

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
бакалавра

на тему **Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату
громадської будівлі**

Виконала: студентка 2 курсу,
групи 201пНТ
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Черненко М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Гузик Д.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Вельбіцька І.О.

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою Голік Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2023 року

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 2 |
| 1 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ | 3 |
| 2 ВИХІДНІ ДАНІ | 8 |
| 3 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ..... | 12 |
| 4 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ | 17 |
| 5 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ | 25 |
| 6 АНАЛІЗ ВИДІВ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ТА СПОСОБІВ ЇХ ПРИЄДНАННЯ | 30 |
| 7 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ..... | 35 |
| 8 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ | 37 |
| 9 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ..... | 44 |
| ВИСНОВКИ..... | 53 |
| ЛІТЕРАТУРА | 54 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | 201-пНТ-9491704-ДП | | | |
| <i>Зм</i> | <i>Арк.</i> | <i>П.І.Б.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Скрипник</i> | | | <i>Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі</i> | <i>Стадія</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Керівник.</i> | | <i>Гузик</i> | | | | <i>Н</i> | 1 | |
| <i>Н.контр.</i> | | | | | <i>НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра ТГВ та Т</i> | | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |

ВСТУП

У наш час енергетика всього світу знаходиться в процесі масштабних змін. Стрімко зростає увага до питань енергоефективності, що обумовлено рядом істотних вигод для економіки, зокрема зниження залежності від імпорту енергетичних ресурсів та зростання енергетичної безпеки держави. Україна належить до енергодефіцитних країн, що обумовлює необхідність значного дорого вартісного імпорту. Рівень енергетичної залежності країни – понад 51%, і в значній мірі визначається неефективним використанням енергетичних ресурсів.

Зниження кількості природних ресурсів планети та забруднення навколишнього середовища через використання викопного вуглеводневого палива змінили вектор розвитку політики щодо енергоефективності.

Енергетична ефективність будинків і споруд являє собою співвідношення або інший кількісний взаємозв'язок між отриманим результатом (виконаною роботою, послугами, виробленими товарами чи енергією) і величиною енергоспоживання. Енергоефективність будівель в Україні регламентується наступними нормативними документами:

ДСТУ4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги»

ДСТУБ А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»

ДСТУА.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель»

Закон України від 22.06.2017 року №2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».

Для досягнення високих стандартів енергоефективності будівель необхідно збільшувати інвестиції у модернізацію та будівництво будівель з близьким до нульового споживанням енергії шляхом використання інноваційних технологій та автоматизованих систем управління.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 2 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ

Характерною особливістю більшості сучасних громадських будівель є високі витрати енергії при низькому рівні якості мікроклімату та санітарно-гігієнічних умов.

Основна маса громадських будівель в Україні відноситься до забудови 70-х – 90-х років ХХ століття. Низька вартість енергоресурсів у цей період обумовлювала орієнтацією на вирішення питань несучої здатності огороджуваних конструкцій, а не на теплову ізоляцію. Для конструювання систем опалення масово використовували однотрубні системи через їх меншу металоємність, не турбуючись про можливість регулювання теплопостачання. Регулювання температури в приміщеннях було прийнято здійснювати шляхом відкривання вікон. Таким чином, переважна більшість громадських будівель має низькі теплоізоляційні властивості огороджуваних конструкцій, недосконалі системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, що обумовлює потенціал енергозбереження на рівні 50-60% [30]. Тому переважна більшість громадських будівель в Україні потребує глибокої термомодернізації.

Витрати енергії будівлею пов'язані з впливом цілої низки факторів, що показано на рисунку 1.

| | | | | | | |
|----|------|-----------------|--------|------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 3 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 1 – Фактори впливу на енергоспоживання будівлі

Модель енергоефективної будівлі показана на рисунку 2.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 4 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

