

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему «Аналіз ефективності регулюючого обладнання HERZ в одноконтурних системах опалення будівлі»»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1449
спеціальності 144 Теплоенергетика
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

Боровик А. В.
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к. т. н., Бердишев Ю. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент професор, д. т. н., Чейлитко А. О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра теплоенергетики та
гідроенергетики

Рівень вищої освіти другий магістерський

Спеціальність 144

Теплоенергетика

(код та назва)

Освітня програма Теплоенергетика

(код та назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Боровик Андрій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема _____ роботи _____ (проекту)

Аналіз ефективності регулюючого
обладнання HE RZ в однотрубних системах
опалення

керівник роботи Бердичев Миколай Юрійович, доцент К.Т.Н

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «25» травня 2020 року № 601-с

2 Строк подання студентом роботи 8.12.2020

3 Вихідні дані до роботи: м. Запоріжжя, система опалення будівлі, загальною площею 1561,95 розрахункова температура опалення – 21 °С, однотрубне розведення по поверхах.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Опис систем опалення. Сучасні тенденції регулювання опалення в будівлях. Розрахунок тепловтрат будівлі. Гідравлічний розрахунок. Розрахунок регулюючого обладнання. Оцінка фінансової доцільності оснащення систем опалення засобами регулювання.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із 10 – 15 слайдів, що представляють основні результати роботи.

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Бердишев М. Ю.		
Спеціальний	Бердишев М. Ю.		
Економічний	Бердишев М. Ю.		

6 Дата видачі завдання 1.06.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис систем опалення.	<u>1.06.-1.08.2020</u>	
2	Розрахунок тепловтрат будівлі.	<u>1.06- 1.08.2020</u>	
3	Гідравлічний розрахунок.	<u>1.06- 1.08.2020</u>	
4	Розрахунок регулюючого обладнання.	<u>1.08.-1.10.2020</u>	
5	Оцінка фінансової доцільності оснащення систем опалення засобами регулювання.	<u>1.10 - 1.11.2020</u>	
6	Оформлення пояснювальної записки	<u>1.11-8.12.2020</u>	

Студент


(підпис)

Бердишев А. В.
(ініціали та прізвище)


Керівник роботи (проєкту)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Боровик А.В. Аналіз ефективності регулюючого обладнання HERZ в однотрубних системах опалення будівлі.

Класифікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник доцент Бердишев М.Ю. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

В роботі розрахована однотрубну система опалення багато квартирного будинку в місті Запоріжжя з регулюючим обладнанням. Зроблена фінансова оцінка доцільності оснащення систем опалення засобами регулювання.

Ключові слова: система опалення, автоматичний регулятор перепаду тиску, тепловтрати, насос, трубопровід, котел.

SUMMARY

Borovik A.V.

Analysis of the effectiveness of HERZ control equipment in one-pipe heating systems of a building.

Final work for obtaining a master's degree in specialty 144 - Heat power engineering.

Scientific supervisor docent Berdyshev M.Yu.

Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Heat Power and Hydropower, 2020.

The one-pipe heating system of flats of a guard house in the city of Zaporizhia with regulating equipment is calculated in the work. The financial estimation of expediency of equipping of heating systems with means of regulation is made.

Keywords: heating system, automatic differential pressure regulator, heat loss, pump, pipeline, boiler.

ZUSAMMENFASSUNG

Borovik A.V.

Analyse der Wirksamkeit von HERZ-Steuergeräten in Einrohrheizsystemen eines Gebäudes.

Abschlussarbeiten zur Erlangung eines Master-Abschlusses in Spezialität 144 - Wärmekrafttechnik.

Wissenschaftlicher Betreuer Dozent Berdyshev M.Yu.

Nationale Universität Zaporizhzhya, Institut für Ingenieurwissenschaften und Wissenschaft, Abteilung für Wärmekraft und Wasserkraft, 2020.

Das Einrohrheizsystem von Wohnungen eines Wachhauses in der Stadt Saporischschja mit Regelausrüstung wird in der Arbeit berechnet. Die finanzielle Schätzung der Zweckmäßigkeit der Ausstattung von Heizungssystemen mit Regulierungsmitteln wird vorgenommen.

Schlüsselwörter: Heizsystem, automatischer Differenzdruckregler, Wärmeverlust, Pumpe, Rohrleitung, Kessel.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ	10
1.1 Класифікація систем опалення.....	10
1.2 Вимоги до систем опалення	18
1.3 Основні конструктивні елементи систем водяного опалення	20
1.3.1 Трубопроводи	20
1.3.2 Запірна арматура	21
1.3.3 Балансувальні вентилі.....	21
1.3.4 Опалювальні прилади	25
1.4 Види опалювальних приладів	26
2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	31
2.1 Характеристика багатоквартирного будинку у м. Запоріжжя	31
2.1.1 Кліматологічні дані району забудови	31
2.1.2 Характеристика огорожувальних конструкцій та приміщень будівлі	31
2.2 Система опалення багатоквартирного будинку	42
2.2.1 Опалювальні прилади	42
2.3 Теплотехнічний розрахунок для огорожувальних конструкцій	43
2.4 Перевірка на вірогідність конденсації водяної пари	45
2.4.1 Перевірка на вірогідність конденсації водяної пари в товщі зовнішньої стіни.....	45
2.4.2 Перевірка на вірогідність конденсації водяної пари в товщі перекриття під неопалювальним горищем.	47
2.5 Розрахунок тепловтрат будівлі.....	47
2.6 Підбір котла	55
2.7 Встановлення та налаштування автоматичного регулятора витрати.....	57
2.8 Гідравлічний розрахунок	61
2.8.1 Перенесення даних з програми Audytor OZC.....	61
2.8.2 Вибір обладнання.	62
2.8.3 Побудова однотрубною системи опалення	63
3 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ.....	72

3.1 Розрахунок економії коштів та строк окупності регулюючого обладнання при використанні природного газу.....	73
3.2 Розрахунок економії коштів та строк окупності регулюючого обладнання при використанні теплової енергії від міських теплових мереж.....	77
ВИСНОВОК	81
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	82

ВСТУП

Актуальність роботи. Сучасний стан паливно-енергетичних ресурсів, а саме подорожчання вимагає ефективного використання теплової та інших видів енергії. Але наші системи опалення застаріли і не мають можливості кількісного регулювання, що впливає не тільки на витрати палива а ще і на кліматичні умови в приміщенні які не задовольняють споживача.

Об'єкт дослідження – регулююче обладнання для однотрубних систем опалення.

Предмет дослідження – вплив регулюючого обладнання на систему опалення.

Мета роботи - розрахувати однотрубної систему опалення у сучасних програмах Audytor OZC і SET та економічний розрахунок який покаже доцільність проекту.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- аналіз літературних джерел за тематикою дослідження;
- розрахунки в сучасних програмах Audytor;
- економічний розрахунок.

Методи та засоби дослідження. Поставлені задачі вирішувались шляхом розрахунку в сучасних програмах Audytor.

Практична цінність роботи полягає в наступному – розраховано індивідуальну однотрубну систему опалення з регулюючим обладнання для багатоквартирного будинку в м. Запоріжжя.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні дослідження, виконані безпосередньо автором спільно із співробітниками Запорізького наукового університету. Автору належить основні ідеї роботи, постановка завдання, обґрунтування основних припущень, теоретичні викладки та аналіз отриманих результатів і формування висновків.

Апробація роботи. Результати роботи представлені на загальноуніверситетській конференції «Молода наука» 2020 та на 25 науково-технічній конференції аспірантів, магістрів, студентів, викладачів ІННІ ЗНУ.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота включає вступ, три розділи, висновки та перелік джерел посилань з 40 позицій. Загальний обсяг складає 84 сторінок, у тому числі 41 ілюстрацій та 13 таблиць.

1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

1.1 Класифікація систем опалення

Для компенсації теплових втрат, що виникають у будинках і спорудах у перехідний і зимовий періоди року, використовуються системи опалення. Будь-яка система опалення призначена для підтримки в приміщеннях опалювального будинку нормованих значень внутрішньої температури і складається із трьох основних елементів: тепло генеруючого центру, у якому теплоносію передається розрахункова кількість тепла, система трубопроводів для переміщення по них теплоносія і опалювальних приладів, що передають тепло від теплоносія внутрішньому повітрю приміщень.

У системах опалення, як теплоносій, застосовують воду, незамерзаючі суміші, насичена водяна пара, повітря, а в панельно-випромінюючих системах - перегріту воду, незамерзаючі суміші і електроенергію. Останнім часом усе більше поширення одержали теплоносії на основі глікоген. Теплоносії (холодоносії) є проміжним тілом, за допомогою якого здійснюється перенос тепла від повітря охолоджуваного приміщення до холодильного агента. (див. рис. 1.1) Холодоносієм може служити вода, водяні розчини солей або рідини з низькою температурою замерзання - антифриз тощо. Їх застосовують там, де безпосереднє охолодження небажане або не представляється можливим. При температурах теплоносія нижче рівня замерзання води, а також з метою запобігання замерзання теплоносія в трубопроводах при низьких температурах навколишнього середовища, у якості теплоносіїв використовують різні розчини і суміші з низькою температурою замерзання.

Розповсюдженими холодоносіями є хлористий натрій (NaCl), солі хлористого кальцію (CaCl_2), водяні розчини гліколей. У зв'язку з високою корозійною активністю сольових розчинів, витрати на ремонт устаткування можуть багаторазово перевищити прямі витрати, тому останнім часом усе більш широке застосування знаходять розчини багатоатомних спиртів, у тому числі пропіленгліколя (ПГ), етиленгліколь, гліцерину, що особливо

характерно для систем центрального кондиціювання. При проектуванні систем із гліколевим теплоносієм слід враховувати їхні фізико-хімічні особливості. Водяні розчини етиленгліколь і пропіленгліколя мають відмінні від води теплофізичні властивості - теплоємність, густину, теплопровідність, хімічну активність тощо; які повинні бути враховані при виборі обладнання, гідравлічному розрахунках систем холод постачання. Пропіленгліколя і етиленгліколь мають молекулярний розмір менший, чим у чистої води. Ця властивість може привести до витоків в ущільненнях (особливо при низьких температурах теплоносія і високих концентраціях гліколя) і вимагає більш уважного підходу до вибору насосного устаткування і його розміщенню. У ряді випадків стандартні насоси розраховані на максимальний склад гліколя (30...40) %, більш високі концентрації вимагають заміни стандартних ущільнень на спеціальні. По можливості насоси слід розміщати в частинах системи з більш високою температурою теплоносія. Також не рекомендується застосовувати труби з оцинкованої сталі в системах із гліколевими теплоносіями.

Цінність насиченої водяної пари, як теплоносія, полягає у тому що: по-перше, у великій кількості тепла, що виділяється при його конденсації в опалювальних приладах і, по-друге, у можливості передавати велику кількість тепла на значні відстані при малих витратах енергії.

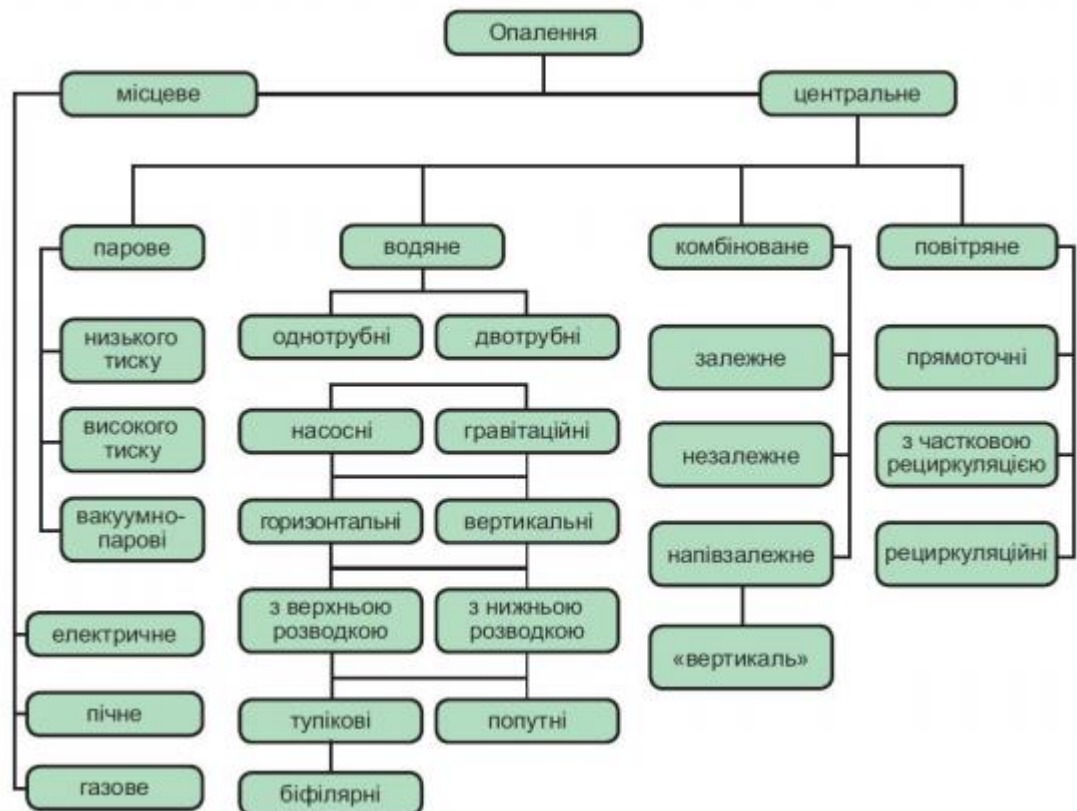


Рисунок 1.1 – Класифікація систем опалення

Повітря, як теплоносіє, у силу своєї малої питомої теплоємності (1 кДж/(кг·К)) вимагає для переносу тепла значно більших, у порівнянні з водою, об'ємів. Витрати енергії, виявляються більшими чим при транспортуванні такого ж кількості тепла за допомогою води чи пари. Однак при сполученні функцій обігріву і вентиляції приміщень представляється дуже вигідним його використання, особливо у випадках, коли допустимо повне або часткове повернення для повторного підігріву. Особливо це відноситься до виробничих будинків великого об'єму. У цей час системи опалення можна орієнтовно представити у вигляді класифікації, що представлена на рисунку.

Усі наведені на схемі види систем опалення залежно від радіуса їх дії підрозділяють на місцеві і центральні. Місцевим опаленням називають вид опалення, у якому тепло генеруючий пристрій, трубопроводи для переміщення

теплоносія і опалювальні прилади конструктивно скомпоновані разом в опалювальному приміщенні.

Центральним опаленням називають вид опалення, у якому трубопроводи системи і нагрівальні прилади перебувають в одному будинку, а тепло подається від тепло генеруючого пристрою, що перебуває поза будинком.

Якщо тепло генеруючий пристрій обслуговує кілька будинків або район населеного пункту, то такий вид опалення називається районним опаленням.

Система опалення будинку, приєднаного до теплової мережі, складається з вузла приготування теплоносія, трубопроводів, віток, підводок і опалювальних приладів. Системи водяного опалення є найпоширенішими з відомих опалювальних систем. Як видно з наведеної класифікації системи можуть бути горизонтальними або вертикальними.

Горизонтальне розведення може бути верхнім, нижнім або змішаним. При верхньому розведенні подавальний і зворотний трубопроводи прокладаються, як правило, по горищу будинку. При нижньому розведенні два трубопроводи прокладаються в підвалі, а при його відсутності - у цокольному або на першому поверсі. При змішанім розведенні один з трубопроводів прокладається по горищу, а другий - по підвалу.

Вертикальні розведення звичайно застосовуються в громадських будинках, а також у житлових будинках, обладнаних по квартирними системами опалення. Розведення трубопроводів з попутним рухом води конструюються таким чином, щоб довжина циркуляційних кілець через усі гілки системи була однаковою.

У багатоповерхових будинках з вертикальними двотрубними системами опалення повинно проектуватися, як правило, нижнє розведення магістралей. Змішане розведення магістральних трубопроводів (одна труба на горищі, друга – у підвалі) не рекомендується через неможливість установки на стояках регуляторів перепаду тиску. Гілка трубопроводів з'єднують

трубопроводи з підводками до опалювальних приладів. По розташуванню в просторі гілка можуть бути вертикальними або горизонтальними. Вертикальні гілка прийнято називати стояками.

По способу приєднання підводок гілка можуть бути однотрубними або двотрубними. У місцях підключення віток до трубопроводів повинна встановлюватися запірна арматури і обладнання для зливу води і випуску повітря. Стояки і прямолінійні горизонтальні гілка довжиною 50 м і більш повинні проектуватися з компенсаторами. У верхній точці стояків систем опалення з нижнім розведенням повинні встановлюватися пристрою для автоматичного випуску повітря. У житлових будинках рекомендується проектувати квартирні системи опалення з горизонтальними двотрубними або однотрубними вітками трубопроводів, що прокладаються в підлозі або в плінтусах.

У системі передбачаються радіаторні терморегулятори, для регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів, автоматичні повітровипускники, для видалення повітря із системи і запірна арматури для відключення окремих віток системи. Для забезпечення гідравлічної стійкості роботи системи в продовж опалювального періоду на стояках встановлюються балансувальні клапани (ручні або автоматичні), які забезпечують сталість перепаду тиску (витрати) на даній ділянці. Як видно із класифікації, системи опалення по виду циркуляції теплоносія ділиться на гравітаційну і насосну. Відмінності насосних від гравітаційних систем полягає в наступному: у системі встановлений циркуляційний насос, температурні розширення теплоносія компенсує розширювальний бак мембранного типу (закритий) і у верхніх точках систем встановлюються автоматичні повітровипускники.

Системи зі штучною циркуляцією води роблять із тупиковим і попутним рухом води. У системах з тупиковим рухом води, напрямок руху води подавальної і зворотної магістралях віток протилежні один одному, а в системах з попутним рухом, вода в подавальної і зворотної магістралях тече в одному напрямку. Системи опалення, у яких теплоносій надходить в

опалювальні прилади по одній трубі називаються однотрубними системами. Однотрубні системи можуть бути із природньою і примусовою циркуляцією, з тупиковими вітками і з попутним рухом теплоносія, вертикальні й горизонтальні. Принципова схема насосної вертикальної однотрубної тупикової системи водяного опалення зі змішаною розводкою наведена на рисунку 1.3. Принципова Схема двотрубної вертикальної системи опалення з нижньою розводкою на рисунку 1.2.

