

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

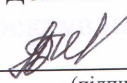
« 8 » 06 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка систем життєзабезпечення 3-х поверхового приватного будинку загальною площею 940 м² м. Львів

Виконала: студентка групи 47-ТЕ-22з

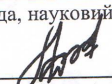
 **Бабій І.О.**

(підпис)

Керівник роботи:

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

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

 **Димо Б.В.**

(підпис)

Первомайськ - 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Первомайський навчально-науковий інститут

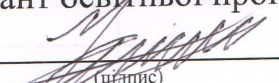
Кафедра «Енергетичного інжинірингу та робототехнічних систем»

Спеціальність 144 – «Теплоенергетика»

Освітня програма «Теплоенергетика»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми


(підпис)
«18» 02 2026 р.

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

Студентки Бабій Інні Олександрівні

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка систем життєзабезпечення 3-х поверхового приватного будинку загальною площею 940 м² м. Львів.

Керівник роботи к.т.н., професор кафедри ЕІ та РС Димо Б.В.

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

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

3. Вихідні дані по роботі: Об'єкт проектування – приватний житловий будинок 3 поверхи.

- будівля має житловий підвал і не житлове горище.
- стіни сендвіч: силікатна цегла, пароізоляція, утеплювач та з обох боків штукатурка із цементно піщаного розчину.
- перекриття горищне утеплене.
- зовнішні двері подвійні із тамбуром між ними, висотою 2,1 м та шириною 0,9м.
- вікна розміром 1,8 x 1, 5м, подвійне скління.
- висота поверху без покриттів 2,9м, товщина перекриттів 0,2м.
- висота підвалу в чистоті 2,5м, підвал опалювальний зі світловими отворами

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

1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється проект системи теплопостачання. Мета кваліфікаційної роботи. 2. Розробка системи водяного опалення. 3. Розробка системи вентиляції. 4. Розробка теплового пункту. 5. Розробка заходів з охорони праці

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. План будівлі. 2. Аксонометрична схема опалення 3. Аксонометрична схема вентиляції. 4. Креслення теплового пункту.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «17» лютого 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта, для якого розробляється проект системи теплопостачання. Мета кваліфікаційної роботи	04.03.26	
2	Розробка системи водяного опалення	18.03.26	
3	Розробка системи вентиляції.	15.04.26	
4	Розробка теплового пункту	29.04.26	
5	Розробка заходів з охорони праці	06.05.26	
6	Графічна частина	27.05.26	

Студентка

(підпис)

Бабій І.О.

Керівник роботи

(підпис)

Димо Б.В.

Анотація

В кваліфікаційній роботі проведено розробку системи життєзабезпечення житлового приватного будинку, яка виконана відповідно з діючими нормами і правилами. Розглянуті системи гарячого, холодного водопостачання, водовідведення та опалення. Система опалення двотрубна, як опалювальні прилади прийняті опалювальні прилади «Радіатор TOP 50». Визначено джерело теплопостачання котел BAXI Slim 2.300 fi

Розроблені системи гарячого та холодного водопостачання, водовідведення які є одними з найголовніших санітарно-технічних систем житлового приватного будинку. Розроблена система підйому води зі свердловини та система підготовки води до вживання. Розроблено система водовідведення.

Проведені заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: опалення, свердловина, гаряче водопостачання, холодне водопостачання, каналізація, водопідготовка, гідравлічний розрахунок.

Abstract

In the qualification work the development of the life support system of a private house was carried out, which was performed in accordance with the current norms and rules. Hot, cold water supply, drainage and heating systems are considered. The heating system is two-pipe, as heating devices are accepted heating devices "Radiator TOP 50". The source of heat supply of the BAXI Slim 2,300 fi boiler has been determined

Developed hot and cold water supply systems, drainage which are one of the most important sanitary systems of a private house. A system for lifting water from a well and a system for preparing water for consumption have been developed. A drainage system has been developed.

Measures on labor protection and environmental protection were carried out.

Keywords: heating, well, hot water supply, cold water supply, sewerage, water treatment, hydraulic calculation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	8
1.1. Опис об'єкту проектування.....	8
1.2. Кліматична характеристика.....	8
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ.....	11
2.1. Підбір насосного обладнання.....	11
2.2. Система водопідготовки.....	12
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ.....	15
3.1. Вихідні дані для проектування.....	15
3.2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	16
3.2.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	16
3.2.2. Розрахунок горищного перекриття.....	18
3.2.3. Розрахунок утепленої підлоги.....	20
3.2.4. Теплотехнічний розрахунок залізобетонної плити.....	22
3.2.5. Теплотехнічний розрахунок віконних отворів.....	24
3.2.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх дверей.....	24
3.3. Визначення тепловтрат у приміщеннях.....	25
3.3.1. Тепловтрати основні та додаткові.....	25
3.3.2. Визначення втрат тепла на нагрівання інфільтраційного повітря..	26
3.3.3. Розрахунок теплових втрат будинком.....	26
3.4. Приклад розрахунку теплої підлоги приміщення №001 (коридор)	27
3.5. Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	30
3.6. Підбір опалювальних приладів.....	31
3.7. Вибір джерела теплопостачання.....	32
РОЗДІЛ 4. СИСТЕМА ХОЛОДНОГО ОБ'ЄДНАНОГО ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО, ПОЛИВОЧНОГО ТРУБОПРОВІДУ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	34
4.1. Визначення розрахункових витрат холодної води.....	34
4.2. Гідравлічний розрахунок мережі холодного водопостачання.....	35
4.3. Визначення необхідного напору в мережі для господарсько-питних потреб.....	35

4.4.	Система водовідведення.....	36
4.4.1.	Вибір системи та схеми.....	36
4.4.2	Приймачі стічних вод.....	37
4.4.3.	Влаштування каналізаційної мережі.....	37
4.4.4.	Визначення витрати стічної води K1-1.....	38
4.4.5.	Призначення діаметрів каналізаційної мережі.....	39
РОЗДІЛ 5. СИСТЕМА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....		40
5.1.	Вибір системи та схеми.....	40
5.2.	Обладнання мережі.....	40
5.3.	Визначення розрахункових витрат гарячої води.....	40
5.4.	Визначення втрат тепла у мережі ТЗ.....	42
5.5.	Розрахунок мережі ТЗ, Т4 на пропуск циркуляційних витрат та визначення у розподільній та циркуляційних мережах.....	43
5.6.	Визначення необхідного напору в мережі гарячого водопроводу.	44
РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....		45
6.1.	Правила техніки безпеки.....	45
6.2.	Границі небезпечної зони у робочого місця оператора.....	47
6.3.	Вимоги безпеки до технічних процесів.....	48
ВИСНОВКИ.....		49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		51
ДОДАТКИ.....		53
Додаток 1.....		53
Додаток 2.....		58
Додаток 3.....		61
Додаток 4.....		63
Додаток 5.....		65

ВСТУП

Забезпечення комфортних умов проживання та праці у приватному житловому будинку потребує надійного функціонування санітарно-технічних систем, серед яких особливе значення мають системи холодного та гарячого водопостачання, водовідведення, опалення, а також системи водопідготовки та автоматизації. Об'єктом дослідження є житловий приватний будинок у місті Львів, для якого необхідно розробити технічно обґрунтовану схему інженерного забезпечення з урахуванням сучасних нормативних вимог.

Першочерговим завданням є підняття води зі свердловини та її підготовка до споживання. Для цього передбачено встановлення насосної станції з двома насосами — основним і резервним. Для забезпечення стабільного тиску та запобігання гідравлічним ударами до кожного насоса підключено розширювальні баки.

Важливою складовою є система водопідготовки, що включає ступені механічної фільтрації, знесолення, пом'якшення, очищення від заліза, марганцю та інших домішок. Особливу увагу приділено санітарно-гігієнічним вимогам до якості води відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10. Для забезпечення потреб мешканців у гарячій воді встановлюються водонагрівачі, які підтримують температуру в допустимих межах.

Системи гарячого та холодного водопостачання й каналізації виконують критично важливу функцію забезпечення санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях. Їх конструкція має гарантувати герметичність, надійність і безперебійне функціонування, що передбачено в ДСТУ 2569-94. Крім того, система опалення створює мікроклімат, необхідний не лише для комфорту мешканців, а й для нормального функціонування інженерного обладнання будинку.

Не менш важливою є автоматизація, яка забезпечує інтеграцію всіх інженерних систем у єдиний комплекс управління. Вона дозволяє зменшити

енергоспоживання, оптимізувати витрати на обслуговування та підвищити ефективність роботи кожної з підсистем.

Мета роботи

Проектування ефективної та надійної системи гарячого і холодного водопостачання, водовідведення, опалення, водопідготовки та автоматизації для приватного житлового будинку в м. Львів, з урахуванням сучасних нормативів, санітарно-гігієнічних вимог та принципів енергоефективності.

Завдання дослідження

- Обґрунтувати вибір насосного обладнання для підняття води зі свердловини.
- Розробити схему водопідготовки з урахуванням якісних характеристик води.
- Сформулювати системи гарячого та холодного водопостачання і водовідведення.
- Запроектувати систему опалення з урахуванням теплотехнічних характеристик будинку.
- Забезпечити відповідність проєктних рішень нормативним документам (ДСанПіН, ДСТУ тощо).
- Реалізувати автоматизовану систему контролю та управління інженерними мережами.
- Провести техніко-економічну оцінку запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження

Приватний житловий будинок у місті Львів.

Предмет дослідження

Інженерні системи водопостачання, водовідведення, опалення, водопідготовки та автоматизації, їхня структура, функціонування та взаємозв'язок у межах житлового будинку.

Методи дослідження

- Аналіз нормативної документації (ДСанПіН, ДСТУ, БНіП).
- Теплотехнічні, гідравлічні та санітарно-гігієнічні розрахунки.

- Моделювання роботи інженерних систем.
- Порівняльний аналіз альтернативних технічних рішень.
- Використання програмного забезпечення для розрахунку та візуалізації систем (наприклад, AutoCAD, Revit, Valtec.vhs тощо).

Очікувані результати

- Розробка технічно обґрунтованого проєкту систем водопостачання, каналізації та опалення.
- Вибір оптимального насосного обладнання та реалізація ефективної схеми водопідготовки.
- Формування надійної автоматизованої системи управління інженерними мережами.
- Досягнення відповідності проєкту діючим нормативним документам.
- Забезпечення комфортних та безпечних умов для проживання мешканців будинку при мінімальних енерговитратах.

Таким чином, комплексний підхід до проєктування інженерних систем у приватному будинку дозволяє досягти високого рівня комфорту, енергоефективності та безпеки, що відповідає сучасним вимогам і стандартам.

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

1.1. Опис об'єкту проектування

Будинок житловий котеджного типу загальною площею 940 м² в м. Львів.