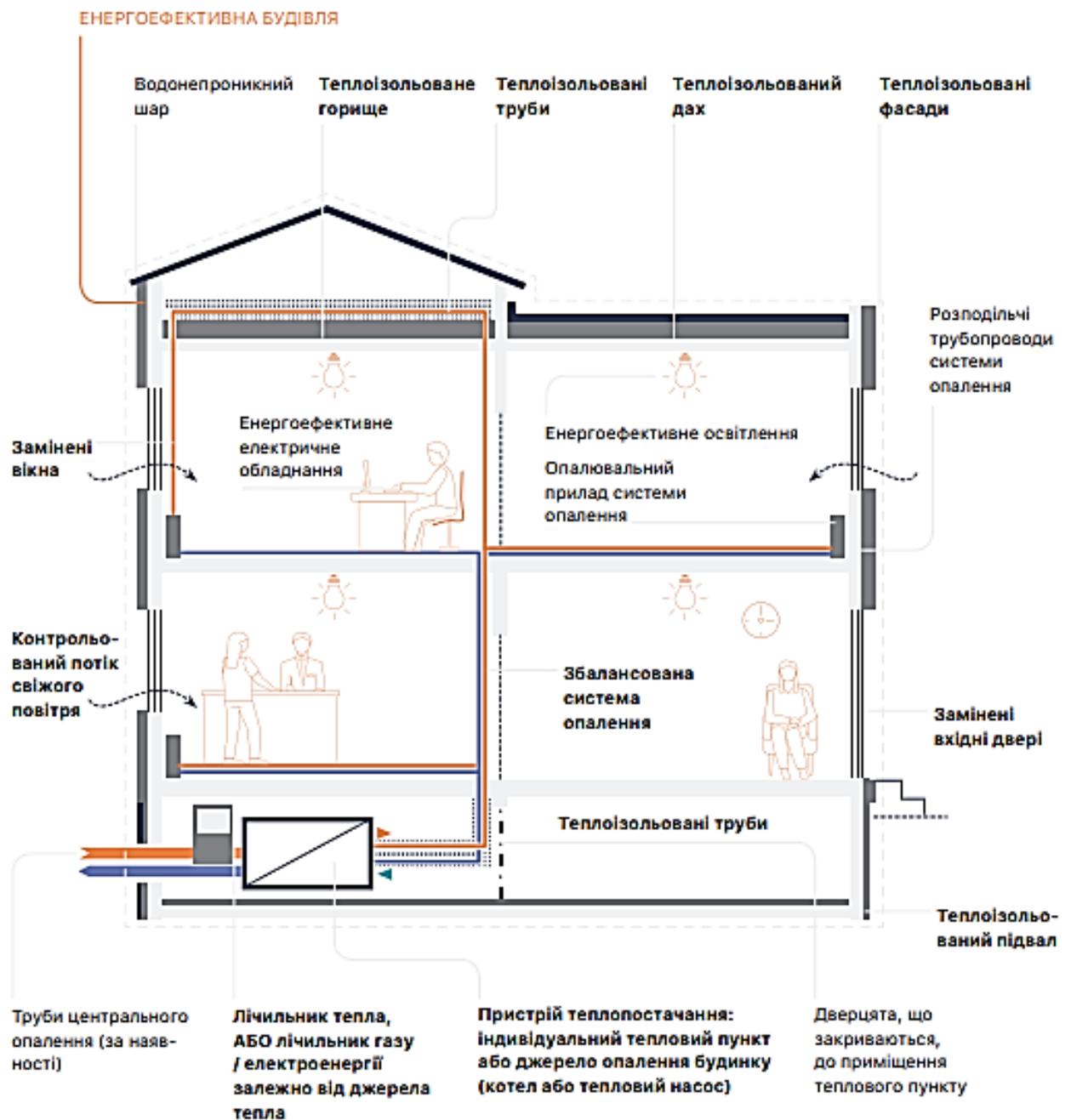


Рисунок 2 – Модель енергоефективної будівлі [31]

На основі аналізу моделі енергоефективної будівлі, показаної на рисунку 2, з урахуванням всього сказаного вище можна сформулювати перелік заходів для досягнення енергоефективності громадської будівлі:

- облаштування індивідуального теплового пункту (ІТП);
- встановлення теплової ізоляції на всіх трубопроводах, кранах та арматурі в неопалюваних приміщеннях;
- здійснення місцевого регулювання теплового потоку;

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 5 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- встановлення тепловідбиваючих екранів між стінами приміщень і радіаторами;
- встановлення металопластикових вікон з подвійним склопакетом із селективним покриттям та заповненням аргоном;
- встановлення утеплених зовнішніх дверей з якісними ущільнювачами;
- облаштування вентиляційної системи з рекуперацією тепла;
- утеплення огорожувальних конструкцій.

