

Кафедра «Енергетичного інжинірингу та робототехнічних систем»

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

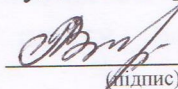
« 8 » серпня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка системи теплопостачання закладу дошкільної освіти №6 "Сонечко" загальною площею 2850 м² по вулиці Капітуліна, 20, м. Ужгород з розробкою водяного калорифера.

Виконала: студентка групи 47-ТЕ-223

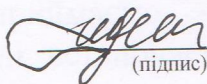

(підпис)

Виноградова Л.А.

Керівник роботи:

д.т.н., професор кафедри ЕІ та РС ПННІ НУК

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Харитонов Ю.М.

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

Кафедра «Енергетичного інжинірингу та робототехнічних систем»

Спеціальність 144 – «Теплоенергетика»

Освітня програма «Теплоенергетика»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

«23» лютого 2026 р.

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

Студентки Виноградової Лілії Анатоліївни

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи тепlopостачання закладу дошкільної освіти №6 "Сонечко" загальною площею 2850 м² по вулиці Капітуліна, 20, м. Ужгород з розробкою водяного калорифера.

Керівник роботи д.т.н., проф. кафедри ЕІ та РС Харитонов Ю.М.

Затверджено розпорядженням ПННІ НУК № 19 від «19» 02. 2026 року

2. Термін подання студентом роботи до розгляду на кафедру: 05.06.2026

3. Вихідні дані по роботі: Об'єктом проектування системи тепlopостачання є заклад дошкільної освіти №6 "Сонечко". Заклад є комунальною формою власності.

Орієнтація головного фасаду – на схід. Будівля двохповерхова з горищем і підвалом. Висота поверху: Н=3м. В якості теплоносія використовувалася гаряча вода з параметрами 95...70°C. Температура зовнішнього повітря для розрахунку модернізованої системи опалення приймаємо -20 °С, температуру в приміщеннях школи + 20°C. В будівлі встановлена двотрубна, покiмнатна система опалення з введенням теплоносія до кожного приміщення від стояків, розташованих у коридорах, що мають арматуру відключення. На підводах до нагрівальних приладів встановлено вентиль термостатичний з термоголовкою, що забезпечує автоматичне підтримання заданої температури.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів).
1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання
 2. Розробка системи водяного опалення. 3. Розробка системи вентиляції.
 - Розрахунок водяних калориферів. 5. Розробка заходів з охорони праці

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. План будівлі. 2. Аксонометрична схема опалення 3. Аксонометрична схема вентиляції.

6. Консультанти розділів роботи

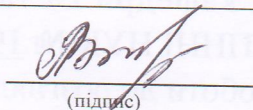
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «20» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

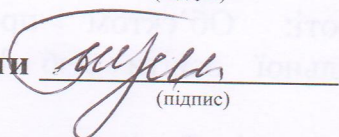
Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання.	06.03.26	
2	Розробка системи водяного опалення	27.03.26	
3	Розробка системи вентиляції	03.04.26	
4	Розрахунок водяних калориферів	29.04.26	
5	Розробка заходів з охорони праці	15.05.26	
6	Графічна частина	22.05.26	

Студентка


(підпис)

Виноградова Л.М.

Керівник роботи


(підпис)

Харитонов Ю.М.

Анотація

У виконаній кваліфікаційній роботі було розроблено систему теплопостачання для дитячого садка з використанням автономної газової котельні. Запроектоване рішення базується на застосуванні сучасних водогрійних котлів «Viessmann» Vitoplex PV1, що дозволяє досягти високого рівня енергоефективності, економічності та надійності в процесі експлуатації. Використання сучасного обладнання дає можливість створити у приміщеннях закладу комфортні умови перебування, які є критично важливими для здоров'я та розвитку дітей, а також для забезпечення сприятливих умов роботи вихователів та обслуговуючого персоналу.

Проект передбачає застосування двотрубною системи опалення, що забезпечує рівномірний розподіл тепла по всіх приміщеннях будівлі, знижує ризик теплових втрат і дозволяє ефективно регулювати температуру. Система є зручною в експлуатації, надійною в роботі та відповідає сучасним нормам проектування і будівельним вимогам.

Особливою перевагою проекту є передбачене встановлення калориферної установки, яка виконує функції не лише опалення, а й охолодження припливного повітря. Це рішення забезпечує оптимальний мікроклімат у будь-яку пору року, підтримує відповідність умовам санітарно-гігієнічних норм та створює комфортний температурний режим незалежно від зовнішніх кліматичних факторів.

У ході роботи було виконано теплотехнічні розрахунки, обґрунтовано вибір обладнання та системи опалення, підібрано необхідні елементи для котельні. Усі технічні рішення прийняті з урахуванням чинних державних будівельних норм та стандартів, що гарантує безпечну та ефективну експлуатацію системи.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці та техніки безпеки, оскільки функціонування котельного обладнання вимагає дотримання суворих правил експлуатації. В роботі визначені основні потенційні небезпеки під час монтажу та експлуатації системи, запропоновані заходи щодо їх попередження, що сприятиме підвищенню рівня безпеки працівників та захисту навколишнього середовища.

Ключові слова: опалення, вентиляція, теплоносій, калорифер, повітровід, шумоглушник, газові котли.

Abstract

In the completed qualification work, a heat supply system for a kindergarten was developed using an autonomous gas boiler room. The designed solution is based on the use of modern Viessmann Vitoplex PV1 water heating boilers, which allows achieving a high level of energy efficiency, economy and reliability during operation. The use of modern equipment makes it possible to create comfortable living conditions in the premises of the institution, which are critically important for the health and development of children, as well as for ensuring favorable working conditions for educators and service personnel.

The project involves the use of a two-pipe heating system, which ensures uniform heat distribution throughout all rooms of the building, reduces the risk of heat loss and allows for effective temperature regulation. The system is convenient to operate, reliable in operation and meets modern design standards and construction requirements.

A special advantage of the project is the installation of a heating unit, which performs the functions of not only heating, but also cooling the supply air. This solution provides an optimal microclimate at any time of the year, maintains compliance with sanitary and hygienic standards and creates a comfortable temperature regime regardless of external climatic factors.

During the work, heat engineering calculations were performed, the choice of equipment and heating system was justified, and the necessary elements for the boiler room were selected. All technical solutions were made taking into account current state construction norms and standards, which guarantees safe and efficient operation of the system.

Special attention is paid to issues of labor protection and safety, since the functioning of boiler equipment requires compliance with strict operating rules. The work identifies the main potential hazards during installation and operation of the system, and proposes measures to prevent them, which will contribute to increasing the level of worker safety and environmental protection.

Keywords: heating, ventilation, coolant, heater, duct, silencer, gas boilers.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	8
1.1 Загальна характеристика та опис об'єкта проектування.....	8
1.2 Перелік систем, параметри та технічні характеристики енергоносіїв.....	10
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ САДОЧКУ "СОНЕЧКО".....	13
2.1 Вибір, обґрунтування систем, вхідних параметрів і характеристик, вимоги нормативних документів, режими роботи	13
2.2 Розрахунок системи опалення.....	20
2.2.1 Розрахунок теплової потужності системи опалення.....	20
2.2.2 Розрахунок теплової потужності нагрівального приладу системи опалення.....	22
2.2.3 Приклад розрахунку теплої підлоги приміщення №123 (спальня).....	24
2.3 Вибір обладнання.....	26
2.3.1 Вибір опалювальних котлів.....	26
2.3.2 Вибір нагрівальних приладів.....	30
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ САДОЧКУ "СОНЕЧКО".....	35
3.1 Загальні вимоги до системи вентиляції.....	35
3.2 Розрахунок системи вентиляції.....	37
3.2.1 Витрата повітря або продуктивність по повітрю.....	37
3.2.2 Розрахунок повітроводу ігрового приміщення.....	39
3.2.3 Розрахунок потужності калорифера.....	41
3.2.4 Аеродинамічний розрахунок повітроводів.....	43
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ВОДЯНИХ КАЛОРИФЕРІВ.....	46
4.1 Опис типів водяних калориферів.....	46
4.2 Розрахунок водяних калориферів.....	47
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	52
5.1 Розробка заходів з охорони праці.....	52
5.1.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів.....	53

5.1.2 Виробниче освітлення та його розрахунок.....	55
ВИСНОВОК.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
Додаток 1.....	62
Додаток 2.....	67
Додаток 3.....	68

ВСТУП

Сучасна техніка теплопостачання будівель формувалася протягом багатьох десятиліть та пройшла шлях від примітивних печей до високотехнологічних автоматизованих систем. Одним із новітніх напрямів розвитку є перехід до автономних систем опалення та гарячого водопостачання, які функціонують безпосередньо на об'єкті. Це дозволяє забезпечити споживачів тепловою енергією з мінімальними втратами та високим рівнем енергоефективності.

Попри значне поширення централізованих систем теплопостачання, на території України все ще експлуатуються тисячі котелень, збудованих у минулому столітті. Їх робота потребує значних витрат на ремонт, модернізацію та обслуговування. Додатковим чинником є постійне зростання вартості енергоносіїв, що робить централізоване теплопостачання економічно обтяжливим. У зв'язку з цим у багатьох країнах світу активно розробляються та впроваджуються альтернативні рішення, серед яких — модульні мінікотельні, що встановлюються безпосередньо на території житлових чи виробничих будівель.

Застосування сучасних систем автоматики та інформаційних технологій забезпечує можливість автоматичного регулювання роботи котельні залежно від погодних умов, часу доби чи індивідуальних потреб користувачів. Такі рішення особливо актуальні для освітніх і медичних закладів, серед яких школи, університети, лікарні та дитячі садки.

У кваліфікаційній роботі розглянуто системи водяного та повітряного опалення, вентиляції та автоматизації процесів теплопостачання. Для дошкільних навчальних закладів України раціональне використання енергоресурсів означає не лише зниження витрат місцевих бюджетів чи коштів батьків на утримання закладів, а й збереження природних ресурсів, зменшення викидів парникових та токсичних газів, а відтак — покращення стану довкілля.

Мета роботи: Розробка ефективної системи теплопостачання дитячого садка, оцінка стану зовнішніх огорожувальних конструкцій, визначення рівня енергоспоживання, аналіз витрат енергоносіїв та розрахунок тепловтрат як базових величин для забезпечення раціонального опалення.

Завдання роботи:

- розробити систему водяного опалення;
- спроектувати систему вентиляції;
- передбачити повітряну завісу у складі вентиляційної системи;
- розробити систему автоматизації роботи джерела тепlopостачання.

Об'єкт дослідження: Будівля дитячого садка № 6 загальною площею 2850 м², розташована за адресою: м. Ужгород, вул. Капітуліна, 20.

Предмет дослідження: Системи опалення, вентиляції та автономного тепlopостачання будівлі.

Методи дослідження: Аналітичні методи для визначення теплових навантажень; розрахункові методи для вибору оптимальних параметрів системи тепlopостачання.

Отримані результати: У результаті виконання роботи визначено опалювальні навантаження приміщень, проведено вибір та обґрунтування найефективніших і найбільш економічних систем водяного опалення та вентиляції, а також розроблено схему їх підключення до теплових мереж. Особлива увага приділена впровадженню сучасних заходів автоматизації, які дозволяють оптимізувати витрати енергії та забезпечити стабільний мікроклімат у приміщеннях.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.

1.1 Загальна характеристика та опис об'єкта проектування

Будівлю дитячого садка №6 було введено в експлуатацію 20 листопада 1953 року згідно з наказом Ужгородського міськвико №46 від 24.11.1953 р. Свою діяльність заклад розпочав з 4 січня 1954 року. Об'єкт належить до комунальної власності та від початку мав чотири групи.

Заклад розташований у м. Ужгород за адресою: вул. Капітульна, 20 (колишня вул. Кремлівська).

Упродовж років діяльності дитячий садок зазнав низки організаційних і структурних змін:

- 2002 р. – після впровадження Закону «Про дошкільну освіту» заклад отримав статус дитячого навчального закладу. Основна увага приділялася модернізації змісту освітнього процесу, впровадженню новітніх методик і розвитку дошкільника відповідно до вимог Базового компонента дошкільної освіти.
- 2003 р. – відзначено 50-річчя з часу заснування. Ювілей став важливою віхою у підведенні підсумків роботи та визначенні перспектив подальшого розвитку.
- 2006 р. – діяльність закладу зосередилася на п'яти ключових напрямках: якість освіти, духовне виховання, демократизація освітнього процесу, соціальний захист вихованців та інноваційні підходи.