- 3 поверхи.
- будівля має житловий підвал і не житлове горище.
- стіни сендвіч: силікатна цегла, пароізоляція, утеплювач та з обох боків штукатурка із цементно піщаного розчину.
- перекриття горищне утеплене.
- зовнішні двері подвійні із тамбуром між ними, висотою 2,1 м та шириною 0,9м.
- вікна розміром 1,8 x 1, 5м, подвійне скління.
- висота поверху без покриттів 2,9м, товщина перекриттів 0,2м.
- висота підвалу в чистоті 2,5м, підвал опалювальний зі світловими отворами.

1.2. Кліматична характеристика

Місто Львів розташоване в західній частині України, у зоні помірно-континентального клімату, що характеризується м'якою зимою, прохолодним літом та підвищеним рівнем вологості. Кліматичні умови мають важливе значення для проектування огорожувальних конструкцій і систем теплопостачання, вентиляції, кондиціювання повітря тощо.

Загальні кліматичні показники (за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, ДБН В.2.6-31:2021):

Кліматичний район за температурою зовнішнього повітря ІІА

Кліматичний район за вітровим навантаженням ІІ

Кліматичний район за сніговим навантаженням ІІ

Розрахункова температура зовнішнього повітря в опалювальний період, t_z
-22 °C

Середня температура опалювального періоду, t_{cp} -2,0 °C

Тривалість опалювального періоду, z 180 діб
Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря -30°C
Середня температура найхолоднішої п'ятиденки -18°C
Середня річна температура повітря $+7,5\dots+8,0^{\circ}\text{C}$
Середня температура найтеплішого місяця (липень) $+18,0\dots+19,5^{\circ}\text{C}$
Середня температура найхолоднішого місяця (січень) $-4,5\dots-5,0^{\circ}\text{C}$
Річна кількість опадів 700–800 мм
Середня відносна вологість повітря взимку 85–88 %
Середня відносна вологість влітку 70–75 %
Переважаючі напрямки вітру північно-західний, південно-західний
Розрахункове снігове навантаження 0,9 кПа
Розрахункове вітрове навантаження до 0,38 кПа (при швидкості вітру до 23–24 м/с)

Особливості клімату Львова

Львів знаходиться в зоні підвищеної вологості — це зумовлює більшу увагу до питань теплоізоляції та захисту конструкцій від конденсації.

У зимовий період часті погодні зміни з переходом через 0°C можуть спричиняти часте танення/замерзання вологи на огорожувальних конструкціях, що вимагає високої якості гідроізоляції.

Високий рівень опадів порівняно з іншими регіонами України потребує передбачення ефективного водовідведення з покрівель і зовнішніх елементів будівлі.

Вплив клімату на проектні рішення

Необхідно забезпечити підвищений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій відповідно до вимог енергозбереження.

Системи опалення повинні розраховуватися на повноцінне покриття тепловтрат за мінімальних температур, характерних для зони ІА.

Вентиляційні установки мають передбачати підігрів припливного повітря взимку та зниження вологості влітку.

Доцільне використання систем рекуперації тепла, індивідуальних теплових пунктів (ІТП) з погодним регулюванням, багатозональних вентиляційних систем тощо.

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

В умовах відсутності централізованого водопостачання однією з головних проблем при облаштуванні приватного житла або дачної ділянки є організація ефективного джерела подачі води. Одним із найпоширеніших і надійних рішень є буріння свердловини, що дозволяє забезпечити об'єкт водою незалежно від сезону та погодних умов.

Процес буріння потребує не лише технічних засобів, а й відповідної підготовки — зокрема вибору типу свердловини та аналізу якості підземних вод. Найнадійнішим джерелом вважається артезіанська свердловина, водоносний горизонт якої зазвичай залягає на глибинах понад 100 м. Така система характеризується високою стабільністю подачі води та тривалим строком експлуатації, що може досягати 50 років.

Іншим варіантом є буріння свердловини на пісок, що виконується на глибину до 35 м. Вода в таких свердловинах подається через фільтр, який затримує великі частки піску. Попри простоту реалізації, цей тип джерела має обмежену продуктивність і підвищену ймовірність замулювання або потрапляння поверхневих забруднень.

Для незначного водоспоживання на дачах або присадибних ділянках можливе облаштування абіссинського колодязя. Глибина такого джерела зазвичай не перевищує 15 м, а його ефективність значною мірою залежить від близькості до поверхні водоносного шару.

Вибір типу свердловини здійснюється індивідуально, з урахуванням потреб у воді, умов ґрунту та геології місцевості. У межах даної роботи було виконано буріння свердловини глибиною 10 метрів, що відповідає вимогам водозабезпечення конкретного об'єкта.

2.1. Підбір насосного обладнання

Вибираємо тип поверхневий насос для перекачування води зі свердловини з водоносним шаром на глибині 10 м, насосна станція встановлюється у

підвальному приміщенні на висоті -3,300 м. звідси випливає, що висота всмоктування насоса потрібно на 6,700 м.

Висота нагнітання – підйом води від насосної установки 6,6 м.

Необхідна витрата системи холодного водопостачання: 1,25 м³/доб; гарячого водопостачання: 1 м³/доб; звідси випливає що витрата води, що забезпечується насосною станцією, повинна бути вище 2,25 м³/доб.

Втрати напору на всмоктування насоса беремо з розрахунку висоти трубопроводу, поворотного кутового на 90° і фільтра. 6,7 м + 0,5 м (на кут 90 °) + 1,2 м (на фільтр тонкого очищення). По таблиці визначаємо, що опір на підйом дорівнює 0,9 м.вод.ст.

Втрати на нагнітання беремо приблизно 25 м.вод.ст. Щоб забезпечити тиском води мережу В1.

Таким чином загальна манометрична висота дорівнює сумі висоті всмоктування, висоті підйому води, втрати напору на всмоктування і втрати напору на підйом води:

$$8,4 + 6,6 + 0,9 + 25 = 40,9 \text{ м. вод. ст}$$

Для підйому 2,25 м³/доб на висоту 40,9 м.вод.ст. потрібен насос, що відповідає характеристикам насоса: Prisma 15M 05

Номінальні обороти двигуна 2900 об/хв.

Потужність 0,75 кВт.

Макс. Потужність 0,92 кВт.

Подача 2,4 м³/доб.

Натиск 42 м.вод.ст.

2.2. Система водопідготовки

Підбір, монтаж, пуск та налагодження обладнання фільтрації води повинні суворо виконувати спеціалізованими робітниками від фірми постачальника даного обладнання.

Для підтримки води в «питній» якості встановленій ДБН та підтримання опалювального, нагрівального та сантехнічного обладнання в робочому стані

потрібно встановити перед насосною станцією механічну систему очищення води, після її пом'якшення, нейтралізації та дезінфікуючого обладнання.

Таким чином, фільтрація піднятої води із свердловини, проводимо в 5 ступенів:

1. Механічна (металева сітка на водопідйомній трубі свердловини) – розмір сітки $f = 600\text{мкМ}$; необхідна для запобігання попаданню в систему великого сміття (галька, пісок, глина...).

2. Тонке очищення (фільтр зі зворотним промиванням GENO-MXA) – розмір сітки $f=50\text{ мкМ}$; видаляє всі тверді частинки з води, що залишилися, при заповненні фільтра брудом спрацьовує зворотне промивання в каналізацію, що запобігає падінню тиску в системі через не своєчасне обслуговування приладу.

3. Пом'якшення води (установка пом'якшення WINI-mat VGX) – проводиться для запобігання утворення відкладень вапна на нагрівальних та санітарно-технічному обладнанні житлового будинку.

4. Фільтр з активованим вугіллям (для зниження рівня хлору та інших елементів у системі) – установка після аналізу води.

5. Знезараження, ультрафільтрація (GENO-UV-60 S) - призначені для знищення збудників хвороби, що містяться у воді, наприклад: вірусів, мікробів. Граничні та контрольні значення мікробіологічних показників води регламентується ДБН та технічними правилами, в залежності від вимог і цілей використання води. Знезараження проводиться як останній ступінь очищення питної води.

Технічні характеристики обладнання зведено до таблиці:

Таблиця 2.1

Характеристики обладнання для системи водопідготовки

№	Найменування	Втрати тиску, Бар	Робочий тиск, Бар	Примітка
1	2	3	4	5
1	Сітка фільтруюча 600мкМ	0,01	-	
2	Фільтр із зворотним промиванням			Приєднання до

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
	GENO-MXA	0,2	от 1 – до 16	мережі К1 ø50мм
3	Установка пом'якшення			
	WINI-mat VGX 14	0,8	от 2 – до 8	
4	Фільтр з активованим вугіллям	0,2	от 1 – до 6	
5	Установка ультрафільтрації			
	GENO-UV-60 S	0,5	до 10	Витрата 3,3 м³/год

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

3.1. Вихідні дані для проектування

Джерело теплопостачання – місцева система опалення.

Кліматичні дані міста:

1. Розрахункова температура визначається за ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки» $t_{\text{хл.}} = t_{\text{н}} = -20^{\circ}\text{C}$

2. Тривалість опалювального періоду 212 діб $t_{\text{ср}} = -4^{\circ}\text{C}$

Розрахункова температура внутрішнього повітря визначається за ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки»

1. Житлова кімната $t_{\text{в}} = 20 - 22^{\circ}\text{C}$

2. Кімната відпочинку $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$

3. Ігрова кімната $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$

4. Кабінет $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

5. Вітальня $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

6. Кухня $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

7. Санітарний вузол $t_{\text{в}} = 19^{\circ}\text{C}$

8. Ванна, суміщений санвузол $t_{\text{в}} = 24^{\circ}\text{C}$

9. Душова кабіна $t_{\text{в}} = 24^{\circ}\text{C}$

10. Пральня $t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$

11. Тренажерний зал $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

12. Більярдна $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$

13. Зимовий сад $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

14. Міжкімнатний коридор $t_{\text{в}} = 18 - 20^{\circ}\text{C}$

15. Хол $t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$

16. Тамбур – передпокій $t_{\text{в}} = 16^{\circ}\text{C}$

17. Котельня $t_{\text{в}} = 16^{\circ}\text{C}$

18. Майстерня $t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$

19. Гараж на дві машини $t_{\text{в}} = 16^{\circ}\text{C}$

20. Електрощитова $t_b = 16^\circ C$

21. Кладова $t_b = 16^\circ C$

Визначаємо витрату градус – добу опалювального періоду.

Теплоносій $T_1 = 90^\circ C$ – подавальний трубопровід. Теплоносій $T_2 = 70^\circ C$ – зворотний трубопровід.

$$ГСОП = (t_b - t_{cp}) \cdot Z_{оп} \quad (3.1)$$

$$ГСОП = (19 + 4) \cdot 212 = 4876$$

$$ГСОП = 4876$$

Вологий режим приміщення – до 50%.

