ІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М.ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Кваліфікаційна робота

другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему Проект системи теплопостачання котеджного будинку по вул. Каховська в м. Запоріжжя

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1924-мбг
спеціальності Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Міське будівництво та господарство
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації
_____
(код і назва спеціалізації)

Деркач Данило Дмитрович
(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доцент Ільїн С.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)
Рецензент проф, д.т.н. Банах В.А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра міського будівництва та архітектури
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Міське будівництво та господарство
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри А.В. Банах
«01» 06 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Деркач Данило Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Проект системи теплопостачання котеджного будинку по вул. Каховська в м. Запоріжжя
керівник роботи Ільїн Сергій Віталійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «19» 09 2025 року № 1303-с

2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2025 р.

3 Вихідні дані до роботи м. Запоріжжя, Периметр будівлі складає 24,5 метрів. Кількість поверхів – 2. Висота будівлі складає 4,2 метр. Площа забудови – 106 м^2. Зовнішні стіни з силікатної цегли товщиною 510 мм.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів, Визначення енергетичної ефективності будівлі, Умови експлуатації системи опалення, Принципова дія системи опалення, що рекомендована до експлуатації, Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графік температури теплоносія в подаючому та зворотному трубопроводі, огороджуючі конструкції будівлі

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Ільїн С.В.		
2	Ільїн С.В.		
3	Ільїн С.В.		

7 Дата видачі завдання 05 травня 2025 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опрац. науковіх джерел та літ. огляд	05.05.2025	виконано
2	Написання кваліфікаційної роботи	01.08.2025	виконано
3	Охорона праці	05.11.2025	виконано
4	Оформлення пояснювальної записки	01.12.2025	виконано
5	Підготовка презентації	10.12.2025	виконано

Студент _____ Д.Д. Деркач
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ С.В. Ільїн
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ І.В. Гребенюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Д.Д. Деркач. Проект системи теплопостачання котеджного будинку по вул. Каховська в м. Запоріжжя

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник к.т.н., доцент Ільїн С.В. Запорізький національний університет. Кафедра міського будівництва та архітектури, 2025.

В роботі розглянуто питання підвищення енергетичної ефективності житлової будівлі. Запропоновано перелік заходів для зниження використання енергетичних ресурсів.

Ключові слова: енергоаудит, підвищення енергетичної ефективності будівлі, огороджуючі конструкції, інженерні мережі.

ABSTRACT

D.D. Derkach. Project of the heat supply system of a cottage house on Kakhovska Street in Zaporizhia

Qualifying final work for obtaining a master's degree in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor Ph.D., Associate Professor Ilyin S.V. Zaporizhia National University. Department of Urban Construction and Architecture, 2025.

The work considers the issue of increasing the energy efficiency of a civil building. A list of measures is proposed to reduce the use of energy resources

Keywords: energy audit, increasing the energy efficiency of a building, enclosing structures, engineering networks.

ЗМІСТ

ВСТУП ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
1 ПОТРЕБА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧОЇ ЗАБУДОВИ В УКРАЇНІ ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
1.1 Європейські вимоги до об’єктів щодо енергоефективності ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
1.2 Методологія енергоаудиту ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
1.3 Розроблення заходів з підвищення енергоефективності об’єктів ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
2. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ПЕРШОГО КОРПУСУ ПОЛОГІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ЛІКАРНІ ... **Помилка! Закладку не визначено.**
2.1 Загальна інформація про об’єкт ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
2.2 Визначення енергетичної ефективності будівлі .. **Помилка! Закладку не визначено.**
2.3 Умови експлуатації системи опалення ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
2.5 Принципова дія системи опалення, що рекомендована до експлуатації ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3.2 Заходи з поліпшення умов праці ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3.3 Виробнича санітарія ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3.4 Електробезпека ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3.5 Пожежна безпека ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
3.6 Розрахунок ізоляції котла ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
ВИСНОВКИ ..... **Помилка! Закладку не визначено.**
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 73

ВСТУП

Актуальність роботи. Проблема забезпечення енергетичними ресурсами є однією з найбільш актуальних у сучасному світі. Енергетична складова суттєво впливає на соціально-економічний розвиток держав, рівень їх енергетичної безпеки та добробут населення. Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення їх споживання та впровадження енергоефективних технологій є пріоритетними завданнями на державному, регіональному та локальному рівнях.

В умовах енергетичної нестабільності та залежності України від імпортних енергоносіїв особливої ваги набуває питання ефективного теплопостачання житлових будівель. Значна частка споживання енергії припадає саме на системи опалення, які забезпечують комфортні умови проживання в холодний період року. Тому проєктування сучасних, економічно доцільних та енергоощадних систем теплопостачання є важливим завданням інженерної галузі.

Особливої актуальності набуває індивідуальне теплопостачання котеджних будинків, яке дозволяє гнучко регулювати тепловий режим, зменшувати втрати тепла, оптимізувати витрати енергоресурсів та підвищувати загальну енергоефективність будівлі. Для м. Запоріжжя, що характеризується значними коливаннями температур упродовж опалювального сезону, правильний вибір та проєктування системи теплопостачання має важливе практичне значення.

Крім економічних аспектів, актуальність проєктування сучасних систем теплопостачання зумовлена й екологічними чинниками. Застосування енергоефективних теплогенераторів та оптимальних схем теплопостачання сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

Мета роботи. Розробка проєкту ефективної та надійної системи теплопостачання котеджного будинку з урахуванням кліматичних умов м. Запоріжжя, сучасних нормативних вимог та принципів енергоефективності.

Об'єкт дослідження – система теплопостачання котеджного житлового будинку.

Предметом дослідження є теплотехнічні та гідравлічні процеси, що відбуваються в системі теплопостачання індивідуального житлового будинку.

Методи дослідження. Використовувався обчислювальний підхід дослідження на основі результатів досліджень та оперативних даних.

Особисті внески набувача. Теоретичні дослідження проводилися безпосередньо автором спільно зі співробітниками Запорізького державного університету.

Обсяг і структура роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів, загальних висновків і списку джерел.

1 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ

На сьогоднішній день політика енергозбереження є пріоритетним напрямком розвитку систем енерго-і теплопостачання. Фактично на кожному державному підприємстві складаються, затверджуються і втілюються в життя плани енергозбереження та підвищення енергоефективності підприємств, цехів.

В Україні прийнято ряд законів стосуються енергозбереження, складено план розвитку енергетики країни на найближчі 15 років, спрямований на збільшення частки використання альтернативних джерел енергії, енергоефективних технологій та підвищення її енергоефективності в загальному. У всіх сферах діяльності в нашій державі прагнуть зменшити енергоспоживання і втрати енергії (в тому числі і тепла).

Система теплопостачання країни не виняток. Вона досить велика і громіздка, споживає колосальні обсяги енергії і при цьому відбуваються не менш колосальні втрати тепла та енергії.

І це є такою проблемою в нашій країні. Одна з відповідей на поставлені питання - це старі та непридатні системи центрального опалення. Така проблема виникає у більшості сімей живуть в старих радянських багатоповерхівках. До автономному опаленню вдаються навіть жителі новобудов, оскільки в холодні місяці року і новомодні будинку промерзають. Опалювальний сезон в Україні починається в жовтні і закінчується в квітні. Дата початку і кінця опалювального періоду може зрушитися на кілька днів вперед або назад, це залежить від погодних умов.

Для загального огляду, опалення - це обігрів житлового приміщення в холодну пору року. Крім того, системи опалення - це також і системи нагрівання повітря і води в приміщенні (опалювальні котли, радіатори, трубопроводи, теплові насоси, конвектори, бойлери і т.д.). Враховуючи процес роботи теплоносія, опалення буває: повітряне, водяне, газове та парове.

При такому розмаїтті систем опалення, автономного в тому числі, дуже важливим кроком є правильний вибір системи. У такому випадки, людина повинна прорахувати всі плюси і мінуси тієї чи іншої системи, з'ясувати яка система більше і краще підходить для його будинку, а також, що немало важливо, що обійдеться дешевше і практичніше.[1]

Як вже говорилося, автономна система опалення - це незалежність від старого і непридатного централізованого опалення, що дозволить сім'ї на власний розсуд опалювати квартиру, легко і без зайвих проблем підтримувати потрібну температуру і стежити за своїми витратами на опалення. Однак складна сучасна система автоматизації автономного опалення вимагає турботи і уваги з боку споживача.

В даний час автономне опалення використовується для нагріву теплоносія і підігріву води. Коли відбувається забір теплої води, опалювальний котел автоматично перемикається на нагрів води до потрібної температури. Широко застосовуються також кімнатні датчики температури. Вони вимірюють температуру в кімнаті, і вже потім координують роботу котла, подають сигнал до якої температури треба нагріти теплоносій. Такий принцип дозволяє вивести роботу до максимально ефективного рівня, так як не відбувається недогрів або перенагрівання приміщення. Крім цього сучасні котли автономного опалення обладнані ще й таким ноу-хау: котел працює в нормальному режимі вранці і ввечері, коли в будинку вирує життя, вдень і вночі ж, він переходить в економний знижений режим роботи.

При установці у власному будинку автономної системи опалення, важливо пам'ятати, що за законодавством України, це можна зробити в квартирах не вище 10 поверху.Також в ході установки автономного опалення, або навіть перед його початком, необхідно утеплити квартиру.

У нашій країні також надається серйозне значення недопущення збільшення потужності джерела тепла і розрахункової витрати теплоносія, що циркулює в тепловій мережі в години проходження максимуму гарячого водопостачання. Але ухвалене у Німеччині для цієї мети рішення не може

бути застосоване в наших умовах, оскільки у нас значно вище співвідношення навантажень гарячого водопостачання та опалення, через велику величини абсолютного споживання побутової води і більшої щільності заселення.

1.1 Теплоізоляційні матеріали

Теплоізоляційними називають матеріали, що застосовуються в будівництві житлових та промислових будівель, теплових агрегатів і трубопроводів з метою зменшити теплові втрати в навколишнє середовище. Теплоізоляційні матеріали характеризуються пористою будовою і, як наслідок цього, малою щільністю (не більше 600 кг/м3) і низьку теплопровідність (не більше 0,18 Вт / (м*°С).

Використання теплоізоляційних матеріалів дозволяє зменшити товщину і масу стін та інших огороджувальних конструкцій, знизити витрату основних конструктивних матеріалів, зменшити транспортні витрати і відповідно знизити вартість будівництва. Поряд з цим при скороченні втрат тепла опалювальними будівлями зменшується витрата палива. Багато теплоізоляційні матеріали внаслідок високої пористості мають здатність поглинати звуки, що дозволяє вживати їх також в якості акустичних матеріалів для боротьби з шумом.

Теплоізоляційні матеріали класифікують за видом основної сировини, формі і зовнішньому вигляду, структурі, щільності, жорсткості і теплопровідності.

Теплоізоляційні матеріали по виду основної сировини підрозділяються на неорганічні, що виготовляються на основі різних видів мінеральної сировини (гірських порід, шлаків, скла, азбесту), органічні, сировиною для виробництва яких служать природні органічні матеріали (торф'яні, деревоволокнисті) і матеріали з пластичних мас.

За формою і зовнішньому вигляду розрізняють теплоізоляційні матеріали штучні жорсткі (плити, шкаралупи, сегменти, цеглу, циліндри) і гнучкі (мати, шнури, джгути), пухкі й сипучі (вата, перлітовий пісок, вермикуліт). За структурою теплоізоляційні матеріали класифікують на волокнисті (мінераловатні, скло - волокнисті), зернисті (перлітові, вермікулітові), ніздрюваті (вироби з пористих бетонів, піноскло).

За щільністю теплоізоляційні матеріали ділять на марки: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 (кг/м3) Залежно від жорсткості (відносної деформації) виділяють матеріали м'які (М) - мінеральна і скляна вата, вата з каолінового й базальтового волокна, напівтверді (П) -. Плити з шпательного скловолокна на синтетичному сполучному та ін, жорсткі (Ж)-плити з мінеральної вати на синтетичному сполучному, підвищеної жорсткості (ПЖ), тверді (Т).По теплопровідності теплоізоляційні матеріали поділяються на класи: А - низької теплопровідності до 0,06 Вт / (м ° С), Б - середньої теплопровідності - від 006 до 0115 Вт / (м ° С), В - підвищеної теплопровідності-від 0115 до 0175 Вт / (м ° С). За призначенням теплоізоляційні матеріали бувають теплоизоляционно-будівельні (для утеплення будівельних конструкцій) і теплоизоляционно-монтажні (для теплової ізоляції промислового обладнання і трубопроводів).

Теплоізоляційні матеріали повинні бути біостійкими т. е. не наражатися загнивання і псування комахами і гризунами, сухими, з малою гігроскопічністю так як при зволоженні їх теплопровідність значно підвищується, хімічно стійкими, а також володіти тепло і вогнестійкістю.[2]

Органічні теплоізоляційні матеріали в залежності від природи вихідної сировини можна умовно розділити на два види: матеріали на основі природного органічної сировини (.. Деревина, відходи деревообробки, торф, однорічні рослини, шерсть тварин і т д), матеріали на основі синтетичних смол, так звані теплоізоляційні пластмаси.

Теплоізоляційні матеріали з органічної сировини можуть бути жорсткими і гібкімі. К жорстким відносять древесносткужечние, деревоволокнисті, фібролітові, арболітових, комишитові і торф'яні, до гнучких - будівельний повсть і гофрований картон. Ці теплоізоляційні матеріали відрізняються низькою водо - і біостійкістю.

Деревоволокнисті теплоізоляційні плити отримують з відходів деревини, а також з різних сільськогосподарських відходів (солома, очерет, багаття, стебла кукурудзи та ін.) Процес виготовлення плит складається з наступних основних операцій: дроблення і розмел деревної сировини, просочування волокнистої маси сполучною, формування, сушка і обрізка плит.

Деревоволокнисті плити випускають довжиною 1200-2700, шириною 1200-1700 і товщиною 8-25 мм. За щільністю їх ділять на ізоляційні (150-250 кг/м3) і ізоляційно-оздоблювальні (250-350 кг/м3). Теплопровідність ізоляційних плит 0,047-0,07, а ізоля-ційно-оздоблювальних-0 ,07-0, 08 Вт / (м ° С). Межа міцності плит при вигині складає 0,4-2 МПа. Деревоволокнисті плити володіють високими звукоізоляційні властивості.

Ізоляційні та ізоляційно - оздоблювальні плити застосовують для тепло-і звукоізоляції стін, стель, підлог, перегородок і перекриттів будинків, акустичної ізоляції концертних залів і театрів (підвісні стелі та облицювання стін).