У наступні роки заклад брав активну участь у міжнародних і місцевих програмах розвитку:

- 2016 р. – участь у проєкті з покращення санітарних умов у дитсадках м. Ужгорода за підтримки народу Японії. У рамках програми харчоблок отримав сучасне технологічне обладнання.
- 2017 р. – участь у програмі «Розвиток ДНЗ у Карпатському басейні», реалізований за підтримки Угорського уряду. У закладі проведено ремонтні роботи, оновлено меблі та освітлення.
- 2018 р. – відкрито третю групу з угорською мовою навчання.
- 01.11.2018 р. – заклад отримав офіційну назву: Заклад дошкільної освіти №6 «Сонечко» загального розвитку Ужгородської міської ради Закарпатської області.

Станом на сьогодні заклад є відкритою соціально-освітньою установою, що забезпечує гармонійний розвиток дітей, формування позитивної життєвої позиції та соціальної компетентності.

У вересні 2022 року група з російською мовою навчання перейшла на українську, що відповідає сучасним освітнім вимогам і державній мовній політиці.

Опалення будівлі здійснюється від автономної котельні, що розташована в окремому спеціально обладнаному приміщенні та забезпечує стабільне постачання теплової енергії.

У межах даної кваліфікаційної роботи було розроблено дві основні інженерні системи: систему опалення та систему вентиляції.

Система опалення запроектована за схемою вертикальної двотрубною розводки, що забезпечує рівномірний розподіл теплоносія та стабільні температурні параметри в усіх приміщеннях. Як опалювальні прилади застосовано чавунні радіатори типу MC-140-108, які відзначаються високою тепловіддачею, надійністю та довговічністю. Для підтримання оптимального мікроклімату в приміщеннях передбачено встановлення автоматичних регуляторів температури повітря, що дозволяють здійснювати індивідуальне регулювання теплового режиму. Крім того, у систему включено

повітровідвідники, які забезпечують ефективне видалення повітряних пробок та надійну роботу всієї мережі.

1.2 Перелік систем, параметри та технічні характеристики енергоносіїв

Система теплопостачання дитячого садочка призначена для створення оптимальних умов праці вихователів та забезпечення комфортного перебування дітей у приміщеннях. При її проектуванні враховано вимоги енергозбереження, зручність експлуатації та технічного обслуговування обладнання, а також інтеграцію з системами безпеки будівлі. Взаємодія систем опалення й вентиляції, а також самоконтроль роботи обладнання забезпечують економічність функціонування та зниження енергоспоживання.

До складу системи теплопостачання входять:

система опалення;

система вентиляції та кондиціонування повітря;

система гарячого водопостачання;

система каналізації.

Мікроклімат у приміщеннях прямо впливає на стан здоров'я та життєдіяльність дітей і персоналу, тому головна мета інженерних систем полягає у створенні максимально сприятливих умов перебування відповідно до ДБН В.2.2-4:2018 «Заклади дошкільної освіти».

Система вентиляції

Комплексна система вентиляції та кондиціонування повітря забезпечує підтримання нормативних параметрів мікроклімату в усіх приміщеннях. У проекті передбачені припливні та витяжні системи вентиляції. В холодний період року свіже повітря, що подається, підігрівається у калориферах та теплообмінниках.

Припливні установки можуть бути реалізовані у вигляді центральних кондиціонерів або комплексу обладнання (вентилятори, фільтри, шумоглушники). У даному проекті передбачено використання припливно-

втяжної системи з природним та механічним спонуканням. Механічна припливна вентиляція виконується на базі обладнання фірми Clima.

Повітроводи виконуються з оцинкованої сталі відповідно до ГОСТ 14918-80. Для частини систем прийняті повітропроводи класу «П» зі сталі товщиною 1 мм згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». У ряді приміщень передбачено природну циркуляцію через вентиляційні канали.

Система опалення

Система опалення забезпечує комфортний температурний режим у холодний період року. Джерелом теплопостачання є автономна котельня, розташована на території закладу. В якості теплоносія використовується гаряча вода з параметрами 95–70 °С, яка подається від котельні до вузла управління.

У будівлі прийнята двотрубна покімнатна система опалення з підключенням кожного приміщення від стояків, розташованих у коридорах. Розводка виконується уздовж плінтусів. Як нагрівальні прилади встановлено чавунні радіатори MC-140-108, обладнані термостатичними вентилями з термоголовками для автоматичного регулювання температури.

Для видалення повітря з системи встановлено збірники повітря, а магістральні трубопроводи ізольовані для зменшення тепловтрат.

Система водопостачання

Система водопостачання забезпечує подачу холодної та гарячої води відповідно до технічних умов. Джерелом є існуючий чавунний водопровід діаметром 150 мм.

У будівлі передбачено господарсько-питний водопровід і систему гарячого водопостачання з приготуванням гарячої води в індивідуальному тепловому пункті (ІТП). Трубопроводи виконані з пластмасових труб виробництва фірми Ekorplastik (Чехія). Стояки відкриті, у місцях проходження перекриттів захищені гільзами зі сталі. На стояках встановлені відключаючі вентиля.

Система каналізації

Внутрішня каналізація виконується з пластикових труб виробництва Profil (Польща). Система забезпечує відведення господарсько-побутових стоків, а також атмосферних вод у зовнішні мережі. Стояки виконані відкрито, випуски прокладаються в підлозі цокольного поверху у каналах зі знімним покриттям.

Витяжна частина стояків виконується з азбестоцементних труб діаметром 100 мм за ГОСТ 1839 та виводиться на 0,5 м вище покрівлі. Водовідведення атмосферних опадів здійснюється системою зовнішніх водостоків.

Таким чином, у проекті передбачені всі необхідні інженерні рішення для забезпечення дитячого садка сучасною та енергоефективною системою теплопостачання.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ САДОЧКУ "СОНЕЧКО"

2.1 Вибір, обґрунтування систем, вхідних параметрів і характеристик, вимоги нормативних документів, режими роботи

Система опалення розробляється з метою підтримки розрахункової температури повітря в приміщеннях, враховуючи:

втрати тепла через огорожувальні конструкції;

енергію, витрачену на підігрів зовнішнього повітря, що проникає в приміщення;

постійний тепловий внесок від електроприладів, освітлення, технологічного обладнання, комунікацій, матеріалів, людей та інших джерел. При цьому мінімальний тепловий потік у кімнатах слід приймати не менше 10 Вт на квадратний метр підлоги. Тепловтрати через внутрішні огорожувальні конструкції можна не враховувати, якщо різниця температур у сусідніх приміщеннях не перевищує 3 °С.

Обсяг повітря, що проникає внаслідок інфільтрації, визначається з урахуванням швидкості вітру за параметрами групи Б.

У випадку, коли швидкість вітру за параметрами Б є нижчою, ніж за параметрами А, необхідно додатково перевіряти роботу опалювальних приладів за умовами параметрів А.

У системах опалення з трубопроводами з термостійких полімерних матеріалів параметри теплоносія (тиск і температура) не повинні перевищувати граничних значень, визначених нормативними документами для даних виробів, але вони мають бути не вищими ніж 90 °С і 1,0 МПа.

Як основний теплоносій у внутрішніх системах опалення та теплопостачання застосовується вода. Використання інших видів теплоносіїв допускається лише за наявності техніко-економічного обґрунтування.

Чергове опалення необхідно передбачати для забезпечення підтримання нормативної температури повітря за допомогою основних елементів

опалювальної системи. Проектування окремих спеціалізованих систем чергового опалення допускається лише у випадках, коли це підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Якщо загальна площа приміщень, що опалюються місцевими приладами, становить не більше 5 % від сумарної площі всіх опалюваних приміщень будівлі, і для них висуваються відмінні від основних приміщень вимоги, опалення слід передбачати за правилами, встановленими для основних приміщень. При цьому необхідно враховувати, щоб таке рішення не призводило до порушення норм пожежної та вибухової безпеки.

У виробничих приміщеннях категорій А і Б перевагу слід надавати системам повітряного опалення. Використання інших типів систем допускається, у тому числі водяного чи парового опалення з місцевими приладами, за винятком випадків, коли у приміщеннях зберігаються або застосовуються речовини, що при контакті з водою чи водяною парою утворюють вибухонебезпечні суміші, або здатні до самозаймання чи вибуху внаслідок взаємодії з водою.

Проектування систем опалення для сходових кліток не передбачається у будинках з поквартирними системами опалення, а також у будівлях з будь-яким видом опалення, якщо розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період становить -5°C і вище (параметри Б).

Проектування систем опалення будівель повинно гарантувати рівномірний розподіл теплоти у приміщеннях, забезпечувати їхню гідравлічну та теплову стабільність, відповідати вимогам вибухо- та пожежної безпеки, а також передбачати зручність проведення очищення й технічного обслуговування.

Трубопроводи систем опалення, а також мережі для живлення повітрянагрівачів і водопідігрівачів вентиляційних систем, кондиціонерів та повітряно-теплових завіс (надалі – трубопроводи опалення) слід проектувати із сталевих, мідних, латунних або терmostійких полімерних труб, у тому числі металополімерних, дозволених для використання в будівництві. Для пластмасових труб необхідно застосовувати сполучні елементи та деталі, що відповідають їх типу.

Полімерні труби, які працюють спільно з металевими трубопроводами чи опалювальними приладами, у тому числі у зовнішніх теплових мережах із нормованим вмістом розчиненого кисню у теплоносії, повинні мати антидифузійне покриття.

Теплоізоляцію необхідно передбачати для ділянок трубопроводів, що прокладаються у неопалюваних приміщеннях, у місцях можливого промерзання, у зонах із штучним охолодженням, а також для захисту від опіків і запобігання конденсації вологи.

Як ізоляційні матеріали використовуються вироби з коефіцієнтом теплопровідності не більше $0,05 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ та такої товщини, щоб температура на поверхні труб не перевищувала 40°C .

Додаткові тепловтрати, що виникають у трубопроводах, прокладених у неопалюваних приміщеннях, а також втрати теплоти через розміщення опалювальних приладів у зовнішніх огорожувальних конструкціях, допускаються лише в межах до 7 % від загального теплового навантаження системи опалення будівлі.

Прокладання трубопроводів різного функціонального призначення рекомендується виконувати окремо від теплового пункту або від основної магістралі. Зокрема, роздільно мають проходити:

- трубопроводи систем опалення з місцевими опалювальними приладами;
- мережі, що обслуговують системи вентиляції, кондиціонування та повітряного опалення;
- трубопроводи для повітряно-теплових завіс;
- лінії для інших систем та установок, які працюють періодично.

Швидкість руху теплоносія в трубопроводах водяної системи опалення визначається з урахуванням допустимого еквівалентного рівня звукового тиску в приміщенні:

при рівні шуму понад 40 дБА:

не більше 1,5 м/с – у громадських будівлях та приміщеннях;

не більше 2 м/с – в адміністративно-побутових будівлях і приміщеннях;

не більше 3 м/с – у виробничих будівлях та приміщеннях;

при рівні шуму 40 дБА та нижче швидкість теплоносія.

Різницю тиску між подачею та зворотним трубопроводом у системі водяного опалення слід визначати з урахуванням впливу температурної різниці теплоносія.

Для розрахунків типових проектів при введенні системи опалення до будівлі рекомендується приймати різницю тисків на рівні 150 кПа.

Невраховані додаткові втрати тиску слід враховувати як 10 % від максимальних втрат тиску у системі. У разі використання теплоносія з температурою 105 °С і вище необхідно передбачати заходи, що запобігають його закипанню.

При застосуванні циркуляційних насосів розрахунки виконуються із врахуванням тиску, створюваного насосом у системі опалення.

Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні сталевих труб систем опалення та внутрішнього теплопостачання слід приймати не менше: для води і пари – 0,2 мм, для конденсату – 0,5 мм.

При безпосередньому підключенні систем внутрішнього теплопостачання виробничих будівель до теплових мереж мінімальна еквівалентна шорсткість труб повинна становити: для води і пари – 0,5 мм, для конденсату – 1,0 мм.

Для труб з полімерних матеріалів та мідних (латунних) труб відповідно слід приймати не менше 0,01 мм та 0,11 мм.

При реконструкції систем внутрішнього теплопостачання та опалення з використанням існуючих трубопроводів слід приймати еквівалентну шорсткість сталевих труб у межах: для води та пари – 0,5 мм, для конденсату – 1,0 мм.

Різниця температур теплоносія у стояках водяного опалення з місцевими приладами не повинна перевищувати 25 % (але не більше 8 °С) від розрахункової різниці температур при визначенні параметрів систем з варіативними температурними перепадами.

У однотрубних системах водяного опалення втрати тиску у стояках повинні складати щонайменше 70 % від загальних втрат тиску в циркуляційних кільцях, не враховуючи втрати на загальних ділянках.

Для однотрубних систем з нижнім розведенням магістралі подачі та верхнім розведенням магістралі звороту рекомендується приймати втрати тиску у стояках не менше 300 Па на кожен метр висоти.

У двохтрубних вертикальних і однотрубних горизонтальних системах опалення слід передбачати, щоб втрати тиску в циркуляційних кільцях через верхні прилади були не меншими за природний тиск у цих приладах за розрахункових параметрів теплоносія.

