки 3 – 4, м.

4. Сумарні втрати напору з урахуванням місцевих опорів на ділянці 3 – 4, м:

$$H_{l, tot} = H_l(1 + K_l) = 1,14(1 + 0,3) = 1,48 \text{ м вод. ст.,}$$

де K_l - коефіцієнт, що враховує місцеві опори на ділянці 3 – 4.

Мінімальний напір в мережі водопроводу ділянки при максимальному господарсько-питному водоспоживанню на введенні в ділянку над поверхнею землі приймається 14 м при двоповерховій забудові.

Визначаємо з аксонометричної схеми гідростатичний напір:

$$H_g = 5 \text{ м вод. ст.}$$

Максимальний вільний напір санітарно-технічного приладу H_e , м приймаємо $H_e = 2 \text{ м вод. ст.}$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Сумарні витрати напору у внутрішній системі холодного водопостачання дорівнюють:

$$H_g + \Sigma H_{l, tot} = 5 + 1,8 + 3,6 + 1,48 \leq 14 - 2,$$

або $11,85 \text{ м} \leq 12 \text{ м}$, тобто вільний напір приладів забезпечується.

4.2. Розробка пластинчастого теплообмінника

4.2.1. Конструкція та основні елементи пластинчастого теплообмінного апарата

Основним елементом пластинчастого водопідігрівача є пакет пластин. Пакет складається із профільованих пластин з ущільненнями. Кількість пластин, їх компоновка, форма та розмір визначаються вимогами до їх термостійкості. В залежності від області застосування апарату, пластини можуть бути виконані з хромонікелевих сталей, титану та інших матеріалів. По периметру пластин випресовані канавки під ущільнення. Ущільнення призначені для розділу каналів теплообміну та запобігання зовнішніх витоків теплоносія. Ущільнення виконуються із нітрілової резини, етилен-пропіленової резини, силіконової резини та інших спеціальних матеріалів. Вибір матеріалу залежить, головним чином, від його сумісності з теплоносієм, а також від робочих параметрів (температури, тиску).

Поверхня нагріву утворюється із паралельно розташованих пластин. По каналах проміж пластинами направляються потоки теплоносіїв гарячої та холодної сторін.

Пакет пластин встановлюється на спеціальній рамі за допомогою двох плит – нерухомої та притискної (рухомої), напрямної рейки та стягуючих шпильок. Стискання пакету виконується затяжкою гайок на шпильках. На напрямній рейці зроблені насічки, що вказують мінімальний та максимальний розміри стискання пакету. З'єднувальні патрубки або фланці встановлюються на нерухомій та іноді й на притискній плитах.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Основна деталь розбірного пластинчатого теплообмінника – гофрована штампована пластина. В каналах, складених з пластин, є точки опори, що дозволяють витримувати різницю тиску по обидві сторони пластин, а також підвищення внутрішнього тиску в каналах.

Група пластин, утворюючих систему каналів, в яких робоче середовище рухається тільки в одному напрямку, складає пакет. Один чи декілька пакетів, стиснутих між нерухомою та рухомою плитами називають секцією. Пластини розташовують в пакеті одну відносно другої під кутом 180° , при чому усі гумові прокладки звернуті в сторону рухомої плити. В кожній пластині під кутом є чотири отвори для проходу робочого середовища.

Проміжні та кінцеві пластини можуть мати один, два чи три отвори, кількість яких визначаються відповідно за схемою компоновки пластин в теплообміннику. Кожна пластина омивається двома середовищами: з одної сторони – охолоджуємим, а з іншої – нагріваємим, в результаті чого між середовищами відбувається теплообмін середовища, протікаючи поперек гофрів турбулізуються, що призводить до підвищення теплообміну.

Теплопередаючі пластини розбірних теплообмінників мають по контуру паз, в якому закріплено щільні прокладки з гуми спеціальних теплостійких марок. Пластини установлюють на рамі теплообмінника, яка складається з несучих штанг, рухомих та нерухомих плит з затискним обладнанням. Нерухома плита закріплена до підлоги, рухома – на скобі закріплена до верхній штанзі та може рухатись по ній. На плитах є штуцери для приєднання трубопроводів. На нерухомій плиті штуцери можна зняти, їх можна установлювати у верхньому та нижньому положенні. При однопакетній компоновці пластин допускається установка всіх чотирьох штуцерів на нерухомій плиті. На теплообміннику може бути більш чотирьох штуцерів, наприклад, при необхідності відводу незконденсованих газів, зливу продуктів та інше.