3.2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

3.2.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

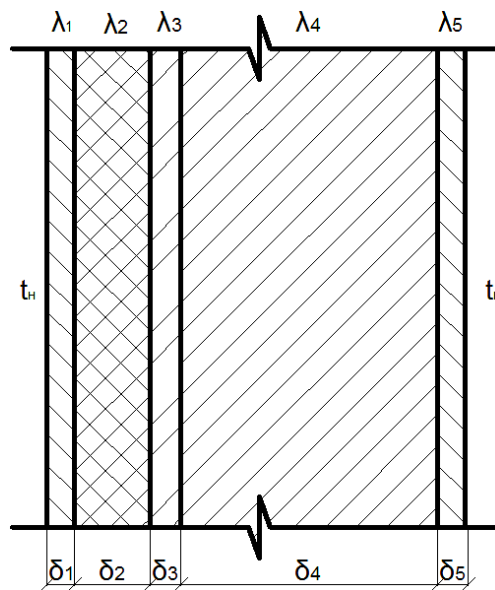


Рис 3.1 Конструкція зовнішньої стіни.

$\delta_1 = 0,005$ м – фасадна штукатурка.

$\gamma_1 = 0,35$ Вт/м²°C

$\delta_2 = 0,02$ м – утеплювач STYROFOAM 250-A.

$\gamma_2 = 0,035$ Вт/м²°C

$\delta_3 = 0,01$ м – пароізоляція.

$\gamma_3 = 0,035$ Вт/м²°C

$\delta_4 = 0,37$ м – силікатна цегла.

$$\gamma_4 = 0,95 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$\lambda_1 = 1500 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_1 = 0,005 \text{ м} - \text{штукатурна клейова суміш.}$$

$$\gamma_1 = 0,3 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Визначаємо опір теплопередач з умов енергозбереження.

$$R_0 = a \cdot ГСОП + b, \quad (3.2)$$

де a і b – коефіцієнти значення приймають за ДБН для зовнішніх стін ($a=0,00035$; $b=1,4$).

$$R_0 = 0,00035 \cdot 4876 + 1,4 = 3,1066 (\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт})$$

$$R_0 = 3,1066 (\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт})$$

Визначаємо товщину утеплювача за формулою.

$$\delta_2 = \gamma_2 \cdot (R_0 - \frac{1}{a_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\gamma_1} - \frac{\delta_3}{\gamma_3} - \frac{\delta_4}{\gamma_4} - \frac{\delta_5}{\gamma_5} - \frac{1}{a_{\text{н}}}) \quad (3.3)$$

де a_3 – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції) ($a_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$).

a_6 - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції) ($a_6 = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$).

$$\delta_2 = 0,035 \cdot (3,1066 - 0,015 - 0,286 - 0,39 - 0,017 - 0,0435) = 0,0824 \text{ м}$$

$$\delta_2 = 0,0824 \text{ м}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_2 = 0,08 \text{ м}$

Визначаємо фактичний термічний опір стіни.

$$R_{\text{фак}} = \frac{1}{a_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \frac{\delta_2}{\gamma_2} + \frac{\delta_3}{\gamma_3} + \frac{\delta_4}{\gamma_4} + \frac{\delta_5}{\gamma_5} + \frac{1}{a_{\text{н}}}. \quad (3.4)$$

$$R_{\text{фак}} = 0,115 + 0,286 + 2,286 + 0,286 + 0,39 + 0,017 + 0,0435 = 3,4235 (\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт})$$

$$R_{\text{фак}} \approx 3,4 (\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт})$$

Коефіцієнт теплопередач зовнішньої стіни.

$$K_{\text{зс}} = 1/R_{\text{фак}}. \quad (3.5)$$

$$K_{\text{зс}} = 1/3,4 = 0,29 (\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$K_{3c} = 0,29(\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Визначаємо товщину зовнішньої стіни.

$$\delta_{3c} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5. \quad (3.6)$$

$$\delta_{3c} = 0,005 + 0,08 + 0,01 + 0,37 + 0,005 = 0,515\text{м.}$$

$$\delta_{3c} = 0,515\text{м.}$$

3.2.2. Розрахунок горищного перекриття

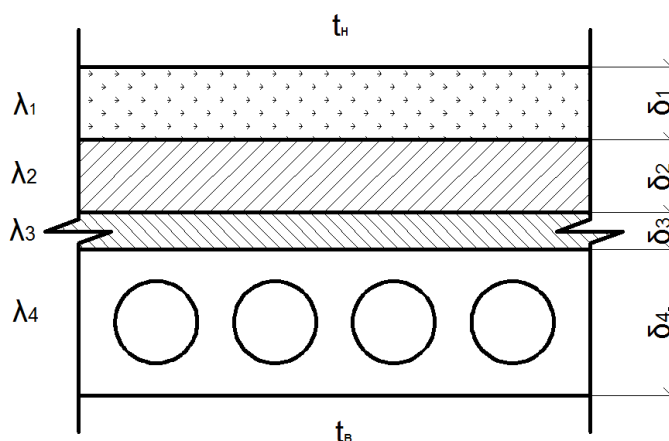


Рис 3.2 Конструкція горищного перекриття.

$\delta_1 = 0,02$ м – цементно-піщана стяжка.

$$\gamma_1 = 0,76 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$\delta_2 = 0,02$ м – утеплювач STYROFOAM 250-A.

$$\gamma_2 = 0,035 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$\delta_3 = 0,03$ м – пенофіл типу «А» (пароізоляція).

$$\gamma_3 = 0,6 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$\delta_4 = 0,22$ м – залізобетонна плита.

$$R_4 = 0,17 \text{ м}^2\text{°C/Вт.}$$

Визначаємо необхідний термічний опір.

$$R_{\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}})}{a_{\text{в}} \cdot \Delta t^3}, \quad (3.7)$$

де: n – коефіцієнт від становища до зовнішнього повітря ($n=0,9$).

Δt^3 - нормований перехід між внутрішнім повітрям та внутрішньою поверхнею огорожувальної конструкції застосовується ($\Delta t^3 = 3^\circ\text{C}$).

$$R_{\text{тр}} = \frac{0,9 \cdot (19^{\circ}\text{C} - (-30^{\circ}\text{C}))}{8,7 \cdot 3^{\circ}\text{C}} = \frac{44,1}{26,1} = 1,69 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}).$$

$$R_{\text{тр}} = 1,69 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}).$$

За значенням ГДОП визначаємо опір необхідного з умови енергозбереження. Відповідно до вимог ДБН опір теплопередач зовнішнього огороження має бути не менше необхідного

$$R_0^{\text{нр}} = 3,1066 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}).$$

Далі розрахунки проводимо за $R_{\text{пр}} = 3,1066 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт})$.

Визначаємо товщину утеплювача за формулою.

$$\delta_2 = \gamma_2 \cdot \left(R_{\text{пр}} - \frac{1}{a_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\gamma_1} - \frac{\delta_3}{\gamma_3} - R_4 - \frac{1}{a_3} \right) \quad (3.8)$$

де: a_3 - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції) ($a_3 = 12 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$).

$a_{\text{в}}$ - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції) ($a_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$).

$$\delta_2 = 0,035 \cdot (3,1066 - 0,115 - 0,026 - 0,05 - 0,17 - 0,083) = 0,0918 \text{ м}$$

$$\delta_2 = 0,0918 \text{ м}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_2 = 0,10 \text{ м}$.

Визначаємо фактичний термічний опір перекриття.

$$R_{\text{фак}} = \frac{1}{a_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \frac{\delta_2}{\gamma_2} + \frac{\delta_3}{\gamma_3} + R_4 + \frac{1}{a_{\text{н}}}. \quad (3.9)$$

$$R_{\text{фак}} = 0,115 + 0,026 + 2,857 + 0,05 + 0,17 + 0,083 = 3,301 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт})$$

$$R_{\text{фак}} = 3,301 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт})$$

$R_{\text{фак}} > R_{\text{пр}}$ – умова розрахунку виконана.

Коефіцієнт теплопередач перекриття.

$$K_{\text{нс}} = 1 / R_{\text{фак}}. \quad (3.10)$$

$$K_{\text{нс}} = 1 / 3,301 = 0,303 (\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

$$K_{\text{НС}} = 0,303(\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Визначаємо товщину перекриття.

$$\delta_{\text{НС}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4$$

$$\delta_{\text{НС}} = 0,02 + 0,10 + 0,03 + 0,22 = 0,37\text{м}$$

$$\delta_{\text{НС}} = 0,37\text{м}$$

3.2.3. Розрахунок утепленої підлоги

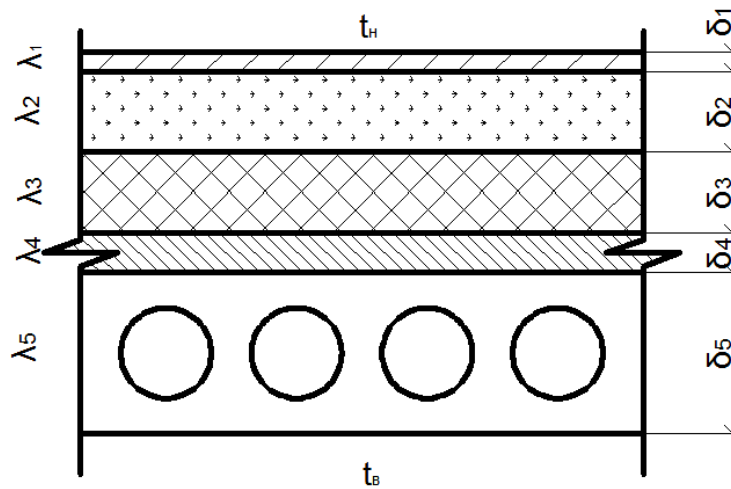


Рис 3.3 Конструкція утепленої підлоги

$\delta_1 = 0,007$ м – паркет.

$\gamma_1 = 0,35$ Вт/м²°C.

$\delta_2 = 0,02$ м – цементно- піщана стяжка.

$\gamma_2 = 0,76$ Вт/м²°C.

$\delta_3 = ?$ м – утеплювач STYROFOAM 200-A.

$\gamma_3 = 0,035$ Вт/м²°C.

$\delta_4 = 0,03$ м – пенофіл типу «А» (пароізолятор).

$\gamma_4 = 0,6$ Вт/м²°C.

$\delta_5 = 0,22$ м – залізобетонна плита.

$R_5 = 0,17$ м²°C/Вт.

Визначаємо необхідний термічний опір.

$$R_{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_z)}{a_e \cdot \Delta t}$$

де: n – коефіцієнт від становища до зовнішнього повітря ($n = 0,9$).

- нормований перехід між внутрішнім повітрям і внутрішньою поверхнею конструкції, що захищає застосовується .

$$R_{mp} = \frac{0,9 \cdot (19^\circ\text{C} - (-30^\circ\text{C}))}{8,7 \cdot 3^\circ\text{C}} = \frac{44,1}{26,1} = 1,69 (\text{м}^2\text{°C/Вт}).$$

$$R_{mp} = 1,69 (\text{м}^2\text{°C/Вт}).$$

За значенням ГДОП приведений опір, який вимагається з умови енергозбереження. Згідно з вимогами БНіП не менше необхідного.

$$R_o^p = 3,1066 (\text{м}^2\text{°C/Вт}).$$

Далі розрахунки проводимо за $R_{np} = 3,1066 (\text{м}^2\text{°C/Вт})$.