Допустима нев'язка втрат тиску в циркуляційних кільцях (без врахування втрат на загальних ділянках) не повинна перевищувати 5 % для побіжного та 15 % для тупикового розведення труб у системах водяного опалення при розрахунках із постійною різницею температур.

Трубопроводи систем опалення, як правило, прокладаються приховано: у плінтусах, за декоративними екранами, у шахтах та каналах. Відкрита прокладка металевих труб допустима, а також пластикових труб — лише в тих місцях, де виключається можливість їх механічного або термічного пошкодження та впливу прямих сонячних променів.

Прокладка трубопроводів повинна забезпечувати можливість їхньої швидкої та зручної заміни під час ремонтних робіт.

Розміщення труб без кожухів у будівельних конструкціях (монолітних елементах) допускається:

у будинках з розрахунковим терміном служби менше 20 років;

для труб з розрахунковим строком експлуатації 40 років і більше.

При прихованій прокладці передбачаються люки у місцях установки розбірних з'єднань та арматури для забезпечення доступу під час обслуговування.

Трубопровідні системи з полімерних матеріалів повинні монтуватися відповідно до рекомендацій щодо встановлення пластикових труб у системах опалення.

У районах із розрахунковою мінімальною температурою зовнішнього повітря -40°C і нижче (параметри Б) забороняється прокладати трубопроводи подачі та зворотні трубопроводи систем опалення на горищах будинків (за винятком теплих горищ) та у провітрюваних підпіллях.

Також не допускається прокладання транзитних трубопроводів систем опалення через електротехнічні приміщення, пішохідні галереї та тунелі.

На горищах допускається установка розширювальних баків систем опалення з тепловою ізоляцією з негорючих матеріалів.

У системах опалення слід передбачати пристрої для їх зливу, зокрема: у будинках із чотирма та більше поверхами, у системах з нижнім розведенням у будинках від двох поверхів і вище, а також на сходових клітках незалежно від загальної поверховості будівлі. На кожному стояку необхідно встановлювати запірну арматуру із штуцерами для підключення шлангів.

Арматура та дренажні пристрої, як правило, не розташовуються у каналах підпілля. У горизонтальних системах опалення слід передбачати зливні пристрої на кожному поверсі будинку, незалежно від його поверхні.

Ухил трубопроводів води приймається рівним 0,002. При швидкості руху води 0,25 м/с і вище допускається прокладка труб без ухилу.

Відстань між поверхнею трубопроводів, опалювальних приладів або повітрянагрівачів з теплоносієм температурою понад 105°C і конструкціями з горючих матеріалів повинна становити не менше 100 мм. Якщо ця відстань менша, слід передбачити термоізоляцію конструкцій із негорючих матеріалів.

Прокладка труб із полімерних матеріалів у приміщеннях категорії Г забороняється, а також у приміщеннях, де є джерела теплового випромінювання з температурою поверхні вище 150°C .

Трубопроводи, що проходять через перекриття, внутрішні стіни та перегородки, слід прокладати у гільзах із негорючих матеріалів. Краї гільз

повинні розташовуватися на рівні поверхні стін, перегородок і стелі, при цьому верхня кромка гільзи має бути на 30 мм вище поверхні підлоги.

Зазори та отвори в місцях прокладки трубопроводів необхідно закладати негорючими матеріалами, щоб забезпечити встановлену нормами межу вогнестійкості огорожувальних конструкцій.

Прокладка або перетинання трубопроводів опалення з трубопроводами горючих рідин, пари та газів із температурою спалаху 170 °С і нижче, а також з агресивними парами і газами, у одному каналі забороняється.

Видалення повітря з водяних систем опалення та конденсатопроводів, заповнених водою, рекомендується здійснювати у верхніх точках системи. Для парових систем опалення повітря слід видаляти у нижніх точках конденсаційних самопливних трубопроводів.

У водяних системах опалення зазвичай встановлюють проточні повітрозбірники або крани. Використання непроточних повітрозбірників допускається лише у випадках, коли швидкість руху води в трубопроводі не перевищує 0,1 м/с.

Труби, фасонні елементи та з'єднання системи опалення повинні забезпечувати міцність та герметичність при наступних умовах:

пробний тиск води має перевищувати робочий тиск у системі опалення у 1,5 рази, але не бути меншим за 0,6 МПа, при постійній температурі води 95 °С;

постійний тиск води повинен відповідати робочому тиску у системі опалення, але не бути меншим за 0,4 МПа, при розрахунковій температурі теплоносія, що не нижче 80 °С, протягом 25 років розрахункового терміну експлуатації.

Гідравлічні випробування трубопроводів із пластмас передбачають підвищення тиску до заданого значення протягом не менше 30 хвилин. Трубопровід вважається витриманим, якщо протягом наступних 30 хвилин падіння тиску не перевищує 0,06 МПа, а протягом наступних 2 годин – не більше 0,02 МПа.

При проектуванні систем центрального водяного опалення з пластмасових труб слід передбачати установку приладів автоматичного регулювання, що захищають трубопроводи від перевищення допустимих параметрів теплоносія.

2.2 Розрахунок системи опалення

2.2.1 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Розрахункова тепла потужність, кВт, системи опалення повинна вираховуватися за формулою:

$$Q = (Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2, \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

де Q_1 - теплові втрати будівлі, кВт;

b_1 - коефіцієнт, який залежить від типу нагрівального приладу та приймається згідно [6], $b_1 = 1,02$;

b_2 - коефіцієнт, який враховує додаткові втрати теплоти за радіаторними ділянками зовнішніх стін, $b_2 = 1,07$;

Q_2 - теплові втрати трубопроводами, які прокладені в неопалювальних приміщеннях, кВт;

Q_3 - тепловий потік, який регулярно поступає від освітлення, устаткування та людей, кВт.

Приймаємо Q_3 з розрахунку 0,01 кВт на 1м² загальної площі.

$$Q_3 = 0,01 \cdot 3000 = 30 \text{ кВт}$$

Розрахункові втрати теплоти крізь огорожуючі конструкції :

$$Q_1 = Q_a + Q_g, \text{ кВт}, \quad (2.2)$$

де Q_a - тепловий потік крізь огорожуючі конструкції, кВт;

Q_g - тепловий потік на нагрівання вентиляційного повітря, кВт;

Тепловий потік Q_a розраховується для кожної огорожувальної конструкції приміщення за формулою:

$$Q_a = (1/R) \cdot A \cdot (t_g - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (2.3)$$

де A - площа конструкції, м^2 ;

R – опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$;

t_g, t_n - розрахункові температури внутрішнього та навколишнього повітря, $^\circ\text{C}$;

β - додаткові втрати теплоти в долях від основних втрат згідно [6],
приймаємо $\beta = 1,05$;

Втрати теплоти Q_g розраховуються для кожного приміщення, в якому є хоча б одне вікно:

$$Q_g = 0,037 \cdot A_n \cdot h \cdot (t_g - t_n) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (2.4)$$

де A_n - площа підлоги приміщення, м^2 ;

h – відстань від підлоги до стелі, м ;

Для приміщень, в яких вікна закриваються герметично пропонується приймати $Q_g = 0$ за умови безперервної роботи протягом робочого дня припливної системи вентиляції підігрітим повітрям.

Втрати теплоти, Q_2 трубопроводами, які проходять в приміщеннях які не опалюються, слід визначати приймаючи до уваги ефективність теплоізоляційної конструкції.

$$Q_{2\max} = \sum L \cdot q \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (2.5)$$

де L – довжини ділянок теплоізованих трубопроводів, м ;

q – нормована лінійна густина теплового потоку, Вт/м , приймаємо згідно [6], $q = 27 \text{ Вт/м}$ - для подаючої ділянки трубопроводу D_y50 ; $q = 17 \text{ Вт/м}$ - для зворотної ділянки трубопроводу D_y50 .

$$Q_{2\max} = (50 \cdot 14 + 80 \cdot 16 + 90 \cdot 18 + 120 \cdot 19 + 180 \cdot 21 + 140 \cdot 23 + 30 \cdot 27) \cdot 10^{-3} + \\ (50 \cdot 9 + 80 \cdot 10 + 90 \cdot 11 + 120 \cdot 12 + 180 \cdot 13 + 140 \cdot 15 + 30 \cdot 17) \cdot 10^{-3} = 22,32, \text{ кВт}.$$

Розрахункове річне тепло споживання системою опалення будівлі, не має перевищувати величини, яка розраховується за формулою:

$$Q_{pik} = 0,0864 \cdot Q \cdot S \cdot a \cdot b \cdot c / (t_g - t_n), \text{ ГДж}, \quad (2.6)$$

де S – розрахункова кількість градусо-днів періоду опалення, приймаємо згідно для м. Ужгород, $S=2904$;

a – коефіцієнт, який враховує застосування приладів зменшення теплової потужності в неробочий час, $a=0,8$;

b – коефіцієнт враховує застосування РТК, $b=0,9$;

c – коефіцієнт, який враховує застосування приладів по фасадного автоматичного регулювання, $c=0,95$;

За приведеною вище методикою була набрана програма для розрахунку втрат тепла крізь конструкції будівлі та проведений розрахунок. Результати розрахунку зведені до таблиці 1.1. додатку 1.

2.2.2 Розрахунок теплової потужності нагрівального приладу системи опалення

Стандартний тепловий потік з теплоносієм водою, при якому проводяться теплові випробування опалювальних приладів:

$$\Delta t_{cp}^{ct} = t_{cp} - t_n = 0,5 \cdot (t_{bx} + t_{vix}) - t_n, \quad (2.7)$$

де t_{bx} – температура води, що входить зверху у прилад, °C;

t_{vix} – температура води, що виходить знизу, °C;

t_n – температура повітря у приміщенні, °C

Розрахункова густина теплового потоку опалювальних приладів:

$$q_{pr} = q_{ном} \cdot (\Delta t^{ct} / 70)^{1+n} \cdot (G_{pr} / 0,1)^p \cdot C_{pr}, \quad (2.8)$$

де $q_{ном}$ – номінальна густина теплового потоку опалювального приладу при стандартних умовах роботи, Вт/м² (приймаємо по табл. 8.1 [16];

Δt^{ct} – температурний напір, який дорівнюється різниці полусуми температур теплоносія на вході та на виході опалювального приладу ті температури повітря у приміщенні $\Delta t^{ct} = [0,5(t_{bx} + t_{vix}) - t_n]$ °C;

G_{pr} – явна витрата води в опалювальному приладі, м/с;

n, p – експериментальні значення показників ступеня, наведені в табл. 8.1 [6];

$C_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, який враховує схему приєднання опалювального приладу та зміну показника ступеня p у різних діапазонах витрати теплоносія

Розрахункова площа опалювального приладу знаходиться:

$$F_p = (Q_{\text{потр}} - 0,9 \cdot Q_{\text{тр}}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / q_{\text{пр}}, \quad (2.9)$$

де $Q_{\text{потр}}$ – потужність опалювальної системи, Вт;

$Q_{\text{тр}}$ – сумарна тепловіддача відкрито прокладених у приміщеннях стояків, підводок, до яких приєднують прилад (коефіцієнт 0,9 враховує долю теплового потоку від теплопроводів, корисну для підтримки температури повітря у приміщенні). На практиці тепловіддачу від теплопроводів знаходять:

$$Q_{\text{тр}} = q_v \cdot l_v + q_g \cdot l_g, \quad (2.10)$$

при цьому використовуються таблиці, де наведені значення q_v та q_g – тепловіддачі 1м вертикально та горизонтально прокладених труб, Вт/м, в залежності від їх діаметру та різниці температур ($t_r + t_v$);

l_v та l_g – довжина вертикальних та горизонтальних теплопроводів у приміщенні, м;

β_1 – коефіцієнт врахування додаткового теплового потоку встановлених опалювальних приладів (приймаємо по табл. 8.2 [6]);

β_2 – коефіцієнт врахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами у зовнішніх огорожень (приймаємо по табл. 8.3 [6]).

Розрахована кількість секцій чавунних радіаторів:

$$N_p = F_p \cdot \beta_4 / (f_1 \cdot \beta_3), \quad (2.11)$$

де f_1 – площа поверхні нагріву однієї секції, м^2 , залежить від типу радіатора, прийнятого для встановлення у приміщенні (приймаємо по табл. 8.1 [10]);

β_4 – коефіцієнт, який враховує засіб встановлення радіатора у приміщенні;

β_3 – коефіцієнт, який враховує число секцій в одному радіаторі.

$$\beta_3 = 0,92 + 0,16 / F_p. \quad (2.12)$$

В даному проекті всі нагрівальні прилади розраховані та занесені в таблицю 1.1 додатка 1.

2.2.3 Приклад розрахунку теплої підлоги приміщення №123 (спальня).

Необхідна температура внутрішнього повітря у приміщенні. 20°C

Площа приміщення $S = 40,82 \text{ м}^2$.