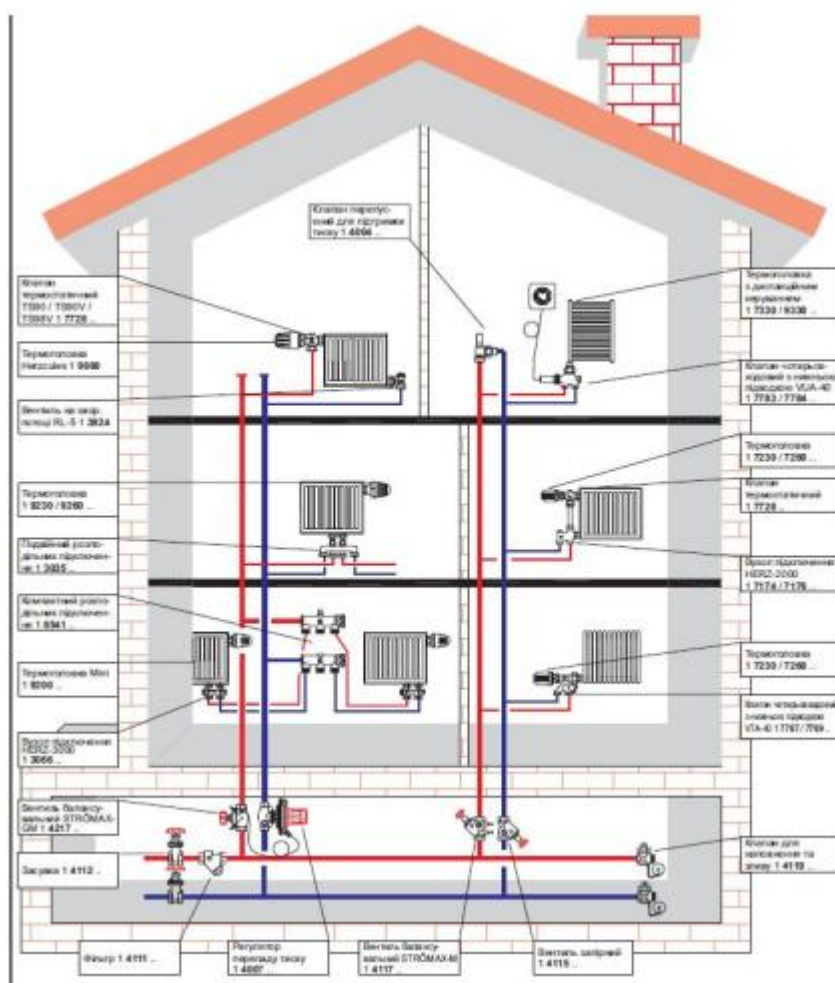


Рисунок 1.2 – Схема двотрубної вертикальної системи опалення з нижньою розводкою

систем, в опалювальні прилади стояків вода надходить із різними температурами, чисельне значення яких зменшується по ходу руху теплоносія. Крім вертикальних однотрубних систем у промислових і громадських будинках, де приміщення відрізняються значними розмірами, застосовують горизонтальні однотрубні системи (див рис. 1.4).

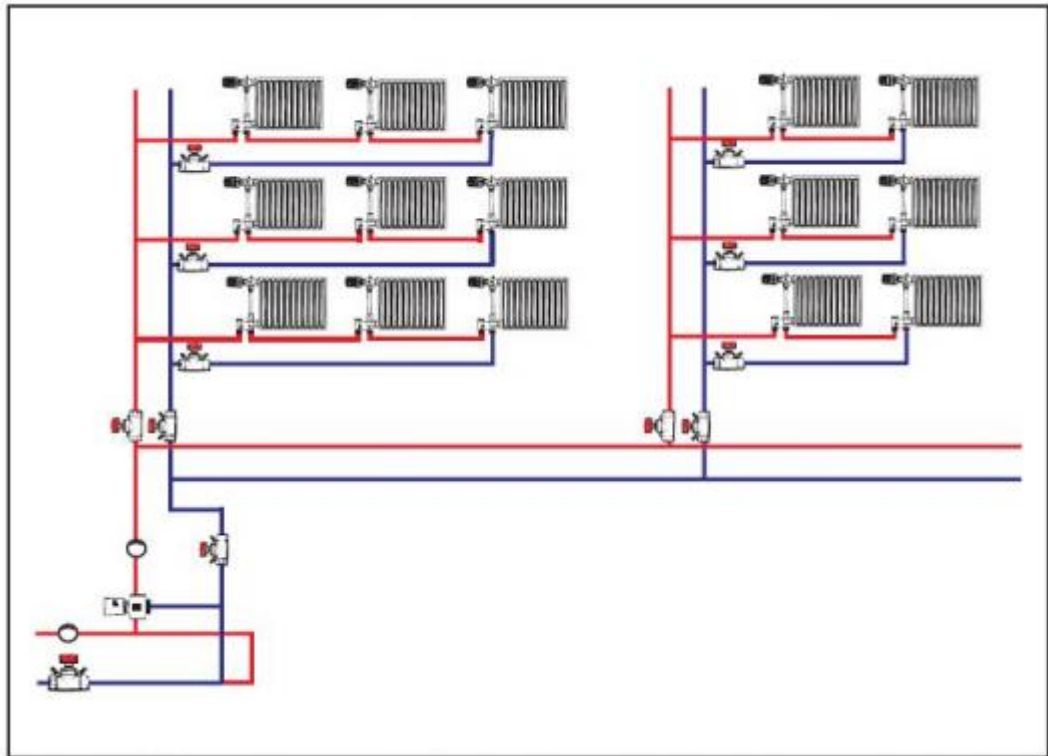


Рисунок 1.4 – Принципові схеми горизонтальної однотрубної системи водяного опалення з насосною циркуляцією теплоносія

Горизонтальні однотрубні системи можуть бути проточними без автоматичних повітровідвідників в опалювальних приладах, з обхідними ділянками, з редуційною вставкою, із плінтусним розведенням труб і з підвіконним розведенням труб. Горизонтальні гілка системи можуть одержувати воду або від джерела тепла, або зі стояків, що прокладаються вертикально.

1.2 Вимоги до систем опалення

Вимоги змін СНіП 2.04.05-91, СНіП 2.04.01-85, про по квартирний облік і регулюванні витрати тепла, газу, холодного і гарячого водопостачання, обумовлюють розгляд, як первинний елемент системи квартиру в цілому, а не окремий опалювальний або санітарний прилад. Системи водяного опалення з по квартирною розводкою слід розглядати в якості пріоритетних без обмежень по архітектурно-конструктивних особливостях будинку і кліматичним умовам району забудови. При наявності надійного джерела електропостачання або з індивідуальним (дублюючим) електрогенератором системи квартирною водяного опалення слід передбачати з насосним спонуканням циркуляції. При відсутності надійного електропостачання квартирні системи водяного опалення слід проектувати із природнім спонуканням. У цьому випадку слід передбачати однотрубні вертикальні системи опалення з верхньою розводкою падаючої магістралі.

Розрахункова температура теплоносія в падаючому трубопроводі системи опалення ухвалюється не вище 95 °С, на виході із системи опалення, як правило, не нижче 60 °С – для систем із природною циркуляцією і не вище 80 °С - з механічним спонуканням. У якості опалювальних приладів рекомендується використовувати радіатори або конвектори різних конструкцій, що мають сертифікат відповідності. При цьому:

- повна висота опалювального приладу повинна бути менше відстані від чистої підлоги до низу підвіконної дошки (або низу віконного прорізу при її відсутності) на величину не менш 110 мм;
- довжина опалювального приладу повинна бути 0,9-0,5 від ширини віконних прорізів опалювальних приміщень;
- опалювальний прилад повинен бути зручний в експлуатації і, у першу чергу, доступний для очищення від пилу.

При різноманітності архітектурно-конструктивних рішень окремих опалювальних приміщень будинку (наприклад, наявність зимового саду, басейну та ін.) допускається використання в одній системі опалення опалювальних приладів різних типів. На підводці до опалювального приладу слід передбачати установку термостата або ручного регулювального крана. Установка в опалювальних приладах систем опалення з механічним спонуканням у якості регулюючої арматур автоматичних терморегуляторів (термостатів) є кращою і вирішується в технічному завданні замовника.

Розміщення запірної і спускової арматур повинне забезпечувати можливість відключення і спорожнювання системи і її окремих частин.

До насосів квартирних систем водяного опалення з механічним спонуканням пред'являються наступні основні вимоги:

- надійність в експлуатації;
- акустичні характеристики, що забезпечують у приміщеннях рівень звукового тиску відповідно до вимог нормативних документів;
- простору в монтажі і експлуатації.

Як правило, слід застосовувати малошумні без фундаментні насоси, вмонтовані безпосередньо на трубопроводі із числом обертів не більш 1450 об/хв. У системах опалення з механічним спонуканням слід передбачати установку двох насосів (робочого і резервного). Допускається установка одного насоса при зберіганні резервного на складі з можливістю заміни насоса, який вийшов з ладу, протягом не більше 3 годин.

Повітря із системи опалення з верхнім розведенням слід видаляти за допомогою проточних повітрозбірників або в системах із природнім спонуканням – розширювальних посудин, розташовуваних у верхній її частині. У системах опалення з нижньою розводкою магістралей для видалення повітря передбачається установка повітровипускних кранів на опалювальних приладах верхніх поверхів (у горизонтальних системах - на кожному опалювальному приладі).

У системах опалення з механічним спонуканням замість відкритої розширювальної посудини рекомендується використовувати розширювальний бак мембранного типу, розташований, як правило, у тому ж приміщенні, що й генератор теплоти (котел).

Спорожнювання систем водяного опалення або їх частин допускається тільки для виробництва ремонтних робіт. Час від спорожнювання до наповнення системи повинен бути мінімальним. Опалювальні прилади повинні бути легко доступні для збирання. При водяному опаленні температура поверхні опалювальних приладів не повинна перевищувати 90 °С. Для приладів з температурою поверхні, що нагрівається, більше 75 °С необхідно передбачати захисні огороження.

Приміщення перших поверхів будинків, розташованих в І кліматичній зоні, повинні мати системи опалення для рівномірного прогріву поверхні підлог. Системи водяного опалення слід розглядати в якості пріоритетних, однак у зв'язку зі зростанням вартості енергетичних ресурсів джерела енергії. Для них будуть комбінуватися з альтернативними і поновлюваними, що приведе до роботи системи опалення в інших (більш низьких) температурних режимах. Такий перехід зажадає збільшення площі опалювальних приладів і збільшення витрати теплоносія.

1.3 Основні конструктивні елементи систем водяного опалення

1.3.1 Трубопроводи

У цей час замість сталевих (чорних і оцинкованих) труб, що традиційно використовувалися в системах опалення і гарячого водопостачання, широко використовуються мідні і полімерні труби.

Гідравлічний опір систем, змонтованих із цих труб значно менше, що дозволяє збільшити швидкість руху теплоносія, тобто забезпечити більшу пропускну здатність при однаковому перетині труби.

Для компенсації лінійних подовжень трубопроводів застосовуються П-подібні компенсатори.

1.3.2 Запірна арматура

Номенклатура запірної арматури для сучасних систем опалення і гарячого водопостачання досить велика і містить у собі, крім засувок, що традиційно застосовувалися раніше, вентилів і пробкових кранів, широкий спектр кульових кранів, а також поворотних кранів і дискових затворів. Арматура повинна вибиратися з урахуванням відповідності її параметрів максимально можливим граничним значенням температури і тиску в системі. Береться також до уваги і інші критерії вибору: габарити, зручність обслуговування, естетика, вартість, гідравлічний опір, надійність і довговічність. Запірний вентиль зображено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Вентиль запірний фланцевий Штремакс

Гідравлічний опір арматури слід визначати з урахуванням характеристик обраного типу, надаваних виготовлювачем. При відсутності таких даних доводиться задовольняти приблизними довідковими значеннями.

1.3.3 Балансувальні вентилі

Вентилі, що мають видимі пристрої для визначення положення запірного клапана, вираженого в числах обертів маховика, і в яких для

кожного положення визначені характеристики опору, називаються балансувальними. (див рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Вентиль балансувальний

Балансувальні вентилі застосовуються:

- для гідравлічного ув'язування паралельних циркуляційних контурів у проектах систем опалення і гарячого водопостачання;
- для створення фіксованого гідравлічного опору, що дозволяє створити необхідний перепад тиску перед терморегуляторами, тобто забезпечити регулювання тепловіддачі опалювальних приладів для підтримки заданої температури в приміщенні;
- для визначення фактичних витрат води на тих ділянках трубопроводної системи, на яких установлені вентилі.

Основним критерієм вибору типорозміру балансувального вентиля і ступені його відкриття є значення K_v , наведені в каталогах для кожного положення маховика, яке звичайно виражається в числі його обертів від повного закриття.

Необхідна величина K_v , $m^3/год$, клапана обчислюється за формулою

$$K_v = 10 \cdot G \cdot (\Delta P)^{-0,5}; \quad (1.1)$$

де: G - витрата води, $m^3/год$;

ΔP - втрата тиску в клапані, kPa .

Для визначення фактичної витрати води через встановлений на трубопроводі балансувальний вентиль користуються перетвореною формулою, м³/год

$$G = 0,1 \cdot K_v \cdot (\Delta P) \cdot 0,5. \quad (1.2)$$

Для визначення витрати води потрібно виміряти різницю тисків ΔP , кПа, до і після вентиля, знайти в каталозі значення K_v при відомому числі обертів маховика і виконати обчислення за формулою.

Для можливості обчислення витрат води виробники балансувальних вентилів випускають їх у модифікаціях з патрубками для приєднання датчиків тиску або імпульсних трубок вимірювальних комп'ютерів, останні дозволяють одержати дані по витраті теплоносія. (див рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Вимірювальний комп'ютер Герц

Ручні балансувальні вентиля добре справляються з гідравлічним ув'язуванням тільки при постійних витратах води в стояках. При установці РТК потрібно виходити з можливості зменшення витрати води в режимі, коли частина клапанів закритється. В цьому випадку при фіксованому положенні маховика балансувального вентиля перепад тиску на інших термостатичних клапанах даного циркуляційного кільця, може збільшитися, що в деяких випадках викликає виникнення шуму.

Щоб уникнути цього, при проектуванні сучасних опалювальних систем використовують автоматичні регулятори витрати і регулятори перепаду тиску.

Регулятори витрати прямої дії працюють за принципом підтримки постійної величини перепаду тиску на вбудованому в регулятор або виносному фіксованому дроселі.

Регулятори перепаду тиску прямої дії працюють за принципом підтримки постійної величини перепаду тиску в стояку. (див. рис. 1.8 та 1.9).

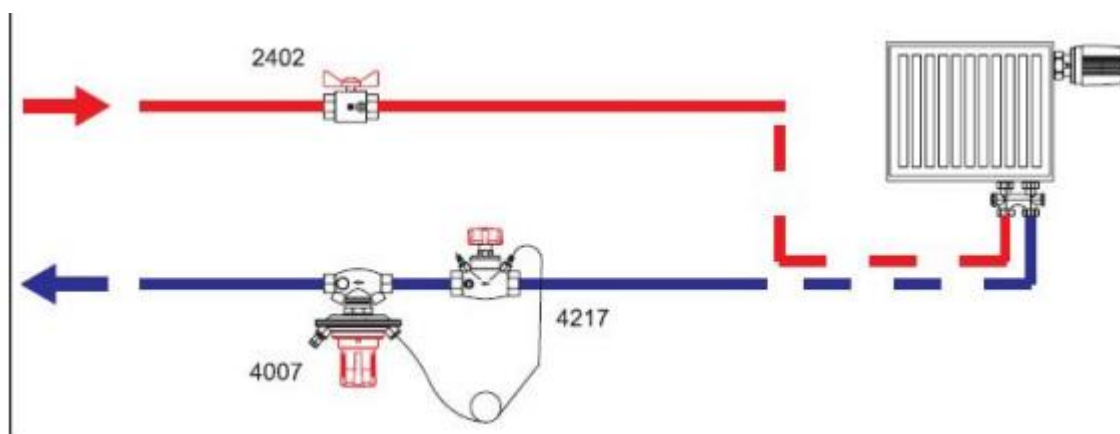


Рисунок 1.8 - Підтримка постійної величини перепаду тиску в системах, обладнаних термостатами з попереднім гідравлічним налаштуванням

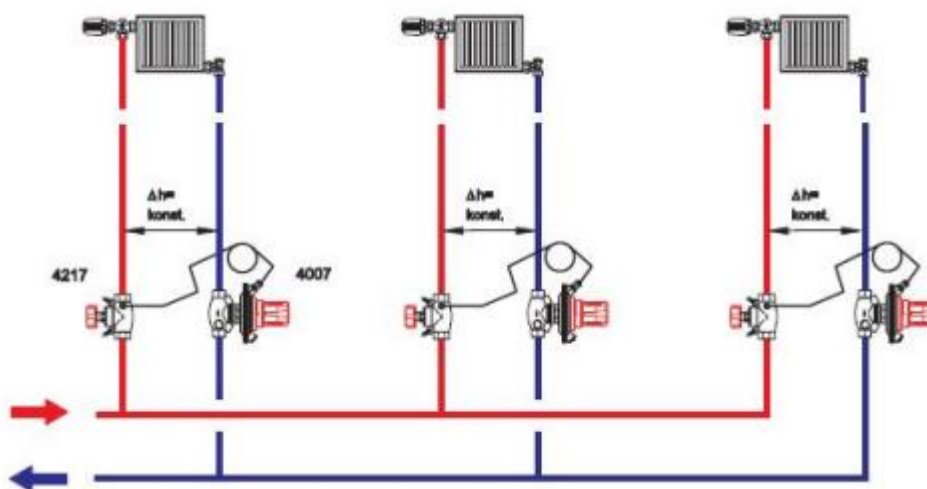


Рисунок 1.9 - Інсталяційний комплект 4500 для регулятора перепаду тиску Герц 4007

Розташування на стояках приладів автоматики, які потребують у періодичнім обслуговуванні, вимагає відповідного рівня експлуатації опалювальних систем.

1.3.4 Опалювальні прилади

Опалювальним приладом називають пристрій, призначений для передачі тепла від теплоносія до повітря огорожуваних конструкцій опалювального приміщення.

Опалювальний прилад є елементом санітарно-технічного обладнання будинків будь-якого цільового призначення, тому при виборі його виду, необхідно враховувати ряд вимог, по яких проводиться порівняння конструктивних розв'язків і аналізується ступінь досконалості.

Теплотехнічні вимоги. Опалювальний прилад повинен мати максимально високий коефіцієнт теплопередачі, тобто забезпечувати найбільшу густину теплового потоку.

Техніко-економічні вимоги. Опалювальний прилад повинен мати найменшу собівартість виготовлення, віднесена до 1 кВт тепла, що віддається приміщенню.

Санітарно-гігієнічні вимоги. Температура тепловіддаючої поверхні опалювального приладу повинна відповідати вимогам санітарно-гігієнічних норм. Необхідно передбачати відкриту установку опалювальних приладів у приміщеннях і забезпечити вільний доступ для видалення пилу з корпусу приладу, огорожуваних конструкцій за ним.

Архітектурно-будівельні вимоги, форма, розміри і колір опалювального приладу повинна відповідати інтер'єру приміщення, а сам він не повинен займати корисну площу.

Монтажно-експлуатаційні вимоги. Приєднання опалювального приладу до системи опалення повинне бути простим, без зайвих фасонних з'єднань і забезпечувати максимальну механізацію робіт при монтажі. Опалювальний

прилад повинен реагувати на автоматику керування тепловіддачею при установці терморегулятора і автоматичних регуляторів на стояках системи опалення.

Тепло з поверхні опалювального приладу передається в навколишнє середовище конвекцією і випромінюванням. Перевага того або іншого виду тепловіддачі залежить від конструктивних особливостей і форми поверхні приладу.

Прилади, що передають більш 50% сумарного теплового потоку тепла випромінюванням.

Стельові керамічні газові випромінювачі інфрачервоного випромінювання, настінні і стельові електроопалювальні панелі на основі вугільного композита, стельові опалювальні панелі.

По матеріалу, з якого виготовляються опалювальні прилади, їх можна розділити на три групи:

- металеві (сталеві, чавунні, алюмінієві, біметалічні, що складаються із двох видів металу);
- неметалічні (кераміка, полімерні матеріали, композиційні суміші);
- комбіновані (пластик-бетон, метал-бетон, метал-кераміка).