Визначаємо товщину утеплювача за формулою.

$$\delta_3 = \gamma_3 \cdot \left(R_{np} - \frac{1}{a_e} - \frac{\delta_1}{\gamma_1} - \frac{\delta_2}{\gamma_2} - \frac{\delta_4}{\gamma_4} - R_5 - \frac{1}{a_3} \right).$$

де: a_3 - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції) ($a_3 = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$).

a_e - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції) ($a_e = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$).

$$\delta_3 = 0,035 \cdot (3,1066 - 0,115 - 0,02 - 0,026 - 0,05 - 0,17 - 0,083) = 0,09249 \text{ м}.$$

$$\delta_3 = 0,09249 \text{ м}.$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_3 = 0,10 \text{ м}$.

Визначаємо фактичний термічний опір утепленої підлоги.

$$R_{фак} = \frac{1}{a_e} + \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \frac{\delta_2}{\gamma_2} + \frac{\delta_3}{\gamma_3} + \frac{\delta_4}{\gamma_4} + R_5 + \frac{1}{a_3}.$$

$$R_{фак} = 0,115 + 0,02 + 0,026 + 2,857 + 0,05 + 0,17 + 0,083 = 3,321 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}).$$

$$R_{фак} = 3,321 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}).$$

$R_{фак} > R_{np}$ – умова розрахунку виконана.

Коефіцієнт теплопередач утепленої підлоги.

$$K_{nc} = 1/R_{фак}.$$

$$K_{nc} = 1/3,321 = 0,301(Bm/m^2 \cdot ^\circ C).$$

$$K_{nc} = 0,301(Bm/m^2 \cdot ^\circ C).$$

Визначаємо товщину перекриття.

$$\delta_{nc} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5.$$

$$\delta_{nc} = 0,007 + 0,02 + 0,1 + 0,03 + 0,22 = 0,377м.$$

$$\delta_{nc} = 0,377м.$$

3.2.4. Теплотехнічний розрахунок залізобетонної плити

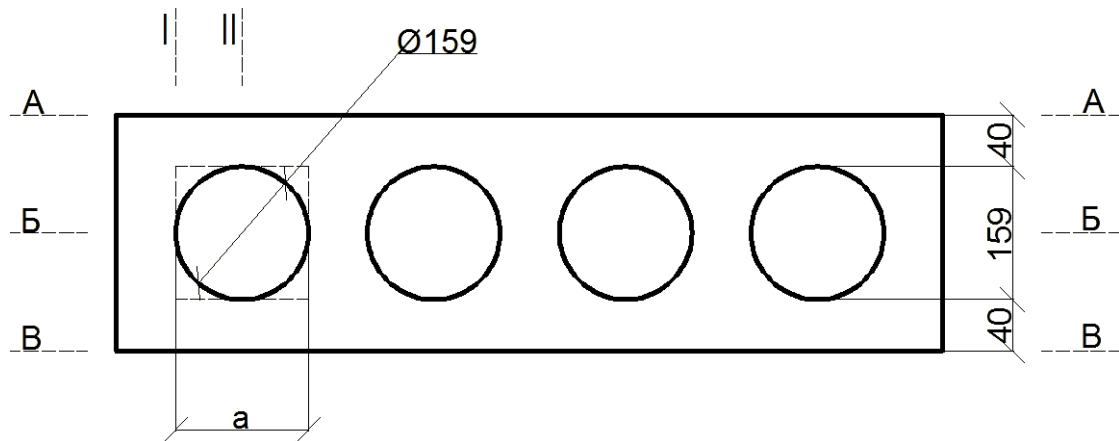


Рис 3.4 Залізобетонна плита

Замінюємо круглий отвір Ø159мм великим квадратним отвором зі стороною а

$$a = \sqrt{\pi d^2/4} = 0,14м.$$

Розсікаємо плиту перетином паралельно тепловому потоку:

Перетин I-I = 40мм

Бетонна плита - 140 мм.

Залізобетонна плита – 40мм.

Перетин II - II залізобетонної плити = 40мм

Бетонна плита – 140 мм.

Залізобетонна плита = 40мм.

Розсікаємо плиту перпендикулярно тепловому потоку: А-А; Б-Б; В-В.

Визначаємо термічний опір перерізу $|-|$ за формулою:

$$R_{|-|} = \delta_{3/\bar{\sigma}}/\gamma_{3/\bar{\sigma}} + R_{\text{в.н.}} + \delta_{3/\bar{\sigma}}/\gamma_{3/\bar{\sigma}} = 0,04/2,04 + 0,15 + 0,04/2,04 = 0,0196 + 0,15 + 0,0196 = 0,19.$$

$$R_{|-|} = 0,19 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Визначаємо термічний опір перерізу $||-||$ за формулою:

$$R_{||-||} = \delta_{3/\bar{\sigma}}/\gamma_{3/\bar{\sigma}} + \delta_0/\gamma_0 + \delta_{3/\bar{\sigma}}/\gamma_{3/\bar{\sigma}} = 0,04/2,04 + 0,14/1,86 + 0,04/2,04 = 0,11$$

$$R_{||-||} = 0,11 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Визначаємо середній опір теплопередач паралельно тепловому потоку.

$$R_{\text{ср.парал.}} = \frac{F_{|-|} + F_{||-||}}{\frac{F_{|-|}}{R_{|-|}} + \frac{F_{||-||}}{R_{||-||}}} = \frac{0,18}{0,74 + 0,35} = 0,16 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

$$R_{\text{ср.парал.}} = 0,16 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Визначаємо термічний опір за перерізом А-А та В-В за формулою:

$$R_{A-A} = R_{B-B} = \delta_{3/\bar{\sigma}}/\gamma_{3/\bar{\sigma}} = 0,02 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

$$R_{A-A} = R_{B-B} = 0,02 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Визначаємо теплопровідність за перерізом Б-Б за формулою:

$$\gamma_{\text{в.н.}} = \lambda_{\text{в.н.}}/R_{\text{в.н.}} = 0,14/0,15 = 0,9 \text{ Вт/м}^2\text{°C}.$$

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{\gamma_{\text{в.н.}} \cdot F_{|-|} + \gamma_{3/\bar{\sigma}} \cdot F_{||-||}}{F_{|-|} + F_{||-||}} = 0,13 \text{ Вт/м}^2\text{°C}.$$

$$R_{\bar{\sigma}-\bar{\sigma}} = \delta_{\bar{\sigma}}/\gamma_{\text{ср}} = 0,14/0,13 = 1,08 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

$$R_{\bar{\sigma}-\bar{\sigma}} = 1,08 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Визначаємо середні термічні опори по перерізу перпендикулярного теплового потоку.

$$R_{\text{ср.пр.}} = R_{A-A} + R_{B-B} + R_{B-B} = 0,02 + 1,08 + 0,02 = 1,12 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

$$R_{\text{ср.пр.}} = 1,12 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Визначаємо повний термічний опір залізобетонної плити.

$$R_{з/б} = \frac{(R_{ср.пр.} + \frac{R_{ср.пен.}}{3})}{3} = \frac{0,16 + \frac{1,12}{3}}{3} = 0,17 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$
$$R_{з/б} = 0,17 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

3.2.5. Теплотехнічний розрахунок віконних отворів

Визначаємо наведений термічний опір вікон.

$$R_0 = a \cdot ГСОП + b.$$

а і b – коефіцієнти приймаються за ДБН для віконних отворів (а = 0,000075; b=0,1)

$$R_0 = 0,000075 \cdot 4876 + 0,1 = 0,4657.$$

$$R_0 = 0,4657 (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}).$$

Визначаємо конструкцію вікон (склопакет у дерев'яній палітурці).

$$R_{фак} = 0,57 (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}).$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередач віконних отворів.

$$R_{фак} > R_0.$$

$$K_{вікон} = \frac{1}{R_0^ф} = \frac{1}{0,57} = 1,75 (\text{Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}).$$

$$K_{вікон} = 1,75 (\text{Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}).$$

3.2.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх дверей.

Визначаємо необхідний термічний опір теплопередач зовнішніх дверей із санітарно-технічних умов.

$$R_0 = \frac{n \cdot (t_в - t_з)}{a_в \cdot \Delta t}$$

де n – коефіцієнт від становища до зовнішнього повітря (n=1).

- нормований перехід між внутрішнім повітрям та внутрішньою поверхнею огорожувальної конструкції застосовується $^\circ\text{C}$.

$a_в$ - коефіцієнт ($a_в = 8,7$)

$$R_0 = \frac{1 \cdot (19^{\circ}\text{C} - (-30^{\circ}\text{C}))}{8,7 \cdot 4^{\circ}\text{C}} = \frac{49}{34,8} = 1,41 (\text{м}^2\text{°C/Вт}).$$

$$R_0 = 1,41 (\text{м}^2\text{°C/Вт}).$$

Визначаємо необхідний термічний опір зовнішніх дверей.

$$R_{\text{н.з.д.}} = 0,6 \cdot R_0 = 0,8448 \approx 0,85.$$

$$R_{\text{н.з.д.}} = 0,85 (\text{м}^2\text{°C/Вт}).$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередач зовнішніх дверей.

$$K_{\text{з.д.}} = 1/R_{\text{н.з.д.}} = 1,18.$$

3.3. Визначення тепловтрат у приміщеннях

3.3.1. Тепловтрати основні та додаткові.

Основні та додаткові тепловтрати визначаємо підсумовуючи втрати тепла через окремі огорожувальні конструкції із заокругленням до 10Вт за формулою :

$$Q_{\text{огор}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n \cdot F \cdot (1 + \sum \beta) \cdot K. \quad (3.11)$$

де: $t_{\text{в}}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря в °С приміщення;

$t_{\text{з}}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря °С найбільш холодної п'ятиденки;

n - коефіцієнт прийнятий залежно від положення огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря;

F - розрахункова площа огорожувальної конструкції м^2 ;

K - коефіцієнт теплопередач ($\text{Вт/м}^2\text{°C}$);

β - додаткові тепловтрати в частках від основних тепловтрат, додаткові втрати тепла враховують фактори, що впливають на внутрішнє повітря.

- Додаткові втрати тепла на кутові приміщення.
- Додаткові втрати тепла на орієнтацію по відношенню до сторін світла.
- Додаткові втрати тепла на відчинення зовнішніх дверей (для подвійних дверей з тамбуром коефіцієнт за формулою

$$\sum \beta = 0,27 \cdot N, \quad (3.12)$$

де H – висота будівлі від рівня землі до верху карнизу за м.

Результати розрахунку тепловтрат у кожному приміщенні записують у додаток 1.

3.3.2. Визначення втрат тепла на нагрівання інфільтраційного повітря.

Витрата теплоти на нагрівання інфільтруючого повітря в приміщеннях житлових будинків при природній витяжній вентиляції, що не компенсується припливним повітрям, визначаємо згідно з ДБН за формулою:

$$Q_{\text{інф}} = 0,28 \cdot L_{\text{н}} \cdot q \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot K, \quad (3.13)$$

де: $L_{\text{н}}$ – витрата повітря, що видаляється м³/год, не компенсованим підігрітим припливним повітрям, для житлових приміщень питома нормативна витрата $L_{\text{н}} = 3$ (м³/год) на 1 м² житлової площі.

q – щільність повітря у приміщенні кг/м³; $q = 353/273 + t_{\text{в}}$

c – питома теплоємність повітря; $c = 1,005$ кДж

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря у приміщення °С.