Активна площа підлоги становитиме

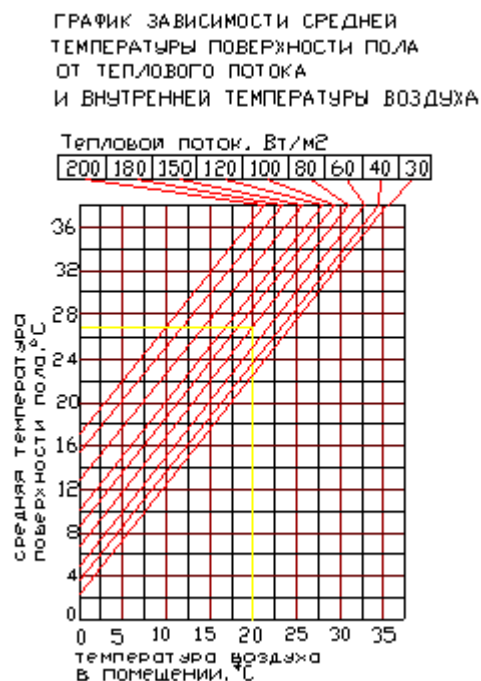
$$40,82 - (9,72 + 5,72) \cdot 2 \cdot 0,2 = 35,424 \text{ м}^2$$

Тепло втрати приміщення $Q = 1970 \text{ Вт}$.

Тобто питомі тепловтрати приміщення становлять:

$$q = (1970 - 1122) / 25,424 = 33,354 \text{ Вт/м}^2$$

Визначаємо середню температуру поверхні підлоги, залежно від теплового потоку на м^2 та температури повітря в приміщення за графіком №1:



Середня температура поверхні підлоги дорівнює $T_{\text{підл}} = 23^{\circ}\text{C}$

Визначаємо середню температуру теплоносія:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{пол}} + q \cdot \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + q \cdot \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}, \quad (2.13)$$

де q - питомий тепловий потік ($33,354 \text{ Вт/м}^2$);

$\delta_{\text{пл}}$ - товщина плитки ($0,015\text{м}$);

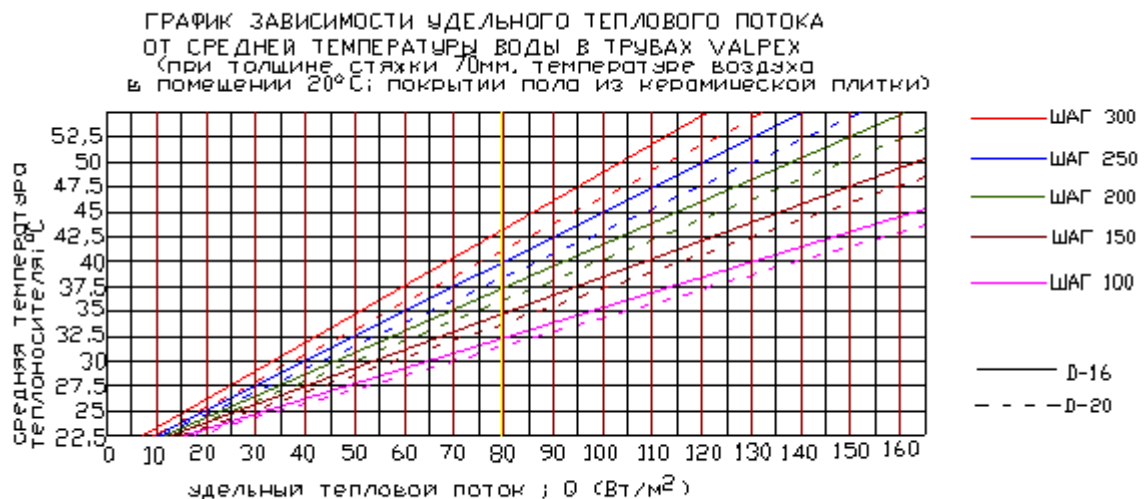
$\lambda_{\text{пл}}$ - коефіцієнт теплопровідності плитки ($1,5 \text{ Вт/м}^\circ\text{К}$);

$\delta_{\text{ст}}$ - товщина стяжки ($0,07\text{м}$);

$\lambda_{\text{ст}}$ - коефіцієнт теплопровідності стяжки ($0,93 \text{ Вт/м}^\circ\text{К}$).

$$T_{\text{ср}} = 23 + 33,354 \cdot \frac{0,015}{1,5} + 33,354 \cdot \frac{0,07}{0,93} = 23 + 0,3335 + 2,5105 = 25,844^\circ\text{C}$$

Знаючи питомі тепло потік та середню температуру теплоносія, задається діаметром труби та кроком між осями труб, використовуючи графік (Залежності питомого теплового потоку від середньої температури води в трубах VALPEX у приміщеннях 20°C ; покриття підлоги з керамічної плитки) №2.



$d = 16\text{мм}$ Шаг 150мм

Визначаємо довжину петель контурів теплої підлоги:

$L_{\text{заг}} = 147,48\text{м}$ – загальна довжина трубопроводу;

Максимальна довжина трубопроводу $d = 16\text{мм} = 100\text{м}$, виробляємо розподіл мережі на два контури за довжинами: $L_1 = 90,52\text{м}$ $L_2 = 56,96\text{м}$.

Теплове навантаження на 1 контур: $Q_1 = 848 \cdot 0,6135 = 520 \text{ Вт}$.

Теплове навантаження на 2 контури: $Q_2 = 848 \cdot 0,3865 = 328 \text{ Вт}$.

Визначаємо температуру в трубопроводі, що подає і зворотному.

$\Delta t = 5^\circ\text{C}$ - перепад температур у трубопроводах.

$$T_1 = T_{\text{ср}} + \frac{\Delta t}{2} = 25,844 + \frac{5}{2} = 28,344^\circ\text{C} - \text{в подаючому трубопроводі.}$$

$$T_2 = T_{\text{ср}} - \frac{\Delta t}{2} = 25,844 - \frac{5}{2} = 23,344^\circ\text{C} - \text{у зворотному трубопроводі.}$$

Визначаємо витрату теплоносія у контурах.

$$G_1 = \frac{Q_1}{4187 \cdot \Delta t} = \frac{520}{4187 \cdot 5} = 0,0249 \text{ (кг/с).}$$

$$G_2 = \frac{Q_2}{4187 \cdot \Delta t} = \frac{328}{4187 \cdot 5} = 0,0157 \text{ (кг/с).}$$

Визначаємо швидкість руху теплоносія у контурах.

$$V_1 = 0,219 \text{ (м/с)} - \text{швидкість руху теплоносія в 1 контурі.}$$

$$V_2 = 0,139 \text{ (м/с)} - \text{швидкість руху теплоносія в 2 контурі.}$$

Визначаємо втрату тиску в контурі:

$$H = H_{\text{тр}} + H_{\text{мес}} \quad (2.14)$$

де: $H_{\text{тр}}$ - опір труб (визначаємо по літер.).

$H_{\text{мес}} = n \cdot 1$ - місцеві опори на поворот.

$$H_1 = 4699 + 18 \cdot 1 = 4756 \text{ (Па)} - \text{опір трубопроводу 1 контуру.}$$

$$H_2 = 1069 + 22 \cdot 1 = 1091 \text{ (Па)} - \text{опір трубопроводу 2 контури.}$$

Всі розрахунки зводимо до таблиці додатку 2.

2.3 Вибір обладнання

2.3.1 Вибір опалювальних котлів

Сьогодні український ринок опалювального обладнання активно приваблює іноземні компанії, зокрема італійські, німецькі та французькі виробництва. Продукція цих брендів характеризується високою ціною, тому споживачі зазвичай звертають увагу насамперед на якість, надійність і економічність приладів.

Кожна марка опалювальної техніки має свої переваги, що відповідають конкретним вимогам користувачів. Так, котли німецької фірми Viessmann вирізняються широким вибором автоматичних режимів, що забезпечують комфортну експлуатацію та стабільну роботу навіть при коливаннях електричної напруги – факторі, який особливо актуальний для України.

Для забезпечення комфортного мікроклімату та безперервного теплопостачання з автономної котельні закладу дошкільної освіти були обрані три котли фірми Viessmann VITOPLEX PV 1: два котли потужністю 620 кВт і один – 310 кВт, відповідно до проведених розрахунків. Крім котлів, у складі котельні передбачено встановлення опалювального конвектора, компенсатора об'єму, автоматичного пристрою для пом'якшення води, вузла обліку газу з лічильником та коректором тиску, шафного газорегулюючого пункту та інших необхідних елементів.

Сталеві котли Vitoplex із підвищеним об'ємом води та відносно невеликою масою корпусу демонструють покращену плавність регулювання температури теплоносія. Для низькотемпературних котлів, за відповідним обґрунтуванням, допускається встановлення температури спрацьовування STB на рівні 110 °C і робочої температури (TR) не вище 95 °C. Це забезпечує можливість підтримки температури подачі системи опалення на рівні близько 90 °C.

Для забезпечення високого коефіцієнта корисної дії котлів потужністю понад 72 кВт при зниженні теплового навантаження застосовують пальники зі ступінчастим або модульованим регулюванням. Таким чином, котли середньої та великої потужності обладнуються пальниками, що мають щонайменше дві ступені регулювання потужності, причому перша ступінь зазвичай налаштована на 60 % максимальної потужності.

Котли малої потужності відрізняються низькими експлуатаційними вимогами, що спрощує проектування системи опалення: у таких випадках додатковий захист від значного зниження температури води в котлі не передбачають. Контроль захисту здійснюється регулятором котла Vitotronic на основі даних кодувального штекера, що постачається разом із котлом.

У котлів середньої та великої потужності, з огляду на конструктивні особливості та підвищені вимоги до мінімальної температури теплоносія, крім захисту по мінімальній температурі котлової води, передбачають додатковий контроль мінімальної температури води на вході в котел.



Рисунок 2.1 а - Котел Vitoplex 200 (310 кВт);
б - Котел Vitoplex 100 (680кВт)

Котел Vitoplex — це низькотемпературний сталевий водогрійний котел, розрахований на використання рідкого та газоподібного палива, із потужністю 620 кВт та 310 кВт. Багатошарові конвективні теплообмінні поверхні забезпечують надійну роботу котла та тривалий термін експлуатації.

Особливістю котла є програмований режим теплогенерації зі змінною температурою теплоносія, що сприяє економічності та зниженню негативного впливу на довкілля. Низьке завантаження камери згоряння зменшує викид оксидів азоту (NO_x), а великі проходи між жаровими трубами та значний об'єм води в котловому блоці забезпечують ефективну природну циркуляцію без обмежень мінімальної витрати теплоносія. Це спрощує гідравлічне підключення котла до системи опалення.

Система Fastfix полегшує монтаж теплоізоляції та контролера для котлів середньої та великої потужності. Великий об'єм води та конструктивні особливості забезпечують тривалість роботи пальника і зменшують кількість комутацій, що підвищує екологічну безпеку експлуатації. Надійність та економічність роботи котельної установки підтримується цифровим контролером Vitotronic, який забезпечує автоматизоване управління та можливість інформаційного обміну з системою.

Котел забезпечує можливість реалізації будь-яких відомих стратегій регулювання, що дозволяє максимально адаптувати його до різних потреб. Інтеграція із системами збору даних здійснюється через стандартну телекомунікаційну шину LON-BUS, що гарантує повну сумісність.

Газозбірник не монтується безпосередньо на стінці котла, яка контактує з теплоносієм, а встановлюється на виступаючих трубах Triplex. Така конструкція знижує ймовірність конденсації водяної пари у відхідних газах і підвищує ефективність роботи котла.

Опалювальний конвектор АКОГ-4

Опалювальні конвектори можуть інтегруватися у системи опалення з одного та двотрубною схемою подачі теплоносія. Особливість конструкції дозволяє виконувати бічне підключення як з правого, так і з лівого боку, а також використовувати варіант з наскрізним підключенням. Для цього конвектор оснащений приєднувальними елементами з внутрішньою різьбою G1/2.

Корпус конвектора легко розбирається і збирається, що забезпечує зручний доступ до всіх вузлів для очищення від пилу та інших забруднень.

Зовнішня поверхня виробу захищена стійким до механічних пошкоджень покриттям, нанесеним за порошково-полімерною технологією, з класичним кольором сніжно-білий RAL 9003.

Сталеві опалювальні конвектори АКОГ-4 мають низку переваг у порівнянні з традиційними панельними сталевими радіаторами, серед яких ефективність тепловіддачі та зручність обслуговування.

Сьогодні Україна є одним із головних імпортерів європейського опалювального обладнання. Це змушує зарубіжних виробників більш ретельно вивчати специфіку українського ринку. Однією з ключових проблем для постачальників теплових систем з Європи є нестабільні умови експлуатації обладнання в нашій країні. У відповідь провідні компанії почали випускати модифіковані котли, спеціально адаптовані до українських реалій. Таке обладнання розраховане на низький тиск, коливання електроживлення та помірні вимоги до сервісного обслуговування.