Арболит виготовляють з суміші цементу, органічних заповнювачів, хімічних добавок і води. В якості органічних заповнювачів використовують подрібнені відходи деревних порід, січку очерету, багаття конопель або льону і т. п. Технологія виготовлення виробів з арболіту проста і включає операції з підготовки органічних заповнювачів, наприклад дроблення відходів деревних порід, змішування заповнювача з цементним розчином, укладання отриманої суміші в форми та її ущільнення, затвердіння відформованих виробів.

Теплоізоляційні матеріали з пластмас. В останні роки створена досить велика група нових теплоізоляційних матеріалів з пластмас. Сировиною для їх виготовлення служать термопластичні (полістирольні, полівінілхлоридні, поліуретанові) і термореактивні (мочевино - формальдегідні) смоли, газоутворюючі і спінюючої речовини, наповнювачі, пластіфікачори, барвники та ін У будівництві найбільшого поширення в якості тепло-і звукоізоляційних матеріалів отримали пластмаси пористо-комірчастої структури. Освіта в пластмасах клітинок або порожнин, заповнених газами або повітрям, викликано хімічними, фізичними або механічними процесами або їх поєднанням.

Залежно від структури теплоізоляційні пластмаси можуть бути розділені на дві групи: пінопласти і поропласти. Пінопластами називають пористі пластмаси з малою щільністю і наявністю несполучених між собою порожнин або осередків, заповнених газами або повітрям. Поропласти-пористі пластмаси, структура яких характеризується сполученими між собою порожнинами. Найбільший інтерес для сучасного індустріального будівництва представляють пенополістпрол, пенополівінілхлорід, пінополіуретан і мипора. Пінополістирол - матеріал у вигляді білої твердої піни з рівномірною замкнутопорістой структурою. Пінополістирол випускають марки ПСБС у вигляді плит розміром 1000х500х100 мм і щільністю 25-40 кг/м3. Цей матеріал має теплопровідність 0,05 Вт / (м-° С), максимальна температура його застосування 70 ° С. Плити з пінополістиролу застосовують для утеплення стиків великопанельних будинків, ізоляції промислових холодильників, а також в якості звукоізолюючих прокладок. Сотопласти - теплоізоляційні матеріали з осередками, що нагадують форму бджолиних сот. Стінки осередків можуть бути виконані з різних листових матеріалів (крафт - папери, бавовняної тканини, скло - тканини та ін), просочені синтетичними полімерами. Сотопласти виготовляють у вигляді плит завдовжки 1-1,5 м, шириною 550 - 650 і товщиною 300 - 350 мм. Їх щільність 30-100 кг/м3, теплопровідність 0,046-

0,058 Вт / (м ° С). міцність при стисненні 0,3-4 МПа. Застосовують сотопласти як заповнювач тришарових панелей. Теплоізоляційні властивості сотопастов підвищуються в результату заповнення сот крихтою міпори.[3]

До неорганічних теплоізоляційних матеріалів відносять мінеральну вату, скляне волокно, пенс скло, спучені перліт і вермикуліт, азбестовмісні теплоізоляційні вироби, ніздрюваті бетони, та ін Мінеральна вата і вироби з неї. Мінеральна вата волокнистий теплоізоляційний матеріал, що отримується з силікатних розплавів. Сировиною для її виробництва служать гірські породи (вапняки, мергелі, діоріти та ін), Відходи металургійної промисловості (доменні і паливні шлаки) і промисловості будівельних матеріалів (бій глиняного і силікатної цегли).

Виробництво мінеральної вати складається з двох основних технологічних процесів: отримання силікатного розплаву і перетворення цього розплаву в найтонші волокна. Силікатний розплав утворюється в вагранках шахтних плавильних печах, в які завантажують мінеральну сировину і паливо (кокс). Розплав з температурою 1300-1400 °С безперервно випускають з нижньої частини печі.

Існує два способи перетворення розплаву в мінеральне волокно: дут'эвий і відцентровий. Сутність дутьевого способу полягає в тому, що на струмінь рідкого розплаву, що випливає з льотки вагранки, впливає струмінь водяної пари або стисненого газу. Відцентровий спосіб заснований на використанні відцентрової сили для перетворення струменя розплаву в найтонші мінеральні волокна товщиною 2-7 мм і довжиною 2-40 мм. Отримані волокна осідають в камері волокна осадження на рухому стрічку транспортера. Мінеральна вата це пухкий матеріал, що складається з найтонших переплетених мінеральних волокон і невеликої кількості склоподібних включень (кульок, циліндриків та ін), Так званих корольков.Чим меньше у ваті корольків, тим вище її якість.

Залежно від щільності мінеральна вата підрозділяється на марки 75, 100, 125 і 150 (кг/м^3) Вона вогнестійка, не гниє, малогигроскопична і має низьку теплопровідність 0,04 - 0,05 Вт (м ° С).

Мінеральна вата тендітна, і при її укладанні утворюється багато пилу, тому вату гранулюють тобто про перетворюють на пухкі грудочки - гранули. Їх використовують в якості теплоізоляційної засипки пустотілих стін і перекриттів. Сама мінеральна вата є як би напівфабрикатом, з якого виконують різноманітні теплоізоляційні мінераловатні вироби: повсть, мати, напівтверді і жорсткі плити, шкаралупи, сегменти та інші.

Скляна вата і вироби з неї. Скляна вата матеріал, що складається з безладно розташованих скляних волокон, отриманих з розплавленого сировини. Сировиною для виробництва скловати служить сировинна шахта для варіння скла (кварцовий пісок, кальцинована сода і сульфат натрію) або скляний бій. Виробництво скляної вати та виробів з неї складається з наступних технологічних процесів: варіння скломаси у ванних печах при 1300-1400°С,виготовлення скловолокна та формування виробів. Скловолокно з розплавленої маси отримують способами витягування або дутьевим. Скловолокно витягають штабіковим (підігрівом скляних паличок до розплавлення з подальшим їх витягуванням в скловолокно, намотуються на обертові барабани) і фільєрним (витягуванням волокон з розплавленої скломаси через невеликі отвори-фільтри з подальшою намотуванням волокон на обертові барабани) способами. При дуттьовому способі розплавлена стекломасса розпорошується під дією струменя стиснутого повітря або пари.

Залежно від призначення виробляють текстильне і теплоізоляційне (штапельне) скловолокно. Середній діаметр текстильного волокна 3-7 мкм, а теплоізоляційного 10-30 мкм.

Скляне волокно значно більшої довжини, ніж волокна мінеральної вати і відрізняється великими хімічною стійкістю і міцністю. Щільність скляної вати 75-125 кг/м3, теплопровідність 0,04-0,052 Вт / (м / ° С),

гранична температура застосування скляної вати 450 ° С. Зі скловолокна виконують мати, плити, смуги та інші вироби, в тому числі ткані.

Піноскло - теплоізоляційний матеріал комірчастої структури. Сировиною для виробництва виробів з піноскла (плит, блоків) служить суміш тонкоподрібненого скляного бою з газообразоватслем (меленим вапняком). Сировинну суміш засипають у форми і нагрівають в печах до 900 "С, при цьому відбувається плавлення частинок і розкладання газообразователя. Виділяються гази спучують скломасу, яка при охолодженні перетворюється на міцний матеріал комірчастої структури .

Піноскло володіє рядом цінних властивостей, що вигідно відрізняють його від багатьох інших теплоізоляційних матеріалів: пористість піноскла 80-95%, розмір пор 0,1-3 мм, щільність 200-600 кг/м3, теплопровідність 0,09-0,14 Вт / (м / (м * ° С), межа міцності при стисненні піноскла 2-6 МПа. Крім того, піноскло характеризується водостійкістю, морозостійкістю, не згорають, хорошим звукопоглинанням, його легко обробляти ріжучим інструментом.

Піноскло у вигляді плит довжиною 500, шириною 400 і товщиною 70-140 мм використовують у будівництві для утеплення стін, перекриттів, покрівель та інших частин будівель, а у вигляді напівциліндрів, шкаралуп і сегментів - для ізоляції теплових агрегатів і тепломереж, де температура не перевищує 300 ° С. Крім того, піноскло служить звукопоглинальним і одночасно оздоблювальним матеріалом для аудиторій, кінотеатрів і концертних залів.

Азбестовмісні матеріали та вироби. До матеріалів і виробам з азбестового волокна без добавок або з добавкою в'яжучих речовин відносять азбестові папір, шнур, тканина, плити та ін. Азбест може бути також частиною композицій, з яких виготовляють різноманітні теплоізоляційні матеріали (совеліт та ін). У розглянутих матеріалах і виробах використані цінні властивості азбесту:температуростойкость, висока міцність, волокнистість та інші.

Алюмінієва фольга (альфоль)-новий теплоізоляційний матеріал, що представляє собою стрічку гофрованого паперу з наклеєною на гребені гофров алюмінієвою фольгою. Даний вид теплоізоляційного матеріалу на відміну від будь-якого пористого матеріалу поєднує низьку теплопровідність повітря, укладеного між листами алюмінієвої фольги, з високою відбивною здатністю самої поверхні алюмінієвої фольги. Алюмінієву фольгу для цілей теплоізоляції випускають в рулонах шириною до 100, товщиною 0,005 - 0,03 мм.

Практика використання алюмінієвої фольги в теплоізоляції показала, що оптимальна товщина повітряного прошарку між шарами фольги повинна бути 8 - 10 мм, а кількість шарів має бути не менше трьох. Щільність такої шарової конструкції з алюмінієвої (фольги 6-9 кг/м3, теплопровідність - 0,03 - 0,08 Вт / (м * С).

Алюмінієву фольгу вживають як відбивної ізоляції в теплоізоляційних шаруватих конструкціях будівель і споруд, а також для теплоізоляції поверхонь промислового обладнання і трубопроводів при температурі 300 ° С.В даний час важливим завданням є поліпшення теплозахисних властивостей стінових конструкцій. У зв'язку з необхідністю дбайливого витрачання паливно-енергетичних ресурсів підвищуються вимоги до теплового опору огороджень, тому можна виділити різні способи підвищення опору теплопередачі сучасних стінових матеріалів:

-Збільшення товщини огороджень (проте, це призводить до підвищення їх матеріаломісткості);

-Зниження насипної щільності заповнювачів, що використовуються для виготовлення стінових блоків і панелей;

-Застосування багатошарових огороджувальних конструкцій, що включають конструкційні і теплозахисні шари (один з перспективних способів, завдяки розвитку виробництва нових будівельних матеріалів);

-Порізация легкобетонну суміші (вимагає високої культури виробництва і наявності воздухововлекающей добавок);

-Використання як заповнювач ефективних матеріалів типу пінополістиролу і перліту;застосування крупнопористого бетону.

Всі перераховані вище способи активно застосовуються в сучасному будівельному виробництві, яке вимагає створення все нових і нових високоміцних і легких будівельних виробів і конструкцій (особливо для малоповерхового будівництва). Виготовлення цих виробів і конструкцій тісно пов'язане із застосуванням нових легких матеріалів і відпрацюванням їх спеціальної структури, заснованої на зрослих вимогах до теплозахисних властивостях огороджувальних конструкцій, а також до теплового режиму житла.

Застосування стінових блоків і панелей в комплексі з різними ефективними утеплювачами знайшло сьогодні широке застосування в будівництві. Конструкції типу "сендвіч", монолітні варіанти стін, елементи незнімної опалубки та ін помітно скорочують терміни будівництва. При цьому немає необхідності виготовляти складні і важкі фундаменти, проводити великі земляні роботи.

До переваг таких конструкцій можна віднести: поліпшені теплотехнічні характеристики, полегшеність. низьку трудомісткість при їх виготовленні.

Використання сучасних будівельних матеріалів дозволяє не тільки відмінно зберігати тепло у брухті, а й захищати від шуму, вогню. Нижче в таблиці наведено дані про сучасні багатошарових конструкціях.

Маючи досвід застосування сучасних стінових конструкцій, вже зазначено, що значно заощаджується час при монтажі стін, немає необхідності споруджувати важкі фундаменти, а за рівнем енергозбереження стінові конструкції відповідають усім сучасним вимогам, що сприяє значному скороченню витрат на паливно-енергетичні ресурси. Може бути, вартість цих матеріалів здасться високою, але за рахунок перерахованих вище переваг скорочується термін окупності побудованих будинків.

Вклавши гроші в теплі стіни один раз, ви більше не будете турбуватися про втрати тепла в будинку, і вам не доведеться опалювати вулицю в холодну пору року.

Блоки газобетонні - ніздрюваті, надзвичайно легкі, міцні (з часом міцність збільшується) Підвищений опір теплопередачі завдяки пористій структурі і спеціальним добавкам. Використовуються в малоповерховому будівництві (до 3 поверхів), в якості перегородок.

Блоки стінові, пустотні, бетонні, виготовлені методом напівсухого вібропресування. Випускаються різної структури і призначення. При використанні блоків знижується навантаження на фундамент в 2 рази. Відсутність мокрих процесів, високі експлуатаційні характеристики Завдяки своїй структурі мають підвищеним опором теплопередачі. Використовуються в цивільному і малоповерховому будівництві, а також для перегородок, облицювання.

Блоки арболітний - Дрібноштучні блоки 20х20х40 см, легше цегли, бояться вологи, тому потрібно зовнішнє облицювання стін. За своїми теплоізоляційним характеристикам перевершують цегла. Для одно-, двоповерхової будівництва.

ТСП (термоструктурні панелі) Виготовляються з в'язкого полістиролу методом спінювання, армуються металевим каркасом. Мають високу міцність, опірністю навантажень. Використання ТСП дозволяє споживати значно менше енергії для опалення, ніж, наприклад, у цегляному будинку (коефіцієнт теплопровідності 0, 26 Вт / мк). Використовуються для будівництва котеджів, можуть застосовуватися як покрівельний матеріал.

Деревопанелі з утеплювачем - при виготовленні використовується опілкобетон на вапняним сполучному, що забезпечує захист від вогкості, цвілі Завдяки своєму складу деревопанелі володіють високими теплоізоляційними властивостями використовуються в котеджному будівництві.

1.2 Котли для автономного опалення

Принцип дії електродних котлів заснований на безпосередній передачі електричної енергії молекулам води (теплоносія) на іонному рівні. Напруга, яке додається до поміщеним у воду електродів, іонізує її, однак явища електролізу не спостерігається, так як катод і анод постійно міняються місцями з частотою електричної мережі.Конструктивно електродний котел являє собою ємність з розміщеними в ній електродами і діє як проточний водонагрівач. Головною особливістю всіх електродних котлів є дуже високий (порядку 96-98%) коефіцієнт корисної дії.