1.4 Види опалювальних приладів

Опалювальні прилади із гладких сталевих труб.

Даний вид опалювальних приладів може мати вигляд у формі змійовика, або реєстру.

Опалювальні прилади із гладких труб витримують високий тиск теплоносія (10...15) бар, задовольняють санітарно-гігієнічним і теплотехнічним вимогам, однак не задовольняють архітектурно-будівельним і

експлуатаційним вимогам, що не дозволяє використовувати їх у системах опалення з терморегуляторами.

Чавунний секційний радіатор. Конструктивно являє собою окремі секції, відлиті із чавуну, з'єднані між собою ніпелями, що мають праву і ліву зовнішню різьбу (див. рис. 1.10).

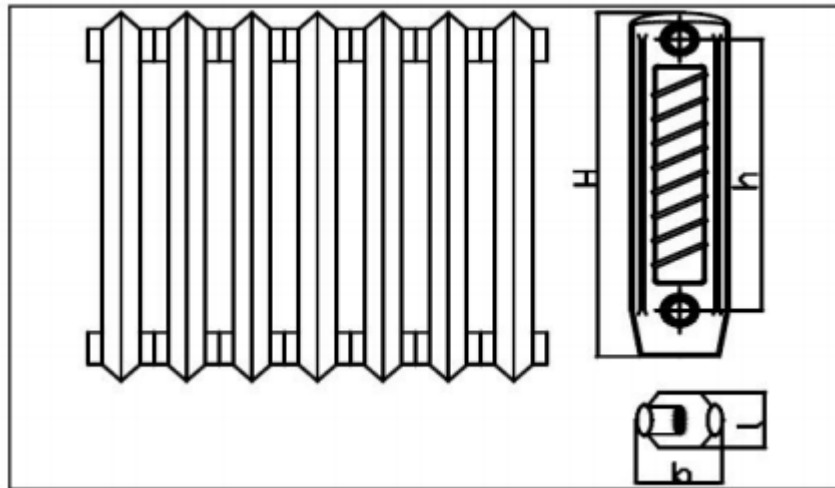


Рисунок 1.10 - Чавунний радіатор

Для ущільнення стиків між секціями застосовують ущільнювачі. При теплоносії до 100 °С ущільнювачем при складанні секцій є прокладки з термостійкої гуми або ганчіркового картону, просоченого оліфою, а при теплоносії з температурою більш 100 °С застосовують прокладки з пароніту або клінгериту.

Чавунні секційні радіатори приблизно 30 % загального теплового потоку віддають випромінюванням, а 70 % - конвекцією. Максимальний робочий тиск для чавунного секційного радіатора рівно 6 бар. Даний вид приладів надійний в експлуатації, практично не зазнає корозії і утворення накипу на внутрішніх стінках секцій.

Сталевий конвектор - опалювальний прилад, що передає зі своєї поверхні в приміщення (90...95) % тепла за рахунок конвекції. Конструктивно складається з елемента, що гріє, у вигляді сталевих труб з насадженими на них пластинами орєбрєння. Існує два типи конвекторів: з відкритими елементами

і закритими. При використанні труб з умовним діаметром для проходу теплоносія 15 мм, крок оребрення становить (5...7) мм, а при умовному діаметрі 20 мм – (5...10) мм. Конвектори випускаються двох типів: настінні, що навішуються на стіну, і напольні, установлювані на підлозі опалювального приміщення. (див. рис. 1.11 - 1.13).

Обидва типи конвекторів можуть бути прохідними (для послідовного з'єднання один з одним) і кінцевими. Максимальний робочий тиск конвекторів - 10 бар.



Рисунок 1.11 - Загальний вид конвекторів «Сантехпром Авто» і «Сантехпром АвтоС» з терморегулятором Герц

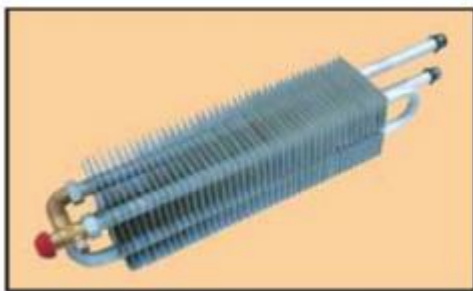


Рисунок 1.12 - Опалювальний елемент середньої глибини для конвектора «Сантехпром Авто-С» з термостатичним клапаном Герц-Універсал для двотрубною системою опалення



Рисунок 1.13 - Панельний радіатор з терморегулюючим вузлом нижнього підключення Герц 3000

Панельні радіатори конструктивно являють собою опалювальні прилади реєстрового типу (з горизонтальними колекторами вгорі і унизу кожної панелі, з'єднані вертикальними каналами-колонками), широкого діапазону габаритних розмірів і густини теплового потоку (від 1 до 3 гладких або оребрених панелей на корпусі). Виготовляються два види приладів: традиційні профільні радіатори з бічним розташуванням сполучних патрубків до труб системи опалення і прилади із вбудованим (або без) у верхній колектор термостатом і патрубками для нижнього приєднання трубопроводів. Максимальний робочий тиск панельних радіаторів 10 бар.

Гладко трубний радіатор. Виготовляється або у вигляді сталевого реєстру, що застосовується у ванних кімнатах, душових і допоміжних приміщеннях будинків, або у вигляді плоско трубного радіатора, що представляє собою окремі секції, з'єднані між собою, що і мають різну кількість з'єднаних труб. Теплова напруга гладко трубних радіаторів коливається в діапазоні (0,7...1,5) Вт/(кг·К). Водоемкість секцій мала, що обумовлює їхню малу інерційність.

Гладко трубний радіатор відрізняється від інших типів радіаторів і конвекторів кращими санітарно-гігієнічними показниками, тому що легко

очищається від пилу. Товщина труб радіатора приблизно становить 1,5 мм, тому їх застосовують із такими ж обмеженнями, що і сталеві штамповані радіатори.

Тепла підлога - найбільш комфортний, але і найбільш дорогий елемент системи опалення. Розподіл температури повітря по висоті приміщення при використанні елемента системи опалення «Тепла підлога» близько до ідеального - на рівні підлоги тепло, а на рівні робочої зони (2 м від підлоги) комфортна

Практично відсутній конвективний перенос пилу в приміщенні, тому що температура підлоги в приміщенні підтримується в межах (25...26) °С .

Конструктивно «тепла підлога» складається з наступних складових конструкції перекриття, на яку укладається теплова ізоляція, укрита гідроізоляцією, яка запобігає замочуванню утеплювача і стін у випадку розгерметизації трубопроводу, по яким рухається теплоносій. Крайова демпферна стрічка забезпечує компенсацію температурних розширень.

2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

2.1 Характеристика багатоквартирного будинку у м. Запоріжжя

2.1.1 Кліматологічні дані району забудови

Кліматологічні дані м. Запоріжжя.

Розрахункові дані приймаємо згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010

«Будівельна кліматологія»:

- площа об'єкту теплопостачання 1561,95 м²;
- об'єм об'єкту теплопостачання 4261,3 м³;
- температура в теплий період 26 °С;
- температура в холодний період -21°С;
- тривалість опалювального періоду 166 діб;
- середня температура найбільш холодного періоду -3,5 °С;
- середня відносна вологість повітря, %:
 - 1) в теплий період 65;
 - 2) в холодній період 85;
- вітер західний, швидкість 2,7 м/с.

2.1.2 Характеристика огороджувальних конструкцій та приміщень будівлі

Будівля представляє собою багатоквартирну будівлю. Загальна площа – 1561,95 м².

Приміщення будівлі представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Приміщення будівлі

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
1	2	3
101	Кімната	17,39
102	Кімната	12,86
103	Кімната	18,40
104	Кімната	15,41
105	Кухня з вікном	8,64
106	Кухня з вікном	8,64
107	Кімната	11,53
108	Кімната	18,14
109	Кухня з вікном	8,64
110	Кімната	12,83
111	Кімната	12,51
112	Кімната	19,13
113	Кімната	17,70
114	Кімната	11,18
115	Кімната	11,47
116	Кухня з вікном	7,55
117	Кімната	16,63
118	Кімната	10,36
119	Кухня з вікном	7,50
120	Сходи	15,84
121	Підсобне приміщення з вікном	10,73
122	Кімната	14,18
123	Кухня з вікном	7,36
124	Кухня з вікном	10,28

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
125	Коридор	5,76
126	Коридор	35,69
201	Кімната	17,39
202	Кімната	12,86
203	Кімната	18,40
204	Кімната	15,41
205	Кухня з вікном	8,64
206	Кухня з вікном	8,64
207	Кімната	11,53
208	Кімната	18,14
209	Кухня з вікном	8,64
210	Кімната	12,83
211	Кімната	12,51
212	Кімната	19,13
213	Кімната	17,70
214	Кімната	11,18
215	Кімната	11,47
216	Кухня з вікном	7,55
217	Кімната	16,63
218	Кімната	10,36
219	Кухня з вікном	7,50
220	Сходи	47,53
221	Кімната	16,71
222	Кімната	10,36
223	Кухня з вікном	7,36
224	Кухня з вікном	10,28
225	Коридор	5,76

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
226	Коридор	35,69
301	Кімната	17,39
302	Кімната	12,86
303	Кімната	18,40
304	Кімната	15,41
305	Кухня з вікном	8,64
306	Кухня з вікном	8,64
307	Кімната	11,53
308	Кімната	18,14
309	Кухня з вікном	8,64
310	Кімната	12,83
311	Кімната	12,51
312	Кімната	19,13
313	Кімната	17,70
314	Кімната	11,18
315	Кімната	11,47
316	Кухня з вікном	7,55
317	Кімната	16,63
318	Кімната	10,36
319	Кухня з вікном	7,50
321	Кімната	16,71
322	Кімната	10,36
323	Кухня з вікном	7,36
324	Кухня з вікном	10,28
325	Коридор	5,76
326	Коридор	35,69
401	Кімната	17,39

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
402	Кімната	12,86
403	Кімната	18,40
404	Кімната	15,41
405	Кухня з вікном	8,64
406	Кухня з вікном	8,64
407	Кімната	11,53
408	Кімната	18,14
409	Кухня з вікном	8,64
410	Кімната	12,83
411	Кімната	12,51
412	Кімната	19,13
413	Кімната	17,70
414	Кімната	11,18
415	Кімната	11,47
416	Кухня з вікном	7,55
417	Кімната	16,63
418	Кімната	10,36
419	Кухня з вікном	7,50
421	Кімната	16,71
422	Кімната	10,36
423	Кухня з вікном	7,36
424	Кухня з вікном	10,28
425	Коридор	5,76
426	Коридор	35,69
501	Кімната	17,39
502	Кімната	12,86
503	Кімната	18,40

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
504	Кімната	15,41
505	Кухня з вікном	8,64
506	Кухня з вікном	8,64
507	Кімната	11,53
508	Кімната	18,14
509	Кухня з вікном	8,64
510	Кімната	12,83
511	Кімната	12,51
512	Кімната	19,13
513	Кімната	17,70
514	Кімната	11,18
515	Кімната	11,47
516	Кухня з вікном	7,55
517	Кімната	16,63
518	Кімната	10,36
519	Кухня з вікном	7,50
520	Кімната	15,84
521	Кімната	16,71
522	Кімната	10,36
523	Кухня з вікном	7,36
524	Кухня з вікном	10,28
525	Коридор	5,76
526	Коридор	35,69
Разом:		1561,95

Зовнішні стіни будівлі виконана із блоків газобетону товщиною 0,2 м на клейовому розчині поверх якої шар штукатурки цементно-ізвесткова

товщиною 0,015 м. Теплоізоляційний шар з мінеральної вати на основі базальтового волокна 0,1 м. Зовні шар штукатурки цементно-ізвесткова товщиною 0,015 м (див. рис. 2.1).

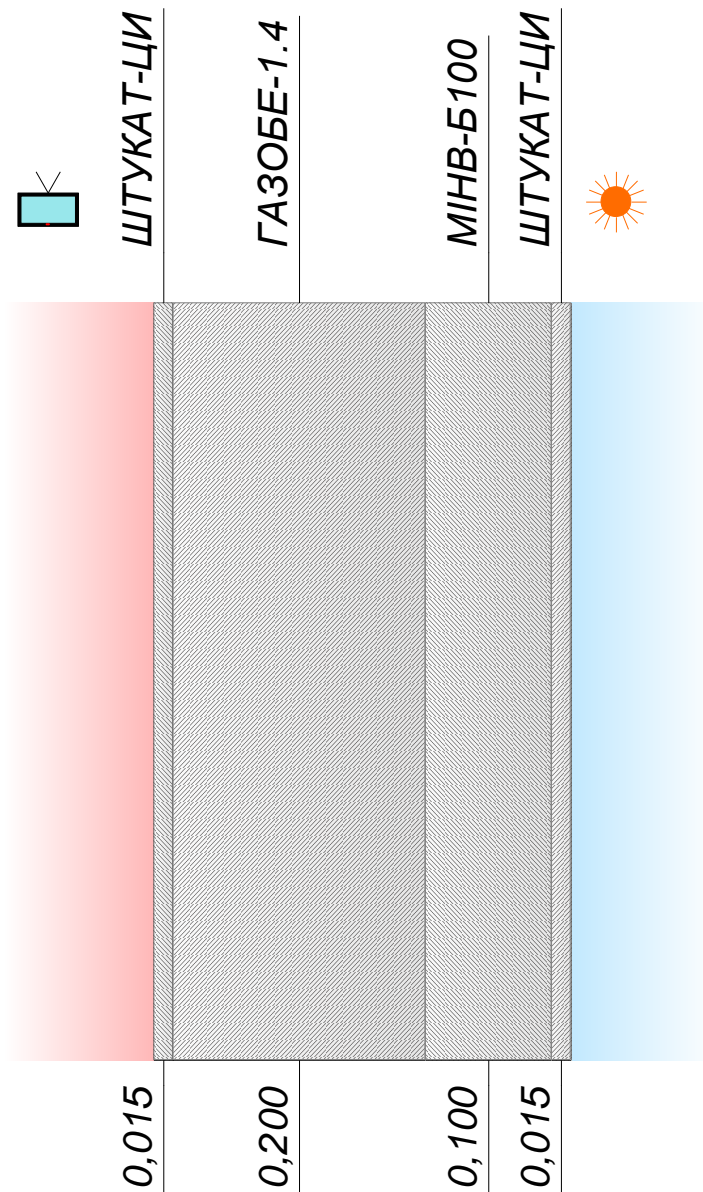


Рисунок 2.1 – Матеріали зовнішньої стіни та їх товщини

Теплоізоляційний шар з мінеральної вати на основі базальтового волокна. Основні характеристики теплоізоляційного матеріалу:

- коефіцієнт теплопровідності (0,044...0,048) Вт/(м²·К);
- щільність (100) кг/м³;
- діапазон робочих температур від -60 °С до +150 °С;
- коефіцієнт паропроникності 0,045 мг/(м·год·Па).

Внутрішні несучі стіни виконані з цегли товщиною 0,2 м і з обох сторін штукатурена.

Підлога по ґрунту для неопалювального підвалу виконана з залізобетону товщиною 0,2 м, стяжки з цементно-піщаного розчину товщиною 0,04 м (див. рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Матеріали підлоги по ґрунту для неопалювального підвалу

Підлога для першого поверху над неопалювальним підвалом виконана з залізобетону товщиною 0,2 м, утеплювача з мінеральної вати на основі базальтового волокна 0,15 м, стяжки з цементно-піщаного розчину товщиною 0,01 м (див. рис. 2.3).

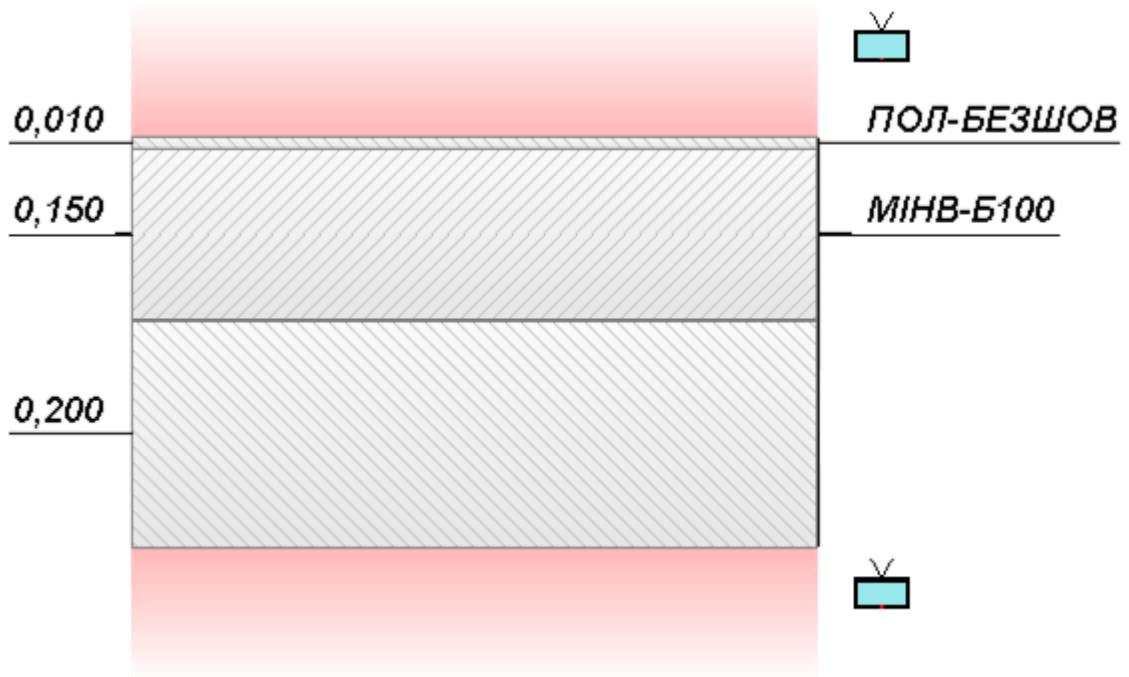


Рисунок 2.3 – Матеріали підлоги для першого поверху над неопалювальним підвалом

Перекриття між першим та другим поверхами виконано з тих самих матеріалів що і підлога по ґрунту для неопалювального підвалу.

Перекриття під неопалювальним горищем виконано з залізобетону товщиною 0,2 м, утеплювача з мінеральної вати на основі базальтового волокна 0,2 м та стяжки з цементно-піщаного розчину товщиною 0,01 м (див. рис. 2.4).