2.3.2 Вибір нагрівальних приладів

Нагрівальні прилади є складовими частинами систем опалення, призначеними для передачі тепла від теплоносія безпосередньо в приміщення. Вони істотно впливають на ефективність системи та можливість економії енергії.

За конструктивними та технологічними характеристиками нагрівальні прилади поділяються на кілька груп:

За конструкцією: секційні батареї, що складаються із послідовно з'єднаних секцій; панельні обігрівачі (радіатори), які можуть встановлюватися в один, два або три ряди; конвекційні прилади з оребренням для швидкого нагрівання повітря; а також бетонні або алюмінієві панелі з інтегрованими трубами для площинного опалення підлоги чи стін.

За способом теплопередачі: конвективні (передають понад 75% теплового потоку конвекцією), радіаційні (не менше 50% тепла передається випромінюванням) та конвективно-радіаційні (50–75% теплового потоку передається конвекцією).

За теплоінерційністю: з високою інерційністю, що мають великий водяний об'єм та масу металу (чавунні радіатори, нагрівальні панелі), та з малою інерційністю, які швидко реагують на зміну температури і мають невелику масу (конвектори, тонкі листові радіатори).

За матеріалом виготовлення: металеві (чавунні, сталеві, алюмінієві, мідні), біметалеві (сталєво-алюмінієві, мідно-алюмінієві, обміднені), неметалеві (керамічні, бетонні, пластмасово-бетонні) та комбіновані конструкції (металокерамічні, метало-бетонні).

За типом зовнішньої поверхні: гладкі (радіатори, панелі, гладкі реєстри) та оребрені (конвектори, оребрені труби).

За висотою: високі (понад 650 мм), середні (400–650 мм), низькі (200–400 мм) та плінтусні (до 200 мм).

За будівельною глибиною: великої (понад 200 мм), середньої (120–200 мм) та малої (до 120 мм).

Основні вимоги до сучасних нагрівальних приладів

Економічні характеристики – нагрівальні прилади повинні бути максимально метало- та енергозберігаючими, мати низьку питому вартість і мінімальні приведені витрати на виготовлення, монтаж та експлуатацію.

Теплотехнічні показники – прилади повинні ефективно передавати тепло від теплоносія до повітря опалюваного приміщення, тобто забезпечувати високий коефіцієнт теплопередачі. Для порівняння: чавун – $50 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, сталь – $58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, алюміній – $220 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, мідь – $410 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Експлуатаційно-побутові вимоги – прилади повинні бути довговічними, термостійкими та надійними у роботі; бажано передбачати додаткові функції, наприклад, зволожувач повітря або малошумний вентилятор.

Виробничо-монтажні параметри – прилади мають володіти високою механічною міцністю, бути зручними та безпечними під час транспортування, монтажу, експлуатації та технічного обслуговування.

Архітектурно-будівельні вимоги – нагрівальні прилади повинні мати компактні габарити та об'єм, органічно вписуватися в інтер'єр приміщення за формою, стилем та естетичним виконанням, включаючи якість зовнішнього покриття.

Санітарно-гігієнічні умови – прилади повинні мати мінімальну площу поверхні для осідання пилу та забезпечувати легкий доступ для його очищення, а також низьку температуру зовнішньої поверхні для запобігання опікам та пригоранню пилу. Важливо, що осідання пилу на поверхні нагрівального приладу може зменшувати ефективність теплообміну приблизно на 15%.

Одним із ключових факторів при виборі нагрівальних приладів є їх теплова інерційність. Прилади з великою інерційністю відрізняються низьким коефіцієнтом теплопровідності матеріалу, значною масою та великою водоємністю. Прогрівання таких приладів до робочої температури та підтримка теплового комфорту потребує значного часу. Під час охолодження через високу інерційність прилад не здатний швидко знизити тепловіддачу, що призводить до надлишкового теплового потоку в приміщенні. Через це водяні системи опалення

з високоінерційними приладами демонструють меншу енергоефективність порівняно із системами, обладнаними приладами з низькою тепловою інерцією.

При виборі нагрівальних приладів для конкретного об'єкта та системи опалення необхідно враховувати як переваги, так і обмеження різних типів приладів. Також слід брати до уваги характеристики теплоносія — його кислотність (рН), вміст розчиненого кисню, наявність механічних домішок та забруднень, а також робочі параметри (температуру та тиск). Важливу роль відіграють умови експлуатації, зокрема можливість виникнення гідро- чи пневмоударів, а також кліматичні особливості регіону.

Чавунні секційні радіатори (батареї) зазвичай застосовуються в системах з природною циркуляцією, що пояснюється наявністю каналів великого перерізу та, відповідно, невеликим гідравлічним опором теплоносія. Конвективна складова теплового потоку від таких приладів становить близько 70%, а радіаційна — приблизно 30%. Конвекція забезпечує швидке прогрівання верхньої частини приміщення, тоді як радіація сприяє обігріву нижньої зони, що робить чавунні радіатори оптимальними для високих приміщень.

Висока стійкість до корозії та механічна міцність, обумовлені товщиною стінок не менше 2,5 мм, гарантують надійність і тривалий термін експлуатації. Чавунні секційні радіатори також стійкі до зовнішніх негативних впливів та утворення накипу, що особливо важливо при використанні теплоносія без попередньої підготовки. Модульна конструкція, що складається з окремих секцій, дозволяє точно підбирати площу поверхні нагріву та загальну теплопродуктивність. Велика водомісткість і масивність металу, а також низький коефіцієнт теплопровідності чавуну забезпечують значну теплову інерційність цих нагрівальних приладів.

Чавунні оребрені труби виконані з округлими ребрами і встановлюються в одно- або багаторядному виконанні з кроком між трубами 200 мм. Їхні переваги та недоліки подібні до чавунних секційних радіаторів. Проте наявність ребер ускладнює процес очищення поверхні від пилу.

Вибір нагрівальних приладів значною мірою визначається їхнім дизайном, зовнішнім виглядом, наявністю додаткових пристроїв і способом підключення. Сучасні моделі пропонуються у вертикальному та горизонтальному виконанні, з вбудованими терморегуляторами або без них, із бічним чи нижнім під'єднанням. Інноваційні конструктивні рішення сприяють ефективнішому конвекційному обігріву приміщень та зменшують накопичення пилу на тепловідбивних поверхнях. Крім того, розташування та зовнішній вигляд нагрівальних приладів повинні гармоніювати з інтер'єром і відповідати функціональному призначенню приміщення. У цьому проєкті обрані чавунні радіатори MC 140-108.



Рисунок 2.2. Чавунні радіатори MC 140-108

Деякі рекомендації щодо вибору нагрівальних приладів для різних приміщень наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Рекомендовані нагрівальні прилади для різних приміщень

Приміщення	Типи нагрівальних приладів
Житлові і громадсько-адміністративні будинки	радіатори, конвектори, панелі
Дитячі заклади і лікарні	радіатори, панелі
Виробничі будинки без виділення пилу	радіатори, конвектори, панелі, оребрені труби
Виробничі будинки з виділенням пилу	радіатори, панелі, гладкі труби
Адміністративно-побутові будинки	радіатори, конвектори, панелі, оребрені й гладкі труби

На підводах до нагрівальних приладів встановлюються термостатичні клапани для регулювання температури. Видалення повітря із системи опалення здійснюється через повітрозбірники та крани Маєвського. Стояки, підводки та нагрівальні прилади покриваються фарбою у два шари.

Для системи опалення використані сталеві електрозварні трубопроводи відповідно до ДСТУ 8943:2019, стояки та підводки – сталеві водогазопровідні труби за ДСТУ 8936:2019. В місцях перетину внутрішніх стін та перекриттів трубопроводи прокладені в гільзах зі сталевих електрозварних труб за ДСТУ 8936:2019. Краї гільз виставлені на одному рівні з поверхнями стін і на 30 мм вище чистої підлоги.

Теплоносії у системі опалення – вода з робочими параметрами 95...70 °С.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ САДОЧКУ "СОНЕЧКО"

3.1 Загальні вимоги до системи вентиляції

На мікроклімат приміщень значний вплив мають параметри зовнішнього повітря. Через це нормативні вимоги до повітряного середовища змінюються залежно від пори року. Під час експлуатації вентиляційних систем виділяють два основних режими роботи: теплий (літній), коли допускається відкривання вікон, та холодний (зимовий), коли вікна зазвичай залишаються закритими, хоча нормативи санітарних вузлів передбачають можливість провітрювання.

Між цими режимами виділяють перехідний період, який умовно відповідає зовнішній температурі близько $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, вентиляційні установки зазвичай розраховують на три режими роботи: теплий, перехідний та холодний, при температурах зовнішнього повітря відповідно вище $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, близько $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У чинних нормах розрахункові характеристики зовнішнього повітря подають для трьох категорій кліматичних параметрів: А, Б і В. Для холодного періоду року вони означають:

А – середня температура найхолоднішого періоду року, тепломісткість повітря за цієї температури та середня відносна вологість повітря у найхолоднішому місяці о 13:00;

Б – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, відповідна тепломісткість та середня відносна вологість повітря у найхолоднішому місяці о 13:00;

В – абсолютний мінімум температури, відповідна тепломісткість і середня відносна вологість повітря у найхолоднішому місяці о 13:00.

У нормативних документах для кожного населеного пункту визначені категорії кліматичних параметрів А, Б і В, що відповідають холодному періоду року, а також аналогічні категорії для теплого періоду року. При проектуванні систем вентиляції розрахункові параметри внутрішнього повітря визначаються з

урахуванням цих категорій і передбачають забезпечення необхідного мікроклімату в приміщенні для обраного режиму роботи: теплого, перехідного або холодного.

Мікроклімат приміщень характеризується поєднанням таких параметрів, як температура повітря, відносна вологість і швидкість його руху, а також температури навколишнього середовища. Оптимальні та допустимі значення цих параметрів визначаються залежно від надлишків явної теплоти, інтенсивності виконуваної роботи та пори року.

Основне обладнання витяжних установок зазвичай розміщують у спеціальних приміщеннях – вентиляційних камерах. У проєктованому будинку такі камери передбачено розташувати на даху, у центрі зон із максимальними вентиляційними навантаженнями, що забезпечує оптимальний радіус дії систем (зазвичай 50–60 м) та ефективну роботу.

Згідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», вентиляційні камери не повинні розміщуватися поблизу приміщень із низьким допустимим рівнем шуму (конференц-зали, музеї тощо), оскільки це потребує додаткових витрат на звукоізоляцію.

Розміри камер визначаються з урахуванням монтажу та обслуговування обладнання. Проходи для обслуговування повинні мати ширину не менше 0,7 м, а висоту – на 0,8 м більше за висоту устаткування.

У приміщеннях дитячого садка передбачено природну вентиляцію, тоді як у деяких з них застосовується автономна вентиляція з використанням вентиляторів, вмонтованих у вентиляційні отвори. Для приміщення, де розташований тепловий вузол, передбачено аварійну вентиляцію: її повітропровід ізольований від інших систем і має власний самостійний вихід назовні.

Внутрішні повітропроводи розташовуються під стелею, у верхній частині приміщень. Зовнішні вертикальні ділянки повітропроводів монтуються на зовнішній стіні у спеціально передбачених виїмках. Об'єм повітря, що

видаляється з приміщення, визначається на підставі розрахунку та кратності повітрообміну згідно з вимогами ДБН В. 1.2-9:2021.

Процес заміни забрудненого повітря свіжим або обробленим до заданих параметрів визначається як повітрообмін. Основними методами оцінки обсягу повітря, необхідного для вентиляції приміщень, є: за кратністю повітрообміну та за шкідливими виділеннями, що підлягають видаленню. Іноді розрахунок ведеться з урахуванням норм на одну працюючу людину за годину. Оскільки об'єкт проектування належить до адміністративно-побутових приміщень, обсяг необхідного повітря визначається за кратністю повітрообміну. Згідно з вимогами ДБН, кратність повітрообміну у таких приміщеннях коливається від 1 до 2 год⁻¹. При цьому максимально допустима швидкість руху повітря у повітропроводах становить: для систем з природною вентиляцією — 0,5...1 м/с у каналах та решітках і 1...1,5 м/с у припливних та витяжних шахтах; для систем з механічним спонуканням — 4...12 м/с.

Повітровід виконаний у прямокутному перерізі. Таке конструктивне рішення обґрунтовується легкістю монтажу та компактністю: стінки прямокутного повітропроводу повністю повторюють контур кутів стелі та стіни при розміщенні під стелею або щільно прилягають до поверхні стіни при монтажі на стіні.