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря °С.

Опалення слід проектувати для забезпечення в приміщенні розрахункової температури повітря, враховуючи тепловий потік, що регулярно надходить від електричних приладів освітлення, комунікацій, людей та інших джерел. При цьому тепловий потік, що надходить у кімнати та кухні житлових будинків, слід приймати 10 Вт на 1 м² площі підлоги. Це так зване побутове тепловиділення.

$$Q = 10 \cdot F_{\text{пола}}. \quad (3.14)$$

3.3.3. Розрахунок теплових втрат будинком

Загальні тепловтрати приміщення складаються з тепловтрат цього приміщення через усі огорожувальні конструкції з урахуванням додаткових тепловтрат, втрат тепла на нагрівання інфільтруючого повітря та за вирахуванням побутових тепловиділень.

Порядок розрахунку тепловтрат (наприклад, приміщення №101 – житлова кутова кімната).

- 1) Обираю внутрішню температуру приміщення.
- 2) Перераховую всі огорожувальні конструкції, через які відбуваються тепловтрати.
- 3) Виконую орієнтацію огорожувальних конструкцій з боків світла.
- 4) У графу 6 та 7 заносю розміри та площу огорожувальних конструкцій відповідно.
- 5) У графу 8 вношу коефіцієнти теплопередач.
- 6) У графу 9 вношу різницю внутрішньої та зовнішньої температур.
- 7) У графи 10, 11, 12 і 13 заносяться додаткові тепловтрати через огороження.
- 8) У графу 14 вношу коефіцієнт для обліку додаткових тепловтрат.
- 9) У графи 15 і 16 вношу тепловтрати огорож та приміщень відповідно.

Приклад розрахунку кімнати 101.

$$t_b = 20^{\circ}\text{C}.$$

$$t_3 = -18^{\circ}\text{C}.$$

k – коефіцієнт теплопередачі огорожі.

$$\Delta t = 20 - (-18) = 38^{\circ}\text{C}.$$

$$Q_{\text{інф}} = 0,28 \cdot L_n \cdot q \cdot c \cdot (t_b - t_3) \cdot K = 1040 \text{ Вт}.$$

$$Q_{\text{огор}} = (t_b - t_3) \cdot n \cdot F \cdot (1 + \sum \beta) \cdot K.$$

$$Q_{\text{нс1}} = 260 \text{ Вт}; Q_{\text{нс2}} = 510 \text{ Вт}; Q_{\text{до1}} = 250 \text{ Вт}; Q_{\text{до2}} = 230 \text{ Вт}; Q_{\text{пл}} = 340 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{прим}} = \sum Q_{\text{огор}} + Q_{\text{інф}} - Q_{\text{поб}} = 3830 \text{ Вт}.$$

Всі отримані результати зводимо до таблиці додатку 1.

3.4. Приклад розрахунку теплої підлоги приміщення №001 (коридор).

Необхідна температура внутрішнього повітря у приміщенні 20°C

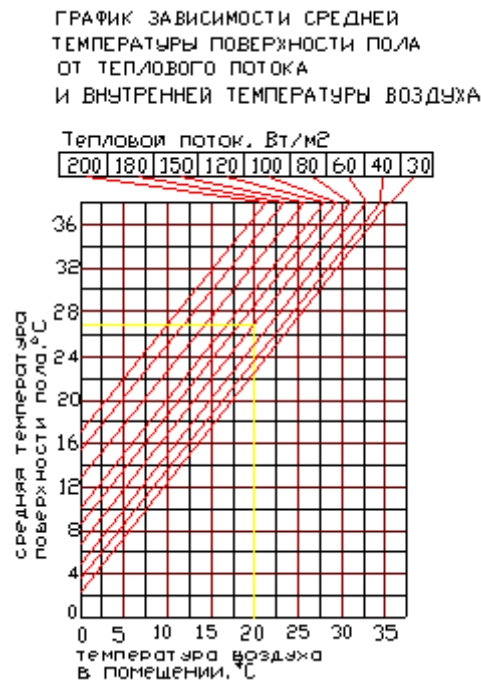
Площа приміщення $S = 31,6 \text{ м}^2$.

Активна площа підлоги становитиме $31,6 - (9,72 + 5,72) \cdot 2 \cdot 0,2 = 25,424 \text{ м}^2$

Тепловтрати приміщення $Q = 1970 \text{ Вт}$.

Тобто питомі тепловтрати приміщення становлять:

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



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

Визначаємо середню температуру теплоносія:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{пол}} + q \cdot \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + q \cdot \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}, \quad (3.15)$$

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

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

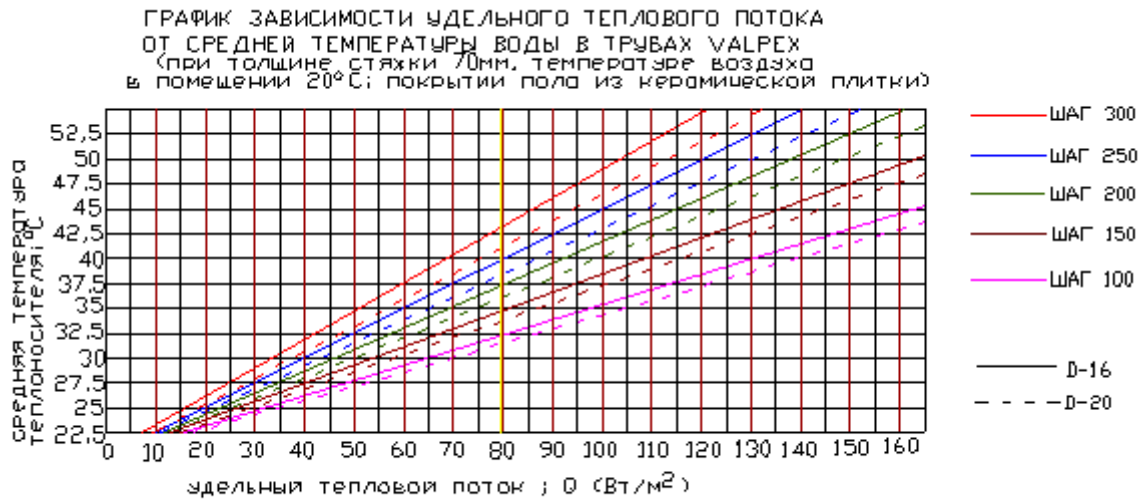
$\lambda_{\text{пл}}$ - коефіцієнт теплопровідності плитки ($1,5 \text{ Вт/м}^\circ\text{K}$);

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

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

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

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



$d = 16\text{мм}$ Крок 150мм

Визначаємо довжину петель контурів теплої підлоги:

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

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

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

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

Визначаємо температуру в трубопроводі, що подається зворотньому.

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

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

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

Визначаємо витрату теплоносія у контурах.

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

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

Визначаємо швидкість руху теплоносія у контурах.

$V_1 = 0,219$ (м/с) – швидкість руху теплоносія в 1 контурі.

$V_2 = 0,139$ (м/с) – швидкість руху теплоносія в 2 контурі.

Визначаємо втрату тиску в контурі:

$$H = H_{\text{тр}} + H_{\text{мес}} \quad (3.16)$$

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

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

$H_1 = 4699 + 18 \cdot 1 = 4756$ (Па) – опір трубопроводу 1 контуру.

$H_2 = 1069 + 22 \cdot 1 = 1091$ (Па) – опір трубопроводу 2 контури.

Всі розрахунки зводимо до таблиці додатку 2.

3.5. Гідравлічний розрахунок системи опалення

Виконуємо розрахунок циркуляційного тиску $\Delta P_{\text{цир}}$:

$$\Delta P_{\text{цир}} = \Delta P_{\text{co}} + E \cdot (\Delta P_e + \Delta P_{\text{тр}}), \quad (3.17)$$

де: $\Delta P_{\text{co}} = 0$ Па – насосний тиск;

$E = 0,4$ – коефіцієнт обліку природного циркуляційного тиску;

$\Delta P_{\text{тр}} = 400$ Па – природний циркуляційний тиск внаслідок охолодження теплоносія у трубопроводах.

ΔP_e - природний циркуляційний тиск внаслідок охолодження теплоносія у приладах.

$$\Delta P_e = h \cdot g \cdot (p_0 - p_{\text{п}}), \quad (3.18)$$

$h = 23,8$ м - відстань від центру котла до найвіддаленішого радіатора.

$$g = \frac{3,6 \cdot 1066}{4,19 \cdot (90 - 70)} = \frac{3837,6}{83,8} = 45,794 \text{ (кг/год)}.$$

$p_0 = 978$ кг/м³ - маса теплоносія при 70°C.

$p_{\text{п}} = 966$ кг/м³ - маса теплоносія при 90°C.

$$\Delta P_e = 23,8 \cdot 45,794 \cdot (978 - 966) = 13079 \text{ Па}.$$

$$\Delta P_{\text{цир}} = 0 + 0,4 \cdot (13079 + 400) = 0 + 5391 = 5391 \text{ Па}.$$

Розрахунок гідравлічного опору двотрубних стояків проводиться з розрахунку опору ППВХ трубопроводів та місцеві опори (коефіцієнт 0,3 від опору трубопроводу). Усі розрахунки зведено до таблиці додатку 3.

Розрахунок магістралі робимо по ділянках від найбільш віддаленого стояка, для кожної ділянки підбирається діаметр залежно від витрати і довжини трубопроводу, коефіцієнт місцевого опору беремо 0,5 від опору на тертя. Усі розрахунки зведено у таблицю додатку 3.

Визначаємо сумарну втрату тиску на тертя по кожній ділянці та загалом по розрахунковому кільцю.

$$\sum(Rl + Z) = (0,9 \dots 0,95) \cdot \Delta P_{\text{цир}}. \quad (3.19)$$

Якщо умова виконується, то вибір діаметрів трубопроводу опалення виконаний правильно. Якщо умова не виконується, то змінюються діаметри трубопроводів на окремих ділянках, домагаючись виконання умови.

$$\sum 3340,6 + 1558,8 \approx 0,9088 \cdot 5391$$

$$4899,4 \text{ Па} \approx 4899,34 \text{ Па}$$

Умова виконана - розрахунок проведений правильно.

3.6. Підбір опалювальних приладів

Підбір опалювальних приладів беремо за каталогом (літ.) з урахуванням: тепловтрат приміщення; трубопроводи прокладені у борознах (тепловіддачі від труб немає); тепло виділенням від системи «тепла підлога». Теплову потужність опалювальних приладів беремо із запасом. Температура води для кожного приладу береться постійна 90°C.