Вода в електродних котлах одночасно є і теплоносієм, і елементом електричної мережі, тому повинна володіти як певної провідністю (щоб існував електричний струм), так і певним опором (щоб уникнути короткого замикання). Скажімо, дистильовану воду в електродних котлах використовувати не можна, внаслідок її малої провідності. Деякі компанії-виробники пропонують для систем з електродними котлами спеціальні склади.

Ще однією особливістю даних приладів є їх здатність самонастроюватися залежно від заданої споживачем температури теплоносія і його кількості в опалювальному контурі, виходячи на рівноважний режим з деякою затримкою. Це пов'язано з тим, що в міру розігріву теплоносія зменшується його опір. Електродні котли самі відключаються від електромережі при короткому замиканні, витоку теплоносія і перевищенні заданої температури.

На відміну від електродних, ТЕНові котли відносяться до апаратів побічної дії. Для нагріву теплоносія в них використовуються трубчасті електронагрівачі (ТЕНи). Конструктивно ТЕН представляє собою міцну металеву оболонку зі сталі, алюмінію або титану з розміщеною всередині нихромовой спіраллю і контактними стрижнями. Від оболонки спіраль відділена спресованим діелектричним наповнювачем: периклазом (оксидом

магнію MgO) або кварцовим піском, що володіють хорошою теплопровідністю. Для запобігання від попадання всередину ТЕНів вологи їх кінці герметизуються.

По конфігурації ТЕНи поділяють на двухконцевой, коли контактні висновки розташовані з двох сторін, і одноконцевие - з контактними висновками, розташованими по один бік нагрівача. В електричних котлах, як правило, використовують одноконцевие ТЕНи, або, як їх ще називають, - патронні. Той факт, що ТЕНи вибухобезпечні, є однією з привабливих експлуатаційних характеристик електрокотлів. Але, з іншого боку, ТЕН може вийти з ладу через нестабільність роботи електромереж або перегріву через наявність корозійних відкладень, так що, вибираючи котел, зайве поцікавитися, наскільки трудомістка і накладна у фінансовому відношенні процедура заміни Тена.

Принцип пристрою ТЕНових котлів розглянемо на прикладі приладу «Скат» словацької фірми Photherm. Усередині ємності-теплообмінника розміщуються один або кілька ТЕНів. Як правило, в якості матеріалу для ємності виробники використовують звичайну вуглецеву сталь, але деякі фірми віддають перевагу міді, нержавіючої або оцинкованої сталі, що володіє більшою корозійною стійкістю і що дозволяє застосовувати в якості теплоносія побутові антифризи. (До речі, останнім часом все більше споживачів схиляються до того, щоб в умовах нашої зими і нестабільності джерел енергії використовувати в якості теплоносія не воду, а незамерзаючі рідини. Зовні ємність покривають теплоізоляційними матеріалами.

Побутові ТеНові електрокотли випускаються потужністю від 4 до 50 кВт. Прилади потужністю до 10 кВт частіше виготовляють в однофазному або трифазному виконанні. У діапазоні понад 10 кВт більшістю виробників пропонуються трифазні моделі.

Особливості газових котлів такі:

• Компактні розміри техніки;

• Приготування води варіюється в діапазоні від 40 до 60 С;

• Широкий діапазон модулювання при приготуванні гарячої води і при опаленні від 7 до 24 кВт;

• Захист від утворення накипу за допомогою вторинного теплообмінника і вбудованого в основний теплообмінник турбулятори;

• Жорсткий пріоритет приготування гарячої води;

• Захист від замерзання, а також антиблокувальна система насоса;

• Варіанти виконання для природного і скрапленого газу;

• Система відведення димових газів може бути виконана згідно з фактичними умовами як із забором повітря для горіння з приміщення і поза приміщенням;

• Високий коефіцієнт корисної дії до 92%.

Крім цього, настінні котли мають зручне управління - регулюючі функції, які узгоджені з гідравлікою установки, індикація помилок на дисплеї, мінімум дій для налаштування функцій системи управління, контроль полум'я за допомогою іонізаційного електрода і інЩе одна безсумнівна перевага даного виду техніки, це - швидкий і простий монтаж завдяки безпечній конструкції, а також зручне технічне обслуговування.Звичайно, тільки господар квартири або котеджу буде вирішувати, які настінні котли краще, але деякі поради допоможуть зробити правильний вибір при купівлі котла.Але перед покупкою потрібно врахувати, що залежно від бренду та моделі, потужність котлів може розрізнятися в межах 10-35 кВт, що забезпечує досить широкий діапазон використання. Такої потужності достатньо для обігріву та забезпечення гарячою водою приміщень площею 100-400 м2.

На відміну від котлів, що працюють на різних видах палива (природний газ, нафтопродукти, вугілля або деревні відходи), електричні котли мають ряд особливостей, які за певних умов компенсують високу вартість електроенергії як основного ресурсу. Зазначимо, втім, що мова в даній статті піде про котлах потужністю від 2 до 50 кВт, що використовуються в

побутових опалювальних системах, при більшій потужності вплив розглянутих факторів може бути трохи іншим.

Так, електричні котли характеризуються порівняльної простотою пристрою: вони компактні і не вимагають спеціально обладнаного місця для установки, не ставлять власника перед необхідністю вирішення проблем доставки та зберігання палива (як рідко-та твердопаливні котли, а також котли на зрідженому газі), видалення золи і шлаку (як твердопаливні котли). У плані зручності експлуатації конкуренцію електрокотла становить лише опалювальне обладнання на магістральному природному газі, підводка якої вимагає часу і капітальних вкладень, та й можлива далеко не завжди.

На відміну від котлів інших видів, електричним не вимагається влаштування димаря і підведення повітря в камеру згоряння (як зовні, так і з приміщення); їх робота не супроводжується шкідливими викидами в атмосферу (у місці експлуатації котла) і не пов'язана з небезпекою отруєнь і вибуху при витоку газу, займання іншого палива.

Додамо, що значення чинника високої вартості електроенергії можна частково знизити за рахунок наявності в більшості регіонів двухтарифні системи її оплати (об'єкт повинен бути оснащений відповідними приладами обліку). Існують різні способи акумулювання тепла під час дії зниженого тарифу; наприклад, у бетонній стяжці системи підлогового опалення або за рахунок нагріву великої кількості води для ГВП.

1.3 ДБЖ для газових котлів систем автономного опалення

Сучасне автономне опалення набуває все більш технологічний характер, і в першу чергу це відноситься до газових опалювальних котлів. Застосування циркуляційних насосів, підвищення ефективності котлів, автоматизація подачі палива і регулювання температури за допомогою складних електронних систем призводять до енергозалежності систем опалення.

Постачання електроенергією населення у нас не відрізняється надійністю і якістю, причому не тільки у важкодоступних місцях, а й просто за межами великих міст. У той час, як безперебійне опалення в умовах нашого клімату є необхідним елементом життєзабезпечення. Енергозалежна опалення вже не можна вважати автономним, і залежність опалення від ненадійного електропостачання становить пряму загрозу здоров'ю людей і збереження обладнання.

У першу чергу електронна автоматика, встановлена на опалювальних котлах, страждає від перепадів напруги. Імпортна техніка, розрахована на певні параметри харчування, не витримує примх зношених і перевантажених електромереж. Для того, щоб не відмовлятися від використання високотехнологічної техніки, яка використовується в системі автономного опалення, потрібно привести в норму параметри електроживлення автоматики. Технічне рішення цього завдання вже є і давно використовується для підключення комп'ютерів, телефонних станцій тощо Це рішення - джерело безперебійного живлення (ДБЖ).

Сучасна промисловість виробляє великий спектр ДБЖ, від промислових до побутових, у тому числі призначених для котлів опалення. Існуючі сьогодні ДБЖ для газових котлів дозволяють забезпечити безперебійну і надійну роботу опалення. Необхідний бесперебійник повинен відповідати ряду вимог.

Стабільну напругу на виході з максимально точною відповідністю напруги і частоти необхідним параметрам. Найбільш точне харчування видають ДБЖ з подвійним перетворенням.

Зазвичай такі бесперебойнікі позначаються "на лінії». Максимально широкий діапазон вхідної напруги, при якому ДБЖ зберігає параметри вихідної напруги без переходу на роботу від батарей. Для забезпечення максимального часу автономної роботи краще вибрати прилад у конфігурації «довгий час». Його особливістю є оснащення інтелектуальної зарядної системою збільшеної потужності і можливість підключати зовнішні

акумулятори. Кількість і потужність підключаються батарей визначається залежно від споживаної потужності автоматики котла і бажаного часу автономної роботи.

1.4 Радіатори для автономного опалення

При реконструкції системи опалення споживач часто стикається з низкою запитань, міняти старі радіатори на нові чи ні, робити заміну труб системи опалення або ж користуватися старими.

Як правило, в старих системах встановлені чавунні радіатори радянського виробництва або, що ще гірше, сталеві регістри. Основним недоліком таких радіаторів є їх висока водоемкость і велику вагу, що створює незручність монтажу і демонтажу у разі потреби. Крім того, чавунні радіатори не забезпечують того рівня регулювання температури, який здатні забезпечити алюмінієві радіатори.

Сьогодні багато хто вважає чавунні радіатори неестетичними. Тим більше в порівнянні з радіаторами алюмінієвими, представленими в нашій країні в основному італійськими виробниками. Алюмінієві радіатори, у свою чергу, поділяються на дві категорії: радіатори з первинного і з вторинного алюмінію. Ціна алюмінієвих радіаторів з вторинної сировини значно цікавіше, ніж ціна на радіатори з первинної сировини. Проте, первинні алюмінієві радіатори більш якісні та надійні. Так, наприклад, якщо провести рукою по зовнішній стороні секції радіатора з вторинного алюмінію, то плавного руху по «ребрах» не вийде, рука буде "скакати", що абсолютно виключено при аналогічному досвіді з радіаторами з алюмінію первинного. Серед виробників алюмінієвих радіаторів уваги, на думку професіоналів, заслуговують Ferroli, Nova Florida, Fondital, Global, Рогаль. Відмінності між різними марками радіаторів в основному в зовнішньому дизайні робочі характеристики не особливо відрізняються. У свій час, 23 роки тому, один з колишніх уральських військових заводів намагався виготовляти алюмінієві

радіатори, проте вони були не зовсім зручні в збірці: якщо виходила з ладу одна секція, потрібно було демонтувати всю батарею. У випадку ж з радіаторами імпортного виробництва все набагато простіше: потрібно відкрутити чотири гайки і спокійно зняти радіатор зі стіни. Причому вони досить легкі, і з цим може впоратися навіть жінка. Алюмінієві радіатори рекомендують промивати проточною водою один раз на рік, що з успіхом може робити кожен. Однак це легко зробити в разі, якщо радіатор встановлений правильно, тобто, з'єднаний з трубами за допомогою швидкороз'ємних сполук. В іншому випадку, еслітруба просто вставлена в радіатор і обтиснута або приварена, його так просто не демонтуєш.

Якщо розрізати секцію алюмінієвого радіатора навпіл і виміряти товщину стеночек (що навряд чи можуть дозволити собі покупці радіаторів), то можна помітити, що, скажімо, у радіаторів Ferroli розміри більш чіткі і вивірені, ніж у інших італійських моделей, що говорить про більш якісної технології виробництва і високий рівень системи контролю якості.

Серед монтажників часто побутує думка, що алюмінієві радіатори не можна встановлювати в одній системі з котлом, обладнаним мідним теплообмінником. Дане твердження базується на підставі фізичної несумісності металів алюмінію і міді. Ці два металу при безпосередньому контакті утворюють гальванічну пару, в якій більш «сильним металом» є мідь, яка притягує іони алюмінію і через деякий час алюміній перетворюється у фольгу. Однак дане твердження не стосується до систем, виконаним з поліпропіленової труби або ж з металопластикової труби, тому що в такій системі відсутній прямий контакту між алюмінієм і міддю, і тим самим гальванічна пара розривається. Тому, система з розводкою виконаної поліпропіленової трубою, в якій встановлено настінний котел Ferroli з мідним теплообмінником і алюмінієвими опалювальними радіаторами Ferroli, і яка прослужить вам довго і проблем ніяких не створить.

Вибираючи радіатор для власного будинку, покупцеві необхідно звертати увагу на кілька важливих моментів. У першу чергу це робочі

характеристики радіатора. До них відносяться робочий тиск і тепловіддача. Перший показник визначає тиск води, який може витримати даний радіатор, не розірвалася. Для сучасних алюмінієвих радіаторів виробники вказують робочий тиск 16 атм. Тиск в центральній системі опалення багатоповерхових будинків зазвичай не перевищує 6 атм., Але при її запуску після літнього, неробочого, періоду навантаження можуть бути більш серйозні, і радіатор з низьким робочим тиском навряд чи їх витримає. На зорі появи алюмінієвих радіаторів на ринку їх робочий тиск становило 10 атм. Хоча цей показник більше тиску в системі центрального опалення, проте відомі випадки, коли при неправильному запуску системи такі радіатори виходили з ладу.

Алюмінієві радіатори на сьогоднішній день вважаються найбільш ефективними з причини високої теплопровідності алюмінію і розвиненою поверхні оребрення радіатора. Практично всі сучасні радіатори, розраховані для роботи в системах центрального опалення, мають робочий тиск понад 12 атм, обпресувальне більше 18 атм. До достоінствм алюмінієвих радіаторів відноситься легкість, невеликі розміри, високий робочий тиск, максимальний рівень тепловіддачі, велика площа перетину межколлекторних трубок.

Істотним недоліком алюмінієвих радіаторів є корозія алюмінію у водному середовищі, особливо прискорюється при контакті двох різнорідних металів або наявності в опалювальній мережі блукаючих струмів. Алюміній є активним металом, і якщо покриває його поверхню оксидна плівка виявляється порушеною, то при контакті з водою остання розкладається з виділенням водню. Якщо опалювальний прилад герметично закритий, зростаючий тиск газу може привести до розриву радіатора. З цим явищем борються за допомогою нанесення на контактують з водою поверхні полімерного покриття, яке також покращує антикорозійні властивості, дозволяючи використовувати теплоносії з рівнем pH від 5 до 10; зменшує гідродинамічний опір, запобігає засмічення і налипання. У разі, якщо

радіатор не має внутрішнього полімерного покриття, перекривати крани на підвідних трубах забороняється.

Алюмінієві радіатори найчастіше ділять на три основні типи: литі з цільними секціями, екструдовані з механічно з'єднаним набором секцій та комбіновані, що поєднують в собі якості обох цих типів. Біметалеві алюмінієві радіатори, вироблені з алюмінію і сталі, призначені для роботи в умовах високого робочого тиску.