3.2 Розрахунок системи вентиляції

3.2.1 Витрата повітря або продуктивність по повітрю

Проектування вентиляційної системи розпочинається з визначення необхідної повітряної продуктивності, яка вимірюється в кубічних метрах за годину. Для цього потрібен план приміщень по поверхах із експлікацією, де зазначено призначення та площу кожного приміщення.

Розрахунок продуктивності базується на визначенні кратності повітрообміну — кількості повних замін повітря в приміщенні за годину. Наприклад, для кімнати площею 50 м² із висотою стель 3 м (об'єм 150 м³) двократний повітрообмін забезпечує витрату повітря 300 м³/год.

Необхідна кратність повітрообміну визначається залежно від призначення приміщення, кількості людей, що перебувають у ньому, потужності тепловиділяючого обладнання та норм, встановлених державними будівельними нормами (ДБН). Так, для більшості житлових приміщень достатньо однократного повітрообміну, тоді як для офісних приміщень необхідно забезпечувати 2–3-кратну заміну повітря на годину.

Для визначення необхідної продуктивності вентиляційної системи розраховують два показники: за кратністю повітрообміну та за кількістю людей у приміщенні. Остаточне значення приймається рівним більшому з отриманих результатів.

Розрахунок повітрообміну по кратності:

$$L = n \cdot S \cdot H, \quad (3.1)$$

де L - необхідна продуктивність припливної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год.}$;

n - нормована кратність повітрообміну: для житлових приміщень $n = 1$, для офісів $n = 2,5$;

S - площа приміщення, м^2 ;

H - висота приміщення, м ;

Розрахунок повітрообміну по кількості людей [12]:

$$L = N \cdot L_{\text{норм}}, \quad (3.2)$$

де L - необхідна продуктивність припливної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год.}$;

N - кількість людей;

$L_{\text{норм}}$ - норма витрати повітря на одну людину: в стані спокою $L_{\text{норм}} = 20 \text{ м}^3/\text{год.}$; робота в офісі $L_{\text{норм}} = 60 \text{ м}^3/\text{год.}$; при фізичному навантаженні $L_{\text{норм}} = 60 \dots 100 \text{ м}^3/\text{год.}$

Після визначення необхідного повітрообміну здійснюють вибір вентилятора або припливної установки з відповідною продуктивністю. При цьому слід враховувати, що через опір повітропровідної мережі реальна продуктивність вентилятора може знижуватись. Залежність продуктивності від повного тиску визначається по вентиляційних характеристиках, які наводяться в технічній документації відповідного обладнання.

Для довідки: ділянка повітроводу завдовжки 15 м з одними вентиляційними ґратами може створювати падіння тиску близько 50...100 Па. [12].

Типові значення продуктивності систем вентиляції:

Для квартир - від 100 до 600 м³/год.;

Для котеджів - від 1000 до 3000 м³/год.;

Для офісів - від 1000 до 20000 м³/год.

3.2.2 Розрахунок повітроводу ігрового приміщення

Приймаємо кратність обміну повітря 80м³/год. на кожного відвідувача. Кратність обміну однакова для припливу та витяжки. [12, 13]

Витрата повітря м³/год.:

$$L = n \cdot N = 80 \cdot 30 = 2400 \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (3.3)$$

де n – кратність обміну, м³/год.;

N – кількість відвідувачів.

Приймаємо у класному приміщенні три системи з витратою повітря по 800м³/год.

Повітровід вибираємо сталевий, круглий з діаметром 315мм

Визначаємо переріз повітроводу, м²

$$f = L / (3600 \cdot v) = 800 / (3600 \cdot 4) = 0,06 \text{ м}^2, \quad (3.4)$$

де v – швидкість повітря у повітроводі, м/с.

Втрати тиску на ділянці, Па

$$\Delta p = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot v^2 \frac{\rho}{2} = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho L^2}{2 g v^2} = \xi' A L^2 = S L^2 = 20 \text{ Па} \quad (3.5)$$

$$\text{де } \xi' = \frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi = 0,085 \cdot 8 + 3,2 = 3,9 \text{ Па} \quad (3.6)$$

$$A = \frac{\rho}{2 g v^2} = 7,61 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot \text{год.}^2 / \text{м}^6 \quad (3.7)$$

$$S = A \cdot \xi' = 7,61 \cdot 10^6 \cdot 3,88 = 29,5 \cdot 10^6 \text{ Па}^2 \cdot \text{год}^2/\text{м}^6 \quad (3.8)$$

Реальна швидкість у повітроводу, м/с:

$$V = \frac{L}{g_v} = \frac{800}{280} = 2,8 \text{ м/с}, \quad (3.9)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

d - внутрішній діаметр розрахункової ділянки, м;

l – довжина розрахункової ділянки, м;

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевого опору;

v – швидкість руху повітря, м/с;

ρ – густина повітря, кг/м³;

ξ' - приведений коефіцієнт місцевих опорів розрахункової ділянки;

A – питомий швидкісний тиск, Па·год²/м⁶, що виникає при проходженні по повітроводу 1 м³/год. повітря;

S – питома гідравлічна характеристика ділянки трубопроводу, Па·год²/м⁶, дорівнюється витраті тиску при витраті повітря 1 м³/год.

g_v – питома витрата повітря у повітроводі, с·м³/год.

За каталогом обираємо обладнання системи вентиляції

шумоглушник LDC 315 $\Delta p = 10 \text{ Па}$

фільтр FGR 315 $\Delta p = 50 \text{ Па}$

Кількість тепла та нагрів припливного повітря, Вт

$$Q = 0,287 \cdot G \cdot C_B \cdot (t_K - t_H), \quad (3.10)$$

де G – витрата повітря у приміщенні. м³/год.;

C_B - теплоємність повітря.

$$Q = 0,287 \cdot 800 \cdot 1 \cdot (19 - (-20)) = 9000 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$$

Обираємо нагрівач СВ/315 $\Delta p = 100 \text{ Па}$.

Сумарні витрати тиску у повітроводі, Па:

$$\Delta p = 20 + 160 = 180 \text{ Па}$$

Обираємо тип вентилятору за каталогом.

Втрата вентилятору	200Па
Потужність	0,18кВт
Напруга	230В

Приймаємо, що повітря виводиться з приміщення класу крізь витяжні шахти. Також приймаємо для витяжної системи три вентилятори з витратою повітря по 800 м³/год. кожний. Потужність 0,48кВт; напруга 230В.

3.2.3 Розрахунок потужності калорифера

Калорифер застосовується в припливній системі для підігріву зовнішнього повітря у холодну пору року. Потужність калорифера визначається виходячи з продуктивності системи, необхідної температури повітря на виході та мінімальної температури зовнішнього повітря. Два останніх параметра встановлюються ДБН. Температура повітря, що надходить у житлове приміщення, повинна бути не нижче +18 °С. Мінімальна температура зовнішнього повітря залежить від кліматичної зони; для м. Вознесенська вона становить -22 °С (розраховується як середня температура найхолоднішої п'ятиденки найхолоднішого місяця о 13-й годині).

Таким чином, при роботі калорифера на повну потужність він повинен нагрівати повітряний потік на 40 °С. Оскільки люті морози у Вознесенську нетривалі, допускається встановлення калориферів меншої потужності. У цьому випадку бажано передбачати регулювання продуктивності припливної системи для зменшення швидкості вентилятора в холодну пору року, що дозволяє економити електроенергію, особливо якщо застосовано електричний калорифер [12,13].

При розрахунку потужності калорифера слід враховувати наступні технічні обмеження: можливість живлення однофазною напругою 220 В або трьохфазною 380 В; при потужності калорифера понад 5 кВт необхідне трьохфазне підключення. Загалом трьохфазне живлення є переважним, оскільки забезпечує менший робочий струм. Крім того, слід дотримуватися максимально допустимого струму відповідно до характеристик електромережі та обладнання.

Струм, споживаний калорифером, визначається за формулою:

$$I = P / U, \quad (3.11)$$

де I - максимальний споживаний струм, А;

P - потужність калорифера, Вт;

U - напруга: 220 В - для однофазної напруги; 660 В ($3 \times 220\text{В}$) - для трьохфазної напруги.

У випадку якщо допустиме навантаження електричної мережі менше ніж потрібне, можна встановити калорифер меншої потужності. Температуру, на яку калорифер зможе нагрівати припливне повітря, можна розрахувати за формулою:

$$\Delta T = 2,98 \cdot P / L, \quad (3.12)$$

де ΔT - різниця температур повітря на вході і виході системи припливної вентиляції, °С;

P - потужність калорифера, Вт;

L - продуктивність по повітрю, м³/год.

Типові значення розрахункової потужності калорифера становлять від 1 до 5 кВт для квартир та від 5 до 50 кВт для офісних приміщень. Якщо використання електричного калорифера з розрахунковою потужністю неможливе, слід передбачити водяний калорифер, який використовує теплоносій із системи центрального або автономного опалення.

Після визначення продуктивності повітря та потужності калорифера проектування переходить до повітророзподільної мережі, що складається з повітроводів, фасонних виробів (перехідників, відводів, поворотів) та розподільників повітря (ґраток або дифузорів).

Розрахунок мережі починають із складання схеми повітроводів, після чого визначають три взаємозв'язані параметри: робочий тиск, що створюється вентилятором, швидкість повітряного потоку та допустимий рівень шуму.

Необхідний робочий тиск визначається технічними характеристиками вентилятора і розраховується з урахуванням діаметру та типу повітроводів, кількості поворотів та переходів між різними діаметрами, а також типу розподільників повітря. Чим довша траса та більше поворотів, тим більший тиск

необхідно створити вентилятором. Аеродинамічний розрахунок дозволяє визначити зовнішній тиск мережі повітроводів.

Швидкість потоку повітря залежить від діаметра повітропроводу. Зазвичай її обмежують у межах 2,5–4 м/с, оскільки при більшій швидкості зростають втрати тиску та рівень шуму. Водночас використання великих «тихих» повітроводів не завжди можливе через обмежений міжстельовий простір. Тому при проектуванні системи часто необхідно шукати компроміс між рівнем шуму, продуктивністю вентилятора та діаметром повітроводів.

Для побутових припливних систем вентиляції зазвичай застосовують гнучкі повітроводи перетином 160–250 мм та розподільні ґратки розмірами від 200×200 мм до 200×300 мм.

3.2.4 Аеродинамічний розрахунок повітроводів

Приймаємо швидкість повітря в повітроводах 3 м/с.

Припливний повітровід: витрата повітря 835 м³/год., підбираємо п'ять повітророзподільчих пристроїв з регульованою витратою повітря, згідно яких в кожен буде потрапляти по 167 м³/год. Таким чином маємо п'ять ділянок повітропроводу з різною витратою повітря. Тепер згідно номограмі VII- 11, маючи витрату повітря, швидкість та довжину (l), визначаємо площу перетину повітропроводу на кожній ділянці (F), а також витрати динамічного тиску (R). [12,13]

Ділянка 1

$L=835 \text{ м}^3/\text{год.}$, $l = 34\text{м}$: площа перетину $F= 0,08\text{м}^2$ (400х200)мм,
 $R=1,292\text{кгс/м}^2=12,67 \text{ Па}$

Ділянка 2

$L= 668 \text{ м}^3/\text{год.}$, $l = 2,5 \text{ м}$: $F =0,06 \text{ м}^2$ (300х200)мм, $R =0,1075 \text{ кгс/м}^2=1,054 \text{ Па}$

Ділянка 3

$L= 501 \text{ м}^3/\text{год.}$, $l = 2,5 \text{ м}$: $F =0,045 \text{ м}^2$ (300х150)мм, $R =0,1250\text{кгс/м}^2 =1,225$
Па

Ділянка 4

$L = 334 \text{ м}^3/\text{год.}$, $l = 2,5 \text{ м}$: $F = 0,03 \text{ м}^2 (200 \times 150) \text{ мм}$, $R = 0,1575 \text{ кгс/м}^2 = 1,544 \text{ Па}$

Ділянка 5

$L = 167 \text{ м}^3/\text{год.}$, $l = 2,5 \text{ м}$: $F = 0,015 \text{ м}^2 (150 \times 100) \text{ мм}$, $R = 0,245 \text{ кгс/м}^2 = 2,402 \text{ Па}$

Маючи загальну кількість втрат тиску у повітроводі: $R_{\text{п}} = 18,895 \text{ Па}$

Втрати тиску на проходженні фільтра:

$R_{\text{ф}} = 23,10 \text{ Па}$ (початковий опір згідно каталогу)

Втрати тиску на проходженні калорифера:

$R_{\text{к}} = 58 \text{ Па}$ (згідно діаграмі опору та тиску калорифера)

Отримуємо загальну кількість втрат тиску на припливній вентиляції:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{к}} + R_{\text{ф}} + R_{\text{пг}} = 100 \text{ Па}$$

Згідно отриманих розрахунків підбираємо припливний вентилятор КЕ40-20-4

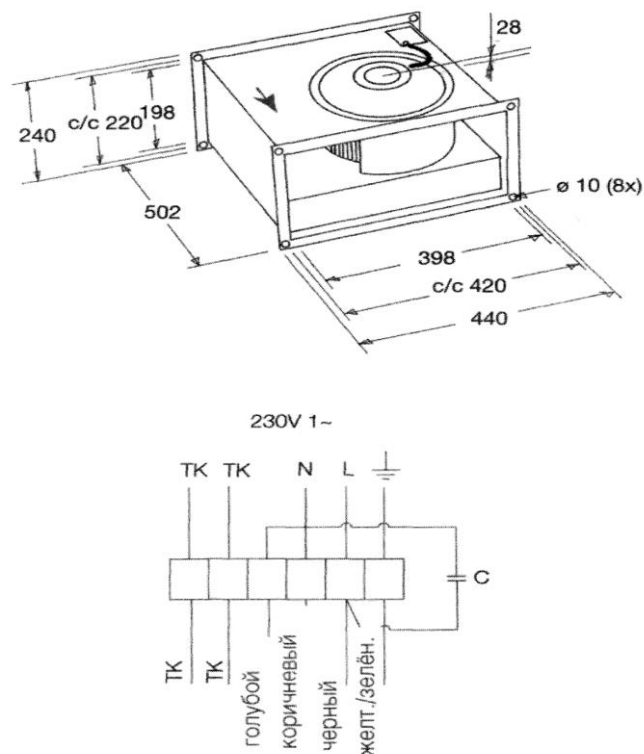


Рис. 3.1 Габаритні розміри та електрична схема підключення вентилятора КЕ 40-20-4.