Таблиця 3.1

Використовувані радіатори та конвектори

№	Тип нагрівального приладу	Кіл-ть секцій	Розмір секції	Потужність, Вт
1	2	3	4	5
1	Радіатор TOP 50	6	580x80	1122
		7	580x80	1309

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
		8	580x80	1496
		9	580x80	1638
		10	580x80	1870
		11	580x80	2057
		12	580x80	2244
		13	580x80	2431
2	Радіатор тип 33	-	400x1000	2712
		-	500x1000	3140
		-	500x1200	3769
		-	500x1800	5652

Таблиця 3.2

Розміщення по приміщеннях приладів

№ прим.	Тип приладу
001	ТОР 50 – 9
002	ТОР 50 – 12
007	33 – 1
007	33 – 1
010	33 – 4
011	ТОР 50 – 13
102	33 – 2
103	ТОР 50 – 13
104	ТОР 50 – 8
105	ТОР 50 – 9
106	ТОР 50 – 7
110	33 – 2
111	ТОР 50 – 8
112	ТОР 50 – 8
201	ТОР 50 – 9
204	33 – 3
205	ТОР 50 – 11
206	ТОР 50 – 11
207	ТОР 50 – 12
208	ТОР 50 – 12
208	ТОР 50 – 12
212	33 – 2
213	33 – 2

3.7. Вибір джерела теплопостачання.

Підбираємо газовий котел з чавунним двоконтурним теплообмінником закритою камерою згоряння, для забезпечення житлового будинку опаленням та гарячим водопостачанням.

Технічні характеристики котла BAXI Slim 2.300 fi наведені в таблиці нижче:

Таблиця 3.3

Технічні характеристики котла BAXI Slim 2.300 fi

Характеристика	Розмірність	Кіл-ть
Максимальна корисна теплова потужність	кВт	70
Мінімальна корисна теплова потужність	кВт	15
Число елементів теплообмінника	шт	5
Максимальний тиск у контурі опалення	Бар	3
Ємність розширювального бака	Лит	16,3
Максимальний тиск у контурі ГВП	Бар	8
Продуктивність гарячої води у проточному режимі $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$	л/хв	22
Регулювання температури в бойлері	$^{\circ}\text{C}$	5 – 65
Підключення до кімнатного термостату		да
Підключення датчика вуличної температури		да
Запобіжний клапан		да
Аварійне вимкнення насоса бойлера		да

Даний котел підходить за характеристиками до даних проєктованих систем опалення та гарячого водопостачання.

РОЗДІЛ 4. СИСТЕМА ХОЛОДНОГО ОБ'ЄДНАНОГО ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО, ПОЛИВОЧНОГО ТРУБОПРОВІДУ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

4.1. Визначення розрахункових витрат холодної води.

Максимальна секундна витрата холодної води.

$$Q^c = 5 \cdot g_0^c \cdot \alpha^c \text{ (л/с)}, \quad (4.1)$$

де: g_0^c – секундна витрата води приладу 0,3 (л/с). Ця витрата застосовується однаковою усім ділянках, оскільки у будинку одна група споживачів.

α^c - застосовується в залежності від кількості приладів та ймовірності їх одночасної дії.

$N = 24$ (пр.) – загальна кількість приладів у будівлю.

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів

$$P_c = \frac{g_{hr,u}^c \cdot U}{g_0^c \cdot N \cdot 3600}, \quad (4.2)$$

$g_{hr,u}^c = 300$ (л/год) – витрата холодної води (л1 дод. 3).

$U = 5$ (чел.) – кількість водоспоживачів.

$$P^c = \frac{g_{hr,u}^c \cdot U}{g_0^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{300 \cdot 5}{0,3 \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{1500}{25920} = 0,0579 < 0,1.$$

$$N \cdot P^c = 24 \times 0,0579 = 1,389.$$

$$\alpha^c = 1,163 \text{ – по (л1 прил. 4 таб. 2).}$$

$$Q^c = 5 \cdot g_0^c \cdot \alpha^c = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,163 = 1,7445 \text{ (л/с).}$$

Визначаємо максимальну годинну витрату води.

$g_{0,hr}^c = 300$ (л/год) – витрата води приладом (л1 дод. 3).

Імовірність використання санітарно-технічних приладів визначаємо за формулою:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P^c \cdot q_0^c}{q_{0,hr}^c} = \frac{3600 \cdot 0,0579 \cdot 0,3}{300} = 0,22716.$$

$$\alpha_{hr}^c = 2,282 \text{ – по (л1 прил. 4 таб.1).}$$

$$Q_{0,hr}^c = 0,005 \cdot g_{0,hr}^c \cdot \alpha_{hr}^c = 0,005 \cdot 300 \cdot 2,282 = 3,423 \text{ (л/год).}$$

Визначаємо середньогодинну витрату холодної води

$$q_T^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot T} \text{ (м}^3\text{/год)}. \quad (4.3)$$

$q_u^c = 250$ (л/доб) – холодної води (л1 дод. 3).

T – розрахунковий час споживання води.

$T = 16$ (год).

$$q_T^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot T} = \frac{250 \cdot 5}{1000 \cdot 16} = 0,078.$$

Визначення добової витрати холодної води

$$q_{\text{доб}}^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000} = \frac{1250}{1000} = 1,25 \text{ (м}^3\text{/доб)}. \quad (4.4)$$

4.2. Гідравлічний розрахунок мережі холодного водопостачання.

Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу виконаний з метою визначення діаметра трубопроводу і визначення необхідного напору.

- 1) Визначити тиск води на кожній ділянці.
 - 2) Усі трубопроводи усередині квартир прокладаються $d=15$ мм.
 - 3) Діаметр і задана витрата на ділянці стояків та магістралі повинні створювати швидкість руху води не більше 3 м/с.
 - 4) Визначити лінійні втрати кожному ділянці, та був підрахувати суму лінійних втрат у системі.
 - 5) Визначити місцеві втрати у системі.
- Розрахунки зведені до таблиці додатку 4.

4.3. Визначення необхідного напору в мережі для господарсько-питних потреб

Після виконання гідравлічного розрахунку і визначення лінійних втрат напору, визначаємо всі втрати напору, що залишилися, для знаходження необхідного напору в даній системі і порівняння його з гарантованим натиском міської мережі В1.

$$H_{\text{необ}} = H_{\text{геом.}} + H_{\text{вод.}} + H_{\text{л}} + H_{\text{м}} + H_{\text{т}}, \quad (4.5)$$

де $H_{\text{геом.}} = 6,6$ (м вод. ст.) - геометрична висота підйому води тобто відстань від осі труби насосної станції до найвищого крана вимірюється в метрах водяного стовпа.

$H_{\text{філ.}} = 3,5$ (м. вод. ст.) – втрата напору у фільтрах

$H_{\text{л}} = 6,37$ (м. вод. ст.) – втрата напору в мережі на тертя та місцевий опір на насосній станції з додатка 2.

$H_{\text{м}} = 0,96$ (м. вод. ст.) – втрата напору в мережі на тертя та місцевий опір.

$H_{\text{т}} = 5$ (м. вод. ст.) – розрахункова робота напору перед водорозбірним краном, приймаємо по приладу з максимальним вільним натиском. Для даної системи вільний тиск приймаємо по біде.

$$H_{\text{необ}} = H_{\text{геом.}} + H_{\text{вод.}} + H_{\text{л}} + H_{\text{м}} + H_{\text{т}} \text{ (м вод. ст.)}.$$

$$H_{\text{необ}} = 6,6 + 3,5 + 6,37 + 0,96 + 5 = 22,43 \text{ (м вод. ст.)}.$$

$$H_{\text{необ}} < H_{\text{гр.}}$$

$$22,43 < 25.$$

4.4. Система водовідведення

4.4.1. Вибір системи та схеми

Системою внутрішньої каналізації називається комплекс інженерного обладнання та санітарно - технічних заходів, пов'язаних з відведенням стічних вод у зовнішню каналізацію.

Стічна вода – це вода, яка брала участь у тому чи іншому процесі та отримала у своїй забруднення. Внаслідок чого стала не придатною для подальшого вживання.

Залежно від призначення будівлі та вимог, що висуваються до неї, необхідно запроектувати в нашій будівлі внутрішню побутову каналізацію, для відведення стічних вод від санітарно – технічних приладів (унітазів, раковин, душових сіток, біде, ванн).

4.4.2. Приймачі стічних вод

Приймачі стічних вод виконують у вигляді відкритих судин, які збирають забруднену воду. Санітарно - технічні прилади приймають стічні води, що утворюються в процесі життєдіяльності людей. За призначенням їх можна поділити на такі види:

- Для господарських потреб (мийки, раковини тощо)
- Для гігієнічних цілей (душові, ванни тощо)
- Для прийому виділень людського організму (унітази, пісуари тощо)

Приймачі стічних вод швидко забруднюються. Їх виготовляють із вологонепроникних матеріалів, стійких до дії стічних вод, що мають гладку міцну поверхню без гострих кутів і глибоких западин, де може накопичуватися бруд.

Санітарно – технічні прилади повинні бути зручні у використанні, не допускати розбризкування забрудненої води, легко чиститись, а при необхідності дезінфікуватися. Ці прилади є важливим елементом інтер'єру санітарно – технічних приміщень, тому їх форма та фарбування має гармоніювати з обладнанням та оздобленням приміщення. Санітарно технічні прилади працюють як ємність, обладнують як переливом що виключає затоплення приміщення при несправності арматури або несвоєчасному її вимкненні.

4.4.3. Влаштування каналізаційної мережі

Відведення стічних вод слід передбачати по закритих самопливних трубопроводах. Змінювати ухил прокладки на ділянці горизонтального трубопроводу не допускається. Випуск каналізації прокладається з мінімальним ухилом 0,02м. При приєднанні до випуску каналізаційних стояків необхідно забезпечувати плавний перехід за допомогою косих трійників і напіввідводів. Для систем внутрішньої каналізації приймаємо труби пластикові $d=50$ та $d=100$ мм. Для дворової каналізації приймаємо чавунні труби $d=200$ мм. Дворова мережа каналізації розташована на відстань 1 м від будівлі.

Передбачається вентиляція каналізаційних стояків, яка виводиться на 0,3м вище за верхню утворюючу покрівлю. На поверхах передбачається ревізії на висоті 1м від підлоги.

4.4.4. Визначення витрати стічної води К1-1

Максимальна секундна витрата.

$$Q^{tot} = 5 \cdot g_0^{tot} \cdot \alpha^{tot}, \quad (4.6)$$

де g_0^{tot} – секундна витрата води приладу 0,3 (л/с). Ця витрата застосовується однаковим на всіх ділянках так – як у будівлю одна група споживачів.

α^{tot} – застосовується в залежності від кількості приладів та ймовірності їх одночасної дії.

$N=25$ приладів – кількість приладів на мережу К1.

Вероятность действия p^{tot} определяется

$$p^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} < 0,1, \quad (4.7)$$

де $q_{hr,u}^{tot} = 34$ (л/год) – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, принимается согласно.