Нормативні вимоги до теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій містяться в ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [].

Заходи для зменшення споживання холодної та гарячої води в громадських будівлях відносяться:

- монтаж зворотного клапану на трубопроводах гарячої води на змішувальному вузлі;
- заміна ділянок трубопроводів;
- встановлення змивних кранів з 10-ти секундною дією.

Ще однією значною складовою витрат енергії громадською будівлею є вентиляція. На жаль, у більшості сучасних громадських будівель України вона не функціонує належним чином. Часто можна бачити вентиляційні решітки, заклеєні шпалерами, або закриті іншими матеріалами з метою «енергозбереження». При цьому не береться до уваги, що для досягнення принаймні допустимих параметрів мікроклімату в приміщеннях за відсутності вентиляції необхідне часте провітрювання приміщення. Це створює додаткове навантаження на систему опалення у зв'язку з необхідністю нагріву холодного повітря та разом з тим є причиною протягів, що негативно впливає на здоров'я людей. Ігнорування ж вимог до кратності повітрообміну в приміщеннях призводить до зростання концентрації CO₂ у внутрішньому повітрі до небезпечного рівня, що суттєво впливає на самопочуття людей у приміщенні, а при тривалому перебуванні й на стан здоров'я загалом, що проілюстровано на рисунку 3.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 6 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вплив CO₂ на самопочуття людей