Опис прямокутного каналного вентилятора КЕ 40-20-4

Можливість регулювання швидкості;

Вбудовані термоконтакти;

Можливість установки в будь-якому положенні;

Вентилятори серії KE/КТ оснащені двигунами із зовнішнім ротором і крильчатками із заломленими вперед лопатками. Корпус виготовлений із сталевого листа, що гальванізується. Для захисту від перегріву вентилятори оснащені вбудованими термоконтактами з виводами для підключення до пристрою захисту двигуна. Вентилятори можуть встановлюватися в будь-якому положенні і легко з'єднуються за допомогою гнучких з'єднань серії 05. Вентилятори серії KE/КТ 40-20 електрично підключаються до клемної коробки, встановленої на корпусі.

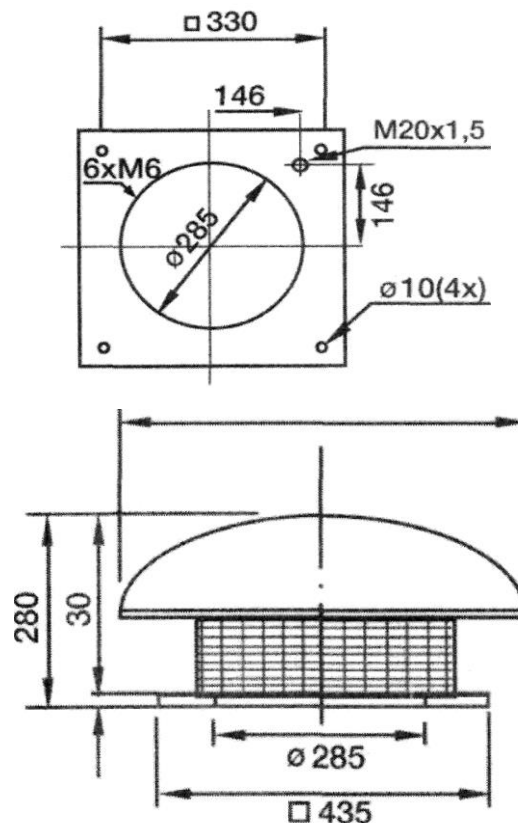


Рис. 3.2 Габаритні розміри вентилятора DHS 311EV.

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ВОДЯНИХ КАЛОРИФЕРІВ

4.1 Опис типів водяних калориферів

У даній кваліфікаційній роботі конструктивним вузлом є калориферні установки для системи повітряного опалення та охолодження приміщень дитячого садочка.

Проектування калориферних установок здійснюється з урахуванням принципу складання їх із мінімальної кількості калориферів, здатних забезпечувати регулювання теплового та холодового навантаження. Для цього передбачають встановлення обвідних повітряних каналів навколо калориферів та прохідних каналів на трубопроводах теплоносія.

Як правило, рекомендується використовувати багатоходові калорифери з послідовним підключенням по воді. Паралельне з'єднання калориферів по воді можливо при їх послідовному розміщенні по напрямку руху повітря. У випадку послідовного підключення по воді калориферів, які складаються з декількох рядів по напрямку руху повітря, теплоносій подається в перший ряд у напрямку руху повітря, а видаляється з останнього ряду.

Обов'язково передбачають можливість незалежного регулювання, відключення та спустошення окремих калориферів, рядів або груп калориферів, що особливо важливо для великих установок.

В якості теплоносія в калориферних установках використовується вода, як у зимовий, так і в літній період. Гаряча вода подається з котельні на калорифер, де вбудований вентилятор обдуває його, забезпечуючи рівномірний розподіл нагрітого повітря по приміщенню.

Для охолодження повітря використовується вода зі свердловини, розташованої на території адміністративного будинку загальноосвітнього закладу. При розрахунку мережевої води, відповідно до ДБНУ П-36-73, обсяг води слід помножити на коефіцієнт $\alpha = 1$.

Площину поверхні нагріву калориферів необхідно приймати з запасом, що не перевищує 20 %; рекомендований запас становить 10–20 %. Крім того,

відповідно до ДБНУ П-33-75, слід передбачити автоматичну систему захисту калорифера від замерзання за допомогою автоматичного термостату.

У системах повітряного опалення, вентиляції та охолодження адміністративних будівель широко застосовуються сталеві пластинчасті багатоходові калорифери середніх і великих моделей (КВС-п та КВБ-п), а також біметалеві калорифери з накатним оребрением КСк (3- і 4-рядні).

Калорифери розраховані на теплоносій із максимальною температурою до 150 °С та робочим тиском 1,2 МПа. Вони можуть встановлюватися як у вертикальному, так і горизонтальному положенні тепловіддаючих трубок та патрубків.

Сталеві пластинчасті багатоходові калорифери КВС-п та КВБ-п мають чотири проходи по напрямку руху теплоносія. Нагрівальні елементи складаються зі сталевих трубок із пластинчастим оребрением, причому трубки та пластинки оцинковані для захисту від корозії.

Біметалеві калорифери з накатним оребрением типу КСк виготовляються у двох моделях: КСк-3 та КСк-4. Їх теплопередаюча поверхня утворює пучок біметалевих трубок, розташованих у шаховому порядку. У моделі КСк-3 три ряди трубок розташовані в глибину, а в КСк-4 — чотири ряди.

4.2 Розрахунок водяних калориферів

Проектом передбачено поєднання природної та припливно-витяжної систем вентиляції, що забезпечує трикратний повітрообмін приміщень. Показником ефективності вентиляції є кратність повітрообміну, яка визначає, скільки разів протягом однієї години повітря в приміщенні замінюється зовнішнім.

Системи припливно-витяжної вентиляції можуть виконуватися у вигляді наборних або моноблочних конструкцій. Наборна система дозволяє проектувальнику окремо підбирати основні елементи: вентилятор, калорифер, охолоджувач, зворотний клапан, фільтри та інше обладнання.

Для нормального функціонування вентиляції зазвичай необхідно застосовувати як припливну, так і витяжну системи. Продуктивність цих систем, що вимірюється в м³/год, має бути збалансованою, тобто об'єм поданого припливного повітря приблизно дорівнює об'єму витяжного. Винятком є приміщення громадського харчування, технологічні та промислові об'єкти, де витяжна або припливна система може мати підвищену продуктивність у відповідності до специфічних умов експлуатації.

Для визначення необхідної продуктивності припливної вентиляції проводиться розрахунок двома способами: за кратністю повітрообміну та за кількістю людей, що перебувають у приміщенні. У подальшому для проектування приймається більше з отриманих значень.

Для прикладу розрахунок проведено для приміщення холу (рекреаційної зони), розташованого на другому поверсі класного блоку.

Розрахунок за кратністю повітрообміну

Необхідна кратність повітрообміну визначається згідно з нормативними вимогами для адміністративно-побутових приміщень та враховує об'єм приміщення.

Розрахунок за кількістю людей

Кількість повітря, що подається, визначається виходячи з кількості працюючих або перебуваючих у приміщенні людей за годину, згідно з нормами БНіП.

Отримані значення порівнюються, і для проектування приймається більше значення, що забезпечує нормативний повітрообмін та комфортні умови мікроклімату приміщення.

$$L = S \cdot H \cdot n , \quad (4.1)$$

де L - необхідна продуктивність припливної вентиляції;

S - площа приміщення;

H - висота приміщення;

$n=3$ - нормована кратність обміну повітря, вибирається згідно СНіП.

$$L = S \cdot H \cdot n = 204,3 \cdot 3,2 \cdot 3 = 3115,25 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$L = N \cdot L_{\text{норм}}, \quad (4.2)$$

де N - кількість людей;

$L_{\text{норм}}$ - норма витрат повітря на одну людину.

$$L = N \cdot L_{\text{норм}} = 50 \cdot 40 = 2000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо більше значення $L = 3115,25 \text{ м}^3/\text{год.}$

Розраховуємо мінімальні витрати повітря для системи повітряного опалення:

$$G = 3,6 \frac{Q_{\text{т.в.}}^{\text{буд.}}}{c(t_{\text{г}} - t_{\text{г}})} = 3,6 \frac{5520,79}{1(25 - 20)} = 3974,97 \text{ кг/год.}, \quad (4.3)$$

де $Q_{\text{т.в.}}^{\text{буд.}}$ - тепловтрати приміщення, Вт;

c – питома масова теплоємність повітря, кДж/(кг К);

$t_{\text{г}}$ та $t_{\text{г}}$ - температура нагрітого повітря та внутрішня температура опалювального приміщення, °С;

$$3974,97 \text{ кг/год.} = 3231,68 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо площу нагріву установки калорифера КСк –3–11–01:

$$F_{\text{о}} = F \cdot n = 68,01 \cdot 3 = 204,03 \text{ м}^2, \quad (4.4)$$

де F – площа нагріву одного калорифера, м²;

n - кількість встановлених паралельно по напрямку руху повітря.

Визначаємо витрати тепла на нагрів повітря:

$$Q = 0,287 G \cdot c_{\text{г}} (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) = 0,287 \cdot 3974,97 \cdot 1(20 + 18) = 43351 \text{ Вт}, \quad (4.5)$$

де $c_{\text{г}}$ – питома масова теплоємність повітря, кДж/(кг·К);

$t_{\text{к}}$ та $t_{\text{н}}$ - початкова і кінцева температура повітря.

Визначаємо орієнтовну площину живого перетину калориферної установки по повітрю:

$$f_{жс} = \frac{G}{3600 \cdot \nu \rho} = \frac{3974,97}{3600 \cdot 3} = 0,685 \text{ м}^2, \quad (4.6)$$

де $\nu \rho$ - масова швидкість повітря в калорифері, приймається $2 \dots 10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{с})$.

Визначаємо дійсну масову швидкість повітря в живому перетині калориферної установки:

$$\nu \rho = \frac{G}{3600 \cdot f_{жс} \cdot n} = \frac{3974,97}{3600 \cdot 0,685 \cdot 3} = 2,26 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{с}). \quad (4.7)$$

По значенню орієнтованого перетину по повітря підбираємо тип та кількість калориферів в установці. З приведених технічних даних вибираємо модель калорифера КСк-3-11-01 біметалевий з накатним оребренням.

Визначаємо кількість води, яка проходить крізь калорифер:

$$W = \frac{0,86 \cdot Q}{1000 \cdot (T_z - T_o) \cdot n} = \frac{0,86 \cdot 43351}{1000 \cdot (60 - 40) \cdot 3} = 0,62 \text{ м}^3/\text{Год}. \quad (4.8)$$

Визначаємо швидкість води в калорифері:

$$\omega = \frac{W}{3600 \cdot f_{mp}} = \frac{0,62}{3600 \cdot 0,00129} = 0,2 \text{ м/с}. \quad (4.9)$$

Визначаємо площу нагріву калориферної установки:

$$F_n = \frac{Q}{k} \cdot \left(\frac{T_z + T_o}{2} - \frac{t_n + t_k}{2} \right) = \frac{43351}{4,6} \cdot \left(\frac{60 + 40}{2} + \frac{20 - 18}{2} \right) = 184,3 \text{ м}^2, \quad (4.10)$$

де $k = 4,6$ - коефіцієнт тепловіддачі калорифера, вибирається з технічних даних.