$U=5$ (люд) – кількість водоспоживачів.

$$p^{tot} = \frac{34 \cdot 5}{0,3 \cdot 25 \cdot 3600} = \frac{170}{27000} = 0,0063 < 0,1.$$

По (л1 дод.4 таблиця 2) знаходимо α .

$$N \cdot P_{hr} = 25 \cdot 0,0063 = 0,157.$$

$$\alpha^{tot} = 0,407.$$

$$Q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,407 = 0,6105 \text{ (л/с)}.$$

Визначаємо максимальну годинну витрату стічних вод

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}^{tot}, \quad (4.8)$$

де α_{hr}^{tot} – коефіцієнт, що визначається згідно з рекомендованим (л1 дод.4) залежно від загального числа приладів N , та ймовірності їх використання p_{hr}^h .

$$q_{0,hr}^{tot} = 300 \text{ (л/год)} – \text{витрата стічної води приладом.}$$

Імовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів визначаємо за формулою

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P^{tot} \cdot q_0^{tot}}{q_{0,hr}^{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,0063 \cdot 0,3}{300} = 0,023 < 1. \quad (4.9)$$

По (л1 дод.4 таблиця 2) знаходимо α_{hr} .

$$N \cdot P_{hr} = 25 \cdot 0,023 = 0,567.$$

$$\alpha_{hr} = 0,726.$$

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,726 = 1,089 \text{ (л/год)}.$$

Визначаємо середньогодинну витрату води.

$$q_T^{tot} = \frac{q_U^{tot} \cdot U}{1000 \cdot T} \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (4.10)$$

де $q_U^{tot} = 450$ (л/доб) – витрати стічної води приймаємо по (л1 дод.3).

$T = 16$ (год) – розрахунковий час споживання води.

$$q_T^{tot} = \frac{450 \cdot 5}{1000 \cdot 16} = 0,078 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Визначення добової витрати стічної води

$$q_{доб}^{tot} = \frac{q_u^{tot} \cdot U}{1000} = \frac{1250}{1000} = 1,25 \text{ (м}^3\text{/доб)}.$$

4.4.5. Призначення діаметрів каналізаційної мережі

Діаметри внутрішньої каналізаційної мережі призначаються:

- Відвідна лінія має діаметр щонайменше діаметра випуску санітарно – технічного прилад, приєднаного щодо нього, тобто. відвідна лінія складається з труб діаметром 100мм, а де приєднується мийка, умивальник, духова тощо. діаметр 50мм.
- Діаметр стояка повинен бути не менше діаметра приєднаних відвідних ліній, тобто. діаметр на стояках 100 мм, де відвідні лінії з унітазом та діаметром 50 мм, де приєднуються відвідна лінія з умивальником, ванною, мийкою. Діаметр стояка по всій висоті однаковий.
- Діаметр випуску повинен бути не меншим за діаметри стояків, тобто. беру діаметр 100мм. Після прийняття діаметра стояків та відвідних ліній, я проводжу перевірку пропускної спроможності стояків за таблицями. На випуску ухил каналізаційної труби становить 0,04 при $U=1,32$.

РОЗДІЛ 5. СИСТЕМА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

5.1. Вибір системи та схеми.

Система гарячого водопостачання служить для забезпечення гарячою водою необхідної кількості споживачів.

Система місцевого водопостачання, тобто приготування води до потрібної температури, здійснюється в котельні (система з водопідігрівом). У системі для підтримки необхідної температури води передбачають циркуляційні стояки.

5.2. Обладнання мережі.

У цій системі, як і в холодному водопроводі: нижня розводка і вертикально розташовані стояки. Вода в даній системі має відповідати ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання» і мати температуру не вище 70°C і не нижче 35°C .

У верхніх точках трубопроводу на стояках ТЗ передбачаються повітрозбирачі – пристрої для видалення повітря з трубопроводу. Нижніх точках передбачаються пристрої для спуску води.

5.3. Визначення розрахункових витрат гарячої води.

Порядок розрахунку:

1. Викреслюємо схему ТЗ, Т4.

2. Вибираємо розрахунковий напрямок та розбиваємо розподільну мережу ТЗ на розрахункові ділянки. За розрахунковий напрямок вибираємо напрямок найбільш віддаленої високорозташованої розрахункової точки водозабору до котельної.

3. Визначаємо довжину кожної ділянки.

4. Визначаємо всі необхідні величини для розрахункового витрати кожному ділянці.

5. За розрахунковими витратами підбираємо діаметр трубопроводу і визначаємо лінійні та місцеві втрати напору. При підборі діаметрів швидкість повинна бути економічною в межах 3 м/с у трубопроводі.

Максимальна секундна витрата.

$$Q^h = 5 \cdot g_0^h \cdot \alpha^h, \quad (5.1)$$

де g_0^h – секундна витрата води приладу 0,2 (л/с). Ця витрата застосовується однаковим на всіх ділянках так – як у будівлю одна група споживачів.

α^h - застосовується залежно від кількості приладів та ймовірності їх одночасної дії (л1 дод. 4).

N=14 приладів – кількість приладів на гарячу воду.

Ймовірність дії p^h визначається

$$p^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600} < 0,1, \quad (5.2)$$

де: $q_{hr,u}^h = 20$ (л/год) - норма витрати води за годину найбільшого водоспоживання, приймається згідно (л1 дод.3).

U=5 (чел) – кількість водоспоживачів.

$$p^h = \frac{20 \cdot 5}{0,2 \cdot 14 \cdot 3600} = \frac{100}{10080} = 0,01 < 0,1.$$

По (л1 дод.4 таблиця 2) знаходимо α .

$$N \cdot P^h = 14 \cdot 0,01 = 0,14.$$

$$\alpha^h = 0,389.$$

$$Q^h = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,389 = 0,584 \text{ (л/с)}.$$

Визначаємо максимальну годинну витрату гарячої води

$$Q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}^h, \quad (5.3)$$

де α_{hr}^h - коефіцієнт, що визначається згідно з рекомендованим (л1 дод.4) залежно від загального числа приладів N, та ймовірності їх використання p_{hr}^h .

$$q_{0,hr}^h = 300 \text{ (л/год)} - \text{витрата гарячої води приладом (л1 прил.3)}.$$

Ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів визначаємо за формулою

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,01 \cdot 0,2}{300} = 0,024 < 0,1. \quad (5.4)$$

По (л1 дод.4 таблиця 1) знаходимо α_{hr} .

$$N \cdot P_{hr} = 14 \cdot 0,024 = 0,336.$$

$$\alpha_{hr}^h = 0,562.$$

$$Q_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,562 = 0,843 \text{ (л/год)}.$$

Визначаємо середньогодинну витрату води.

$$q_T^h = \frac{q_U^h \cdot U}{1000 \cdot T} \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (5.5)$$

де: $q_U^h = 250$ (л/доб) – витрати гарячої води приймаємо по (л1 дод.3).

$T = 16$ (год) – розрахунковий час споживання води.

$$q_T^h = \frac{250 \cdot 5}{1000 \cdot 16} = 0,0781 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

Цей розрахунок зводимо в таблицю 5.1 додатку 5.

5.4. Визначення втрат тепла у мережі ТЗ.

1. Для визначення циркуляційних витрат мережі визначаємо втрати тепла на кожній із ділянок. Для розрахунку задаємося $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Вважаємо, що зміни температури по довжині трубопроводу відбувається рівномірно, незалежно від діаметра. Така зміна температури на 1 м визначається за формулою

$$\Delta t_{уд} = \frac{\Delta t}{\sum L}, \quad (5.6)$$

де $\sum L = 17,7$ (м) – сума всіх ділянок за розрахунковим спрямуванням.

$$\Delta t_{уд} = \frac{10}{17,7} = 0,565^\circ\text{C}$$

Таким чином визначаємо початкову та кінцеву температуру для кожної ділянки

$$t_{k1-2} = t_n + \Delta t_{уд} \cdot L_{1-2}, \quad (5.7)$$

де: t_n – температура першої точки розрахункового напрямку.

$$t_{k1-2} = 55 + 0,565 \cdot 3,3 = 57,1^\circ\text{C}$$

2. t_{nc} – зміна температури навколишнього середовища визначається залежно від приміщення, де розташований трубопровід.

24°C - температура у ванній кімнаті.

22°C - кімната відпочинку.

16°C - котельня.

3. Теплоізоляцією покривається стояки та магістральні трубопроводи.

Для визначення діаметрів циркуляційних труб потрібно визначити втрати тепла розподільчого трубопроводу.

$$Q_i = K_T \cdot \pi \cdot D_i \cdot L_i \cdot \left(\frac{t_n + t_k}{2} \right) - t_0 \cdot (1 - \eta), \quad (5.8)$$

де: Q_i – тепловтрати кожної ділянки;

$K_T = 10,9$ (Вт/м²·К) – коефіцієнт теплопередачі труб, що ізолюються;

D_i – розрахунковий діаметр ділянки розподільчого трубопроводу;

L_i – розрахункова довжина ділянки у метрах;

t_n – температура гарячої води на початку розрахункової ділянки, °С;

t_k – температура гарячої води в кінці розрахункової ділянки, °С;

t_0 – температура оточуючого повітря;

η – коефіцієнт корисної дії теплової ізоляції, що приймається $\eta = 0,7$ – для ізольованих трубопроводів та $\eta = 0$ – для не ізольованих трубопроводів.

Розрахунки зведені в таблицю 5.2 додатка 5.

5.5. Розрахунок мережі ТЗ, Т4 на пропуск циркуляційних витрат та визначення у розподільній та циркуляційних мережах.

Мережа ТЗ.

З таблиці 3 виписуємо циркуляційні витрати та діаметри, а потім визначаю лінійні втрати. Потім за лінійними втратами і коефіцієнтом місцевого опору визначаємо місцеві втрати

$$H_m = H_l \cdot K_m \text{ (м. вод. Ст.)}, \quad (5.9)$$

де: K_m – коефіцієнт місцевого опору, $K_m = 0,5$ – для стояків з рушникосушителями (л1 пункт 8.3) та $K_m = 0,2$ – для стояків подавальних та циркуляційних трубопроводів (1 пункт 8.3).

$$\sum H_{zag}^{T3} = \sum H_l + H_m \text{ (м. вод. ст.)} \quad (5.10)$$

Розрахунки зведені в таблицю 5.3 додатка 5.

Мережа Т4.

Аналогічно визначаємо втрати напору у мережі Т4, причому щодо втрат, ми повинні задатися такими діаметрами, у яких загальні втрати у мережі Т4 були у 2 – 4 разу більше, ніж у мережі Т3. Це передбачається для задовільної роботи циркуляційного кільця. Це досягається зменшенням діаметрів мережі Т4 на 1 -2 сор-таменти в порівнянні з діаметром Т3.

$$\sum H_{заг}^{T4} = \sum H_l + H_m \text{ (м. вод. ст.)}. \quad (5.11)$$

Розрахунки зведені в таблицю 5.4 додатка 5.

Порівняння втрат у мережах.

Порівняння втрат напору в мережах Т3, Т4 при проходженні по них циркуляційних витрат

$$\sum H_{зог}^{T3} < \sum H_{заг}^{T4}.$$

5.6. Визначення необхідного напору в мережі гарячого водопроводу.