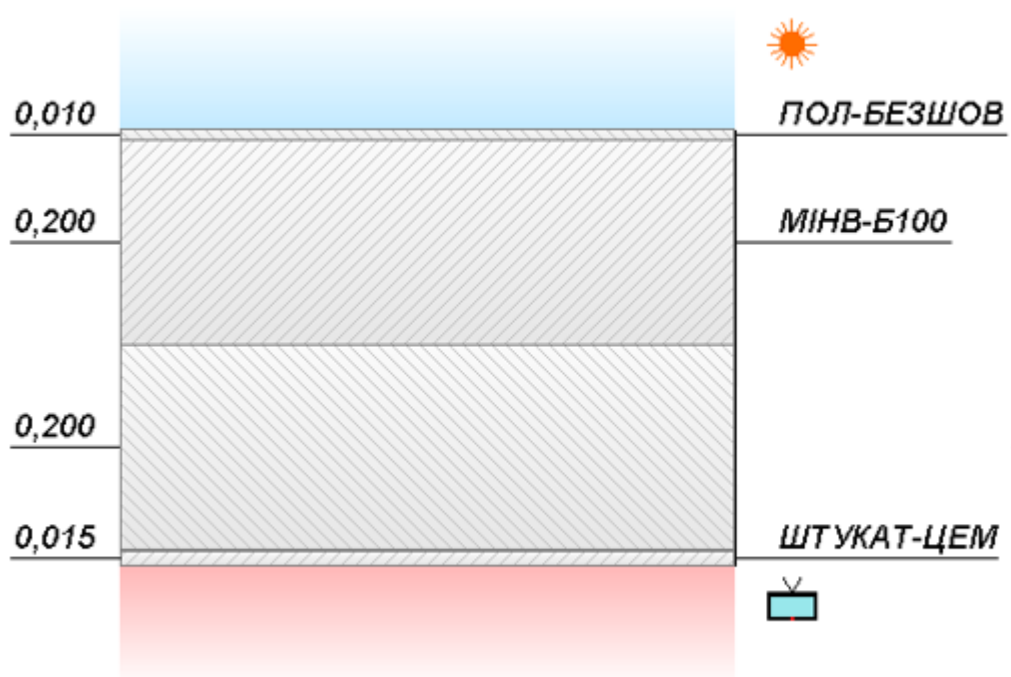


Рисунок 2.4 – Матеріали перекриття над неопалювальним горищем та їх товщини

Усі теплофізичні характеристики будівельних матеріалів які використовувались в конструкціях будівлі зведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахункові теплофізичні характеристики будівельних матеріалів

Назва матеріалу	Коефіцієнт теплопровідності λ_p , Вт/(м·К)	Густина ρ_0 , кг/м ³	Питома теплоємність c_0 , кДж/(кг·К)	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)
Залізобетон	1,7	2500	0,84	0,03
штукатурка цементно-івесткова	0,82	1850	0,84	0,045
Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	0,044	100	0,84	0,47
Газобетоні блоки	0,582	1400	1	0,075
Кладка з цегли штукатурена з обох сторін	0,52	1150	0,88	0,15
стяжка з цементно-піщаного розчину	0,52	1300	0,84	0,115

2.2 Система опалення багатоквартирного будинку

Система опалення – це комплекс конструкційних елементів, які призначені для отримання, перенесення і передавання необхідної кількості тепла у всі приміщення, які необхідно нагрівати.

Системи опалення поділяються на місцеві та центральні.

Місцеві системи – для опалення приміщень всі 3 елементи конструктивно об'єднані в одній установці, в якій відбувається отримання, перенесення і передавання тепла в приміщення.

Центральні системи – призначені для опалення від єдиного теплового центру. Теплообмінник і прилади таких систем опалення відділені один від одного. Теплоносій нагрівається в теплообміннику, який знаходиться в тепловому центрі, переміщається в теплопроводах в окремі приміщення і передавши тепло через опалювальні прилади повертається в тепловий центр.

Опалення багатоквартирного будинку буде здійснено за допомогою центральної системи.

2.2.1 Опалювальні прилади

Для опалення багатоквартирного будинку були обрані опалювальні прилади секційні алюмінієвий AQUAPEX Orion.

Алюмінієві радіатори мають найбільш високу теплопровідність. Легкі за вагою, витримують високий тиск, мають гарний і естетичний зовнішній вигляд. Але, в той же час, алюмінієві екземпляри дуже чутливі до корозії від води під час експлуатації. Більше того, при зіткненні з водою виділяється водень, тому його необхідно відводити за допомогою відводу повітря. В іншому випадку, радіатор може дуже сильно пошкодитися. Виробники рекомендують стежити за кислотністю алюмінієвих виробів, щоб вона не перевищувала $pH = 7-8$. Але для міської мережі це стає нереальним. На ринку, в основному, присутні 3 види алюмінієвих радіаторів: суцільні (зовні являють собою профілі, з'єднані зварюванням), секційні алюмінієві

(секції регулюють розміри, можуть взаємо замінюватись у разі пошкодження), комбіновані («суміш» з вище перерахованих видів). Ціна алюмінієвого радіатора залежить від кількості секцій.

2.3 Теплотехнічний розрахунок для огороджувальних конструкцій

Термічний опір, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2} \quad , \quad (2.1)$$

де - $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – товщина шару матеріалів, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу відповідного шару конструкції, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

α_1, α_2 – коефіцієнти тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Знайдене значення R_0 порівнюємо з мінімальним значенням опору теплопередачі $R_{q\min}$ (Таблиця 2.3).

Коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$:

$$K_{з.с.} = \frac{1}{R_0} \quad (2.2)$$

Таблиця 2.3– Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків ($R_{q \min}$)

Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, ($\text{m}^2 \cdot \text{K}$)/Вт, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні стіни	3,3	2,8
Суміщені покриття	6,0	5,5
Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
Горищні перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
Зовнішні двері	0,6	0,5

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій було проведено за допомогою програми Audytor OZC 6.11 Pro.

Результати розрахунків програми зведено в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Термічний опір (R) та коефіцієнт теплопередачі (K) огорожувальних конструкцій

Назва конструкції	Термічний опір $R_0, (m^2 \cdot K)/W$	Коефіцієнт теплопередачі $K, W/(m^2 \cdot K)$
Зовнішня стінка	2,823	0,354
Підлога по ґрунту для неопалювального підвалу	1,497	0,668
Підлога для кімнат над неопалювальним підвалом	3,886	0,257
Перекриття під неопалювальним горищем	4,897	0,204
Вікна STEKO	0,73	1,37
Вхідні двері металеві з утепленням	0,8	1,25

2.4 Перевірка на вірогідність конденсації водяної пари

2.4.1 Перевірка на вірогідність конденсації водяної пари в товщі зовнішньої стіни

Окрім перевірки відсутності конденсації на внутрішніх поверхнях конструкцій, виконують розрахунок можливості конденсації в товщі огорожі. У товщі огорож допустима лише короткочасна конденсація.

Одна з основних вимог полягає в недопустимості регулярного накопичення вологи в матеріалі.

Через конструкцію відбувається дифузія водяної пари, пара дифундує з приміщення назовні, де пружність водяної пари (e) в повітрі взимку значно менше, ніж в повітрі приміщення. Якщо в окремих шарах або перетинах огорож пружність e опиниться вище за пружність повного насичення повітря E при відповідних температурах t , то станеться випадіння конденсату.

Зона конденсації визначається за характером розподілу парціального тиску водяної пари $e(x)$ і насиченої водяної пари $E(x)$ у товщі шарів огорожувальної конструкції.

За допомогою програми Audytor OZC 6.11 Pro було побудовано графік розподілу тиску в зовнішній стіні (див. рис. 2.5). На якому можемо побачити що конденсація пари в товщі зовнішньої стіни відсутня.

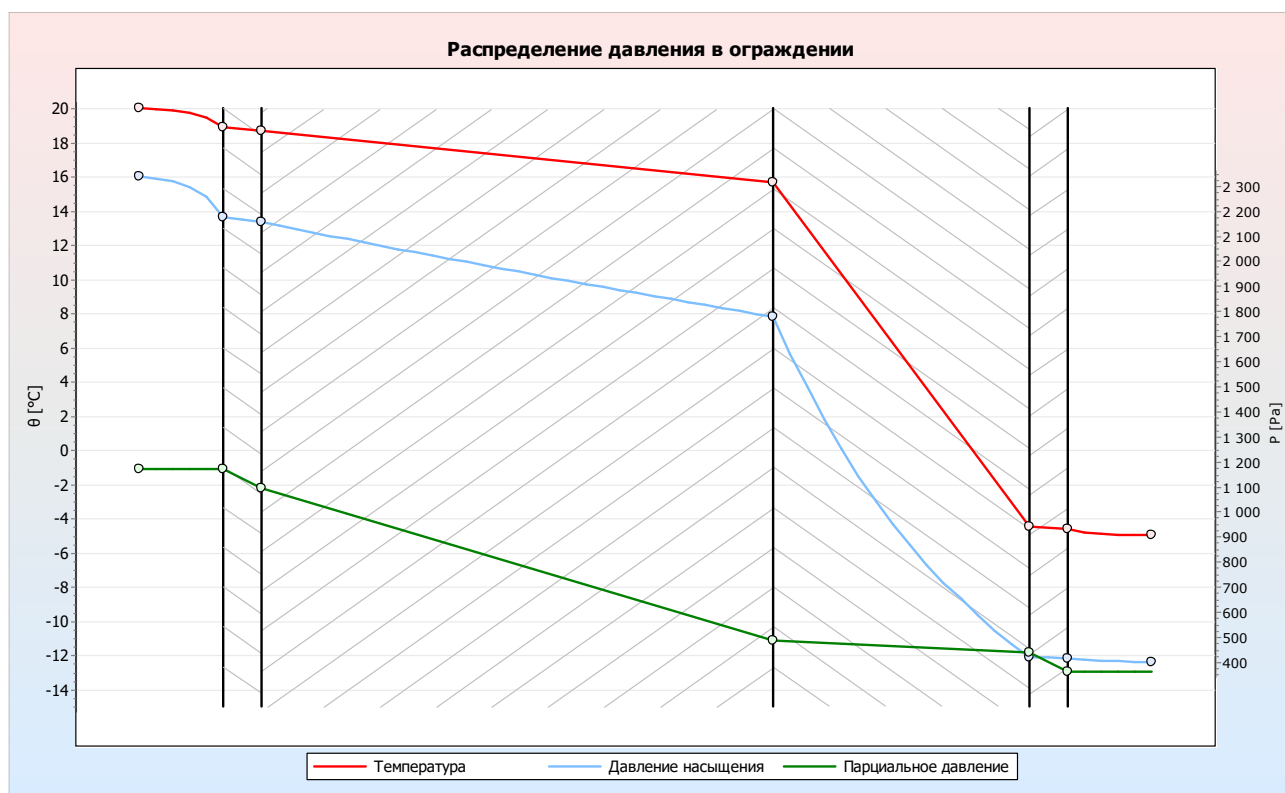


Рисунок 2.5 – Графік розподілу тиску в зовнішній стіні

2.4.2 Перевірка на вірогідність конденсації водяної пари в товщі перекриття під неопалювальним горищем.

На рисунку 2.6 зображений графік розподілу тиску в товщі перекриття під неопалювальним горищем.



Рисунок 2.6 - графік розподілу тиску в товщі перекриття під неопалювальним горищем

2.5 Розрахунок тепловтрат будівлі

Основні формули для розрахунку тепловтрат.

Основні тепловтрати приміщень складаються з втрат теплоти через окремі зовнішні конструкції, Вт

$$Q_{\text{осн}} = F \cdot k \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о.р.}}) \cdot n \quad , \quad (2.3)$$

де F - площа конструкції огорожі, через яку відбувається втрата теплоти, м²;

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

n - поправочний коефіцієнт, таблиця 2.3;

k - коефіцієнт теплопередачі конструкцій огорож, Вт/(м²·К).

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт n розміщення зовнішньої поверхні

Огороджувальні конструкції	Коефіцієнт n
Суміщені покриття (в тому числі ті, які вентилуються зовнішнім повітрям) и перекриття горищні (з покрівлею із штучних матеріалів)	1,0
Перекриття над холодними підвалами, які сполучаються з зовнішнім повітрям і перекриття горищні з покрівлею із рулонних матеріалів	0,9
Перекриття над неопалювальними підвалами із світовими прорізами в стінах	0,75
Перекриття над неопалювальними підвалами без світових прорізів в стінах, розміщених вище рівня землі	0,6
Перекриття над неопалювальними технічними підвалами без світових прорізів в стінах, розміщених нижче рівня землі	0,4

Повні тепловтрати, Вт

$$Q_{п} = Q_{осн} \cdot P \quad , \quad (2.4)$$

де P – множник, що враховує додаткові втрат, %

$$P = 1 + 0,01 \cdot \beta \quad , \quad (2.5)$$

де β - додаткові втрати, %.

Побутові тепловиділення (тепловий потік що регулярно поступає від освітлення, устаткування і людей), Вт

$$Q_T = 10 \cdot F \quad , \quad (2.6)$$

де F - площа підлоги приміщень.

Розрахунок втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що поступає в житлові приміщення шляхом інфільтрації, виконувати не потрібно.

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт

$$Q_B = 0,337 \cdot F \cdot h \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о.р}}), \quad (2.7)$$

де h – висота приміщення від підлоги до стелі, м (але не більше 3,5 м).

Втрати теплоти $Q_{\text{в}}$, на нагрівання зовнішнього повітря, проникаючого через вхідні зовнішні двері, що короткочасно відкриваються, в сходових клітках, Вт

$$Q_B = 0,7 \cdot V \cdot (H + 0,8 \cdot P) \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о.р}}), \quad (2.8)$$

де H – висота будівлі, м;

P - кількість людей, що знаходяться в будівлі, осіб;

V - коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів. (При одному тамбурі двоє дверей $V = 1$, при двох тамбурах $V = 0,6$).

Загальні втрати тепла підраховуються для всього приміщення, Вт

$$Q_{\text{заг}} = \Sigma Q_{\text{п}} + Q_B - Q_T \quad . \quad (2.9)$$

Розрахунок з використанням цих формул було проведено в програмі Audytor OZC 6.11 Pro.

Для розрахунку довелося в програмі ввести усі матеріали огорожувальних конструкцій, побудувати 3D модель будинку з використанням вже побудованих огорожувальних конструкцій, вказати зони кімнат, проставити нумерацію кімнат та вказати яка температура повинна бути в певній кімнаті. Після перевірки програми на правильність побудування 3D моделі, вона видала результат з тепловтратами кожної кімнати.

Результати розрахунку тепловтрат для кожної кімнати зображено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Тепловтрати в кожній кімнаті

№ кімнати	Внутрішня температура, °C	Втрати тепла, Вт
1	2	3
101	20,0	1005
102	20,0	575
103	20,0	849
104	20,0	708
105	20,0	782
106	20,0	781
107	20,0	528
108	20,0	837
109	20,0	782
110	20,0	563
111	20,0	557
112	20,0	1119
113	20,0	1089

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
114	20,0	523
115	20,0	528
116	20,0	716
117	20,0	799
118	20,0	499
119	20,0	873
120	8,0	543
121	16,0	572
122	20,0	817
123	20,0	705
124	20,0	1180
125	20,0	282
126	12,8	0
201	20,0	866
202	20,0	477
203	20,0	686
204	20,0	577
205	20,0	713
206	20,0	713
207	20,0	440
208	20,0	677
209	20,0	713
210	20,0	463
211	20,0	458
212	20,0	955
213	20,0	936
214	20,0	434

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
215	20,0	439
216	20,0	654
217	20,0	649
218	20,0	419
219	20,0	812
220	8,0	975
221	20,0	1096
222	20,0	419
223	20,0	644
224	20,0	1087
225	20,0	223
226	13,8	0
301	20,0	866
302	20,0	477
303	20,0	680
304	20,0	574
305	20,0	713
306	20,0	713
307	20,0	440
308	20,0	671
309	20,0	713
310	20,0	463
311	20,0	458
312	20,0	954
313	20,0	935
314	20,0	434
315	20,0	439

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
316	20,0	654
317	20,0	643
318	20,0	419
319	20,0	812
321	20,0	983
322	20,0	419
323	20,0	644
324	20,0	1087
325	20,0	220
326	14,1	0
401	20,0	866
402	20,0	477
403	20,0	679
404	20,0	573
405	20,0	713
406	20,0	713
407	20,0	440
408	20,0	670
409	20,0	713
410	20,0	463
411	20,0	458
412	20,0	954
413	20,0	934
414	20,0	434
415	20,0	439
416	20,0	654
417	20,0	642

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
418	20,0	419
419	20,0	812
421	20,0	982
422	20,0	419
423	20,0	644
424	20,0	1087
425	20,0	220
426	14,1	0
501	20,0	935
502	20,0	525
503	20,0	752
504	20,0	634
505	20,0	720
506	20,0	720
507	20,0	483
508	20,0	743
509	20,0	720
510	20,0	511
511	20,0	506
512	20,0	1031
513	20,0	1006
514	20,0	477
515	20,0	482
516	20,0	661
517	20,0	708
518	20,0	458
519	20,0	658

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
520	20,0	1101
521	20,0	712
522	20,0	458
523	20,0	651
524	20,0	1100
525	20,0	247
526	14,0	0

2.6 Підбір котла

Загальні тепловтрати будинку складають 81,182 кВт. Котел потрібно брати з запасом 20%.

Був підібран котел газовий 1.100 SE 96 кВт, КОЛВИ EUROTHERM.

Характеристики котла:

- номінальна теплова потужність, кВт: 96;
- діапазон регулювання теплопродуктивності в контурі опалення, кВт: 30-96;
- коефіцієнт корисної дії, %: 92;
- максимальний / мінімальний витрата природного газу, нм³ / год: 3,3-11,2;
- робочий тиск газу, Па 2000;
- температура продуктів згоряння при номінальній потужності, не менше, °С: 130;
- діапазон регулювання температури води на виході з котла в режимі опалення, °С: 30-90;
- напруга / частота споживаного електричного струму, В / Гц: 220/50;
- максимальна споживана електропотужностей, не більше, Вт: 110 (60);
- розрядження / тиск в димоході за котлом, не менше, Па: 3;

- корегований рівень звукової потужності працюючого котла, не більше, дБА: 52;
- тиск води в системі опалення, бар: 0,5-3;
- габаритні розміри котла, не більше, глибина / ширина / висота, мм: 680x940x1125;
- діаметри приєднувальних патрубків: по газу - 1/2 », по воді системи опалення - 2»;
- діаметри приєднувальних патрубків для продуктів згоряння, мм: 210;
- ступінь електричного захисту по ГОСТ 14254-80: IP 40;
- маса котла, не більше, кг: 210.

Особливості:

- ККД – 92 %;
- запатентований теплообмінник з суцільнотягнутої безшовної сталеві труби;
- італійська газова автоматика і пальник з нержавіючої сталі;
- для роботи як у відкритій системі опалення з природною циркуляцією теплоносія, так і в закритій з циркуляційним насосом;
- сучасний дизайн і якість обшивки (порошкове фарбування);
- теплоізоляція теплообмінника (Німеччина);
- автоматика управління з розширеними функціями (Італія);
- мікропроцесорне управління потужністю;
- рідкокристалічний дисплей з індикацією режимів - керування циркуляційним насосом системи опалення та гарячого водопостачання швидкісного водонагрівача, а також триходовим клапаном або насосом при використанні ємнісного водонагрівача в системі гарячого водопостачання.

Конструкція котла представлена на рисунку 2.7.

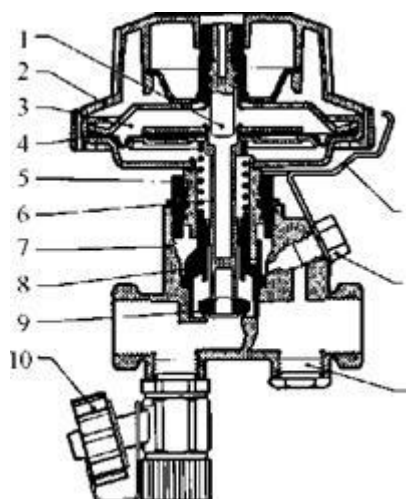


Рисунок 2.7 – Конструкція котла КОЛВИ EURO THERM 1.100 CE 96 кВт

2.7 Встановлення та налаштування автоматичного регулятора витрати

Розміщують регулятор на зворотному трубопроводі стояка або приладової гілки.