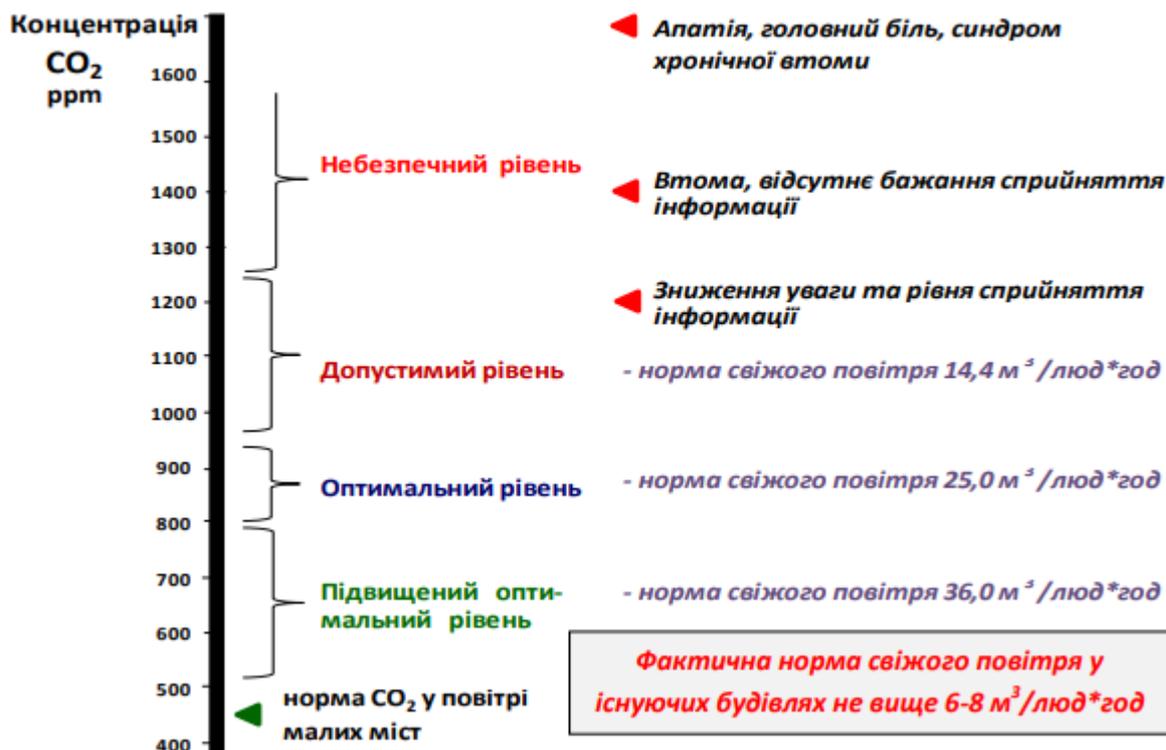


Рисунок 3 – Схема впливу на стан людей концентрації CO₂ в повітрі

Отже, ще одним проблемним питанням у енергозбереженні громадських будівель є забезпечення нормативного повітрообміну при мінімальних затратах енергії для створення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях. Це можливо реалізувати лише за умови якісних вентиляційних систем та застосування рекуперації для підігріву припливного повітря.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 7 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 ВИХІДНІ ДАНІ

Необхідно запроєктувати енергоефективну громадську будівлю. Візьмемо існуючу занедбану будівлю стадіону в Миргороді й на основі креслень архітектурно-будівельної частини виконаємо його повну реконструкцію, що включатиме проектування енергоощадних огорожувальних конструкцій та розроблення креслень сучасних систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Загальний вигляд стадіону, виявлений при натурному обстеженні об'єкту показано на рисунку 4.



Рисунок 4 – Загальний вигляд стадіону в м. Миргород

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 8 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