Робоче середовище через вхідний штуцер поступає в подовжений колектор, утворює з кутовими отворами та прокладками стиснутих в пакет пластин, та рухається по ньому до пластини з непросіченим кутовим отвором. З колектору

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

робоче середовище проходить в міжпластинчасті канали через ділянки, на яких відсутні щільні прокладки. Ці ділянки в кожному колекторі розташовані через одну пластину, внаслідок чого утворюється система гарячих та холодних каналів. Проходячи міжпластинчасті канали робоче середовище (рідина) накопичується в протилежному колекторі.

При заданому обсягу рідини, яка проходить через апарат, можна становити швидкість руху її по міжпластинчастим каналам. Оптимальна швидкість досягається за рахунок зменшення (чи збільшення) числа каналів в пакеті. Приємними умовами для підвищення надійності є такі показники: відсутність течії, вібрації, спроможність утримувати гідравлічні удари, навантаження, відсутність аварійних ситуацій.

Всім цим умовам краще відповідають пластинчаті теплообмінники. Спеціальні щільні прокладки, які є суцільнолитими без стиків, дозволяють краще уникати течії та також мають кращий опір гідравлічним ударам та навантаженням.

Спеціальна система центрування (по п'яти точкам) дозволяє уникнути невірної постановки пластин по вертикалі та горизонталі, що теж зменшує течію. Контакт металу з металом між пластинами приводить до зниження вібрації та головне при обслуговуванні пластинчатих теплообмінників не виникає необхідність постійного огляду теплообмінника. Ці огляди постійно проводять при використанні кожухотрубних теплообмінників для попередження розвальцьовування трубних дощок. Конструктивні особливості пластинчатих теплообмінників більш прості в обслуговуванні та ремонті.

Головна відмінність пластинчатих теплообмінників від кожухотрубних в тому, що пластинчаті теплообмінники є розбірною конструкцією та характеризуються наступними особливостями: пластини, які утворюють канали, можуть бути захищені на 100 %; продуктивність пластинчатого теплообмінника може бути збільшена або зменшена по потребі. Пластини легко додаються або виймаються; пластинчаті теплообмінники можуть бути доставлені по частинам та зібрані на місці; спеціальна система центрування пластин дозволяє скоротити час при заміні пластин та планових ремонтних роботах.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4.2.2. Тепловий розрахунок пластинчастого теплообмінного апарата

Вихідні дані для розрахунку:

$Q_{оп} = 0,1$ Гкал/год. – теплове навантаження;

$c = 4,187$ кДж/кг·°С – теплоємність води;

$t_1 = 120$ °С – температура води на вході до гарячої сторони апарату;

$t_2 = 80$ °С – температура води на виході з гарячої сторони;

$t''_1 = 60$ °С – температура води на вході до холодної сторони апарату;

$t''_2 = 85$ °С – температура води на виході з холодної сторони апарату;

Масова втрата теплоносія розраховується за формулою [19]:

$$G_{нагр.} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 1,163 \cdot Q_{оп}}{c \cdot (t_1 - t_2)}, \text{ кг/год.}$$

Масова витрата по гарячій стороні:

$$G_{нагр.} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 1,163 \cdot 0,1}{4,187 \cdot (120 - 80)} = 2500 \text{ кг/год.},$$

Тоді при щільності води $\rho=990$ кг/м³ об'ємна витрата $V_{оп}$ дорівнює 2,53м³/год.

Масова витрата по холодній стороні:

$$G_{нагр.} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 1,163 \cdot 0,1}{4,187 \cdot (85 - 60)} = 4000 \text{ кг/год.}$$

Тоді при щільності води $\rho=995$ кг/м³ об'ємна витрата $V_{оп}$ дорівнює 4,02м³/год.

Приймаючи оптимальну швидкість течії теплоносія між пластинами приблизно 1м/с, розрахуємо площу перерізу каналів по гарячій та холодній сторонам:

$$f_{1,2} = \frac{G_{1,2}}{3600w\rho}, \text{ м}^2,$$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

тоді площа перерізу каналу холодної сторони

$$f_1 = \frac{2500}{3600 \cdot 1 \cdot 990} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Площа перерізу каналу гарячої сторони:

$$f_{гр} = \frac{4000}{3600 \cdot 1 \cdot 995} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Розрахунок оптимальних характеристик теплообмінного апарату та підбір кількості пластин у пакеті проведемо за наступною методикою, а результати представимо в табличній формі.