Ці радіатори конструктивно складаються з профілів, виготовлених екструзією і з'єднаних між собою зварюванням. Використовуваний в них алюміній не вимагає яких-небудь добавок, і тому зберігає свою пластичність; відповідно, зовнішні ударні впливи і внутрішні гідроудари не викликають сколів ребер і розтріскувань таких радіаторів. Відсутність міжсекційних прокладок в таких радіаторах надає їм міцність і надійність, а за наявності внутрішнього полімерного покриття їх довговічність може перевершувати довговічність чавунних радіаторів. Однак оскільки їх конструкція є нерозбірними, вони не можуть бути нарощені в процесі експлуатації.

Такі радіатори конструктивно складаються із секцій, виготовлених литтям під тиском, які з'єднуються між собою за допомогою різьбових з'єднувальних елементів (ніпелів); міжсекційне з'єднання герметизується за допомогою прокладок з пароніту, високотемпературного силікону або інших матеріалів. Секційний надає можливість наростити радіатор в ході експлуатації або замінити пошкоджену секіцю, однак наявність міжсекційних сполук негативно позначається на надійності; крім цього, внутрішня поверхня секцій відрізняється більшою шорсткістю.

2 ПРОЕКТ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ КОТЕДЖНОГО БУДИНКУ ПО ВУЛ. КАХОВСЬКА В М. ЗАПОРІЖЖЯ

Для визначення потужності джерела теплопостачання необхідно розрахувати тепловий баланс будинку. Тобто розрахувати теплові втрати будинком і теплові надходження. Для розрахунку теплових витрат необхідно розрахувати коефіцієнти теплопередачі через будівельні конструкції.

Для вибору обладнання джерела теплопостачання необхідно знати кількість теплоносія, що циркулює в системі опалення, втрати тиску в системі опалення, витрати гарячої води в системі ГВП та інше.

2.1 Теплотехнічний розрахунок будівельних конструкцій

При розробці проекту опалюваної будівлі велика увага приділяється конструкціям зовнішніх обгороджувань і оцінці їх опору теплопередачі. Теплозахисні якості обгороджування прийнято характеризувати величиною опори теплопередачі *Ro*, яке чисельно дорівнює падінню температури в градусах при проходженні теплового потоку, рівного 1 Вт., через 1м^2 обгороджування.

Правильно вибрана конструкція обгороджування і строго обґрунтована величина його опору теплопередачі забезпечує необхідний мікроклімат в приміщеннях будівлі, а з іншого боку - економічність конструкції будівлі. У зв'язку з різким збільшенням вартості на енергоносії змінилися і вимоги які пред'являються до конструкцій, що захищають. Термічний опір обгороджування має бути рівний або більше приведеної величини термічного опору [2]. Як правило, основний шар конструкції, що захищає, не відповідає сучасним вимогам які пред'являються до обгороджувань. При сучасному будівництві широко застосовуються теплоізоляційні матеріали. Вони мають

хороші теплотехнічні показники і низькі ціни, в порівнянні з цегляними і бетонними виробами.

Утеплювач – ROCWOOL, щільність-90 кг/м^3, теплопровідність / 0,038 Вт/м*^{0}С.

Теплотехнічний розрахунок обгороджувань

Теплотехнічний розрахунок полягає у визначенні коефіцієнта передачі теплоти через конструкції, що захищають, Вт/м^{2}К :

$$K = \frac{1}{R_o^{\hat{o}}},$$

де R_o^{ϕ} - фактичний термічний опір конструкції, що захищає, м^{2}К/Вт :

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в.п} + \frac{1}{\alpha_н},$$

де $\alpha_в$ - коефіцієнт тепло сприйняття внутрішньої гладкої поверхні обгороджування, $\alpha_в$=8,7 Вт/ (м^2 К)[1];

δ_i - товщина шару обгороджування, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності шару обгороджування, Вт/м К) [3];

$R_{в.п.}$ - термічний опір замкнутого повітряного прошарку обгороджування, (м^2 К) /Вт)[3];

$\alpha_н$ - коефіцієнт опору тепловіддачі зовнішній поверхні обгороджування, Вт/ (м^{2}К) [3].

Фактичний термічний опір обгороджувань має бути більший або рівним мінімальному термічному опору конструкції, що захищає, м^{2}К/Вт:

З урахуванням вимог що пред'являються до зовнішніх обгороджувань, нині, мінімальний термічний опір для зовнішніх обгороджувань розраховується з урахуванням кількості градусо-діб опалювального періоду зфактичним термічним опором. [9]

Кількість градусо-діб визначаємо по формулі, град/діб :

$$H = (тв - to._{п.ср.}) Zo._{п.}$$

де $to._{п.ср}$ середня розрахункова температура за опалювальний період [1], °С; $Zo._{п.}$ - тривалість опалювального періоду [1], діб

Розрахунок ведемо для зовнішніх стін виконаних з силікатної цегли. Приймаємо кладку з двох цеглин з повітряним прошарком між ними з подальшою кладкою ракушняка. Внутрішнє оздоблення - суха штукатурка з гіпсових плит.

Ескіз обгороджування і його теплотехнічні характеристики приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 -Теплотехнічні характеристики матеріалу зовнішніх стін

Матеріал конструкцій, що захищають	Товщина шару δ, мм	Щільність матеріалу ρ, кг/м^3	Коефіцієнт теплопро-відності матеріалу λ, Вт/ (м К)
1	2	3	4
1. Цегла силікатна (ГОСТ 379-79*) на цементно-піщаному розчині.	120	1800	0,76
2.Цегла ракушняк	400	1800	0,36
3. Суха штукатурка.	20	800	0,19

Кількість градусо - діб визначаємо по формулі, град/діб:

$$H = (тв - to._{п.ср.}) Zo._{п.}$$

де $to._{п.ср}$ середня розрахункова температура за опалювальний період [1], °С;

$Zo._{n.}$ - тривалість опалювального періоду [1], діб:

$$H = [18 - (-0,6)]\ 166 = 3087,6$$

Мінімальний допустимий термічний опір стіни будівлі *Rмін*. приймаємо по [2], м^{2}К/Вт:

$$Rмін = 2,5$$

Термічний опір для цегляної стіни, м^{2}К/Вт:

$$R_o = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,4}{0,639} + \frac{0,120}{0,07} + \frac{0,02}{0,055} = 1,137$$

Коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої цегляної стіни, Вт/ (м^{2}К);

$$к = \frac{1}{2,569} = 0,389$$

Внутрішні стіни у будівлі виконані з силікатної цеглини завтовшки 380 мм і обробкою сухою штукатуркою.

Термічний опір для внутрішньої цегляної стіни, м^{2}К/Вт:

$$R_o = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,380}{0,7} = 0,566$$

Коефіцієнт теплопередачі для внутрішньої цегляної стіни, Вт/ (м^{2}К);

$$к = \frac{1}{0,566} = 1,766$$

Теплотехнічний розрахунок для перекриттів ведеться за цією ж методикою.

Мінімальний термічний термічний опір для горищного перекриття будівлі по таблицях [2] $R_{мін.}$=3,00 м^{2}К/Вт. Подальші розрахунки вестимемо на більше з цих величин. [21]

Фактичний термічний опір горищного перекриття, м^{2}К/Вт :

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,74} + \frac{0,030}{0,520} + \frac{0,0800}{0,032} + \frac{1}{12} = 3,0$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття, Вт/ (м^{2}К) :

$$\kappa = \frac{1}{3} = 0,333$$

Мінімальний термічний термічний опір для горищного перекриття будівлі по таблицях [2] $R_{мін.}$=3,00 м^{2}К/Вт порівнянюємо з необхідним $R_{необ.}$ Подальші розрахунки вестимемо на більше з цих величин.

Термічний опір перекриття, м^{2}К/Вт :

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,74} + \frac{0,03}{0,520} + \frac{1}{12} = 0,714$$

Будинок будується на глинистих ґрунтах і має не опалюване підпілля де розташовуються трубопроводи зворотної магістралі системи опалювання житлової частини будинку, а також вузол обліку. Магістральні трубопроводи прокладаються під стелею підпілля. Пол першого поверху знаходитися на відмітці + 0,500 по відношенню до рівня землі. Пол техпідпілля знаходитися на відмітці - 2,25 по відношенню до рівня землі. Перекриття над підвалом складається із залізобетонної плити, теплоізолюючого шару у вигляді засипки з піноізолу, вирівнюючого цементно-піщаного стягування і покриття з мармурової плитки. У таблиці 1.3 приведені теплотехнічні характеристики матеріалів підлоги.

Необхідний термічний опір перекриття, м^{2}К/Вт :

$$R^{o}_{необ} = \frac{[20-(-22)]*0,4}{8,7*2} = 1,0115$$

Мінімальний термічний опір підлоги першого поверху будівлі з не опалюваним підвалом по таблицях [2] *Rмін.=2*,60 м^{2}К/Вт порівнюємо з необхідним термічним опором *Rнеоб*. Подальші розрахунки вестимемо на велику з цих величин.

Таблиця 1.3- Теплотехнічна характеристика матеріалу перекриття

Матеріал конструкцій, що захищають	Товщина δ,мм	Щільність ρ,кг/м3	Коефіцієнт тепло-провідності λ,Вт/ (м К)
1 Плити з мармуру	20	2800	2,910
Стягування цементно-шлакове	50	1400	0,52
Залізобетонна плита	220	2400	1,740

Термічний опір перекриття, м^{2}К/Вт :

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,74} + \frac{0,020}{2,910} + \frac{0,050}{0,520} + \frac{1}{6,0} = 0,833$$

Фактичний термічний опір перекриття над підпіллям, м^{2}К/Вт:

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,74} + \frac{0,020}{2,910} + \frac{0,050}{0,520} + \frac{1}{12} = 0,42$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття, Вт/ (м^{2}К) :

$$\kappa = \frac{1}{0,42} = 2,330$$

Мінімальний термічний опір вікон, балконних дверей, вітрин, вітражів, світлопрозорих фасадів багатоповерхових будівель по таблицях [2] *Rмин.=0*, 5 м^{2}К/Вт.

Термічний опір для вікон з двокамерних пакетів із скла без покриття приймаються по таблицях [4] і рівне $R_{вік}$ = 0,58(м^2 °С) /Вт.

Коефіцієнт теплопередачі для пластикових вікон, Вт/ (м^{2}К) :

$$\kappa = \frac{1}{0,580} = 1,724 .$$

При розрахунку втрат теплоти через конструкції, що захищають, з площі зовнішніх стін не віднімається площа віконних отворів. Щоб не розраховувати втрати теплоти через віконні отвори двічі, виходить з коефіцієнта теплопередачі вікна відняти коефіцієнта теплопередачі зовнішньої стіни, Вт/ (м^{2}К) :

$$k_p = 1,724 - 0,389 = 1,335$$

Термічний опір для балконних дверей приймається таке ж як і для вікон $R_{б.д.=}$ 0,58 (м^2 °С)/Вт. Відповідно коефіцієнт теплопередачі для балконних дверей $k_{б.д.}$ = 1,724 Вт/(м^{2}К) і розрахунковий коефіцієнт теплопередачі для балконних дверей k б.д. = 1,335 Вт/(м^{2}К).[7]

Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверей, Вт/ (м^{2}К) :

$$\kappa = \frac{1}{0,44} = 2,273$$

Розраховані коефіцієнти передачі теплоти використовуються в розділі 1.4 при розрахунку основних втрат теплоти приміщеннями будівлі.

1.2 Розрахунок втрат теплоти приміщеннями будівлі

Система опалювання призначена для створення в приміщеннях будівлі в холодний період року комфортній температурній обстановці і відповідає вимогам технологічного процесу. Температура приміщень залежить від надходжень і втрат тепла, а також від теплозахисних властивостей зовнішніх обгороджувань і розташування обігріваючих пристроїв.

У житлових будівлях при визначенні теплової потужності системи опалювання враховують тепловтрати через конструкції, що захищають, витрату тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що поступає в приміщення для компенсації нормативного повітрообміну, а також побутові теплонадходження в розмірі, що регламентується.

Основні тепловтрати приміщень, Вт :

$$Q = F \cdot k \cdot \left(t_{вн.} - t_{н.о.р.}\right) \cdot n$$

де F - площа конструкції, що захищає, через яку відбувається втрата теплоти, м^2;

$t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря [1,4], ^{0}C;

$t_{н.о.р.}$ – температура зовнішнього повітря розрахункова для опалювання[1,4], ^{0}C;

n – поправочний коефіцієнт, різний для різних видів обгороджувань[4

k – коефіцієнт теплопередачі конструкцій, що захищають, визначається як зворотна величина термічному опору[пункт 1.4], $Вт/\left(м^2 \cdot К\right)$

Повні втрати теплоти, Вт :

$$Q_п = Q_{осн} \cdot P$$

де P – множник, що враховує додаткові втрати теплоти, долі:

$$P = 1 + 0{,}01\eta$$

де n - додаткові втрати, %.

Додаткові втрати теплоти ділять на декілька видів по визначальних чинниках[4].

а) добавка на наявність двох і більше зовнішніх стін в приміщенні: для кутових приміщень середня радіаційна температура нижча, ніж для інших приміщень, тому температуру внутрішнього повітря приймають на 2 градуси вище для житлових будівель, для будівель іншого призначення підвищення температури враховують 5% добавки до основних тепловтрат вертикальних зовнішніх обгороджувань;

б) добавка на підігрівання холодного повітря, що уривається, через зовнішні двері, що короткочасно відкриваються, приймають рівною - для подвійних дверей без тамбура $34 \cdot H$ (%); для подвійних дверей з тамбуром між ними $27 \cdot H$ (%); для одинарних дверей $22 \cdot H$ (%); для потрійних дверей з двома тамбурами $20 \cdot H$ (%), де Н - висота будівлі;

в) добавка на орієнтацію обгороджувань по сторонах світу(тільки для вертикальних обгороджувань). Відповідно до СНіП [6] приймають для стін, дверей, вікон обернених на північ, схід, північний схід, північний - захід - 10%, на південний схід, захід - 5%, південь, південний захід - 0%.

г) для підлог першого поверху, що не обігріваються, над підпіллями будівель в місцевостях з розрахунковою температурою зовнішнього повітря мінус 40 ^{0}С і нижче приймати 5 %.

д) для зовнішніх вертикальних і похилих обгороджувань орієнтованих напрям, звідки в січні дме вітер із швидкістю тієї, що перевищує 4,5 м/с з повторюваністю не менше 15% згідно СНіП 2.01.01-82, у розмірі 5% при швидкості вітру до 5 м/с, 10% при швидкості 5 м/с і більше.