Визначаємо аеродинамічний опір установки:

$$p_a = 1,61 \cdot (\nu \rho)^{1,71} = 1,61 \cdot (2,26)^{1,71} = 6,49 \text{ Па}. \quad (4.11)$$

Визначаємо опір при проходженні теплоносія:

$$p_\omega = 13,6 \cdot \omega^2 = 13,6 \cdot 0,2^2 = 0,544 \text{ кПа}. \quad (4.12)$$

Визначаємо запас площі нагріву

$$\frac{F_d - F_n}{F_n} \cdot 100 = \frac{204,03 - 184,3}{184,3} 100 = 10,7 \%$$

У даному проекті проведено розрахунок типової калориферної установки, яка складається з трьох паралельно встановлених біметалевих калориферів з накатним оребренням моделі КСк–3–11–01. Розрахунки показали правильність вибору обладнання: запас площі тепловіддачі калориферів становить 10,7 %, що відповідає нормативним вимогам щодо надлишку поверхні нагріву (рекомендований запас 10–20 %).

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Розробка заходів з охорони праці

Тема кваліфікаційної роботи пов'язана з проектуванням системи теплопостачання дитячого садочку в м. Ужгород та автономної газової котельної. Розглянемо охорону праці і безпеки життя на підставі Закону України «Про охорону праці».

Цей Закон 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 збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Дія закону поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на всіх громадян, які працюють, а також залучені до праці на цих підприємствах.

Законодавство про охорону праці складається з цього закону, Кодексу законів про працю України та інших нормативних актів.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці;

- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі національних програм з питань та урахуванням інших напрямів економічної та соціальної політики, досягнень в галузі науки та техніки та охорони навколишнього середовища;

- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних нормативів з охорони праці для всіх підприємств, незалежно від форм власності та видів їх діяльності;
- використання економічних методів управління охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, що сприяє створенню безпечних та нешкідливих умов праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
- здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності державних органів, установ, організацій та об'єднань громадян, що вирішують різні проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між власниками та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами при прийнятті рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;
- міжнародного співробітництва в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці.

5.1.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Всі небезпечні та шкідливі виробничі фактори за природою дії поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні фактори - це машини, механізми, що рухаються, рухливі частини машин, устаткування, гострі кромки, задирки, підвищений рівень шкідливих аерозолів, парів, газів, іонізуючих, інфрачервоних, електромагнітних та електричних полів, статистичної електрики, шуму, вібрації та ін.

Хімічні фактори - це паливо для двигунів внутрішнього згорання (бензин, газ, дизельне пальне та інші), паливо газових турбін, мастильні матеріали,

ацетон, бензол, ксилол, толуол та інші розчинники, метан, ацетилен та інші гази, що використовуються в промисловості, лаки, фарби, емалі та багато інших хімічних речовин.

Біологічні фактори включають наступні біологічні об'єкти: патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, спірохети, гриби, найпростіші і продукти їх життєдіяльності), а також мікроорганізми (рослинні, тваринні).

Психофізичні фактори - це фізичні перевантаження (статистичні і динамічні), нервово-психічні (розумова перенапруга, монотонність роботи, емоційні перевантаження).

Створення на виробництві сприятливих умов у першу чергу передбачає повне виключення або зниження до безпечних рівнів величин небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Фактори, що мають місце при роботі газових котлів:

- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень загазованості в робочій зоні;
- ємності, що працюють під тиском.

Таблиця 5.1

Класифікація шкідливих речовин за ступенем впливу на організм людини

Показники	Норма для класу безпеки			
	1	2	3	4
Граничнодопустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони, мг/м ³	Менше 0,1	0,1-1,0	1,1-10	Більше 10
Середня смертельна доза при попаданні в шлунок, мг/кг	Менше 15	15-150	151-5000	Більше 5000
Середня смертельна доза концентрація в повітрі, мг/м ³	Менше 500	500-5000	5001-50000	Більше 50000

Класифікація небезпечних та шкідливих факторів для котельної:

- підвищена запыошеність і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або понижена температура поверхні обладнання, матеріалів;
- підвищена або понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або понижена вологість повітря; підвищена або понижена рухливість повітря;
- відсутність або недолік природного світла;
- недостатнє освітлення робочої зони.

5.1.2 Виробниче освітлення та його розрахунок

Метод коефіцієнта використання світлового потоку, призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь при відсутності великих предметів, що затінюють, з урахуванням світла відбитого стінами і стелею. Зробити розрахунок загального освітлення котельної, яка має наступні характеристики:

Довжина – $A = 9,75\text{м}$; ширина – $B = 6,20\text{ м}$; висота – $H = 3,05\text{ м}$;

Висота робочої поверхні – $h_p = 1\text{м}$;

Котельна має побілену стелю і побілені стіни, світлу розрахункову поверхню, напруга в мережі $U=220\text{В}$.

Знаходимо відстань від стелі до робочої поверхні, м:

$$H_0 = H - h_p = 3,05 - 1 = 2,05\text{м}. \quad (5.1)$$

Знаходимо відстань від стелі до світильника:

$$h_c = (0,2 \dots 0,25) \cdot H_0 = 0,2 \cdot 2,05 = 0,41\text{м}. \quad (5.2)$$

Знаходимо висоту підвішування світильника над освітлюваною поверхнею:

$$h = H_0 - h_c = 2,05 - 0,41 = 1,64\text{м}. \quad (5.3)$$

Знаходимо підвішування світильника над підлогою:

$$H_{\Pi} = h + h_p = 1,64 + 1 = 2,64 \text{ м.} \quad (5.4)$$

Для досягнення найбільшої рівномірності освітлення, приймаємо відношення $L/h = 1,4 \dots 1,8$ - при паралельному розміщенні світильників.

Тоді відстань між центрами світильників:

$$L/h = 1,5 = 1,5 \cdot 1,64 = 2,46 \text{ м.}$$

Необхідна кількість світильників:

$$N = S/L = 10,$$

де S - площа приміщення;

L - відстань між центрами світильників.

Приймаємо 10 світильників (два ряди по 5 світильників).

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot \Sigma(A+B)}, \quad (5.5)$$

$$i = \frac{9,75 \cdot 6,20}{1,64 \cdot (9,75 + 6,20)} = 2$$

Знаходимо значення коефіцієнтів відбиття стелі, стін, підлоги $p_c = 70\%$; $p_s = 50\%$; $p_n = 30\%$.

Знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку для світильників типу «Айстра» при $i = 2$, $\eta = 0,66$.

Знаходимо світловий потік однієї лампи:

$$\Phi_p = \frac{E_{min} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}, \text{ лм,} \quad (5.6)$$

де $E_{min} = 150 \text{ лк}$;

S - площа котельної, м^2 ;

K_3 - коефіцієнт запасу, який враховує експлуатаційне зниження освітленості, в порівнянні з запроектованою, внаслідок забруднення підволоки, світильників, ламп, а також зменшення світлового потоку в процесі їх експлуатації, $K_3 = 1,3$;

Z - коефіцієнт мінімальної освітленості, дорівнює відношенню середньої освітленості до мінімальної, який враховує нерівномірність освітленості і залежить від відстані між світильниками та їх типів, $Z = 1,15$ - для ламп розжарювання.

$$\Phi_p = \frac{150 \cdot 60,45 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{10 \cdot 0,66} = 2054 \text{ лм}$$

За знайденим значенням світлового потоку, вибираємо лампу потужністю 220Вт, світловий потік якої 2280лм, найбільш наближений до розрахункового

Знаходимо фактичну освітленість:

$$E_\phi = E_n \cdot \frac{\Phi_l}{\Phi_p}, \text{ лк} \quad (5.7)$$

$$E_\phi = 150 \cdot \frac{2280}{2054} = 166 \text{ лк}$$

$$\frac{E_\phi - E_n}{E_\phi} \cdot 100\%,$$

$$\frac{166 - 150}{166} \cdot 100\% = 9,6\%$$

Так, як отримане розходження світлового потоку не більше 20% в «плюс», то вибраний тип лампи вірний.

Визначаємо потужність світильної установки:

$$P_3 = P_l \cdot N, \text{ кВт}, \quad (5.8)$$

де P_l - потужність однієї лампи;

N - кількість ламп.

$$P_3 = 150 \cdot 10 = 1,5 \text{ кВт}.$$

ВИСНОВОК

У виконаній кваліфікаційній роботі було розроблено систему теплопостачання для дитячого садка з використанням автономної газової котельні. Запроектоване рішення базується на застосуванні сучасних водогрійних котлів «Viessmann» Vitoplex PV1, що дозволяє досягти високого рівня енергоефективності, економічності та надійності в процесі експлуатації. Використання сучасного обладнання дає можливість створити у приміщеннях закладу комфортні умови перебування, які є критично важливими для здоров'я та розвитку дітей, а також для забезпечення сприятливих умов роботи вихователів та обслуговуючого персоналу.

Проект передбачає застосування двотрубною системи опалення, що забезпечує рівномірний розподіл тепла по всіх приміщеннях будівлі, знижує ризик теплових втрат і дозволяє ефективно регулювати температуру. Система є зручною в експлуатації, надійною в роботі та відповідає сучасним нормам проектування і будівельним вимогам.

Особливою перевагою проекту є передбачене встановлення калориферної установки, яка виконує функції не лише опалення, а й охолодження припливного повітря. Це рішення забезпечує оптимальний мікроклімат у будь-яку пору року, підтримує відповідність умовам санітарно-гігієнічних норм та створює комфортний температурний режим незалежно від зовнішніх кліматичних факторів.

У ході роботи було виконано теплотехнічні розрахунки, обґрунтовано вибір обладнання та системи опалення, підібрано необхідні елементи для котельні. Усі технічні рішення прийняті з урахуванням чинних державних будівельних норм та стандартів, що гарантує безпечну та ефективну експлуатацію системи.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці та техніки безпеки, оскільки функціонування котельного обладнання вимагає дотримання суворих правил експлуатації. В роботі визначені основні потенційні небезпеки під час монтажу та експлуатації системи, запропоновані заходи щодо їх попередження,

що сприятиме підвищенню рівня безпеки працівників та захисту навколишнього середовища.

Таким чином, запропонована система опалення та вентиляції дитячого садка є комплексним і технічно обґрунтованим рішенням, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності, надійності та безпеки. Реалізація проекту дозволить значно підвищити якість життєвого середовища для дітей та персоналу, знизити експлуатаційні витрати, а також сприятиме раціональному використанню енергоресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна».
2. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».
3. СНиП 3.05.01-85* «Внутрішні санітарно-технічні системи».
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
5. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
6. ДБН В.2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки».
7. ДСТУ Б В.2.7-80-98 «Цегла та камені силікатні».
8. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи».
9. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 «Система проєктної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення».
10. «Курсове і дипломне проєктування з вентиляції громадських і промислових будівель» В. П. Титов, Е. В. Сазонов, Ю. С. Краснов, В. І. Новожилов. Київ, 2022 р.
11. Довідник проєктувальника. Внутрішні санітарно-технічні пристрої. Частина І. «Опалення» В. М. Богословський, Б. А. Крупнов, А. М. Сканаві, під редакцією І. Г. Староверова та Ю. І. Шиллера. Київ, 2000 р.
12. Каталог алюмінієвих радіаторів GLOBAL.
13. Довідник з теплопостачання і вентиляції. Підручник 1-й. Р. В. Щокін, С. М. Кореневський, Г. Е. Беем. Київ, 2022 р.
15. Каталог фірми RENAУ «Трубопровідна система RAUTITAN для водопровідної і радіаторного розведення».
16. Каталог балансувальних клапанів Danfoss.
17. Каталог фірми Danfoss «Радіаторні терморегулятори RTD».
18. Каталог фірми Grundfos «Циркуляційні насоси серії 2000».
19. Каталог фірми Sistemair.

20. Каталог фірми Арктос «Пристрої для подачі і видалення повітря».
21. Каталог фірми Арктика «Повітроводи і фасонні вироби».
22. Каталог фірми Арктика «Обладнання для систем вентиляції».
23. Програма підбіру вентиляторів фірми Sistemair.
24. Каталог фірми Remak «Блоки для кондиціонування повітря AeroMassterNT».
25. Каталог фірми Remak «Водяні обігрівачі з регулюючою арматурою»
26. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. «Автоматизація технологічних процесів».
27. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
28. ГН 2.2.5.552-96 «Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони».
29. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення».
30. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
31. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги».
32. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
33. Iermakova, O., Zhuvahina, I., Metelytsia, V., & Dmytryshyn, R. (2024, December). Conceptual principles of ecologically safe development of aquaculture. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1429, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
34. Taranenko, I., Chyshun, V., Korolenko, O., Goncharenko, I., & Zhuvahina, I. (2021). Management of the Process of E-Commerce Development in Businesses on the Example of the European Union. *Studies of Applied Economics*, 39(5).
35. Жувагіна, І. О. (2021). Тенденції інноваційного розвитку соціально-орієнтованої економіки країни.