Дійсна швидкість течії теплоносія у каналах апарату:

$$w_6 = \frac{G_{1,2}}{3600 \cdot f_{1,2} \cdot \rho}, \text{ м/с,}$$

де $G_{1,2}$ – масова витрата теплоносія, кг/год;

$f_{1,2}$ – дійсна площа перерізу каналу відповідної сторони апарату, м^2 ;

ρ – густина теплоносія, кг/м^3 .

Критеріальне рівняння для турбулентного руху теплоносія у каналах пластинчастого теплообмінного апарату має такий вигляд:

$$Nu = 0,135 Re^{0,73} Pr^{0,43}.$$

Враховуючи, що критерії визначаються, як

$$Nu = \frac{\alpha}{\delta \cdot \lambda}, \quad Re = \frac{w \cdot \delta}{\nu}, \quad Pr = \frac{\nu}{a}$$

та розв'язуючи попереднє рівняння відносно цих залежностей, отримаємо:

$$\alpha = 0,023 \frac{\lambda}{a^{0,4} \cdot \nu^{0,4}} \frac{w^{0,8}}{\delta^{0,2}},$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією;

δ - еквівалентний прохід каналу між пластинами, м;

w – швидкість течії, м/с.

Приймаючи до уваги, що

$$0,023 \frac{\lambda}{a^{0,4} \cdot \nu^{0,4}} \frac{w^{0,8}}{\delta^{0,2}} = 1430 + 23,3 \cdot t_{сер} - 0,048 \cdot t_{сер}^2,$$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де $t_{\text{сер}} = t_1 - t_2$,

коефіцієнт тепловіддачі конвекцією можна визначити як:

$$\alpha = (1430 + 23,3 \cdot t_{\text{сер}} - 0,048 \cdot t_{\text{сер}}^2) \cdot \frac{w^{0,8}}{\delta^{0,2}}$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі від теплоносія гарячої сторони до пластини буде рівним:

$$\alpha_1 = \left(1430 + 23,3 \cdot (t_1^1 - t_2^1) - 0,048 \cdot (t_1^1 - t_2^1)^2 \right) \frac{w^{0,8}}{\delta^{0,2}}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від пластини до теплоносія холодної сторони:

$$\alpha_2 = \left(1430 + 23,3 \cdot (t_1^1 - t_2^1) - 0,048 \cdot (t_1^1 - t_2^1)^2 \right) \frac{w^{0,8}}{\delta^{0,2}}$$

Коефіцієнт теплопередачі теплообмінного апарату визначається із формули:

$$k = \frac{\mu}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ ккал/м}^2\text{°C},$$

де $\mu = 0,9$ – коефіцієнт, який враховує термічний опір шару накипу (термічним опором металевої стінки завтовшки 1 мм нехтуємо).

Середня різниця температур теплоносіїв гарячої та холодної сторін апарату визначається з формули:

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}}, \text{ °C},$$

де Δt_{δ} – більша різниця температур по гарячій та холодній сторонам;

$\Delta t_{\text{м}}$ – менша різниця температур;

Необхідна площі поверхні нагріву

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}}, \text{ м}^2$$

Необхідна кількість пластин

$$n = \frac{F}{f_{\text{пл}}}$$

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

На основі розрахунку вибираємо:

Тип теплообмінника – LSL1-74 Danfoss Code

Категорія – PED – II

Габаритні розміри: довжина L = 540мм; ширина B = 360мм (max – 2500мм);
висота H = 1218мм

Таблиця 4.1

Технічні характеристики теплообмінника LSL1-74 Danfoss Code

Показники	Розмірність	Гаряча сторона	Холодна сторона
Вхідна температура	°C	120	65
Вихідна температура	°C	80	85
Витрата	л/с	0,7	1,11
Витрати напору	кПа	1,0	4,0
Швидкість	м/с	0,7	2,1
Об'єм води	л	30	31
Теплоємність	кДж/(кг·K)	4,22	4,21
Густина	кг/м ³	995	990
Динамічна в'язкість	Па·с	0,28	0,36
Теплопровідність	Вт/(м·K)	0,65	0,63
Запас поверхні	%	3,5	3,5
Поверхня теплообміну	м ²	12,5	12,5
Кількість пластин	шт.	44	44

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.05			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка заходів з охорони праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Плужник Я.В.						
Керівник		Шаповалов Ю.О						
Консульт.						НУК		

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Загальні питання охорони праці

Охорона праці відіграє важливу роль як соціальний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більш життя. Окрім соціального охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення – цей висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці. Незадовільний стан охорони праці важким тягарем лягає на економіку держави.