При типовому проектуванні додаткові втрати слід враховувати у розмірі 5% для усіх приміщень;

е) для зовнішніх вертикальних і похилих обгороджувань багатоповерхових будівель у розмірі 20% для першого і другого поверхів, 15% - для третього, 10% - для четвертого поверху будівель з числом поверхів 16 і більше;

Для 10-15 поверхових будівель додаткові втрати слід враховувати у розмірі 10% для першого і другого поверхів, 5% - для третього поверху

Побутові тепловиділення, Вт:

$$Q_m = 10 \cdot F$$

де F – площа підлоги опалюваного приміщення, м^2.

Втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, проникаючого через вхідні зовнішні двері сходових клітин, що короткочасно відкриваються, Вт :

$$Q_в = 0,7 \cdot B \cdot H \cdot \left(t_{вн} - t_{н.о.р.}\right)$$

де B- коефіцієнт який враховує конструкцію дверей;

H - висота будівлі, м;

Втрати тепла на нагрівання вентиляційного повітря для інших приміщень, Вт:

$$Q_в = 0,337 \cdot F \cdot h \cdot \left(t_{вн} - t_{н.о.р}\right)$$

де F- площа підлоги приміщення, м^2;

h - висота приміщення від підлоги до стелі, м.

Загальні втрати тепла підраховуються для усього приміщення, Вт:

$$Q_{общ.} = \sum Q_{пол.} + Q_в + Q_т$$

Результати розрахунків втрат теплоти для усіх приміщень будівлі зводимо в таблиці 2.4. Для виконання розрахунків в цих таблицях потрібні наступні величини:

- коефіцієнт теплопередачі через зовнішні стіни, К=0,1,294 Вт/м^{2}К;

- коефіцієнт теплопередачі через внутрішні стіни, *К*=1,766 Вт/м^{2}К;

- коефіцієнт теплопередачі через перекриття підлоги першого поверху, *К*=0,330 Вт/м^{2}К;

- коефіцієнт теплопередачі через вікна і балконні, *К*=1,724 Вт/м^{2}К;

- коефіцієнт теплопередачі через вхідні зовнішні двері, *К*=2,273 Вт/м2К;

2.3 Гідравлічний розрахунок системи опалювання

Трубопроводи в системі опалювання виконують важливу функцію розподілу теплоносія по окремих нагрівальних приладах. Вони є як би теплопроводами, завдання яких полягає в передачі певної розрахунком кількості тепла кожному приладу. У водяних системах кількість принесеного теплоносієм тепла залежить від його витрати і перепаду температури при охолодженні води в приладі. Зазвичай при розрахунку задають загальний для системи перепад температури теплоносія і прагнуть до того, щоб в двотрубних системах цей перепад був витриманий для усіх приладів і для системи в цілому, в однотрубних системах — для усіх стояків. При відомому перепаді температури теплоносія по трубопроводах системи до кожного нагрівального приладу має бути підведена визначена розрахунком витрата теплоносія.[19]

Система опалювання є сильно розгалуженою і складно закільцьованою мережею трубопроводів, по кожній ділянці якої повинно проходити розрахункова кількість води. Проведення точного розрахунку такої мережі є складним гідравлічним завданням, пов'язаним з рішенням системи з великою кількістю нелінійних рівнянь, в які невідоме входить в ступені, що змінюється від 1 до 2. У інженерній практиці це завдання вирішується методом підбору.

Провести гідравлічний розрахунок мережі трубопроводів системи опалювання (з урахуванням циркуляційних тисків) — це означає так підібрати діаметри окремих ділянок, щоб по них проходили розрахункові витрати теплоносія з допустимою швидкістю. Розрахунок ведеться підбором з вибором діаметрів по наявному сортаменту труб, тому він завжди пов'язаний з деякою погрішністю. Для різних систем і окремих їх елементів допускаються певні неув’язки, які мають бути витримані в розрахунку.

Схеми горизонтальних систем опалювання для офісних приміщень і вертикальних систем для житлової частини будинку приведені в графічній частині проекту.

Розрахунок розпочинаємо з визначення циркуляційного тиску для систем з примусовою циркуляцією, Па:

$$\Delta P_{р.ц} = \Delta P_{н} + Б \cdot \left(\Delta P_{е.} + \Delta P_{е.тр.} \right)$$

де $\Delta P_{н}$ - тиск, що створюється спонукачем циркуляції (насосом або елеватором), Па:

$$\Delta P_{н} = 80 \cdot \sum L = 80 \cdot 181{,}3 = 14504{,}00$$

де $\sum L$ – сума довжин ділянок розрахункового кільця або по графіку, м;

80 – питома втрата тиску на один метр довжини теплопроводу, Па/м.

Для циркуляції теплоносія в системі опалювання в котельній передбачені насоси. Продуктивність і натиск циркуляційних насосів підбирається по витраті теплоносія в системі і втратам тиску в несприятливому розрахунковому кільці із запасом 10% на невраховані втрати тиску.

Б - коефіцієнт, що визначає долю максимального гравітаційного тиску. Для двотрубних систем опалювання *Б*= 0,5 - 0,7.

$\Delta Pд$ -динамічний тиск, Па

$$\Delta P = \frac{\beta \cdot g}{Q_{ст}} \cdot (t_2 - t_0) \cdot \sum_{i=1}^{n} (Q_{npi} \cdot h_i)$$

де β - середній приріст щільності при пониженні температури теплоносія на 1^0С. При $(t_2 - t_0)$= 95-70, β =0,64;

$Q_{ст}$ - теплове навантаження останнього стояка розрахункового кільця, Вт;

Q_{npi}-теплове навантаження опалювальних приладів по поверхах, Вт;

h_i - відстань від центру нагріву до центру охолодження (опалювального приладу), м.

За умови, що природний тиск створюваний охолодженням води в нагрівальному приладі і відкрито прокладених магістралях складає менше 10% від тиску створюваного спонукачем циркуляції їм можна нехтувати.

Витрата теплоносія на розрахункових ділянках визначається по формулі, кг/г:

$$G_{уч} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{уч}}{C \cdot (t_2 - t_0)},$$

де $Q_{уч}$ - теплове навантаження ділянки, Вт;

C -теплоємність води, 4,187 $кДж/(кг \cdot К)$;

$(t_2 - t_0)$ = 95-70=25°С - різниця температур гарячого і охолодженого теплоносія, ^{0}С.

Розрахунки ведемо по методу питомих втратах тиску. Орієнтовне значення питомих втрат на тертя, Па/м :

$$R_{ор} = \frac{0{,}9 \cdot k \cdot \Delta P_{р.ц}}{\sum L} = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}65 \cdot 14504}{181{,}3} = 36$$

де k = 0,5- доля втрат тиску на тертя, для двотрубних систем з штучною циркуляцією;

$\sum L$ -сума довжин ділянок (прямого і зворотного трубопроводів), м.

Для внутрішніх систем опалювання орієнтовне значення питомих втрат тиску на тертя приймаємо рівними 36Па/м. Втрати тиску в розрахунковому кільці складаються з втрат тиску по довжині *R·l, Па* на кожній розрахунковій ділянці і втрат тиску на місцеві опори *Z, Па.* Втрати тиску в місцевих опорах на розрахункових ділянках визначаються по формулі, Па :

$$z = P_g \cdot \sum \xi$$

де *Рд* - динамічний тиск знаходитися по таблицях [6] залежно від швидкості теплоносія, Па

Σξ - сума коефіцієнтів місцевих опорів [6].

Користуючись таблицями для гідравлічного розрахунку систем опалювання [8] по отриманому значенню $R_{ор}$ і заданій витраті $G_{уч}$ знаходимо діаметр ділянки трубопроводу, швидкість теплоносія на ділянці, уточнюємо питому втрату тиску по довжині. Розрахунки виконуємо для кожної розрахункової гілки і для кожного розрахункового кільця.

Результати гідравлічного розрахунку будівлі зводимо в таблиці 2.5 Після визначення втрат тиску в кожній розрахунковій гілці і в кожному розрахунковому кільці виконуємо нев'язку втрат тиску в системі опалювання по такій формулі %:

$$\Delta = \frac{0.9\Delta p_{ö.ê} - \sum Rl + Z}{0.9 \cdot \Delta p_{ö.ê}} 100$$

Для тупикових систем опалювання нев'язка не повинна перевищувати 25%. Результати гідравлічного розрахунку системи опалювання і перевірка правильності виконання розрахунків приведені в таблиці 2.2

номер приміщення	теплова потужність Qзаг, Вт	теплова потужність	повітря в приміщенні	теплоносія на	теплоносія на	температурний натиск Δtср, С	витрати теплоносія G, кг/	щільність теплового	поправочний коефіцієнт		теплопроводів	потужність опалюваного	площа опалювального	поправочний коефіцієнт		розрахункове число секцій ,Np	число секцій,
									B1	B2				B3	B4		
1эт																	
1	1094,1	1094,1	20,00	75,00	60,00	47,50	62,72	679,04	1,08	1,02	0,00	1094,12	1,77	1,00	1,00	7,40	8,00
2	1937,8	1937,8	20,00	75,00	60,00	47,50	111,08	679,04	1,08	1,02	0,00	1937,84	3,14	1,00	1,00	13,10	14,00
3	2922,9	2922,9	22,00	75,00	60,00	45,50	167,54	642,10	1,08	1,02	0,00	2922,91	5,01	1,00	1,00	20,89	21,00
4	1538,9	1538,9	25,00	75,00	60,00	42,50	88,21	587,62	1,08	1,02	0,00	1538,90	2,88	1,00	1,00	12,02	12,00
5	2496,1	2496,1	22,00	75,00	60,00	45,50	143,08	642,10	1,08	1,02	0,00	2496,11	4,28	1,00	1,00	17,84	18,00
6	493,0	493,0	20,00	75,00	60,00	47,50	28,26	679,04	1,08	1,02	0,00	493,02	0,80	1,00	1,00	3,33	4,00
7	1638,4	1638,4	20,00	75,00	60,00	47,50	93,91	679,04	1,08	1,02	0,00	1638,36	2,66	1,00	1,00	11,07	11,00

2.4 Розрахунок опалювальних приладів

Враховуючи вибраний тип нагрівального приладу, місце розташування приладу в приміщенні і спосіб приєднання приладу до трубопроводів системи опалювання, роблять його теплотехнічний розрахунок. Завдання розрахунку зазвичай полягає у визначенні площі поверхні приладу, забезпечення передачі розрахункової кількості тепла від теплоносія до приміщення. Нагріта поверхня приладу повинна при цьому мати температуру, не вище допустимою за санітарно-гігієнічними вимогами 95^0C [4],[5]. Іноді завданням розрахунку приладу може бути забезпечення заданого теплового режиму в якій-небудь зоні приміщення.

Площа поверхні опалювальних приладів *Fp* вимірюються в м^2. Для розрахунку *Fp* передусім необхідно визначити величину теплового потоку опалювального приладу, обумовленого його поверхневою щільністю, тобто значенням теплового потоку *qном* переданого від теплоносія в довкілля через 1м^2 площі поверхні приладу

Для спрощення розрахунків визначаємо щільність теплового потоку опалювального приладу *qnp*. Для чого використовуємо номінальну щільність теплового потоку *qном* .

Номінальну щільність теплового потоку *qном* отримують шляхом теплових випробувань опалювального приладу для стандартних умов роботи в системі водяного опалювання.

Значення номінальної щільності теплового потоку беремо з таблиць [6]. . Для алюмінієвих радіаторів *qnp*. Береться з технічної характеристики опалювального приладу для однієї секції.

Розрахункова щільність теплового потоку опалювального приладу для теплоносія води розраховується по формулі, Вт/м^2 :

$$q_{пр} = q_{ном} \cdot \left(\frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{пр}}{0.1} \right)^{P} \cdot C_{пр}$$

де $q_{ном}$ - номінальна щільність теплового потоку, Вт/м^2;

n, P - експериментальні значення показників міри;

$C_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує схему приєднання опалювального приладу;

$\Delta t_{ср}$ -температурний натиск опалювального приладу, ^{0}С.

$$\Delta t_{ср} = \left[0{,}5 \cdot \left(t_{вх} - t_{вых}\right)\right] - t_{в},$$

де $t_{вх}$=95 - температура теплоносія на вході в опалювальний прилад, ^{0}С;

$t_{вых}$=70 -температура теплоносія на виході з опалювального приладу,^{0}С;

$t_{в}$ -температура повітря в приміщенні, ^{0}С.

$G_{пр}$ -дійсні витрата води в опалювальному приладі, кг/с:

$$G_{пр} = \frac{Q_{пр}}{c\left(t_{вх} - t_{вих}\right)}$$

$\sum Q_{пр}$-теплове навантаження приладів, розташованих вище за місце визначення температури теплоносія, Вт;

де $t_{г}, t_{о}$ - температура води в подаючому та зворотному трубопроводах: $t_{г} = 95°C$, $t_{о} = 70°C$;

C - теплоємність теплоносія, Дж /кг ^{0}С.

Температура теплоносія на виході з опалювального приладу для двотрубної системи опалювання постійна і рівна 70 ^{0}С.

Теплова потужність опалювального приладу

$$Q_{пр} = \left(Q_{общ} - 0{,}9 \cdot Q_{тр}\right) \cdot K_{р.т.к},$$

де 0,9 - доля теплового потоку, корисна для підтримки температури повітря в приміщенні;

$K_{р.т.к}$ - коефіцієнт, що враховує установку РТК.

За наявності РТК $K_{р.т.к}$=1,1. Тепловіддача відкрито прокладених теплопроводів не розраховується тому, що теплопроводи прокладаються в підшивній стелі. Величина надходжень теплоти від них незначна, тому нею можна знехтувати.

Розрахункова площа опалювального приладу, м^2:

$$F_p = \frac{Q_{пр}}{q_{пр}} \cdot \beta_{1.} \cdot \beta_2 ,$$

де β_1 – коефіцієнт, обліку додаткового теплового потоку опалювальних приладів за рахунок округлення понад розрахункову величину [5],[6];

β_2 – коефіцієнт обліку додаткових втрат теплоти опалювальними приладами у зовнішніх обгороджувань [5],[6].

Розраховане число секцій опалювального приладу, шт.:

$$N_p = \frac{F_p \cdot \beta_4}{f \cdot \beta_3} ,$$

де f - площа поверхні нагріву однієї секції, м^2;

β_4 – коефіцієнт, що враховує спосіб установки радіатора в приміщенні[5],[6];

β_3 – коефіцієнт, що враховує число секцій в одному радіаторі[6];

Результати розрахунку опалювальних приладів для усіх приміщень будівлі заносимо в таблиці 2.3.

Аналогічні результати розрахунків приводимо для стіни з утоплювачем.

2.5 Вибір обладнання автономної котельні

Всі пропоновані котли підрозділяються по видах палива:

- на природному газі;
- на рідкому (дизельному) паливі;
- на твердому паливі (вугілля, дрова, торф);
- электрокотли

По типу установки:

- настінні;
- напольні.