Автоматичний регулятор витрати відносять до класу регуляторів прямої дії. Вплив його вимірювального елемента на регулюючий елемент здійснюється безпосередньо, тобто без застосування додаткового джерела енергії (див. рис. 2.8).



1 - обмежувальний шпindel; 2 - рукоятка налаштування; 3 - мембранна коробка; 4 - регулююча мембрана; 5 - пружина налаштування; 6 - шток; 7 - корпус; 8 - дросель; 9 - затвор; 10 - спускний кран; 11 - заглушка; 12 - пробка; 13 - покажчик настройки

Рисунок 2.8 - Пристрій автоматичного регулятора витрати

Вимірювальним елементом регулятора є діафрагма (мембрана) 4. Вона сприймає імпульси тиску по обидва боки і зіставляє їх різницю із заданою величиною. При наявності неузгодженості тисків відбувається активація діафрагми, яка передається на затвор 9, підтримуючи втрати тиску на дроселі 8, рівні 15 кПа. Будь-які коливання тиску в системі моментально компенсуються переміщенням затвора клапана, не допускаючи перевищення витрат теплоносія через клапан. Імпульси тиску, що відбираються до регулюючого отвори і після нього, через внутрішні канали в регуляторі потрапляють в мембранну коробку 3 з різних сторін діафрагми 4. Налаштовують автоматичний регулятор обертанням рукоятки 2, виставляючи дросель в необхідне положення. Дросель має криволінійну щілину і по конструкції подібний дроселя терморегулятора (див. рис. 2.9). При налаштуванні 8 дросель повністю відкритий. Вибрані настройки фіксують натисканням штопорні пластинки і пломбують. Перекриття потоку теплоносія вручну здійснюють обертанням рукоятки 2 за годинниковою стрілкою до упору. При цьому переміщається шток 6 з затвором 9. В робочому режимі рукоятка 2 повернута проти

годинникової стрілки до упору. Положення настройки регулятора при ручному перекритті потоку теплоносія не збивається.

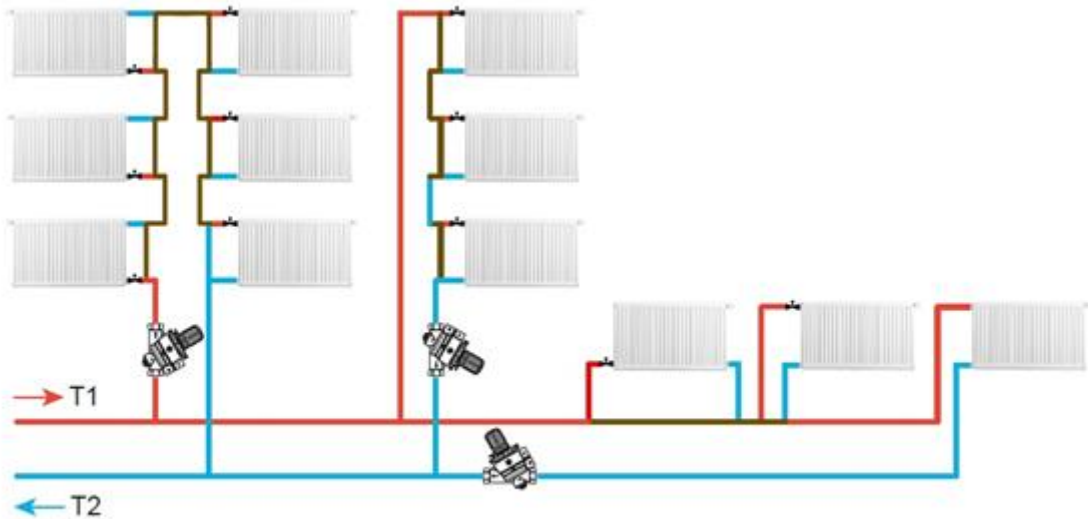
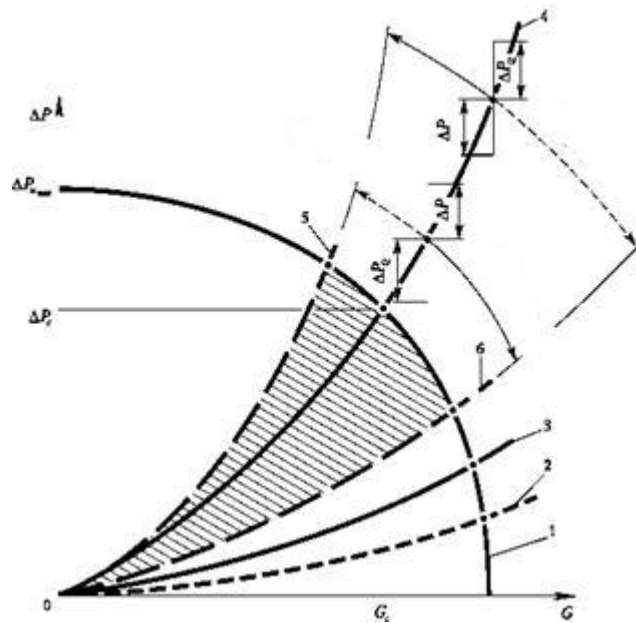


Рисунок 2.9 – Правильне встановлення автоматичного регулятора витрати

Регулятори підтримують постійну витрату теплоносія на стояках (приладових гілках) з терморегуляторами або без них. Взаємодія регуляторів з терморегуляторами показано на рисунку 2.10. При закриванні терморегуляторів зростає опір регульованої ділянки на ΔP . Характеристика регульованої ділянки 4 прагне зайняти положення 5. Але на клапані ASV-Q пропорційно зменшуються втрати тиску ΔP_0 , тобто $\Delta P_0 = \Delta P$. Така компенсація тиску залишає характеристику 4 на колишньому місці, т. к. автоматичний регулятор є складовою частиною регульованої ділянки. При відкриванні терморегулятора відбувається аналогічно протилежна робота. Таким чином, на регульованих ділянках окремо і в системі забезпечення мікроклімату в цілому витрата теплоносія G_c і перепад тиску ΔP_c залишаються постійними.



7 - характеристика насоса; 2 - характеристика регулирующей диланки без урахування втрат тиску в ASV-Q і терморегуляторах; 3 - те ж, з урахуванням втрат тиску в ASV-Q; 4 - характеристика регулирующей диланки в розрахунковому режимі і в робочому режимі при наявності ASV-Q; 5 і 6 - характеристики регулирующей диланки без ASV-Q відповідно при повністю закритих і повністю відкритих терморегуляторах

Рисунок 2.10 – Спільна робота регулятора витрати з терморегуляторами

За видаткової характеристики регулятора визначають втрати тиску. Для цього проводять горизонтальну лінію від значення витрати стояка (див. рис. 2.11) до перетину з видатковою характеристикою регулятора при налаштуванні 10. Потім проводять вертикальну лінію вниз або вгору в залежності від прийнятих одиниць вимірювання тиску. В результаті отримують втрати тиску.

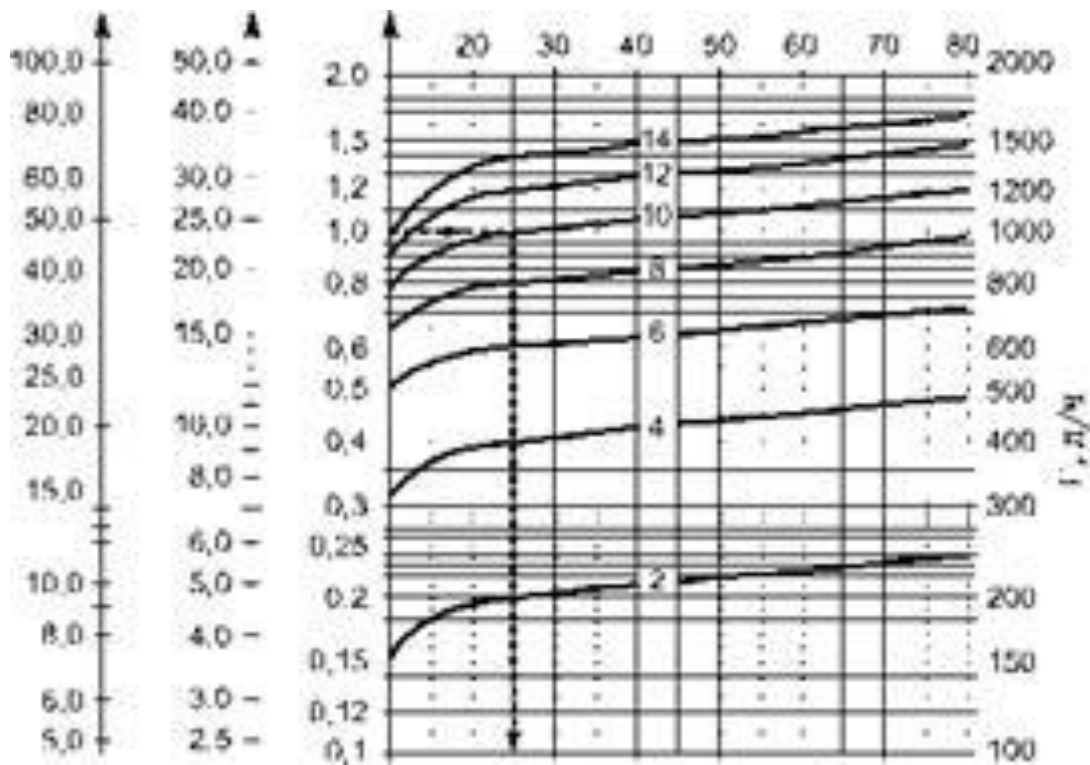


Рисунок 2.11 – Приклад визначення значення n гідравлічного налаштування по номограмі

2.8 Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок системи опалення котеджу був проведений за допомогою програми Audytor SET 7.2.

2.8.1 Перенесення даних з програми Audytor OZC.

Було перенесено усіх розрахункові данні, а саме:

- план кожного поверху будівлі;
- зони приміщень з запроєктованою температурою и розрахованими тепловтратами.

План першого і другого поверху зображено на рисунках 2.12 та 2.13.

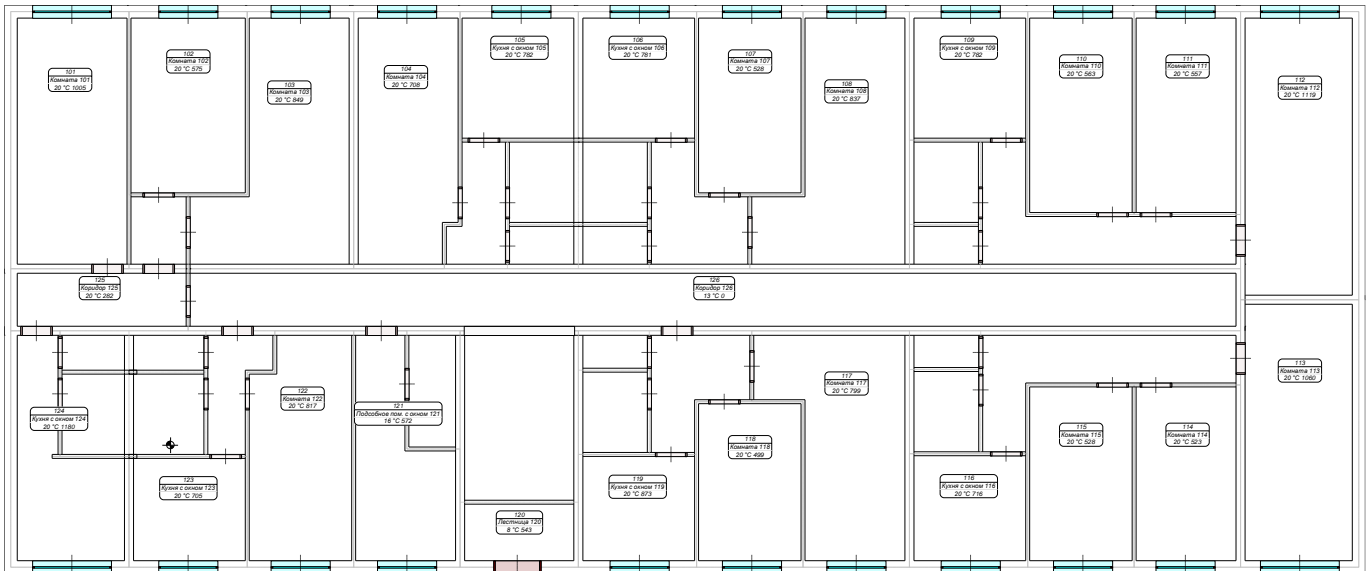


Рисунок 2.12 – План першого поверху

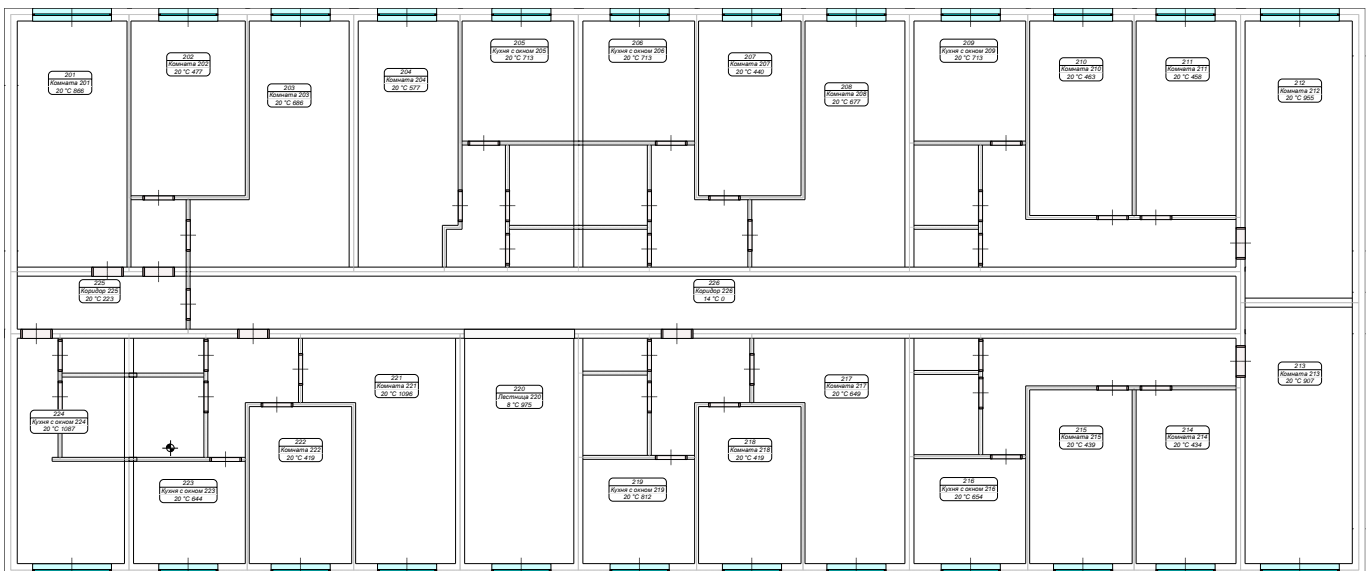


Рисунок 2.13 – План другого поверху

2.8.2 Вибір обладнання.

Було обрано наступне обладнання:

- радіатор секційний – AQUAPEX AP-ORI350/95. Висота - 430 мм, товщина 100 мм, теплова потужність однієї секції 90 Вт;
- запірний вентиль для радіаторів – HERZ 1 3723 0X 1. Виробляється в таких діаметрах: $d_n = 15, 20, 25$ мм;

- клапан термостатичний для радіаторів – HERZ 1 7723 XX 1. Виробляється в таких діаметрах: $d_n = 15, 20, 25$ мм;
- регулятор витрати – HERZ 1 4006 6X. Виробляється в таких діаметрах: $d_n = 15, 20$ мм.

2.8.3 Побудова однотрубно́ї системи опалення

Було розміщено радіатори біля кожного вікна та приєднано до стояків однотрубно́ї системи опалення. На кожний радіатор встановлено термостатичний клапан та запірний вентиль.

Результат побудови першого та другого поверхів зображені на рисунках 2.14 та 2.15.

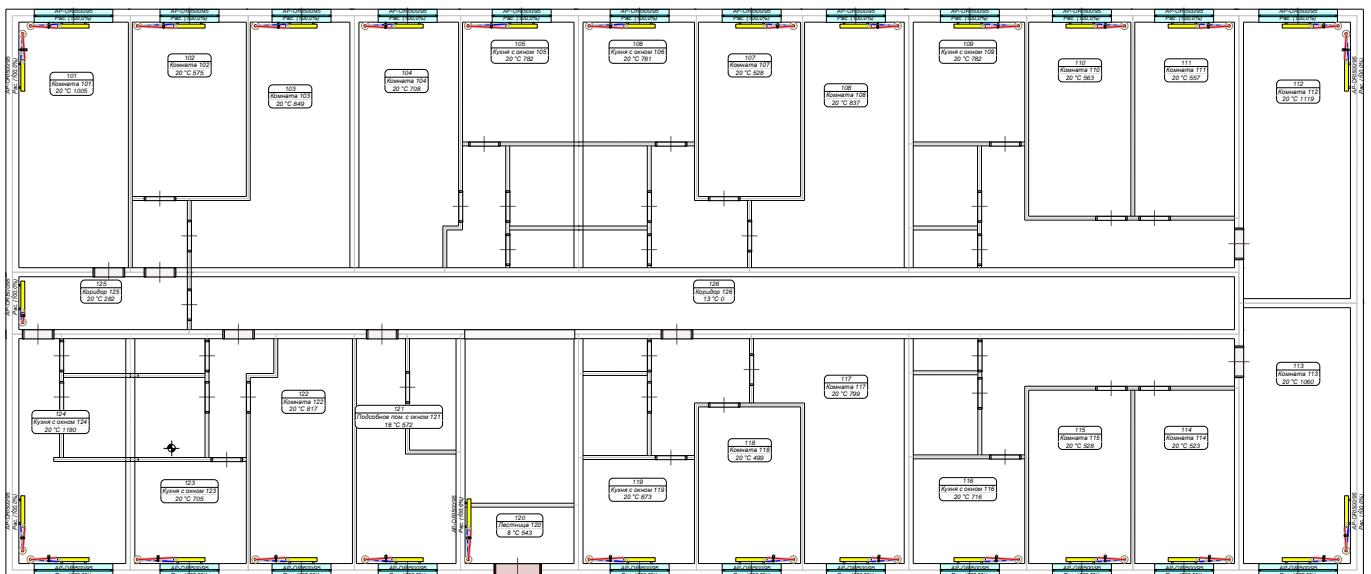


Рисунок 2.14 – Система опалення першого поверху

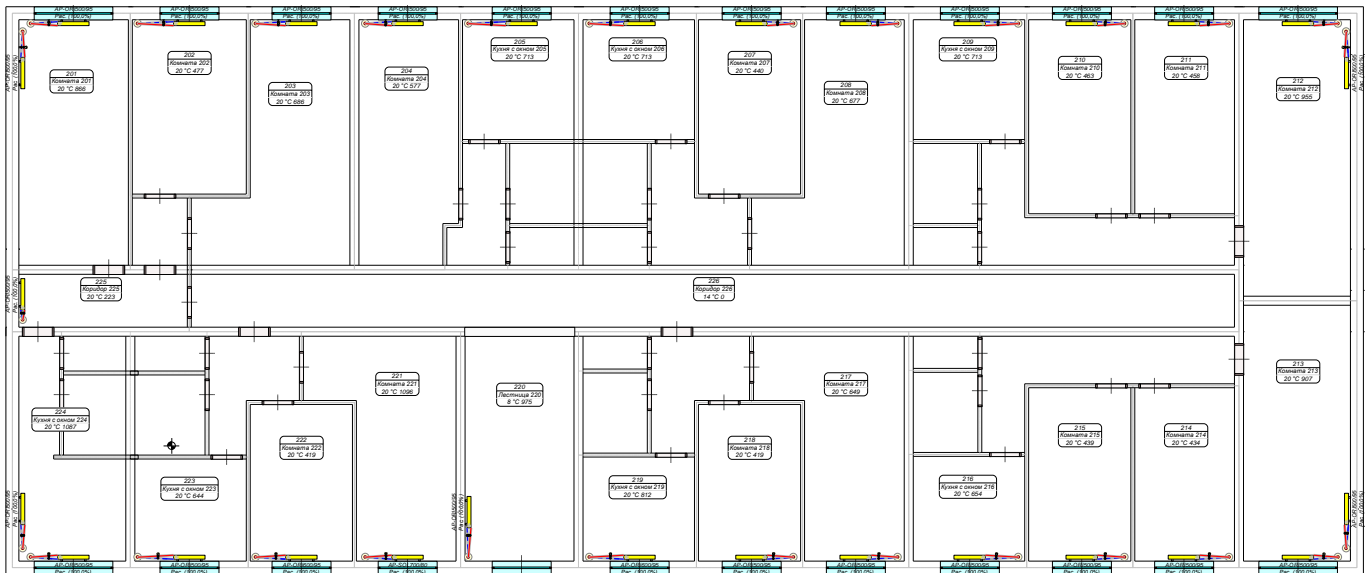


Рисунок 2.15 – Система опалення другого поверху

Система опалення у 3D моделі зображена на рисунку 2.16.