Після виконання гідравлічного розрахунку і визначення лінійних втрат напору визначаємо всі втрати напору, що залишилися, для знаходження необхідного напору в даній системі і порівняння його з гарантованим напором.

$$H_{необ} = H_{геом.} + H_l + H_t, \quad (5.12)$$

де $H_{геом.} = 6,6$ (м вод. ст.) - геометрична висота підйому води тобто відстань від осі труби циркуляційного насоса до високорозташованого крана вимірюється в метрах водяного стовпа;

$H_l = 6,78$ (м вод. ст.) – втрата напору на тертя та місцевий опір на вході.

$H_t = 5$ (м вод. ст.) – розрахункова робота напору перед водорозбірним краном, приймаємо (л1 дод. 2) по приладі з максимально вільним натиском. Для даної системи вільний тиск приймаємо по біде.

$$H_{необ} = 6,6 + 6,78 + 5 = 18,38 \text{ (м вод. ст.)}.$$

$$H_{необ} < H_{гар.} \quad 18,38 < 20.$$

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

6.1. Правила техніки безпеки.

1) Виконання такелажних робіт.

Такелажними роботами називаються дії зі стропування обладнання, блоків, вузлів, деталей. До такелажних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які склали іспит і пройшли огляд.

При обв'язуванні і зачіпці вантажів стропальник повинен: систематично перевіряти масу вантажів, що переміщуються краном і стежити щоб вона не перевищувала максимально допустиму вантажопідйомність крана.

Після столової столиці необхідно подати сигнал до підняття вантажу на висоту 200 – 300мм, перевірити при цьому рівномірність натягу стропів. Забороняється з'єднувати ланки розірваних ланцюгів болтами, дротом.

Перед кожною операцією з підйому та переміщення вантажів стропальник зобов'язаний особисто подавати відповідні сигнали кранівнику, олеяїти за справним станом стропів.

2) Техніка безпеки електрозварювальних робіт.

А) Електрозварювальні роботи повинні виконуватись за ГОСТ 12.3.003-86, СНиП III 4-80. Усі роботи з встановлення та ремонту електрозварювального обладнання повинен проводити електромонтер, що має кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III.

Рубильник повинен поміщатися в ящику, що замикається. Важлива увага має бути приділена заземленню.

До зварювальних робіт допускаються особи не молодші 18 років і мають допуск до робіт.

Перед початком роботи зварювальник зобов'язаний:

- перевірити справність зварювальних проводів та електроутримувачів;
- рукоятка електротримача виконується з теплоізоляційного та діелектричного матеріалу;

б) До виконання робіт з газополум'яної обробки металу допускаються особи не молодші 18 років і які мають допуск до робіт.

Необхідно дотримуватись вимог:

- у перервах у роботі не дозволяється залишати без нагляду газогенератор та баллон з газом;
- зварювальник повинен користуватися окулярами;
- виконувати газополум'яні роботи з відривом щонайменше 1 Ом від газогенератора і щонайменше 5м від кисневого балона;
- у будівлях забороняється складувати карбід кальцію та кисневі балони;
- карбід кальцію на місці виконання робіт необхідно зберігати в тарі з щільно закритою кришкою.

3) Заходи безпеки під час роботи з механізованим інструментом: До роботи з електрофікованим інструментом допускаються особи не молодші 18 років. Ручні електрофіковані машини випускаються 1,11,111 класів. Для робіт з монтажу систем холодного та гарячого водопостачання застосовують машини класу. Вони не мають пристрої для заземлення, у яких усі деталі, що знаходяться під напругою, відокремлені від доступних для дотику металевих деталей подвійною ізоляцією. Ручні електрофіковані машини з подвійною ізоляцією відповідають вимогам експлуатації в умовах будівельно-монтажного виробництва та забезпечують надійний захист робітника від ураження електричним струмом.

Засоби індивідуального захисту: окуляри, каска, спецівка (куртка, штани, рукавички).

4) Заходи безпеки під час роботи з будівельним монтажним пістолетом ПЦ-52, ПЦ-84.

Будівельно-монтажні пістолети належать до піротехнічних засобів. Є інструментом підвищеної небезпеки, тому що діють практично миттєво, що не дозволяє вжити заходів безпеки в процесі роботи інструменту. Робота з будівельно-монтажним пістолетом виконується одним робочим оператором, а при кріпленні укрупнених вузлів виділяється помічник. Оператору пістолета дозволяється проводити тільки чистку та ро-

збирання пістолета, але не підганяння та заміну ствола. Не можна залишати пістолет та патрони без нагляду. Перед початком робіт оператор повинен отримати наряд-допуск на виконання робіт. Це має бути відображено записом у наряді-допуску.

6.2. Границі небезпечної зони у робочого місця оператора.

При забиванні дюбеля у вертикальну площину пістолет повинен бути на рівні грудей оператора, а голова та ноги оператора на відстані від стіни, що дорівнює довжині пістолета. При забиванні дюбеля в підлогу оператор повинен стояти на стійкій підставці висотою не менше 100 мм. Безпека роботи з пістолетом залежить від фізичних властивостей матеріалу, який забивають дюбель. Засоби індивідуального захисту: окуляри, каска, спецівка.

5) Техніка безпеки заготівельного виробництва. Сучасна організація заготівельного виробництва передбачає повне відділення заготівельного виробництва від монтажних-складальних робіт. Існує три різновиди заготівельних підприємств:

- завод санітарно-технічних заготовок (ЗВТЗ)
- центральні заготівельні майстерні (ЦЗМ)
- дільничні заготівельні майстерні (УЗМ)

До складу заготівельного підприємства входять такі цехи та відділення: трубозаготівельний цех; котельно-зварне відділення з виготовлення монтажних вузлів із чавунних каналізаційних та пластмасових труб; відділення перегрупування та обв'язування радіаторів; цех ґрунтування готових виробів; цех вентиляційних заготовок.

Основні шкідливі виділення-це газ та пил. Працюючи верстатів виникає шум і вібрація.

Основні причини, що викликають травми при роботі на верстатному обладнанні та пристосуваннях: робота без відповідних частин огорожі деталей, що обертаються; неуважне поводження з ріжучими частинами, що обертаються; неправильне закріплення деталей на обробних верстатах; недотримання правил поводження з стружкою, що відходить, і видалення її залишків; невиконання правил

електробезпеки при експлуатації встановленого обладнання; недбале носіння спецодягу та головних уборів.

6.3. Вимоги безпеки до технічних процесів.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати механізованим способом за допомогою підйомно-транспортного обладнання. Піднімати і переносити вантажі вручну слід у виняткових випадках, дотримуючись норм установлені чинними нормативними документами.

Гранична норма перенесення вантажів вручну по рівній поверхні для людини:

Жінки при разових роботах та при висоті підйому 1,5 метра – 15 кг, при постійній роботі до 10 кг

Чоловіки при разовій роботі та висоті підйому не більше 1,5 метра – 50 кг, при постійній роботі – не більше 30 кг.

До роботи на вантажопідйомних машинах і механізмів допускаються робітники не молодші 18 років, які пройшли медогляд, навчання відповідної програми та отримали посвідчення на право робіт. Машини та механізми, що мають електроприлади, можуть обслуговуватися робітниками, які навчені правилам електробезпеки та мають кваліфікаційну групу не нижче 2.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто призначення та конструктивну структуру об'єкта проектування — триповерхового котеджу загальною площею 940 м², розташованого в м. Львів.

Метою проекту є забезпечення комфортних умов для постійного проживання в приватному житловому будинку. Для цього розроблено та технічно обґрунтовано надійні системи гарячого і холодного водопостачання, водовідведення та опалення. Джерелом води є свердловина, з якої вода подається до систем, проходячи необхідну підготовку для споживання.

Для подачі води зі свердловини передбачено встановлення насосної станції, яка включає два насоси: основний та резервний (дублюючий). З метою запобігання гідравлічним ударами і підтримання стабільного тиску в системі кожен насос обладнаний розширювальним баком.

Система водопідготовки складається з двох основних етапів: фільтрації та нагріву. На першому етапі здійснюється очищення води від механічних домішок, заліза, марганцю, солей жорсткості, сульфатів, нітратів та інших небажаних компонентів. Така обробка води забезпечує захист трубопроводів і обладнання від корозії та утворення накипу.

Проектом передбачено розробку систем гарячого та холодного водопостачання, а також системи водовідведення, які є ключовими елементами санітарно-технічного забезпечення будинку. Підготовлена вода подається до санітарно-технічних приладів, а стічні води ефективно та герметично відводяться, що унеможливорює протікання та проникнення газів із каналізаційної мережі. Усі рішення прийнято відповідно до вимог ДСТУ 2569-94 «Водопостачання та каналізація».

Система опалення спроектована з урахуванням потреб у створенні комфортного мікроклімату для мешканців та забезпечення нормального функціонування встановленого інженерного обладнання. Опалення підтримує оптимальні температурно-вологісні параметри повітря, запобігаючи як перезволоженню, так і надмірному пересушуванню приміщень.

У роботі також передбачено заходи з охорони праці, що забезпечують безпечну експлуатацію інженерних систем та відповідність нормативним вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна».
2. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».
3. Ігуна, Z. STRATEGIC TRANSFORMATION OF THE UKRAINIAN PEAT INDUSTRY: FROM STATE-OWNED STAGNATION TO PRIVATE-SECTOR MODERNIZATION. *технологій та дизайну*, 2026.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
5. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
6. ДБН В.2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки».
7. Жувагіна, І. О., & Замарайкіна, Т. С. (2022). Потенціал торговельного підприємства: загальнонаукові підходи до формування та реалізації.
8. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи».
9. Жувагіна, І. О., & Химорода, І. І. (2022, October). Стратегічні імперативи забезпечення стійкого функціонування промислових підприємств як основи розвитку національної економіки. In *The 10 th International scientific and practical conference "Eurasian scientific discussions" (October 23-25, 2022) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2022. 474 p.* (p. 405).
10. «Курсове і дипломне проєктування з вентиляції громадських і промислових будівель» В. П. Титов, Е. В. Сазонов, Ю. С. Краснов, В. І. Новожилов. Київ, 2022 р.
11. Довідник проєктувальника. Внутрішні санітарно-технічні пристрої. Частина І. «Опалення» В. М. Богословський, Б. А. Крупнов, А. М. Сканаві, під редакцією І. Г. Староверова та Ю. І. Шиллера. Київ, 2000 р.
12. Каталог алюмінієвих радіаторів GLOBAL.
13. Довідник з теплопостачання і вентиляції. Підручник 1-й. Р. В. Щокін, С. М. Кореневський, Г. Е. Беем. Київ, 2022 р.
14. Каталог фірми RENAУ «Трубопровідна система RAUTITAN для водопровідної і радіаторного розведення».
15. Жувагіна, І. О. (2021). Тенденції інноваційного розвитку соціально-орієнтованої економіки країни.
16. Каталог фірми Danfoss «Радіаторні терморегулятори RTD».
17. Жувагіна, І. О., & Колісніченко, А. О. (2018). Механізм управління розвитком та ефективним використанням трудового потенціалу підприємства.⁵¹