По потужності та опалювальній площі:

- для опалення одного приміщення, квартири;
- для опалення окремо вартого будинку;
- для опалення багатоквартирного будинку.

По виконанню різних функцій:

- опалення;
- опалення та гаряче водопостачання.

Саме котел є, образно виражаючись, серцем опалювальної системи. От чому до його вибору треба підійти з особливою відповідальністю, ретельно зваживши всі "за" і "проти". Для початку варто звернути увагу на архітектурну частину проекту, де повинна бути точно зазначена площа будинку. Має сенс також подумати про те, чи всі без винятку приміщення буде потрібно нагрівати до кімнатної температури, або, допустимо, частина цокольного поверху або гараж будуть "прохолодною" зоною. Ну і, зрозуміло, треба не прорахуватися з паливом що постачається.

Кришні котельні - один з можливих варіантів рішення завдань автономного (або децентралізованого) теплопостачання об'єктів цивільного та промислового призначення. Відмітна риса кришних котелень - їхня інтеграція в будівельні конструкції опалювального будинку. Наявність технологічного встаткування котельні на даху будинку дозволяє:

- істотно підвищити энергоэффективность системи теплопостачання за рахунок відсутності теплотрас, втрати в яких досягають 30% і більше від виробленої кількості тепла;
- знизити витрати на спорудження котельні, тому що знімаються питання додаткового землевідвода та будівництва окремо вартого будинку котельні та установки високого димаря;
- використовувати полегшену конструкцію котельного встаткування з алюмінієвими теплообмінниками або мідними оребреними трубками. Це можливо через більше сприятливі гідравлічні умови роботи встаткування, що пов'язане з відсутністю статичного тиску, обумовленого висотою водяного стовпа (висотою будинку) у порівнянні з наземним розташуванням котельні;
- поліпшити екологічні умови проживання мешканців, тому що розсіювання продуктів згоряння на даху більш сприятливо, ніж при розташуванні котельні внизу;
- забезпечити комфортні умови проживання мешканців за рахунок підтримки необхідного температурного режиму для опалення даного конкретного будинку.

При наявності такої простої технології як автоматика,можливо домогтися не тільки комфортної температури в приміщеннях але і заощадити тепло і гроші.[23]

Використання децентралізації дозволяє краще адаптувати систему теплопостачання до умов споживання конкретного об’єкта, що обслуговується,а відсутність зовнішніх розподільних мереж практично виключає невиробничі втрати теплоти при транспортуванні теплоносія. Підвищений інтерес до автономних джерел теплоти в останні роки в значній мірі обумовлений фінансовим станом і інвестиційно-кредитною політикою в країні, тому що будівництво централізованої системи теплопостачання потребує від інвестора значних одноразових капітальних вкладень у джерело, теплові мережі будинку, з терміном окупності приблизно 2 роки. Саме цей фактор останнім часом обумовив підвищений інтерес до децентралізованих

систем теплопостачання. Децентралізація на сучасному рівні, що базується на високоефективних водогрійних котлах останніх поколінь, з використанням енергоефективних систем автоматичного керування, дозволяє повною мірою задовольнити попит споживача, пов'язані з опаленням і потребами в гарячій воді.

Перераховані фактори на користь децентралізації теплопостачання привели до того, що часто воно вже стало розглядатися як безальтернативне технічне рішення, позбавлене недоліків.

Тому необхідно докладно розглянути проблеми, які з'являються при більше уважному підході до цього питання, проаналізувати окремі випадки застосування децентралізованих систем, що дозволить вибрати раціональне рішення в комплексі.

- Важливою перевагою децентралізованих систем теплопостачання є можливість місцевого регулювання в системах опалення та гарячого водопостачання.
- Раціональною можна визнати децентралізацію тільки на основі газоподібного палива (природного газу). Електроенергія не повинна використовуватися на меті опалення.
- При спорудження кришних котелень питання димовидалення вирішуються просто. Досить лише спроектувати та встановити димохід у потрібному місці та з необхідним діаметром труби.

2.5.2 Аналіз ринку котельного обладнання та його вибір

Вибір котлів на нашому ринку зараз практично не обмежений, тобто при наявності твердого палива ви можете вибрати один котел, а при доступності дизельного палива - інший.

Постачальники котельного устаткування повинні врахувати бажання сполучити (або, навпроти, не сполучати) з опалювальним котлом систему гарячого водопостачання будинку. При виборі даної системи необхідно

обов'язково врахувати число мешкаючих у будинку, кількість санвузлів, кількість місць, де здійснюється розбір гарячої води. Для забезпечення гарячою водою можна встановити окремий бойлер або електричний водогрійний бойлер, і в цьому випадку котел буде просто опалювати приміщення.

Як правило, сучасні котли невеликі по розміру, і тому вони не вимагають більших площ для розміщення. Але передбачити окреме приміщення площею шість (або трохи більше) квадратних метрів - бажано. Котли різняться по способу розміщення: бувають напольні або навісні. [8]

Навісні котли можна розміщати в житловому інтер'єрі, а для напольних потрібна окрема котельня.

Ринок котельного встаткування промислового призначення умовно підрозділений на чотири сектори:

- високоякісні и коштовні котли від всесвітньо відомих виробників з Германії та Франції (Viessmann, De Dietrich, Vaillant, Buderus, Wolf та ін.);
- середні за вартістю при якісному забезпеченні найважливіших споживчих властивостей від виробників з Італії (Beretta, Fondital, Ferroli), Іспанії (Roca), Чехії (Dakon), Південної Кореї (Kiturami) і ін.;
- середні за вартістю при якісному забезпеченні найважливіших споживчих властивостей відчизняних виробників, які вироблені на основі ліцензійного виробництва (ЗАО «ЗІОСАБ», Група підприємств «РЭМЭКС», ООО «Теплоуніверсал», ОАО «РусНІТ», та ін.);
- вітчизняного виробництва, вироблені по традиційним технологіям, забезпечують оптимальне співвідношення «ціна – якість теплової енергії» (ООО «Торговий Дім «Дорогобужкотломаш», ОАО «Бійский котельний завод», ООО «Псковський котельний завод», ООО «Стройтрансгаз», ОАО «Беленергомаш» та ін..

Потужність котла визначається залежно від обсягу приміщення, виходячи з умови 30 Вт на кубічний метр. Якщо висота стель менше трьох метрів, то можна розраховувати потужність по площі приміщення: 100-150

Вт/м^2. Крім того, варто враховувати тепловтрати: чим товщі стіни (або чим краще їхній тепло ізолюючи властивості), тим менше потрібно тепла для опалення будинку. При цьому максимальна потужність обраного котла не повинна точнісінько відповідати результатам розрахунків,необхідно передбачити резерв 10-20%. Треба сказати, що представлений ряд сучасних котлів такий, що споживач без праці може вибрати необхідну потужність.

Для того щоб будинок був забезпечений теплом у повному обсязі для цього потрібний не тільки котел, але і ще додаткове устаткування. Почнемо з димаря, без якого жоден котел працювати не буде. Димохід необхідно спроектувати на самих ранніх стадіях, для того щоб надалі надлишок продуктів згоряння та шум працюючого котла не позначилися на продуктивності праці працюючих у будинку. Особливу увага на димоходи потрібно звернути тим, у кого котел працює на дизельному паливі. До складу продуктів згоряння в цьому випадку входить сірчистий газ, що, з'єднуючись із конденсатом у димоході та перетворюючись у сірчану кислоту, роз'їдає цегельну кладку. Димова труба при цьому обов'язково повинна бути з нержавіючої сталі.

Крім того, потрібно подбати про те, де буде зберігатися паливо. У випадку використання природного газу така проблема відпадає по зрозумілих причинах, але якщо котел працює на дизельному паливі (один з найпоширеніших варіантів) або зрідженим газом, то знадобиться спеціальний резервуар. Щоб не викликати раз у раз заправників, бажано мати або де-небудь неподалік від будинку таку паливну ємність, що дозволить запасати дизельне паливо або зріджений газ на тривалий термін або на весь опалювальний сезон.

Наступним етапом необхідно вибрати самі нагрівальні елементи (радіатори), які будуть віддавати тепло в будинку.

Щоб теплоносій нормально циркулював у трубопроводі та доходив до нагрівальних елементів, необхідний насос або кілька насосів. При цьому треба знать, що у випадку відключення електрики насоси не будуть

працювати, а тоді можна залишитися без тепла навіть при наявності великого запасу палива. Вихід отут один: мати аварійне джерело електроживлення, що дозволить системі опалення функціонувати при будь-яких форс-мажорах. Тобто для великого адміністративного будинку аварійний дизель-генератор (або бензиновий генератор) можна вважати за необхідним допоміжним устаткуванням для опалювальної системи. [17]

Теплоносій, який нагрівається і охолоджується, міняє свій об'єм, а тому в системі обов'язково повинен бути передбачений розширювальний бак, який би компенсував ці коливання. Усередині бака встановлена гнучка мембрана, що при надлишку тиску прогинається, при такому спосіб бак утримує додатковий обсяг теплоносія.

Втім, може відбутися так, що за якимись причинами тиск перевищує припустиме. На цей випадок існує запобіжна арматура, яка спрацьовує, якщо тиск у системі перевищує критичне значення. Спеціальний запобіжний клапан скине надлишок тиску, і система залишиться в цілості та неушкодженності - котел не розірве, насосна група не вийде з ладу та т.п..

Хоча фахівці рекомендують не зливати систему, все-таки необхідно подбати про злив теплоносія: це може бути або звичайна каналізація, або спеціальний резервуар (якщо як теплоносій використовується антифриз). Зрозуміло, у котельні повинна бути встановлена контрольно-вимірювальні прибори та автоматика. Деякі моделі котлів комплектуються готовими автоматичними блоками. Але можна піти і далі, а саме: включити керування опалювальною системою в керуючий комплекс за назвою "розумний будинок". Тоді робота системи опалення буде регулюватися комп'ютером по заданій програмі (при бажанні системою опалення можна управляти навіть по мобільному телефону). Таке супутнє устаткування можуть поставити та змонтувати спеціалізовані інжинірингові компанії.

Сьогодні на українському ринку представлений величезний вибір виробників котельного устаткування, завдяки чому можна задовольнити потреби будь-якого споживача (від милого заміського будиночка до

величезного цеху промислового виробництва). І не дарма говорять, що саме котельне устаткування є серцем опалювальної системи. Саме від нього залежить комфорт всіх мешканців у будинку: стабільна робота устаткування при українській якості палива, можливість зміни використовуваного палива при різних форс-мажорних обставинах, висока ступінь автоматизації та т.п..

При виборі котла необхідно враховувати, що котел, корпус якого зроблений із чавуну, відрізняє значно більший термін служби. Якщо ви вибираєте котел на дизельному паливі, то, крім придбання змінного пальника, треба влаштувати окреме сховище для палива. При переході на газ буде потрібно перемінити пальник, а необхідність у паливосховищі відпаде. Вартість комбінованого пальника перевищує вартість двох звичайних пальників (для дизельного палива та для природного газу). [13]

Котли призначені для опалення та готування гарячої води.

Одноконтурні котли використовуються тільки для опалення. Щоб забезпечити виробіток гарячої води, використовується бойлер гарячого водопостачання або теплообмінник.

У двоконтурному котлі виробляється тепло для опалення та гарячого водопостачання. Потужність котлів виміряється у КВт. При більших потужностях, як правило, навантаження на опалення значно перевищують потреби в гарячому водопостачанні. Тому для котлів великої потужності доцільно використовувати одноконтурні котли та додатковий бойлер або теплообмінник для готування гарячої води, підібраний спеціально по теплових навантаженнях на гаряче водопостачання.

У котлах з п'єзоелектричним розжигом включення котла виробляється вручну натисканням на кнопку запальника. Після цього при відключенні котла залишається горіти запальний ґніт, що і забезпечує подальший розжиг пальника.

У газових котлах з електророзжигом постійно палаючий «пілотний» запальник відсутній, що приводить до економії газу. У таких котлах включення відбувається автоматично за рахунок електричної іскри.

Найдешевший на сьогоднішній день і безпечний (якщо дотримувати правил) вид палива магістральний газ. За допомогою магістрального газу відпадає необхідность запасати паливо та, у порівнянні з іншими видами спаленного палива, він набагато чистіше.

Опалення на дизельному паливі - саме незалежне, але досить дороге по витратах на експлуатацію та стартові витрати на устаткування. Додатково доводиться будувати паливні баки, систему підводки та очищення палива. Опалення електрикою - найдорожче. При цьому до будинку повинен бути підведений кабель великої потужності та отриманий дозвіл на його підведення, що в нинішній ситуації досить проблематично. Існують опалювальні котли на твердому паливі. Звичайно це важкі громіздкі агрегати, що вимагають завантаження палива кілька разів у день.

Міні-котельні являють собою повністю функціонально закінчений виріб, оснащені всіма необхідними приладами та системами. У випадку виникнення позаштатних ситуацій, витоків газу система безпеки автоматично припиняє подачу газу та запобігає аварії.

Кожна створена котельня має високий ККД і автоматично забезпечує оптимальний режим роботи всього котельного устаткування, при цьому вона робить рівно стільки тепла та гарячої води, скільки потрібно споживачеві в цей момент. Таким чином, досягається максимальна економія палива та робочого ресурсу котельні.

Котельні працюють в автоматичному режимі, з постійним обслуговуючим персоналом і без постійного обслуговуючого персоналу. Значними темпами росте виробництво котлів на різних видах палива для автономного опалення. Правда, газові котли переважають. Мало використовується місцеве паливо, таке як буре вугілля та торф, запаси якого в багатьох районах не обмежені та не вимагають транспортування. [22]

Розглянувши та вивчивши основні параметри котлів з вище наведених описів можна зробити певні виводи для вибору котла для створення кришної котельні в житловому будинку.

У зв'язку з великою різноманітністю котлів, представлених на українському ринку зупинимо свій вибір на водогрійному котлі Immergas NIKE MINI 24кw.

По отриманим даним обираємо котел опалювальний водогрійний Nike Mini 24 виготовлений згідно з ГОСТ 10617; НПАОП 0,00-1,26 и ТУ У 28,2-13568630,009-2003, працює на газообразному паливі, з робочим тиском води 0,3МПа (3кгс/см^2), температурой до 77^{0}С, передбачений для теплозабезпечення будівель різного призначення й встановлюється в котельних, обладнаних системами водопідготовки й паливоподачі.

Для роботи котла використовується паливо з сумарною вогкістю не більше 50%.

Якість мережної підживлювальної води водогрійного котла повинно відповідати потребам ГОСТ 2874-82, «Правилам пристрою та безпеки використання парових котлів з тиском пари не більше 0,07МПа (0,7кгс/см^2), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 95^{0}С» НПАОП 0.00-1.26 та СНІП II-35-76.