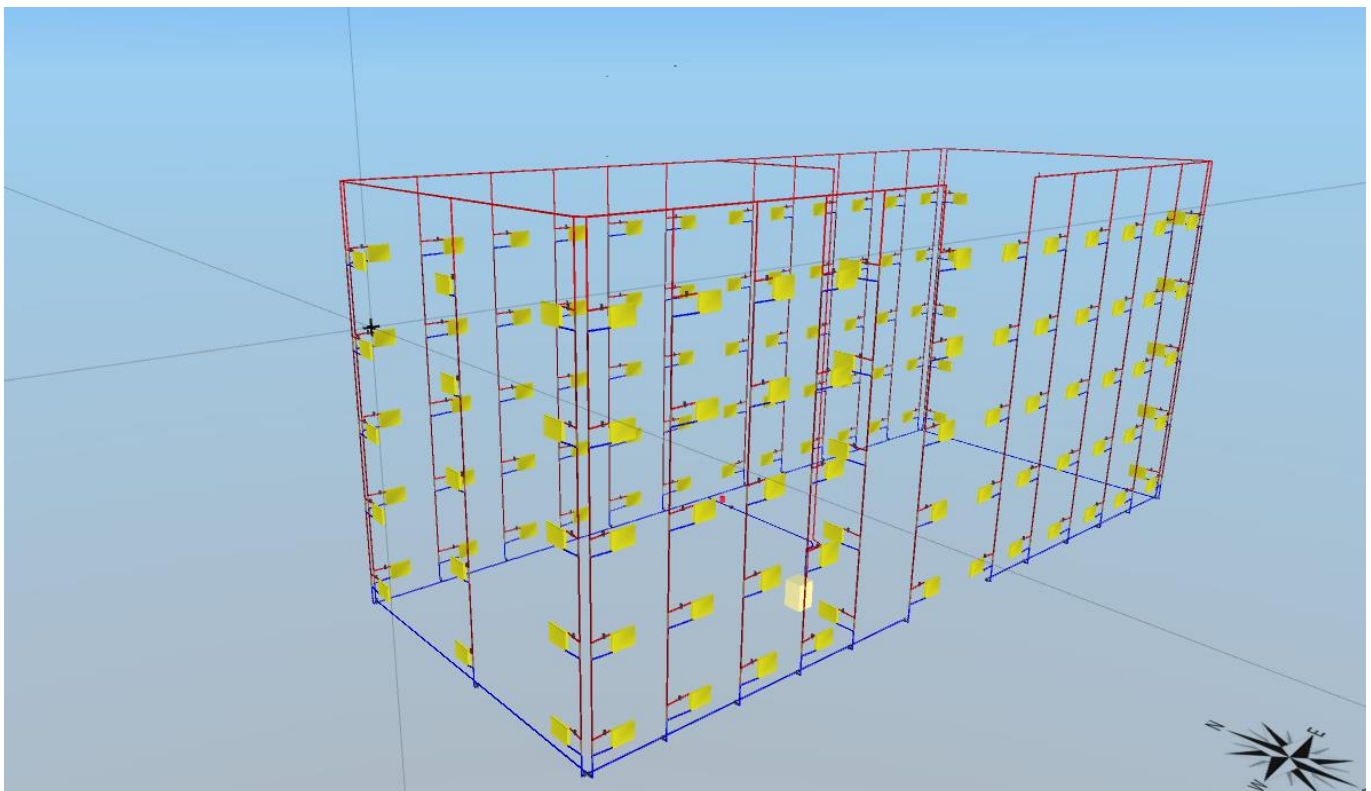


Рисунок 2.16 – 3D модель однотрубної системи опалення

Зроблено первинний розрахунок який показав що гідравлічна система розбалансована. Також рекомендовано встановити насос на зворотній трубопроводі. Результати помилки зображено на рисунку 2.17.

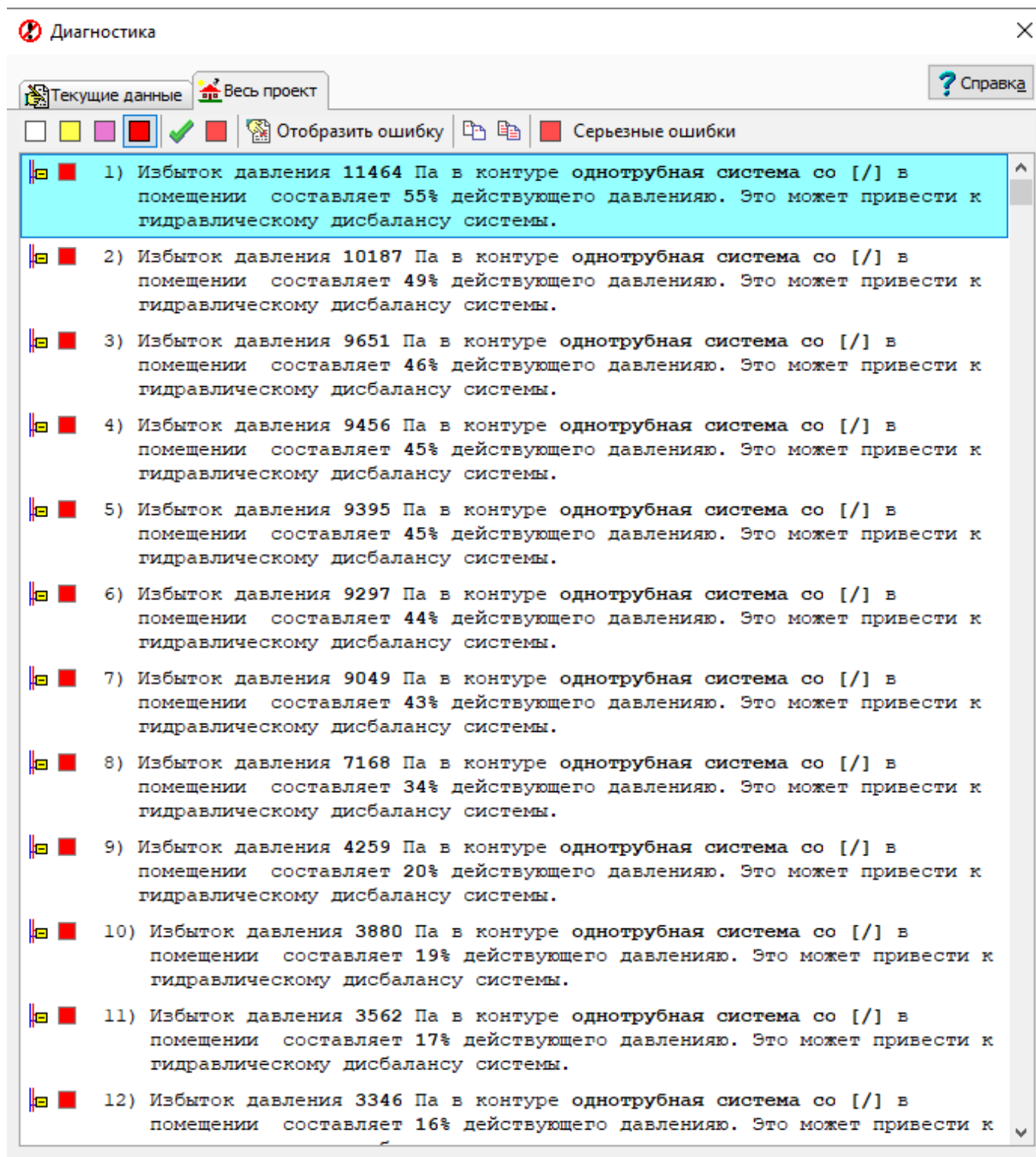


Рисунок 2.17 – Помилки первинного розрахунку

Для вирішення помилок біло вирішено встановити на кожний стояк регулятор витрати.

Другий розрахунок показав що підібраний радіатор не підходить. Для покриття тепловтрат приміщенні, було розраховано забагато секцій сумарна довжина яких перевищує 1 метр. Це призводить до великих гідравлічних супротивив які перевищують супротив байпаса. Результат помилок зображено на рисунку 2.18.

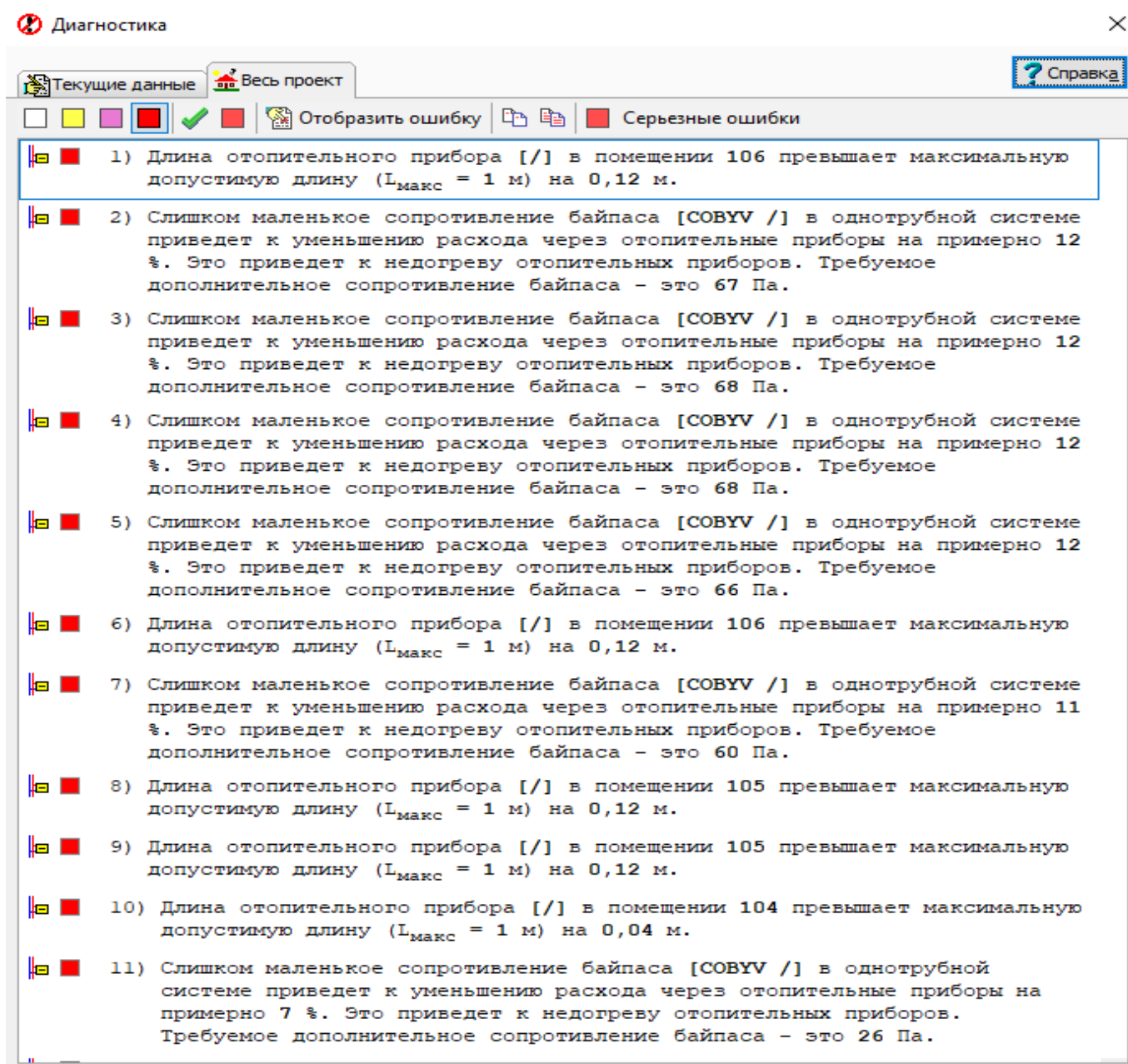


Рисунок 2.18 – Помилки другого розрахунку

Для вирішення цих помилок біло прийнято обрати інший радіатор, а саме AQUAPEX AP-ORI500/95. Висота – 580 мм, товщина – 100 мм, теплова потужність однієї секції – 128 Вт.

Третій розрахунок показав що витрата через регулятор витрати який знаходиться на стояку X25 приміщення менше мінімальної витрати. Результат розрахунку зображено на рисунку 2.19.

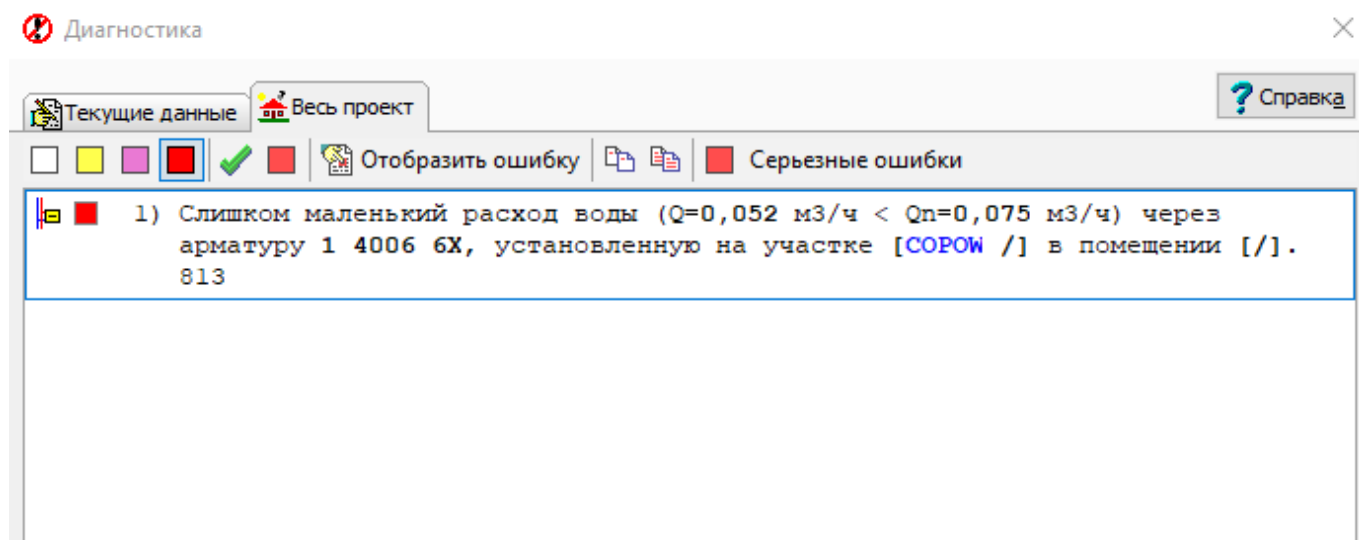


Рисунок 2.19 – Помилки третього розрахунку

Для вирішенні помили обрано інший регулятор, а саме HERZ 1 4006 69. Мінімальна витрата дорівнює 0,039 м³/год.

Четвертий розрахунок показав що гідравлічний супротив байпасів стояку приміщення X05 замалі. Це призведе до зменшення витрати через опалювальний прилад та до недогріву опалювального приладу. Помилки розрахунку зображені на рисунку 2.20.

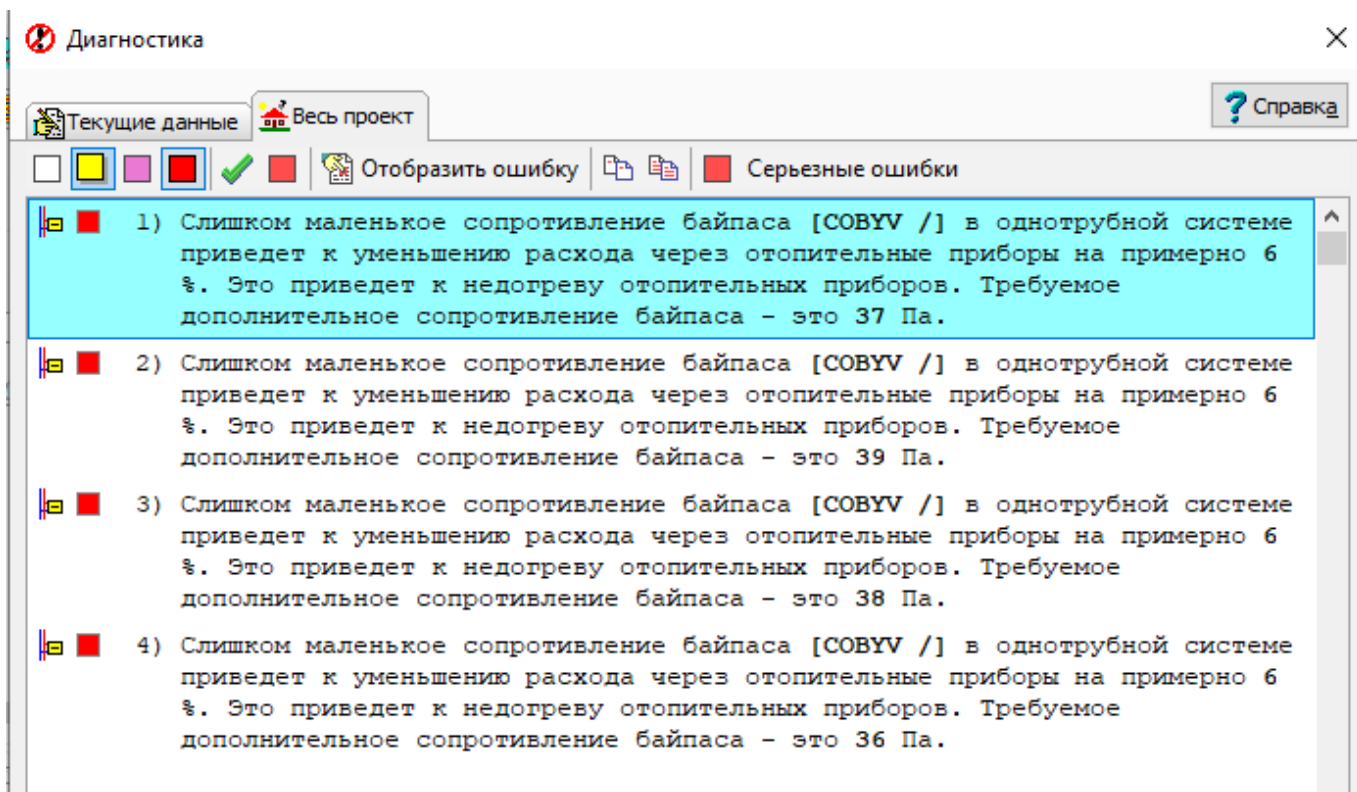


Рисунок 2.20 - Помилки четвертого розрахунку

Було прийнято встановити дросельні шайби на байпасі стояку.