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- обов'язковий соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань;

- використання економічних методів управління охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, що сприяє створенню безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі національних програм з питань та з урахуванням інших напрямків економічної та соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;
- встановлення єдиних нормативів з охорони праці для всіх, незалежно від форми власності і видів їх діяльності;
- здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з охорони праці;
- співробітництво і проведення консультацій між роботодавцями та профспілками при прийнятті рішень з охорони праці;
- міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи щодо покращення умов і підвищення безпеки праці.

Права працівників на охорону праці під час роботи на підприємстві.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовується працівниками, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Працівник має право відмовитись від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища.

Обов'язки роботодавця щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці.

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону

праці. У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій і нещасних випадків власник зобов'язаний вжити термінових заходів для допомоги потерпілим, залучити при необхідності професійні аварійно-рятувальні формування.

Обов'язки працівників виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці. Працівник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- додержувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;
- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди.

5.2. Класифікація небезпечних та шкідливих факторів

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори розподіляються за природою дії на наступні групи: фізичні; хімічні; біологічні; психологічні.

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори відповідно ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 діляться на наступні: машини та механізми, які рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки, матеріали, які переміщуються; конструкції, які руйнуються; падіння гірничих порід; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена або понижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена або понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищений рівень вібрації; підвищений рівень інфразвукових коливань; підвищений рівень ультразвуку; підвищений чи понижений барометричний тиск у робочій зоні та його різка зміна; підвищена або знижена вологість повітря; підвищена або знижена рухливість повітря; підвищена або понижена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні; підвищене значення напруги в електрич-

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ному ланцюзі, замикання якого може виникнути через тіло людини; підвищений рівень статичного електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість магнітного поля; відсутність або недостача природного світла; недостатнє освітлення робочої зони; підвищена яскравість світла; знижена контрастність; підвищена пульсація світлового потоку; підвищений рівень ультрафіолетової радіації; підвищений рівень інфрачервоної радіації; гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів й обладнання; розміщення робочого місця на значній висоті відносно поверхні земля (підлоги) невагомість.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори діляться за характером впливу на організм людини на: токсичні; подразнюючі; сенсibiliзуючі; канцерогенні; мутагенні; впливаючи на репродуктивну функцію;

За шляхом проникання до організму людини через: органи дихання; шлунково-кишковий тракт; шкірні та слизові оболонки.

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори включають наступні біологічні об'єкти: патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, простіші) і продукти їх життєдіяльності; мікроорганізми (рослини та тварини).

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером дії діляться на наступні: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження.

Фізичні перевантаження діляться на: статичні; динамічні.

Нервово-психічні перевантаження діляться на: розумове перенапруження; перенапруження аналізаторів; монотонність праці; емоційні перевантаження.

Під час роботи у пекарні можуть впливати такі небезпечні фактори, як:

- недостатність природного освітлення;
- мікроклімат: температура, вологість, швидкість руху повітря, теплове випромінювання;
- виробничий шум;

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- електробезпека;
- емоційне навантаження.

Освітленість робочих місць здійснюється природнім світлом - в світлі години доби і штучними в темні години. Для характеристики робочого місця використовуються ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Освітлення виконується у відповідності з розрядом зорових робіт і коефіцієнтом природної освітленості (КПО), нормоване значення якого становить для робочого місця 2%.

Вимоги, які ставляться до раціонального освітлення: достатня освітленість робочого місця (нормована); рівномірне освітлення; відсутність тіней, особливо рухомих, на робочій поверхні; захист від сліпучої дії джерела світла; вірний вибір напрямку світла - дотримані.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 мікроклімат виробничих приміщень - умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Таблиця 5.1

Параметри мікроклімату приміщень

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 - 60	0,1
	легка-1 б	21 - 23	40 - 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 - 60	0,1
	легка-1 б	22 - 24	40 - 60	0,2

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року.