Водний режим повинен забезпечувати роботу котла без ушкоджень його елементів внаслідок відкладення накипу та шламу або в результаті корозії металу. Вибір способів обробки води для живлення котла та підживлення системи опалення повинен проводиться спеціалізованою організацією. Експлуатація котлів без до котлової обробки води забороняється.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики котла Nike Mini 24 kW

Найменування параметра та розміру	Величина параметра
Номінальна тепло виробленість, кВт	23,6
Види палива та їх теплота згоряння, МДж/м^3 (ккал/нм^3)	Газ – 37 (377)
Кількість розпалювального палива на одну розпалку, кг	0,8
Максимальна температура води на виході з котла, ^{0}C	77
Мінімальна температура води на вході котла, ^{0}C	38
Робочий тиск води, МПа, не більше	0,25
Мінімально допустимий робочий тиск, МПа	0,15
Кількість води, циркулююча через котел при Δt=30^{0}C, л/хв.	11,4
Об’єм теплоносія, м^3	6
Температура газів, що йдуть при наявності повітрепідігрівача, ^{0}C, не менше	111
Гідравлічний опір, МПа, не більше	0,025
Номінальний тиск повітря перед котлом, Па, не більше	0,3
Номінальне розрідження за котлом, Па,не більше	8
Зміст оксидів вуглецю в сухих газах, при номінальній/мінімальній потужності при роботі на природному газі	6,2/2,8
Час розпалу, хвилин, не більше	10
Маса котла (без води), кг, не більше	31

Зміст оксидів азоту в сухих газах, при	
Габаритні розміри, мм, не більше - довжина - ширина - висота	 745 450 725
Коефіцієнт корисної дії, %, не менше - при роботі на природному газі	90,1
Питоме споживання електроенергії при номінальному тепловиробітку, Вт, не більше	75
Витрата палива, кг/год - газ, м3/год	2,78
Час спрацювання захисних пристроїв, сек., не більше	3
Використана потужність, кВт, не більше	230В, 50Гц

Також необхідно становити циркуляційний насос адже циркуляційний насос є основною частиною системи опалювання з примусовою циркуляцією теплоносія. В цьому випадку не потрібна установка котла в нижній точці системи опалювання. На відміну від систем з природною циркуляцією пропадає і необхідність в трубопроводах великого діаметру. Окрім вище перелічених плюсів примусової циркуляції, значно скорочується час нагріву опалювальних приладів, а це веде до швидкого підвищення температури повітря в приміщеннях.

Основні параметри циркуляційного насоса - це тиск і продуктивність, які є залежними один від одного. Натиск створюваний циркуляційним

насосом, повинен долати гідравлічні опори елементів системи опалювання: трубопроводів, радіаторів. У випадку, якщо гідравлічний опір системи опалювання більш ніж натиск циркуляційного насоса, насос потрібно замінити на іншій з вищими характеристиками.

Надійна і тривала робота циркуляційного насоса багато в чому залежить від правильно і якісно виконаного монтажу.

Встановлюємо циркуляційний насос фірми «Nocchi». Циркуляційний однофазний насос серії SR3, з мокрим ротором і регульованою швидкістю призначений для застосування в опалювальних системах закритого типу з примусовою циркуляцією або в системах з відкритим розширювальним баком.

Конструктивні характеристики і вживані матеріали в насосах «Nocchi»:

- корпус насоса з чавуну;
- робоче колесо із стекловолоконного полімеру;
- втулка і направляюче кільце з неіржавіючої сталі;
- вал з хромованої сталі;
- корпус статора з алюмінію;
- підшипники насоса з нікельованої сталі;
- наполегливий підшипник з графіту і кераміки;
- виконання моноблокове.

Двигун насоса асинхронний, працюючий на трьох швидкостях, однофазний електродвигун з мокрим ротором і внутрішньою розділяючою втулкою з нержавіючої сталі. Є вбудований конденсатор. Напрям обертання: проти годинникової стрілки (з боку двигуна).[14]

Також буде встановлено підживлюючий насос - насос, вживаний в системі водяного опалювання, приєднаний по незалежній схемі до теплової мережі централізованої системи теплопостачання. Встановлюється в тепловому пункті, якщо гідростатичний тиск в системі опалювання перевищує тиск в зовнішніх теплопроводах і призначається для заповнення системи і її підживлення - відшкодування втрати води в процесі експлуатації.

На відміну від циркуляційного насоса підживлюючий насос повинен переміщати незначну кількість води і розвивати порівняно великий тиск, перевищуючий гідростатичний в системі опалювання. Використовуються спеціальні моноблокові насоси, а також вихрові лопатеві насоси, що створюють великий тиск при малій подачі.

Також у котлі використовується рециркуляційний насос.Рециркуляційні насоси застосовуються для подачі великих об'ємів рідини з малими швидкостями. При цьому, як правило, потрібна мала величина натиску, а необхідна подача може бути досягнута, наприклад, за допомогою частотного перетворювача.

Функція рециркуляційного насоса полягає в тому, щоб забезпечувати наявність об'єму гарячої води якомога ближче до точки споживання в цілях зниження витоку води і підвищення рівня комфорту.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Основні шкідливі і небезпечні фактори

Виникнення і прояв небезпечних і шкідливих виробничих факторів в котельні пов'язані зі специфікою технології вироблення теплоти, що застосовується. До них відносяться: небезпека вибуху газоповітряної суміші, потрапляння природного газу і продуктів неповного згоряння палива, що містять оксид вуглецю, в робочу зону, ураження електричним струмом, шум, теплонадлишки, шкідливі речовини. [21]

Попадання природного газу в повітря робочої зони можливе при розгерметизації газопроводів або з топки котла. Температура самозаймання природного газу 550 – 750 °С, нижня концентраційна межа займання становить 3,8 – 5%, верхня концентраційна межа займання 13 – 15%. Розгерметизації газоходів може призвести до витоку чадного газу. Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати встановлені ДСН 3.3.6.042-99 ГДК:

- оксиди азоту, NO_x , ГДК = 5 мг/м^3;
- оксид сірки, SO_2, ГДК = 10 мг/м^3;
- метан, CH_4, ГДК = 300 мг/м^3
- оксид вуглецю, CO, ГДК = 20 мг/м^3;

Перевищення ГДК призводить до виникнення профзахворювань, таких як хронічне отруєння чадним і природним газом, оксидом азоту, викликають роздратування і опік слизової оболонок і дихальних шляхів. Вибух газоповітряної суміші тягне травми і термічні опіки.

У котельні використовуються електроустановки, тому при пробої ізоляції, порушенні заземлення можливі різні види електротравм. Електричний струм діє місцево, пошкоджуючи тканини, і рефлекторно – через нервову систему (виникають судоми м'язів, при проходженні через серце – фібриляція).

Небезпечним є тривалй дотик до поверхонь трубопроводів з температурою вище 45°С, так як це може викликати термічний опік. Норма надлишкового тепловиділення 23Вт/м^3, вплив на організм теплового випромінювання вище встановлених норм викликає порушення теплового балансу організму, теплові удари, опіки. [22]

Існує дві групи основних заходів для усунення або зменшення можливості виникнення факторів чинять шкідливий вплив на здоров'я людини або становлять небезпеку для його життя.

До першої з них відносять заходи, які закладаються в проект на стадії його розробки. Конкретні інженерні рішення, закладені в проект, спрямовані на зменшення або, по можливості реалізації, повне усунення факторів. Втілення цих ідей при створенні конкретного агрегату, дозволяє безпечно його експлуатувати. Небезпечним джерелом для життя людини є поверхні нагріву котельної установки, тому вони забезпечені надійною системою автоматизації. До функцій цієї системи відноситься підвищення або пониження тиску газу перед пальником, зниження тиску повітря перед пальником, на загазованість у котельні, автоматичним закриттям засувки у системі подачі газу і подачею звукової та світлової сигналізації. А також до функцій цієї системи відноситься реагування на порушення електропостачання котельні, перевищення температури води вище допустимої, несанкціонований доступ в приміщення котельні, спрацьовування пожежної сигналізації. Мінімізація теплонадлишків досягається шляхом покриття поверхонь котлів, газоходів і трубопроводів термоізоляційними матеріалами.

Рівень шуму і вібрації в котельні не перевищує гранично допустимі норми безпечної експлуатації котельних установок, тому що вже вжиті заходи. Усе електрообладнання передбачає заземлення, що захищає обслуговуючий персонал від ураження електричним струмом.[23]

До другої групи заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів в робочій зоні котельні відносять організаційні заходи. Вони

наказують або забороняють оператору ті чи інші дії, чим досягається безпека експлуатації та обслуговування ввіреного йому устаткування. До обслуговування котелень допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли навчання, атестацію і мають відповідні посвідчення. Черговий слюсар котельні зобов'язаний проводити огляд обладнання і газопроводів.

3.2 Електробезпека

Електроприймачі котельні по надійності електропостачання віднесені до II категорії. [24]

Живлення котельні напругою 0,4 кВ буде здійснюватися від двох незалежних джерел живлення (1.2.19 ПУЕ-86). Основними споживачами електроенергії є:

- сітьові насоси контуру опалення;
- живильні насоси парових котлів;
- рециркуляційні насоси водогрійних котлів;
- автоматика розпалу й управління роботою пальників NG 550 парових котлів;
- автоматика розпалу й управління роботою пальників MG2-M-L-N фірми «Giersch GmbH» водогрійних котлів;
- газосигналізатор;
- водопом’якшувальна установка;
- освітлення.

Силова розподільча мережа виконана кабелем ВВГ 3х1, 5, прокладена в захисних електрозварних трубах по стінах і підлозі накладними скобами.

Прокладання кабелів для освітлення від ЩО виконати в трубі електромонтажній пластиковій гофрованій GW 50013 d = 20 по стінах і стелі.

Шафи управління насосами ШУ1-ШУ4 розміщуються на висоті 1,5 м від рівня підлоги вздовж стіни навпроти обладнання, що живиться, в залежності від ситуаційної обстановки на майданчику. [25]

Щиток освітлення буде змонтований біля вхідних дверей на висоті 1,5 м від рівня підлоги.

Прокладка контуру заземлення в приміщенні котельні виконана сталевою смугою перетином 25х4 мм на висоті 0,5 м від рівня підлоги.

Над вхідними дверима контур заземлення виконано на висоті 2,0 м від рівня підлоги.

Датчик газосигналізатора змонтований над відсічним електромагнітним клапаном на вводі газопроводу в приміщенні котельні на висоті 2,5 м.

Ступінь захисту електрообладнання і спосіб прокладки електромереж ухвалені відповідно до середовища приміщення.

3.3 Природне і штучне освітлення

Проектом передбачено робоче освітлення котельні на напругу 220 В за допомогою ламп розжарювання зі світильниками НСП-11-200-314 та аварійне освітлення від переносних акумуляторних світильників. Живлення робочого освітлення здійснюється від щита ЩО.

Для освітлення приміщення передбачена прокладка кабелю ПВС 3х1, 5 у гофрорукаві по стелі та стінах.

Таблиця 3.3 Освітленість деяких приміщень і виробничих ділянок теплоенергетичних установок.

Приміщення, виробнича дільниця	Площина нормування освітленості та її висота від підлоги, м	Освітленість, лк при освітленні	
		Комбінованому	загальному
Майданчики обслуговування котлів	вертикальна на топках	100	100
Площадки і драбини котлів, економайзерів, проходи за котлами	підлога	–	10
Приміщення димососів, вентиляторів	горизонтальна, 0,8	–	100
Хімводоочистка, деаераторна, бойлерна	підлога	–	100
Приміщення для вентиляційного обладнання	горизонтальна, 0,8	–	20
Приміщення насосів, теплові пункти	горизонтальна, 0,8	–	75
Шкали вимірювальних приладів	Вертикальна, на приладах	300-750	150-300

4.4 Пожежна безпека

Категорія приміщення котельної за пожежною та вибухопожежною небезпеками – Г. Ступень вогнестійкості будівлі – II.

У котельні обертаються наступні речовини, небезпечні в пожежному відношенні.[26]

- Природний газ - застосовується як паливо; область займання 5...17%, температура самозаймання 530ºС.

- Мінеральні масла - застосовуються в системах змащення різних механізмів; температура спалаху 150...180ºС , температура самозаймання 250...400°С.

- гумова та пластмасова електроізоляція.

Основні причини пожеж в котельних: несправність або неправильна експлуатація електроустаткування; вибухи газоповітряної суміші усередині котла; порушення протипожежного режиму при виконанні зварювальних або інших вогневих робіт; вибухи природного газу при його утіканні.

Так, як у котельній персонал не перебуває постійно, площа приміщення менше 200 $м^2$, а довжина менше 12 м, то для забезпечення безпеки евакуації персоналу у випадку пожежі достатньо одного евакуаційного виходу. Ширина шляхів евакуації – не менше 1,0 м, дверей – не менше 0,8 м. висота проходів і дверей не менше двох метрів. Двері, що ведуть із котельної назовні, відчиняються по ходу руху і самозачиняються з ущільненням в притвору. [27]

Для запобігання пожеж, зв’язаних з електроустаткуванням, використовують запобіжники різних типів, автоматичні устрої захисного відключення, надійну електроізоляцію, прокладку кабелів у металевій оболонці.

Для гасіння пожежі передбачений вогнегасник порошковий ОП-9Б, а також вуглекислотний вогнегасник ОУ-8.

Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від пожежного гідранту, внутрішній пожежний водопровід для будівлі категорії Г ступеню вогнестійкості II не передбачений.

Котельна розташована у прибудові до житлового будинку і потрапляє у зону дії блискавкозахисту цієї споруди. Захист від прямих ударів блискавки приміщення котельні та зовнішніх установок забезпечує існуючий

блискавкоприймач, виконаний з стрижня діаметром 20 мм, змонтований на димовій трубі.

3.5 Виробнича санітарія

Наявність теплонадлишків, що досягають 400 Вт/м^2 замість допустимих 140 Вт/м^2, а саме: запиленість приміщення цеху створює проблему, що вимагає рішення. Дія цих факторів можна послабити шляхом створення надійної системи вентиляції відповідно до СНіП II-В3-88.

На підприємстві доцільно використовувати змішану систему вентиляції. У якості загальнообмінної вентиляції прийнята аерація.

Місцева вентиляція забезпечує вентиляцію безпосередньо біля робочого місця машиніста котла і підрозділяється на припливним та витяжну вентиляцію. В якості місцевої припливної вентиляції приймаємо установку вентиляційної камери з припливним вентилятором типу ПЦ, номер якого буде визначений в наведеному нижче розрахунку.[28]

В якості місцевої витяжної вентиляції можна використовувати витяжні парасолі, розташовані над джерелами тепловиділень і шкідливих викидів.