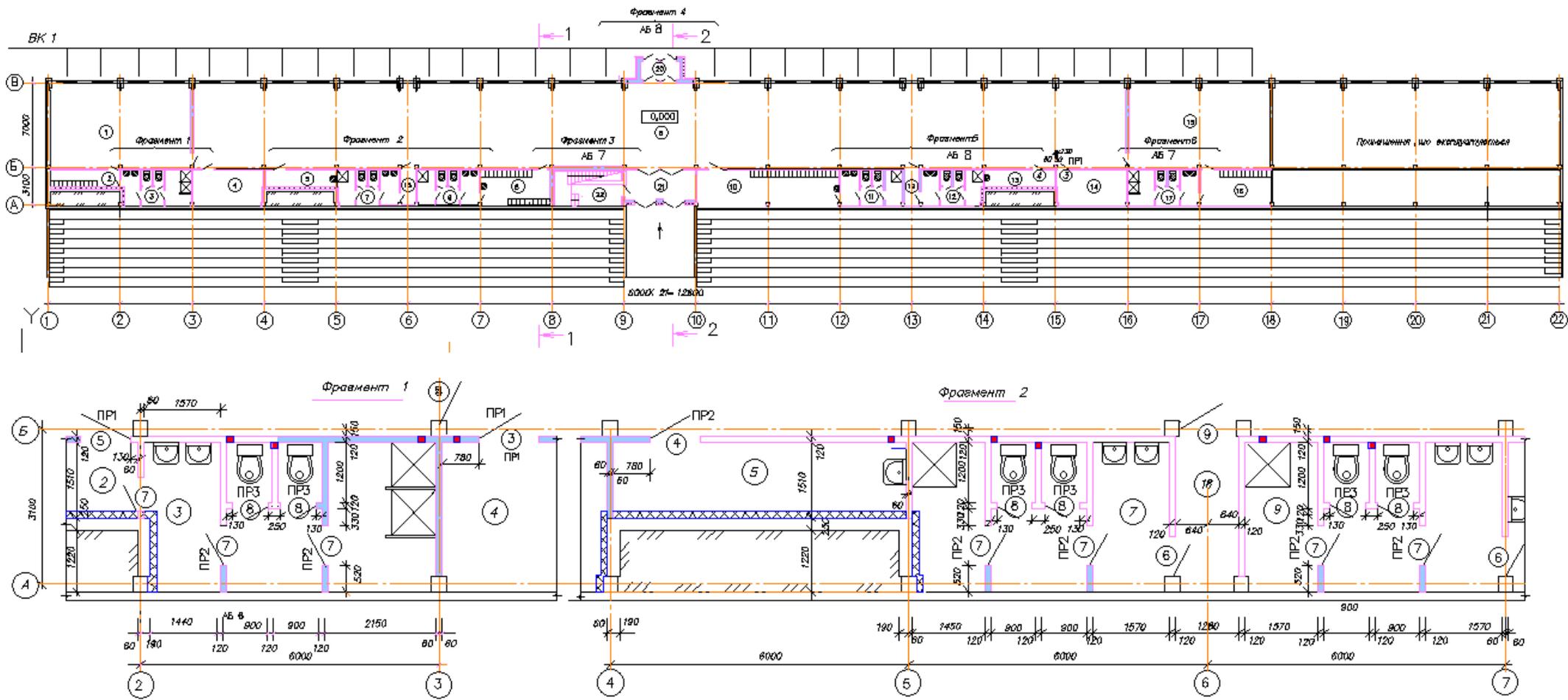


Рисунок 1.5 – План підтрибунних приміщень

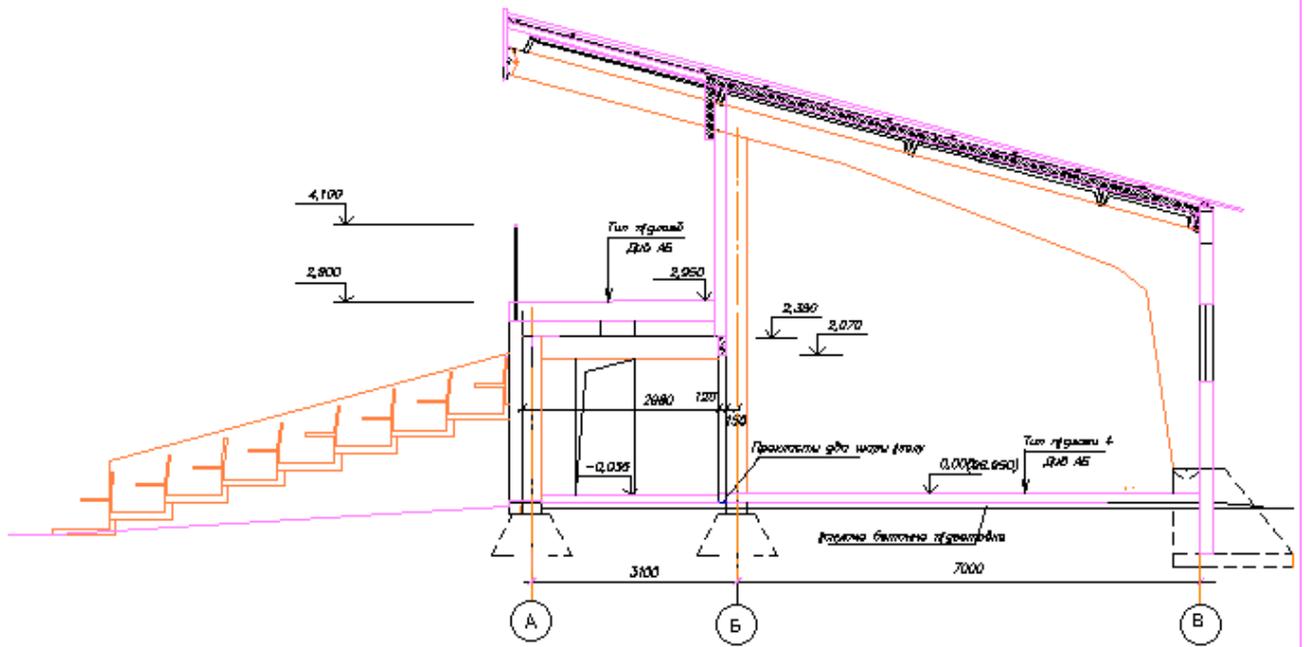


Рисунок 6 – Розріз західної трибуни та підтрибунних приміщень

На рисунку 7 зображено ескізи всіх видів дверей, які є на об'єкті.