Підприємство обладнано системою загально обмінної припливно-витяжної вентиляції.

На кожную вентиляційну установку складений паспорт з технічною характеристикою та схемою установки.

Виробничий шум

Рівні шуму та вібрації на робочих місцях визначаються за ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Рівень шуму на робочих місцях не має перевищувати 60 дБА, що досягається застосуванням малошумного обладнання, використанням спеціальних матеріалів для обшивки приміщень, а також різноманітними звукопоглинальними пристроями (перегородки, кожухи, прокладки тощо).

Нормування шуму проводиться за двома методами: нормування за граничним спектром шуму та нормування рівня звуку в дБА. Перший метод нормування є основним для постійних шумів. Рівні звукового тиску (дБ) нормуються в октавних смугах частот. Октавна смуга частот (октава) - діапазон частот, у якому верхня гранична частота удвічі більша за нижню граничну частоту. Октава характеризується середньгеометричним значенням частоти.

Електробезпека - це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Щоб забезпечити захист працюючих від дії електричного струму треба застосувати засоби та способи захисту, що передбачені нормативними документами.

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби захисту передбачені НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Пожежна безпека

Пожежна безпека повинна відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку» та НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Хлібопекарські підприємства відносяться до пожежонебезпечних виробництв. Пожежна небезпека визначається властивостями сировини, готової продукції та характером технологічних процесів.

Борошно, цукор, масло, хліб і булочки, кондитерські вироби - горючі речовини, що мають різну характеристику із запалення та самозаймання. Склади, котельні, ГРП відносяться до вибухонебезпечних приміщень. Пекарська зала, тарний склад та інші приміщення також є пожежонебезпечними.

Для забезпечення пожежної безпеки у пекарні дотримано будівельних, протипожежних та санітарно – гігієнічних норм. Основна пожежо-профілактична вимога – раціональне зонування території підприємства за функціональним значенням будівель та споруд, тобто групування та розташування з урахуванням призначення ступеня вогнестійкості, пожежної небезпеки, розташування в них виробництв, що виділяють у навколишнє середовище шкідливі речовини, а також з урахуванням напряму панівних.

Автомобільні дороги та проїзди до пекарні повинні забезпечувати проїзд пожежних машин до будівлі з двох сторін. Уздовж доріг розміщені в колодязях підземні та на поверхні поверхневі гідранти з інтервалом не більше 100м один від одного, не більше 2 м від дороги та не ближче 5 м до зовнішніх стін будівель.

Евакуація працюючих під час пожежі є одним із найважливіших заходів попередження на них небезпечних чинників. Виробничі приміщення повинні мати щонайменше по два евакуаційних виходи.

У пекарні прокладено мережу пожежного водопроводу, пов'язану з промисловим та господарсько-побутовим водопроводам. Для забору води встановлено пожежні гідранти, відстань між якими не перевищує 150 м, а від стін будівлі становить не менше 5 метрів. Розташування кранів забезпечує подачу в будь-яке приміщення не менше 2 струменів води.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Для гасіння електроустановок під напругою застосовуються вуглекислотні вогнегасники. Печі обладнані автоматичними установками парового гасіння (перегріта або волога пара).

До первинних засобів пожежогасіння відноситься вогнегасники, внутрішні пожежні крани з комплектом обладнання, бочки з водою, сокири, цебра. Вони розміщуються на видному місці, доступному в будь-який час. Кошти пожежної сигналізації поділяються на автоматичні, охоронно-пожежні та пожежний зв'язок. Для своєчасного повідомлення про виникнення пожежі у найближчу пожежну частину застосовують електричну систему пожежної сигналізації. Хлібокомбінат обладнується оповісниками, що реагують на появу диму, полум'я та підвищеної температури.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі для пекарні з вбудованим магазином площею 400 м² розроблена високоефективна, надійна та працездатна система теплопостачання, яка забезпечить нормативні параметри мікроклімату, енергоефективність та відповідність санітарно-гігієнічним і будівельним нормам.

Проведені розрахунки потреб теплоти на опалення та вентиляцію приміщень. Визначено, що теплової потужності достатньо для потреб всіх систем.

Обґрунтовано вибір двотрубною горизонтальною системою опалення з примусовою циркуляцією. На першому поверсі пекарні за верхньою розводкою подаючого трубопроводу, на другому поверсі з нижньою. Опалювальними приладами на 1-му поверсі, де розташовані приміщення цехового типу, є реєстри з гладких труб, а на другому поверсі для приміщень офісного призначення, встановлено радіатори чавунні секційні МС-140М-500-0,9.