Пропонована система вентиляції дозволить забезпечити необхідний повітрообмін в приміщенні цеху.

Вентиляційні установки - пристрої, що забезпечують в приміщенні такий стан повітряного середовища, при якому людина відчуває себе нормально і мікроклімат приміщень не виявляє несприятливої дії на його здоров'я.

Для забезпечення необхідної за санітарним нормам якості повітря середовища необхідна постійна зміна повітря в приміщенні; замість видаляється вводиться свіжий, після відповідної обробки, повітря.

У даному підрозділі буде зроблено розрахунок загально обмінної вентиляції від надлишків теплоти.

Кількість вентиляційного повітря визначається за формулою:

$$V_{\text{вент}} = \frac{3600 \cdot Q_{\text{надлиш}}}{C_p \cdot \rho \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{прит}})}$$

де $Q_{надлиш}$ – виділення в приміщенні явної кількості теплоти, Вт;

C_p – теплоємність повітря (C_p = 10 Дж/кг);

ρ – питома щільність повітря (ρ = 1,3 кг/м^3);

– температура повітря, що видаляється, °С;

– температура припливного повітря, °С.

Температура повітря, що видаляється визначається за формулою:

$$t_{вид} = t_{роб.з} + d \cdot (h - 2)$$

де – температура повітря у робочій зоні, °С;

d – коефіцієнт нарощування температури на кожен метр висоти, (d =1,5 °С/м);

h – висота приміщення (h=24 м).

Звідки $\mathbf{t_{вид} = 30 + 1,5 \cdot 24 \cdot (24 - 2) = 63}$ °С.

Кількість надлишкової теплоти визначається з теплового балансу, як різниця між теплотою, що надходить в приміщення і теплотою, що видаляється з приміщення і поглинається в ньому.

$$Q_{\text{надлиш}} = Q_{\text{надх}} - Q_{\text{расх}}$$

Теплота, що надходить у приміщення, визначається за формулою:

$$Q_{\text{надх}} = Q_{\text{обл}} + Q_{\text{чол}} + Q_{\text{освітл}} + Q_{\text{сол.рад.}}$$

де – кількість теплоти, що надходить від роботи обладнання, кДж;

– кількість теплоти, що надходить від людей, кДж;

– кількість теплоти, що надходить від джерел освітлення, кДж;

– кількість теплоти, що надходить від сонячної радіації через вікна, кДж.

–

$$Q_{обл} = U \cdot P_{уст} = 0{,}15 \cdot 14520 = 2178 \text{ Вт},$$

де U – частка енергії, що переходить в теплоту;

– потужність установки.

–

$$Q_{чол} = n \cdot q = 5 \cdot 90 = 450 \text{ Вт},$$

де n – кількість чоловік у залі;

q – кількість теплоти, що виділяється людиною (q =90 Вт).

$$Q_{освіт} = \mu \cdot P_{осв} = 0{,}4 \cdot 2000 = 800 \text{ Вт},$$

де μ – коефіцієнт для люмінесцентних ламп;

– потужність освітлювальної установки.

–

$$Q_{сол.рад.} = A \cdot k \cdot S \cdot m = 180 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0{,}8 = 1296 \text{ Вт},$$

де A – теплонадходження у приміщення з 1 м^2 скла (127-234 Вт/м);

S – площа вікна (S =3 м);

m – кількість вікон (m =3 шт.).

k – коефіцієнт, що враховує характер освітлення (k =0,8).

З формули отримуємо:

$$Q_{\text{надх}} = 2178 + 450 + 800 + 1296 = 4724 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{расх}} = 0{,}1 \cdot Q_{\text{надх}} = 0{,}1 \cdot 4724 = 472{,}4 \text{ Вт.}$$

Звідки $Q_{\text{надлиш}} = 4724 - 472{,}4 = 4251{,}6$ Вт

$$V_{вент} = \frac{3600 * 4251{,}6}{10 * 1{,}3 * (63 - 20)} = 3098 \text{м3/год}$$

Визначаємо необхідну кратність повітрообміну:

$$K = \frac{V_{\text{вент}}}{V_{\text{пом}}}$$

де $V_{\text{пом}} = n \cdot S_{\text{чол}} \cdot h$, м^3

n – кількість чоловік у приміщенні, дорівнює 5;

– площа виробничого приміщення, що припадає на 1 чоловіка (=10 м^2);

h – висота приміщення, 24 м.

$$V_{\text{пом}} = 5 \cdot 10 \cdot 24 = 1200 \text{ м}^3.$$

Тоді кратність повітрообміну визначаємо:

$$K = \frac{3098}{120} = 2$$

Зробимо підбір вентилятора за аеродинамічними характеристиками і спеціальними номограмами, що складені на основі стендових випробувань різних видів вентиляторів.

Вихідними даними для вибору вентилятора є:

– розрахункова продуктивність вентилятора:

$$V_{\text{розрах}} = 1{,}1 \cdot V_{\text{вент}} = 1{,}1 \cdot 30983 = 34081 \text{ м}^3/\text{год}$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує витоку і підсмоктування повітря.

– натиск (повний тиск), що забезпечується вентилятором:

$$H_в = \frac{\vartheta}{2} \cdot в$$

де $в$ – густина повітря, $в$=1,3 кг/м;

ϑ – окружна швидкість вентилятора,що обмежується гранично допустимим рівнем шуму в приміщенні.

Для відцентрових вентиляторів низького тиску в приміщеннях із середнім шумом ϑ повинна бути не більше 35 м/с. Для розрахунку приймаємо 25 м/с.

$$H_в = \frac{25}{2} \cdot 1{,}3 = 406 \text{ Па}$$

За вихідними даними вибираємо відцентровий вентилятор низького тиску ВЦ4-70 N5. За номограмами визначаємо його характеристики:

– число обертів – 1000 об/хвил;

– ККД вентилятора $\eta = 0{,}в$.

Необхідна настановна потужність електродвигуна:

$$N = \frac{V_{\text{розрах}} \cdot H_в}{3600 \cdot \eta} = \frac{30983 \cdot 406}{3600 \cdot 0.8} = 4367 \text{ Вт}$$

ВИСНОВОК

У данному дипломному проекті «Проект системи теплопостачання котеджного будинку по вул. Каховська в м. Запоріжжя» при умові переходу з централізованого опалення на автономне були визначені втрати теплоти в приміщені. Після данного аналізу роботи можна прийти до висновку що перехід на автономнее опалення, по-перше, вигідний з фінансової точкі. По-друге - це потрібна температура в будинку та гаряча вода в будь-який час года. Централізованая система опалення - це стабільність, але стабільність значить комфорт. Мною складений проект системи теплопостачання житлового будинку по вулиці каховская, який включає в себе розрахунки тепловтрат огороджувальних конструкцій, нової індивідуальної системи теплопостачання, розроблена система автоматизації роботи котла**.** Дорожнеча автономного опалення полягає тільки при монтажі, але витрати окупаються за декілька років. Виходячи з вище перерахованого я прийшов до висновку що перехід на автономне опалення це вигідно не тільки у фінансовому плані але і в плані комфорту в будинку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Раб`яш, Р. Системи опалення приміщень в аспекті теплового комфорту та технологічних вимог [Текст] / Р. Раб`яш. – К.: Ринок інсталяційний, 1997. – 26 с.

2. Сканави, А.И. Отопление А.И. Сканави. – М.: Стройиздат, 1988.– 416 с.

3. Мачкаши, А. Лучистое отопление [Текст] / А. Мачкаши. — М.: Стройиздат, 1985.— 464 с.

4. Гухман, А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена [Текст] / А.А. Гухман. - М.: Строиздат, 1987. – 216 с.

5. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена [Текст] / С.С. Кутателадзе.- М.:Стройиздат, 1962. – 386 с.

6. Шаповалов, И.С. Проектирование панельно-лучистого отопления [Текст] / И.С. Шаповалов.- М.:Стройиздат, 1986. – 124 с.

7. Шорин, С.И. Теплопередача излучением при лучистом отоплении [Текст] / С.И. Шорин. - М.:Стройиздат, 1999. – 86 с.

8. Plechec, L. Tepelny vypocet plynuteho vinuti transformatoru s prirozenym obehem obeje [Text] / L. Plechec // Electrotechnic obz. — 1972— №1— P.5-10.

9. Petras, V. Teplotne pole olejoveha transformatora so zvitkovym vinutim [Text] / V. Petras, L. Kriho, T. Fiedler // Transformatory.- 1984.- №2.- P. 7-13.

10. Guerra, F. Primeira abordagem a utilizacáo de modelos reduzidos para a determinacao experimental do campo termico de transformatores arrefecidos por conveceáo natural [Text] / Fraklin Guerra, Isaac Moreira // Electricidade.- 1987.- № 233.- P. 141-145.

11. Тихомиров, К. В. Теплотехніка, теплогазопостачання і вентиляція [Текст] / К. В. Тихомиров – М.: Стройиздат, 1974.– 186 с.

12. Єрьомкін, А. І. Тепловий режим будівель [Текст] / А. І. Єрьомкін. – К.: АСВ, 2003.– 56 с.

13. Гусєв, В. Н. Теплопостачання та вентиляція [Текст] / В. Н. Гусєв. – Л.: Стройиздат, 1975.– 56 с.

14. Юркевич, О.О. Опалення громадянського будинку [Текст] / О.О. Юркевич. – Іжевськ: ІжГТУ, 2001.– 108 с.

15. Бондаренко, В. В. Опалення та вентиляція житлового будинку [Текст] / В. В. Бондаренко. – Перм: ПДТУ, 1995.– 98 с.

16. Pivnek, M. Vyzkum tepelnych zavislosti na modelech vinuti transformatoru [Text] / M. Pivnek, K.Havlichek // Electrotechn. obz. — 1974. — №4. — pp. 175-181.

17. Die Darstellung das Wärmeüberganskoeffiyienten im transformator mit Kriteriellen Potenzfunktion [Text] / H. Lobenstein // Elektric. — 1979. — №4. — pp. 218-220.

18. Хованський С.О., Колісніченко Е.В., Панченко В.О. Розрахункові дослідження теплового стану приміщення. Технологический аудит и резервы производства — № 6/3(26), 2015, с. 45-48.

19. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту – К.: НТЦЕ «НЕК «Укренерго» - 2015. – 89 с.

20. ДБН Б В.2.6-23-2009. Блоки віконні та дверні. [Чинний від 2009-08-01]. Київ, 2009. (Інформація та документація).

21. ДСТУ Б В.2.7-122:2009. Скло листове. [Чинний від 2009-11-19]. Київ, 2009. (Інформація та документація).

22. ДСТУ Б В.2.7-110. Скло загартоване будівельне. [Чинний від 2000-04-17]. Київ, 2001. (Інформація та документація).

23. ДСТУ Б В.2.7-107. Будівельні матеріали. [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2010. (Інформація та документація).

24. EN 15251. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. [Чинний від 2013-01-01]. Київ, 2012. (Інформація та документація).

25. Що таке енергетичний аудит. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: https://pbe.ua/energo-certifikate-50 (дата звернення 16.04.2020).

26. Про регулювання містобудівельної діяльності: Закон України від 20.11.2012р. №34. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17 (дата звернення 16.04.2020).

27. Енергетичний сертифікат – що це таке. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: https://akvilonpro.ua/ua/energosberezhenie/energeticheskij-sertifikat.html (дата звернення 16.04.2020).

28. Про енергетичну ефективість будівель: Закон України від 22.06.2017 р. №33. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19 (дата звернення 21.04.2020).

29. Що таке енергетичний аудит. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: https://spilka.pro/shho-take-energoaudyt-ta-yak-znajty-sertyfikovanogo-audytora/ (дата звернення 29.04.2020).

30. ДСТУ Б В.2.6-189. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. (Інформація та документація).

31. ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-10-01]. Київ, 2011. (Інформація та документація).

32. ДБН В.2.5-67. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. (Інформація та документація).

33. ДБН В.2.2-2005. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2010-09-28]. Київ, 2010. (Інформація та документація).

34. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. /Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина.- М.: Энергоатомиздат, – 1988, – 376 с.

35. Крючков Є.М. Проектування систем теплопостачання. Навчально-методичний посібник. / Є.М. Крючков. – Запоріжжя: ЗДІА, – 2010. - 303с.

36. Державні санітарні норми та правила «Дезінфекція, передстерилізаційне очищення та стерилізація медичних виробів в закладах охорони здоров'я» Наказ Міністерства охорони здоров'я України 11.08.2014 № 552.

37. ДСТУ Б В.2.5-38; 2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування захисту від блискавок будівель і споруд».

38. Вовк Ю. Організаційно-економічний механізм управління раціональним використанням ресурсів / Ю. Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2011.

39. Волошко А. В. Проблеми вибору оптимальної математичної моделі енергоспоживання на промислових підприємствах / А.В. Волошко, Я. С. Бедерак, Т. М. Лутчин / ВЕЖПТ. – 2013. – №8(65). – С. 19–23.

40. Галузева програма з енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 року . – К. : Мінпромполітики України. – 2009. – 123 с.

41. Джеджула В. В. Енергозбереження в системі управління розвитком промислових підприємств / В. В. Джеджула // Вісн. Хмельниц. нац. університету. Економічні науки. – 2012. – № 2. – Т. 2. – С. 88–92.

42. Крючков Є.М. Проектування систем теплопостачання. Навчально-методичний посібник. / Є.М. Крючков. – Запоріжжя: ЗДІА, – 2010. - 303с.

43. Державні санітарні норми та правила «Дезінфекція, передстерилізаційне очищення та стерилізація медичних виробів в закладах охорони здоров'я» Наказ Міністерства охорони здоров'я України 11.08.2014 № 552.

44. Справочник проектировщика. Часть 1, Отопление. М.: Стройиздат, – 1990, – 89 с.

45. Соловьев, Ю.П. Проектирование крупных центральных котельных для комплекса тепловых потребителей. / Ю.П.Соловьев. - М.: Энергия, – 1976, – 196 с.

46. Соловьев, Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий. / Ю.П.Соловьев.- М.: Энергия, – 1978, – 198 с.

47. Либерман, Н.Б. Справочник по проектированию котельных установок. / Н.Б. Либерман, Н.Б. Нянковская, – М.: Энергия, – 1979, – 224 с.

48. Роддатис, К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности / К.Ф. Роддатис, А.Н. Полтарецкий.– М.:Энергоатомиздат, – 1989. – 488 с.

49. ДБН В.2.5-20-2001 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання

50. ТУ У В.2.7-45.3-34827082-001:2008 «Покриття теплогідроізоляційне пінополіуретанові для дахів»