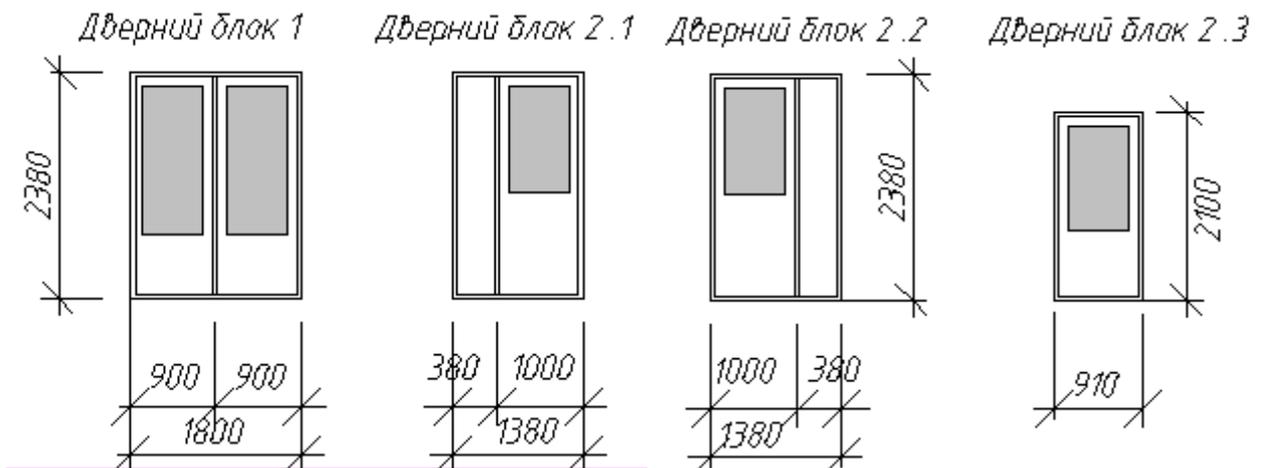


Рисунок 7 – Ескізи дверей

Загальну інформацію про характеристики віконних та дверних блоків зведено до таблиці 1.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-пНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 10 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1 – Специфікація елементів заповнення прорізів

| Марка, поз. | Позначення | Найменування | Кільк. | Маса, кг | Примітка |
|-------------|------------------------------|---|--------|----------|------------------|
| | | Блоки віконні | | | |
| ВК 1 | ДСТУ Б В.2.6-23 -2001 | ЗП ССП 12-18 ПВ | 32 | | |
| | | Блоки дверні | | | |
| 1 | ДСТУ Б В.2.6-15-99 | Д.Нр.06 24-18 Кр.О.М.2.П.Пр | 4 | | Дзв есків |
| 2.1 | -//- | Д.Нр.06 24-14 Кр.К.М.2.П.Пр | 2 | | Дзв есків |
| 2.2 | -//- | Д.Нр.06 24-14 Кр.К.М.2.П.Пр | 2 | | Дзв есків |
| 2.3 | -//- | Д.Нр.06 21-9 Кр.О.М.1.П.Пр. | 1 | | Дзв есків |
| 3 | Індивідуального виготовлення | Дверний блок глухий, металевий, протипожежний | 2 | | L=1200 H=2100 |
| 4 | -//- | -//- | 2 | | L=910 H=2100 |
| 5 | с.1.136.10 | ДГ-21-10 | 8 | | |
| 6 | -//- | ДГ-21-9 | 5 | | |
| 7 | -//- | ДГ-21-8 | 13 | | |
| 8 | -//- | ДГ-21-7 | 12 | | |
| 9 | -//- | ДО-24-12 | 2 | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ТЕП західної трибуни з підтрибунними приміщеннями

| | | |
|-------------------------------|---------|----------------|
| 1. Площа забудови | 2174,90 | м ² |
| 2. Поверховість | 1-2 | поверх |
| 3. Будівельний об'єм | 6203,80 | м ³ |
| 4. Кількість глядацьких місць | 1983 | місць |
| 5. Загальна площа | 1356,60 | м ² |
| 6. Корисна площа | 1296,60 | м ² |
| 7. Розрахункова площа | 989,58 | м ² |
| 8. Площа приміщень | 1032,60 | м ² |

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 11 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

При проектуванні громадської будівлі необхідно враховувати вимоги наступних нормативних документів:

- 1) ДБН В 2.2-9-1999 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення» ;
- 2) ДБН В.1.2-11-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії»
- 3) ДБН В 2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;
- 4) ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі»;
- 5) ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009 «Настанова з проектування світлопрозорих елементів огороджувальних конструкцій»;
- 6) ДСТУ Б В.2.6-36:2008. «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови».