Наступний розрахунок не виявив помилок. Програма розрахувала діаметри трубопроводів, кількість секцій радіаторів, налаштування термостатичних клапанів та регуляторів витрати. Результати зображені на рисунках 2.21 – 2.28.

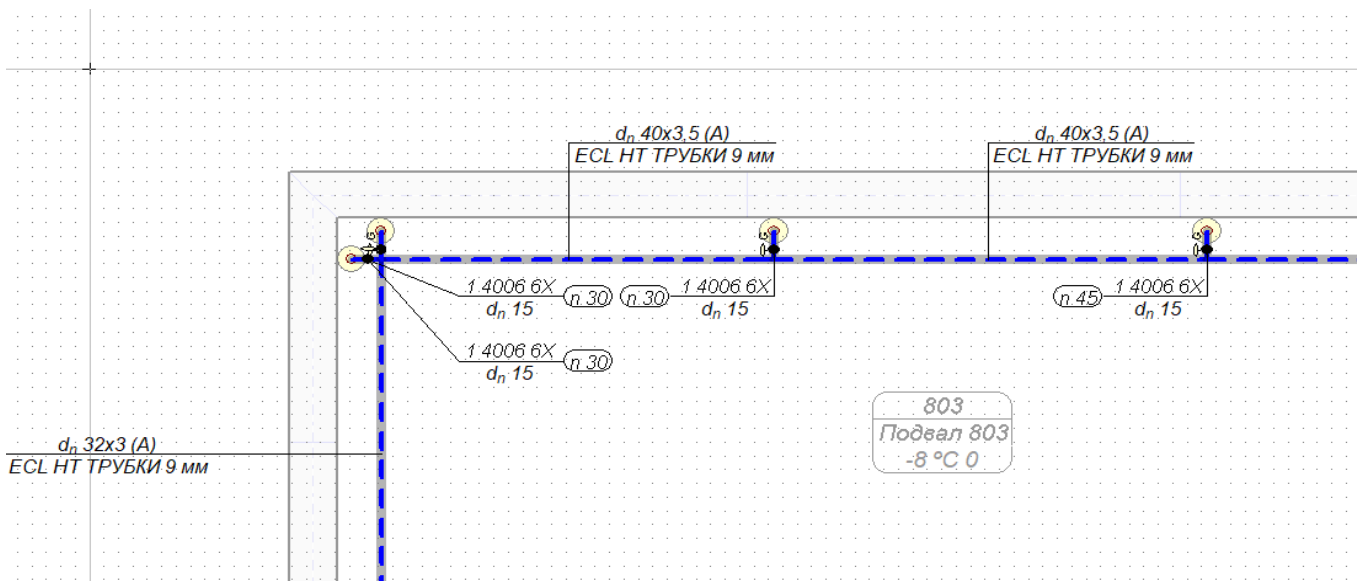


Рисунок 2.21 – Результат розрахунків підвалу

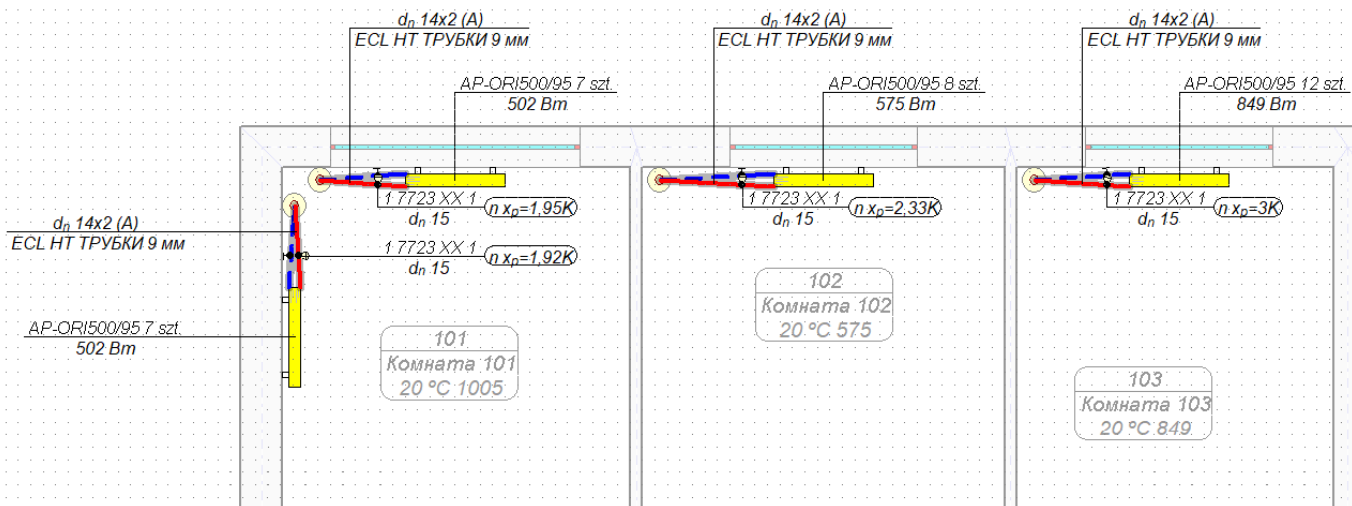


Рисунок 2.22 – Результат розрахунків першого поверха

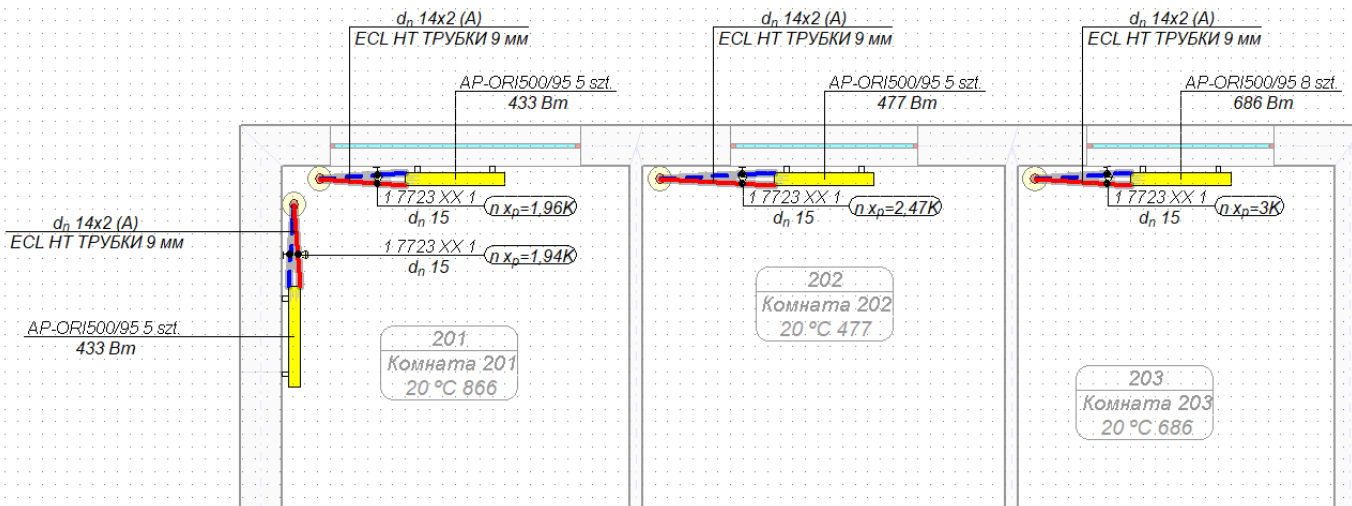


Рисунок 2.23 – Результат розрахунків другого поверха

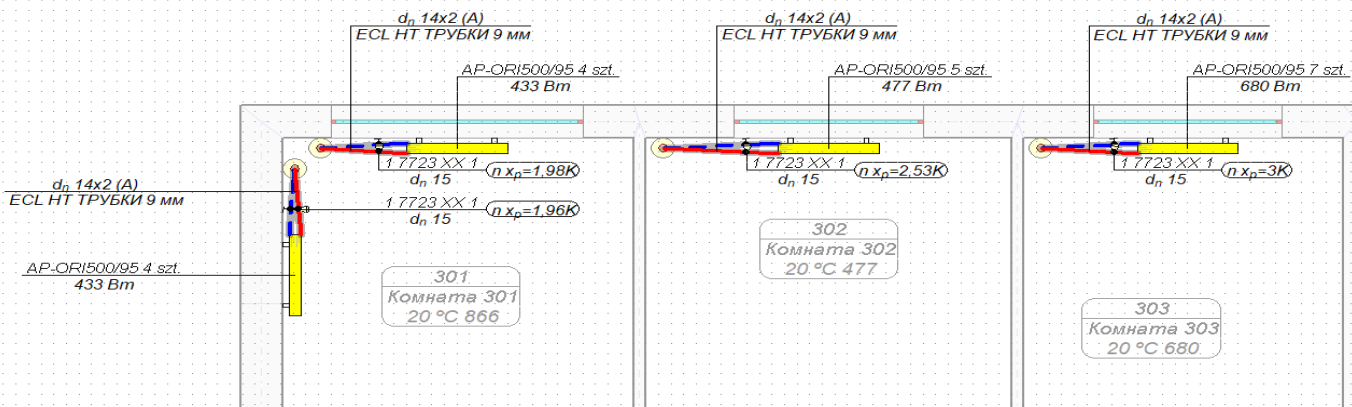


Рисунок 2.24 – Результат розрахунків третього поверха

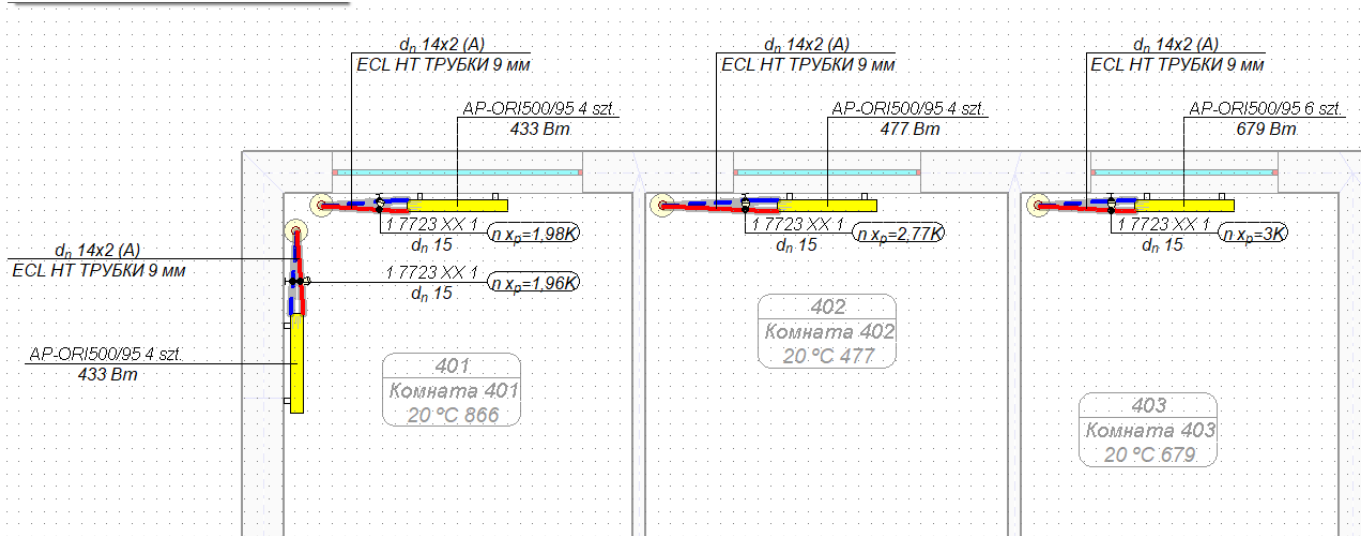


Рисунок 2.25 – Результат розрахунків четвертого поверха

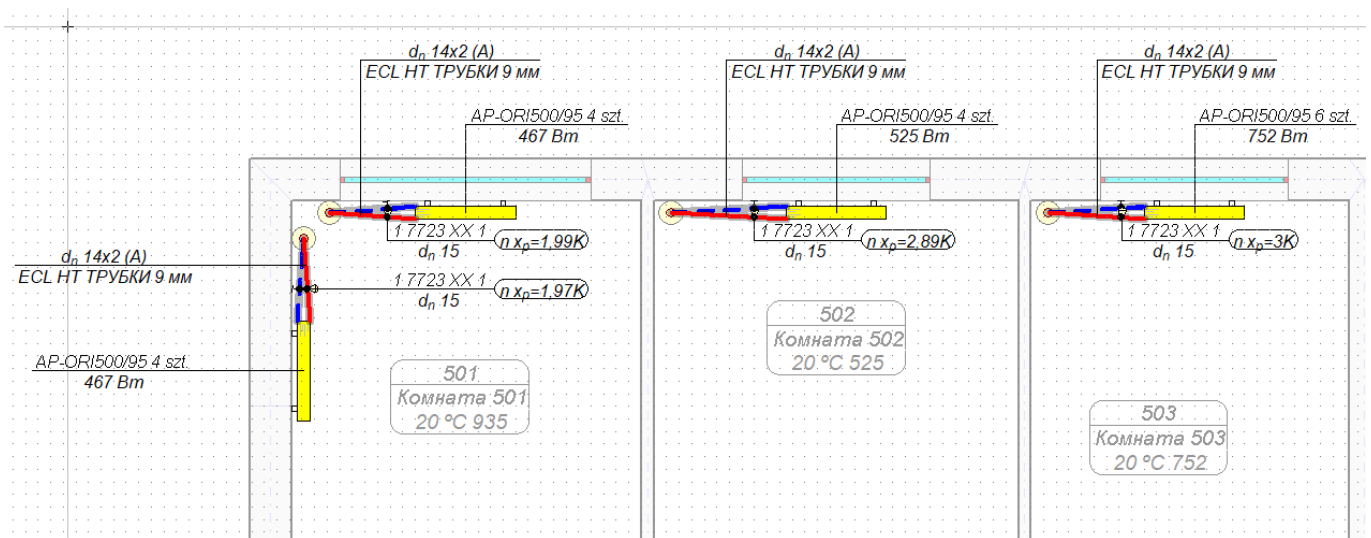


Рисунок 2.26 – Результат розрахунків п'ятого поверха

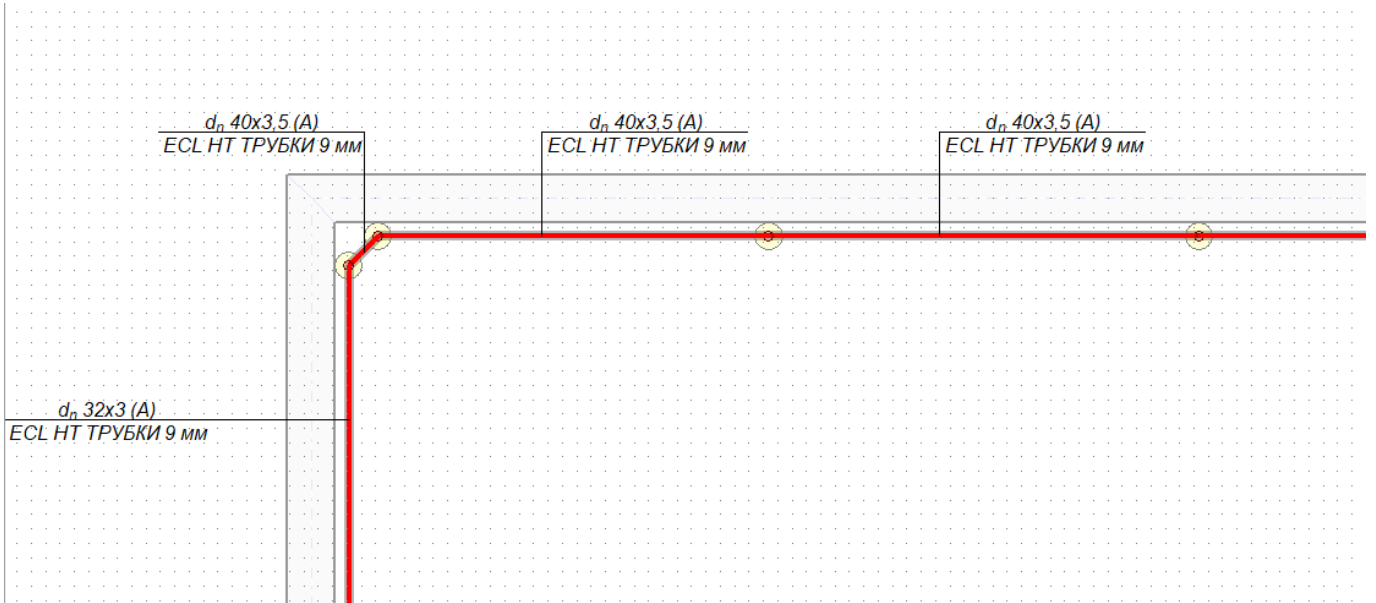


Рисунок 2.27 – Результат розрахунків горища

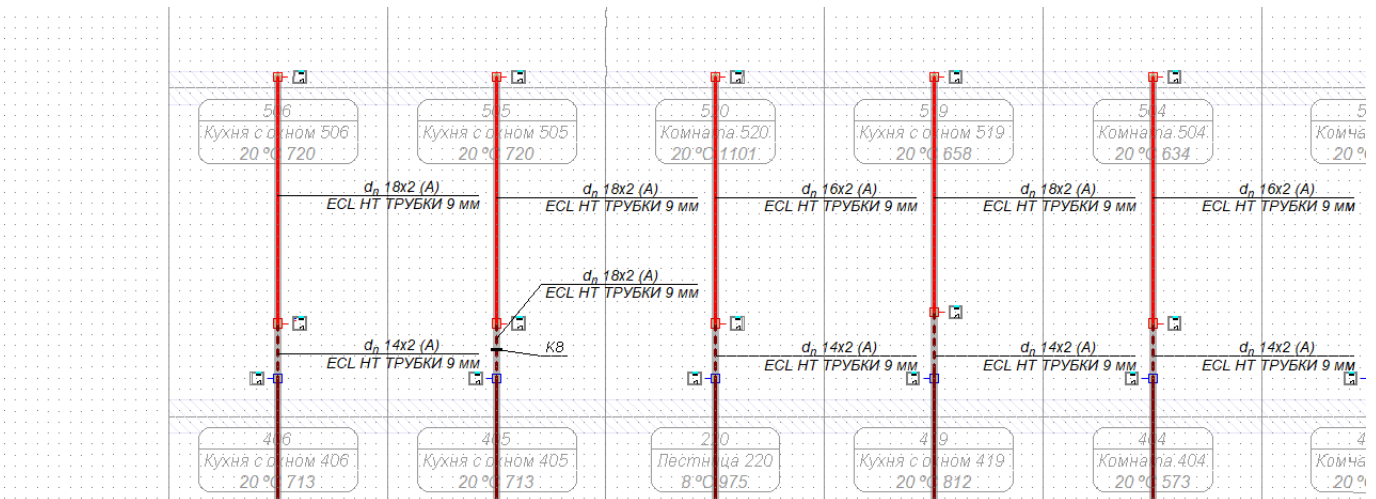


Рисунок 2.28 – Результат розрахунків - розгорнута плоска схема

3 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ

Сучасні системи опалення повинні працювати на високому якісному рівні, тобто кількість теплоти, що подається в кожне приміщення будівлі для підтримки комфортного температурного режиму, має визначатися поточною потребою відповідно до побажань споживача.