Сконструйовано систему вентиляції із трьома витяжними гілками загальною витратою повітря понад 2100 м³/год. та калориферну систему припливного повітряного опалення.

Розроблена система гарячого водопостачання. Виконаний гідравлічний розрахунок системи ГВП та розроблені основні елементи конструкції пластинчастого теплообмінника.

Також розглянутий вплив небезпечних та шкідливих факторів при роботі пекарні.

Раціональний вибір компонування обладнання та оптимізація повітрообміну дозволяють зменшити експлуатаційні витрати та підвищити рівень безпеки і комфорту праці.

Робота відповідає вимогам сучасного енергоефективного будівництва та може бути використана для аналогічних об'єктів.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бедрій Я. І. Охорона праці : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2002. 322 с.
2. Боженко М.Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель : навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/2019BozhenkoMF_NavchPosib.pdf
3. Буд А. Ф., Колодяжний В. В. Розрахунок та проектування систем вентиляції та кондиціонування повітря. Київ : ТОВ «Вент-сервіс», 2014. 344 с.
4. Волков О. Д. Проектування вентиляції промислової будівлі. Харків: Вища школа, 1989. 240 с.
5. Глушко Ю. Ю. Опалення : навч. посіб. 2019 рік. Автор-упорядник: Глушко Ю. Ю., над навчальним посібником працювали: Безпалько Н. О., Боброва Т. Б., Високос С.М., Гусев П.С., Заседателев І. В., Лебедєв С. О., Сашко В. О., Семироз М. В., Терещенко Т. М., Черниш В. В. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/Новини/2020/04/28/2opalennya.pdf> 34
6. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
7. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiyabudivel.pdf>
8. Джерела та системи теплопостачання і основи їх проектування [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітньо-професійної програми «Теплоенергетика» кваліфікаційного рівня «бакалавр» / укладач Кузнецова С.А.: НУК. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.3 Мбайт). Миколаїв : НУК, 2022. 105 с.
9. ДСН 3.3.6042-99 Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=14283 СанПіН 2.1.2.2645-10 <http://gostrf.com/normadata/1/4293820/4293820246.pdf>

10. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mathcentre.com.ua/download/dstu_en_15251-2011.pdf

11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://finance.smr.gov.ua/files/Енергозбереження/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelnaklimatologiya.pdf>

12. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=56183

13. Єнін П. М., Швачко Н. А. Теплопостачання (частина I «Теплові мережі та споруди») : навч. посіб. Київ : Кондор, 2007. 244 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Enin_2007_244.pdf

14. Жуковський С.С., Лабай В.Й. Аеродинаміка вентиляції : навч. посібник для студентів вищ. навч. закладів. Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2003. 270 с.

15. Зайцев О.М., Любарець О.П. Проектування систем опалення. Відень, 2008. 201 с.

16. Слаутіна Т. Г., Кузнецова С.А. Проектування водяних систем опалення : навч. посіб. Миколаїв: Вид-во НУК, 2009. 68 с.

17. Опалення, вентиляція і кондиціонування: для комерційних і виробничих приміщень [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <https://a-air.com.ua/ua-articles/otoplenie-ventiljacija-ikondicionirovanie-dlja-kommercheskih-i-proizvodstvennyh-pomeshhenij/>

18. Розрахунок калорифера: як розрахувати потужність приладу для нагрівання повітря для опалення [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті:

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

<https://uk.top-home-tips.com/3460422-calculator-calculation-how-to-calculate-the-power-of-the-device-for-heating-the-air-for-heating>.

19. Теплотехнологічні процеси та установки (теплообмінні апарати) [Електронний ресурс] навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітньо-професійної програми «Теплоенергетика» кваліфікаційного рівня «бакалавр». / Укл. Шаповалов Ю. О., Соломонюк Д. М.: НУК. - Електронні текстові дані (1 файл: 7,5 Мбайт). Миколаїв : НУК, 2021. 67 с.

20. Шаповалов, Ю. О. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітнього ступеня «бакалавр» : метод. вказівки / Ю. О. Шаповалов, М. М. Семенов. Миколаїв : НУК, 2025. 44 с.

					ВКР.144.4247зст.01.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		