Ці вимоги можуть забезпечити тільки автоматизовані системи опалення, оснащені приладами обліку теплоспоживання.

Комплексна автоматизація системи опалення включає місцеве регулювання параметрів теплоносія в тепловому пункті, з індивідуальним регулюванням подачею теплоти від опалювальних приладів в приміщення, а також автоматична підтримка гідравлічних режимів в трубопровідній мережі системи.

Індивідуальне регулювання має найбільші технологічними можливостями і дозволяє:

- підтримувати комфортну температуру повітря в опалювальних приміщеннях на рівні, заданому споживачем;
- економити понад 20% теплової енергії за рахунок максимального використання для опалення приміщень «безкоштовних» теплопритоків від людей, сонячної радіації, освітлення, електро побутових приладів і ін.

Засобами індивідуального регулювання в системах водяного опалення будівель є автоматичні радіаторні терморегулятори, якими відповідно до вимог оснащуються опалювальні прилади житлових і громадських будівель.

Управління гідравлічними режимами роботи системи опалення здійснюється, як правило, автоматичними балансувальними клапанами, що встановлюються на стояках або горизонтальних гілках системи. Ці клапани забезпечують розрахункове потоку розподіл по окремих частинах системи опалення незалежно від коливань тиску в розподільних трубопроводах, а також роботу радіаторних терморегуляторів в оптимальному режимі і виключають можливість виникнення шумів.

3.1 Розрахунок економії коштів та строк окупності регулюючого обладнання при використанні природного газу.

Для визначення економії теплової енергії і грошових коштів від установки регулюючого обладнання необхідно знати число годин роботи системи опалення.

Тривалість опалювального сезону для м. Запоріжжя 166 діб. Число годин роботи системи опалення, год

$$\tau = 166 \cdot 24 = 3984. \quad (3.1)$$

Переведемо максимальне теплове навантаження з кВт в Гкал/год,

$$Q_{\max} = 81,182 \cdot 0,00086 = 0,0698. \quad (3.2)$$

Нормативна кількість теплової енергії необхідної для опалення будівлі за опалювальний період, Гкал

$$Q_o^{\text{год}} = Q_{\max} \cdot T_{\text{отп}} \cdot \left(\frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}^{\text{сп}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}^{\text{п}}} \right) = 0,0698 \cdot 3984 \cdot \left(\frac{20 - (-0,4)}{20 - (-21)} \right) = 138,29. \quad (3.3)$$

Приймемо, що встановлення регулюючого обладнання зменшить витрату теплової енергії на 25 %.

Економія складає, Гкал

$$\epsilon = 138,29 \cdot 0,25 = 34,57. \quad (3.4)$$

Один кубічний метр газу коштує 8,96 грн.

Розрахуємо вартість газу за опалювальний період, грн

$$N = \frac{Q_o^{\text{год}}}{q_{\text{газ}} \cdot \eta} \cdot 8,96 = \frac{138,29}{0,008 \cdot 0,92} \cdot 8,96 = 168353,1. \quad (3.5)$$

Список необхідного регулюючого обладнання приведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Зведена таблиця регулюючої арматури

№	Найменування	Каталожний номер	d _п , мм	Кількість, шт	Вартість, грн
1	Зворотній клапан	1 3723 01	15	145	982,8
2	Термостатичний клапан	1 7723 11	15	145	777
3	Регулятор витрати	1 4006 69	15	1	3099
4	Регулятор витрати	1 4006 61	15	28	3099
5	Дросельна шайба	К8	18x2	6	120

Вартість монтажних робіт складає 36000 грн.

Вартість обладнання складає 345762 грн.

Сумарні витрати на регулювання систем опалення складають 381762 грн.

Економія теплової енергії у грошовому вираженні складає 42088 грн.

Термін окупності, рік

$$P = \frac{B_T}{E} = \frac{381762}{42088,261} = 9. \quad (3.6)$$

Розрахуємо чисту приведену вартість. Термін служби регулюючого обладнання складає 12 років. Розрахунок ЧПВ буде проводитися для 12 років.

Таблиця 3.2 - Розрахунок ЧПВ для дисконтної ставки 10 %

№	Витрати	Економія	Потік готівки	Кумулятивний потік готівки	КД	Приведений потік готівки
0	381762	0	-381762	-381762	1,00	-381762,00
1	0	42088	42088	-339674	0,91	38261,82
2	0	42088	42088	-297586	0,83	34783,47
3	0	42088	42088	-255498	0,75	31621,34
4	0	42088	42088	-213410	0,68	28746,67
5	0	42088	42088	-171322	0,62	26133,34
6	0	42088	42088	-129234	0,56	23757,58
7	0	42088	42088	-87146	0,51	21597,80
8	0	42088	42088	-45058	0,47	19634,36
9	0	42088	42088	-2970	0,42	17849,42
10	0	42088	42088	39118	0,39	16226,75
11	0	42088	42088	81206	0,35	14751,59
12	0	42088	42088	123294	0,32	13410,53
ЧПВ						-94987,34

Таблиця 3.3 - Розрахунок ЧПВ для дисконтної ставки 5 %

№	Витрати	Економія	Потік готівки	Кумулятивний потік готівки	КД	Приведений потік готівки
0	381762	0	-381762	-381762	1,00	-381762,00
1	0	42088	42088	-339674	0,95	40083,81
2	0	42088	42088	-297586	0,91	38175,06
3	0	42088	42088	-255498	0,86	36357,20
4	0	42088	42088	-213410	0,82	34625,90
5	0	42088	42088	-171322	0,78	32977,05
6	0	42088	42088	-129234	0,75	31406,71
7	0	42088	42088	-87146	0,71	29911,16
8	0	42088	42088	-45058	0,68	28486,82
9	0	42088	42088	-2970	0,64	27130,30
10	0	42088	42088	39118	0,61	25838,38
11	0	42088	42088	81206	0,58	24607,98
12	0	42088	42088	123294	0,56	23436,17
ЧПВ						-8725,47

Таблиця 3.4 - Розрахунок ЧПВ для дисконтної ставки 4,592 %

№	Витрати	Економія	Потік готівки	Кумулятивний потік готівки	КД	Приведений потік готівки
0	381762	0	-381762	-381762	1,00	-381762,00
1	0	42088	42088	-339674	0,96	40240,01
2	0	42088	42088	-297586	0,91	38473,17
3	0	42088	42088	-255498	0,87	36783,90
4	0	42088	42088	-213410	0,84	35168,80
5	0	42088	42088	-171322	0,80	33624,62
6	0	42088	42088	-129234	0,76	32148,24
7	0	42088	42088	-87146	0,73	30736,69
8	0	42088	42088	-45058	0,70	29387,11
9	0	42088	42088	-2970	0,67	28096,79
10	0	42088	42088	39118	0,64	26863,12
11	0	42088	42088	81206	0,61	25683,63
12	0	42088	42088	123294	0,58	24555,92
ЧПВ						0

3.2 Розрахунок економії коштів та строк окупності регулюючого обладнання при використанні теплової енергії від міських теплових мереж.

Вартість 1 Гкал теплової енергії складає 1481,07 грн.

Розрахуємо вартість теплової енергії за опалювальний період, грн

$$N = 1481,07 \cdot 138,29 = 204817,17. \quad (3.7)$$

Вартість монтажних робіт складає 36000 грн.

Вартість обладнання складає 345762 грн.

Сумарні витрати на регулювання систему опалення складають 381762 грн.

Економія теплової енергії у грошовому вираженні складає 51204 грн.

Термін окупності, рік

$$P = \frac{B_T}{E} = \frac{381762}{51204,3} = 7,45. \quad (3.8)$$

Розрахуємо чисту приведену вартість. Термін служби регулюючого обладнання складає 12 років. Розрахунок ЧПВ буде проводитися до 12 років.

Таблиця 3.5 - Розрахунок ЧПВ для дисконтної ставки 10 %

№	Витрати	Економія	Потік готівки	Кумулятивний потік готівки	КД	Приведений потік готівки
0	381762	0	-381762	-381762	1,00	-381762
1	0	51204,3	51204,3	-330558	0,91	46549,36
2	0	51204,3	51204,3	-279353	0,83	42317,6
3	0	51204,3	51204,3	-228149	0,75	38470,55
4	0	51204,3	51204,3	-176945	0,68	34973,23
5	0	51204,3	51204,3	-125741	0,62	31793,84
6	0	51204,3	51204,3	-74536,2	0,56	28903,49
7	0	51204,3	51204,3	-23331,9	0,51	26275,9
8	0	51204,3	51204,3	27872,4	0,47	23887,18
9	0	51204,3	51204,3	79076,7	0,42	21715,62
10	0	51204,3	51204,3	130281	0,39	19741,47
11	0	51204,3	51204,3	181485,3	0,35	17946,79
12	0	51204,3	51204,3	232689,6	0,32	16315,27
ЧПВ						-32871,7

Таблиця 3.6 - Розрахунок ЧПВ для дисконтної ставки 5 %

№	Витрати	Економія	Потік готівки	Кумулятивний потік готівки	КД	Приведений потік готівки
0	381762	0	-381762	-381762	1,00	-381762
1	0	51204,3	51204,3	-330558	0,95	48766
2	0	51204,3	51204,3	-279353	0,91	46443,81
3	0	51204,3	51204,3	-228149	0,86	44232,2
4	0	51204,3	51204,3	-176945	0,82	42125,9
5	0	51204,3	51204,3	-125741	0,78	40119,91
6	0	51204,3	51204,3	-74536,2	0,75	38209,44
7	0	51204,3	51204,3	-23331,9	0,71	36389,94
8	0	51204,3	51204,3	27872,4	0,68	34657,09
9	0	51204,3	51204,3	79076,7	0,64	33006,75
10	0	51204,3	51204,3	130281	0,61	31435
11	0	51204,3	51204,3	181485,3	0,58	29938,09
12	0	51204,3	51204,3	232689,6	0,56	28512,47
ЧПВ						72074,6

Таблиця 3.7 - Розрахунок ЧПВ для дисконтної ставки 8,2 %

№	Витрати	Економія	Потік готівки	Кумулятивний потік готівки	КД	Приведений потік готівки
0	381762	0	-381762	-381762	1,00	-381762
1	0	51204,3	51204,3	-330558	0,92	47320,4
2	0	51204,3	51204,3	-279353	0,85	43731,1
3	0	51204,3	51204,3	-228149	0,79	40414,05
4	0	51204,3	51204,3	-176945	0,73	37348,61
5	0	51204,3	51204,3	-125741	0,67	34515,68
6	0	51204,3	51204,3	-74536,2	0,62	31897,63
7	0	51204,3	51204,3	-23331,9	0,58	29478,16
8	0	51204,3	51204,3	27872,4	0,53	27242,21
9	0	51204,3	51204,3	79076,7	0,49	25175,86
10	0	51204,3	51204,3	130281	0,45	23266,25
11	0	51204,3	51204,3	181485,3	0,42	21501,48
12	0	51204,3	51204,3	232689,6	0,39	19870,57
ЧПВ						0

Отже, при використанні котла:

- термін окупності проекту складає 9 років;
- внутрішня норма прибутку складає 4,6%.

Вартість газу кожен рік підвищується приблизно на 7%. Тому проект при купівлі газу економічно недоцільний.

При використанні теплової енергії теплових мереж:

- термін окупності проекту складає 7,45 років;
- внутрішня норма прибутку складає 8,2%.

ВИСНОВОК

В даному дипломному проекті розраховано систему тепlopостачання багатоквартирного будинку у місті Запоріжжя.

Підібрані будівельні матеріали усіх конструкцій.

Підібрано теплоізоляційний матеріал з такими основними характеристиками:

- коефіцієнт теплопровідності (0,044...0,048) Вт/(м²·К);
- щільність (100) кг/м³;
- діапазон робочих температур від -60 °С до +150 °С;
- коефіцієнт паропроникності 0,045 мг/(м·год·Па).

Розрахована оптимальна товщина теплоізоляційного матеріалу для кожної конструкції будівлі.

Перевірена вірогідність конденсації водяної пари в товщі стін.

Розраховано тепловтрати в кожній кімнаті будинку, отримали сумарні тепловтрати будинку за допомогою програми Audytor OZC 6.11 Pro.

Проведено гідравлічний розрахунок системи опалення в програмі Audytor SET 7.2.

Підібрано котел газовий 1.100 CE 96 кВт, КОЛВИ EURO THERM з максимальною тепловою потужністю 95 кВт.

Встановили балансуєчі обладнання, а саме автоматичний регулятор перепаду тиску ГЕРЦ 4007.

Зроблено економічний розрахунок для випадків: при купівлі газу для котла та при купівлі теплової енергії теплових мереж.

При купівлі газу:

- термін окупності проекту складає 9 років;
- внутрішня норма прибутку складає 4,6%.

При купівлі теплової енергії теплових мереж:

- термін окупності проекту складає 7,45 років;
- внутрішня норма прибутку складає 8,2%.

Проект при купівлі теплової енергії теплових мереж більш доцільний.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Яушовець Р.В. Гідравліка – серце водяного опалення/ Яушовець Р.В., Вена, 2005. - 201с.
2. Покотилов В.В. Посібник з розрахунку системи опалення/ Покотилов В.В., Вена, 2008. - 161с.
3. Любарець О.П. Проектування систем водяного опалення/ Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О., Київ, 2010. - 201 с.
4. Покотилов В.В. Регулюючі клапани автоматизованих систем тепло- та холодопостачання/ Покотилов В.В., Вена, 2017. - 232с.
5. Крючков Є.М. Проектування системи тепlopостачання/ Крючков Є.М., Запоріжжя, 2010. – 300с.
6. Яушовець Р.Р. Гідравліка – серце водяного опалення/ Яушовець Р.Р., Вена, 2005. – 201с.
7. Дементьєв К.В. Посібник з монтажу систем HERZ/ Дементьєв К.В., Київ, 2018. - 220с.
8. Крупнов Б.А. Посібник з проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування/ Крупнов Б.А., Шарафадінов М.С., Москва. 2008. – 220с.
9. Любарець О.П. Проектування системи опалення/ Любарець О.П., Зайцев О.М., Вена, 2008. – 201с.
10. Шперний А.В. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії/ Шперний А.В. Запоріжжя. 2003. 38с.
11. Буряк М.В. Енергетичний менеджмент/ Буряк М.В., Дзядикевич Ю.В., Розум Р.І., Тернопіль: Економічна думка, 2010. - 123с.
12. Прокопенко В.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями, навчальний посібник/ Прокопенко В.В., Закладний О.М., Кульбачний П.В., Освіта України, 2009. - 438с.
13. Любарець О.П. Книга проектувальника/ Любарець О.П. Вена. 2008. – 196с.

14. Чучалин М.П. Впровадження енергозберігаючих та енергоефективних технологій у сучасному будівництві/ Чучалин М.П. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». № 1 (23), 2017. – 38с.
15. Щекин Р.В. Отопление и теплоснабжение/ Щекин Р.В. 4-е изд., перераб. и доп. - Киев: Будівельник, 1976. - 416с.
16. Матказіна Р.Р. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Методичні вказівки/ Матказіна Р.Р., Чижов С.Є. Запоріжжя. 2018. – 77с.
17. Богословский В.Н., Сканава А. Н. Отопление: Учеб. для вузов.– М.: Стройиздат, 1991. – 735 с. 2. Отопление: учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по направлению “Строительство” / А.Н. Сканава, Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2002. – 576 с.
18. Желих В.М. Особливості опалення виробничих приміщень / В.М. Желих, О.Т. Возняк, Ю.С. Юркевич // Теорія і практика будівництва. Національний університет ”Львівська політехніка”. – 2007. – № 602. – с.57–61.
19. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. -М.: Стройиздат, 1981г.
20. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция.-М.: Стройиздат, 1980г
21. Черков А.П. Справочник проектировщика. Часть 1, Отопление М.: Стройиздат, 1990г.
22. Падалка Д.Г. Опалення від А до Я/ Падалка Д.Г., Тимакова Т.М., Данильченко В.Д., Київ. 2010. – 47с.
23. ДБН В.2.5-67:2013. Інформація та документація. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.
24. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Інформація та документація. Будівельна кліматологія. – К.:Мінрегіонбуд України, 2011. – 127с.
25. ДБН В.2.5-74:2013. Інформація та документація. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 180с.

26. ДБН В.2.5-64:2012. Інформація та документація. Внутрішній водопровід та каналізація. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 113с.

27. ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Інформація та документація. Опалення, внтиляція і кондиціонування повітря. Мінрегіонбуд України, 2009. – 32с.

28. ДБН В.2.6–31:2016. Інформація та документація. Тепла ізоляція будівель. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Київ. 2017.

29. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Інформація та документація. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. Мінрегіонбуд України, Київ. 2015. – 29с.

30. ДСТУ - Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.

31. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Державний комітет України з будівництва та архітектури, Київ, 2005.

32. ГОСТ 10704-91. Труби сталеві електрозварні прямо шовні. Міністерство металургії СРСР, 1993.

33. ДБН В.2.6 – 31:2006. Конструкції будинків і споруд “Теплова ізоляція будівель” зі зміною № 1 від 1 липня 2013 р.: Мінбуд України, Київ, 2006.

34. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (ІЕН 15251:2007, IDT).

35. Офіційний сайт BOSCH в Україні. URL: <https://www.bosch.ua/> (дата звернення 15.10.2020).

36. Офіційний сайт Purmo в Україні. URL: <http://purmo.com.ua/> (дата звернення 12.09.2020).

37. Офіційний сайт Danfoss в Україні. URL: <http://www.danfoss.ua/> (дата звернення 10.09.2020).

38. Офіційний сайт Prana. URL: <http://www.prana.com.ua/> (дата звернення 24.09.2020).
39. Офіційний сайт KAN. URL: <http://kan-therm.com/> (дата звернення 14.08.2020).
40. Офіційний сайт HERZ в Україні. URL: <https://herz.ua/ukr/> (дата звернення 26.08.2020).