У 2021 році відбулося чергове підвищення нормативних вимог до теплової ізоляції нових і реконструйованих будівель. Дотримання вимог останньої редакції ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» дозволяє досягати високих показників енергоефективності. Для доведення теплоізоляційних характеристик огороджувальних конструкцій об'єкта проектування до нормативних прийнятно значення опору теплопередачі усіх конструкцій рівним мінімальному за таблицею 2 згідно ДБН В.2.6-31:2021.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 12 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 2 – Значення мінімального опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

| Ч.ч. | Вид огорожувальної конструкції | Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$, для температурної зони | |
|------|--|---|------|
| | | I | II |
| 1 | Зовнішні стінові огорожувальні конструкції | 4,00 | 3,50 |
| 2 | Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям | 7,00 | 6,00 |
| 3 | Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ | 6,00 | 5,50 |
| 4 | Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами | 5,00 | 4,00 |
| 5 | Світлопрозорі огорожувальні конструкції | 0,90 | 0,70 |
| 6 | Зенітні ліхтарі | 0,80 | 0,70 |
| 7 | Зовнішні двері | 0,70 | 0,60 |

Усі значення беремо для температурної зони I, оскільки за наведеною в ДБН В.2.6-31:2021 картою м. Миргород розташоване саме в цій зоні.

За прийнятими значеннями опору теплопередачі огорожувальних конструкцій розрахуємо коефіцієнти теплопередачі:

- зовнішніх стін

$$k_{з.ст.} = 1/4,0 = 0,25$$

- вікон

$$k_{вік.} = 1/0,9 = 1,11$$

- горищного перекриття

$$k_{пер.} = 1/6,0 = 0,17$$

- перекриття над підвалом

$$k_{підв.} = 1/5 = 0,2.$$

Згідно [30] для середньостатистичної людини при температурі 20 °С відчуття теплового комфорту в приміщенні буде лише при температурі внутрішніх поверхонь $\geq 17-18$ °С. При низькому термічному опорі огорожуючих конструкцій температура внутрішніх поверхонь огорожень може становити близько 12-14 °С, а тепловий комфорт при цьому настане при

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 13 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

температурі повітря понад 25 °С. Тому дуже важливим для підтримання оптимальних параметрів мікроклімату при мінімальних енергозатратах є досягнення високих теплоізоляційних характеристик огорожувачих конструкцій.

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату та підвищення енергоефективності громадської будівлі, що розглядається необхідно звести до мінімуму втрати тепла. При цьому необхідно підвищити теплозахисні властивості огорожувачих конструкцій за допомогою утеплювача, який має захищатися від зовнішніх впливів захисно-декоративним шаром, та встановити якісні дверні та віконні блоки.

Перелічені вище вимоги можуть бути дотримані шляхом встановлення наступних елементів заповнення прорізів:

- двері

металопластикові з двокамерним склопакетом (4i-10-4-10-4i)

- вікна

трьохкамерні профілі з рамою 60 мм з двокамерними склопакетами, що мають енергозберігаюче напилення на два скла, і заповненням газу в обидві камери (4i-14Ar-4-14Ar-4i).

Використання якісних профільних віконних систем у перспективі можуть знизити витрату енергії в середньому на 27-32%.

Існує два основних способи влаштування додаткового теплозахисту стін: із зовнішньої або внутрішньої сторони стіни. Можливе також конструктивно-технологічне рішення теплозахисту стін з розташуванням теплоізоляційних матеріалів із зовнішньої та внутрішньої сторони конструкції одночасно. Оптимальний варіант розташування утеплювача встановлюється на основі аналізу всіх можливих способів з урахуванням усіх переваг та недоліків.

Розміщення теплоізоляції на внутрішній поверхні стіни має наступні переваги:

- 1) теплоізоляційний матеріал перебуває в сприятливих умовах і не потребує додаткового захисту від атмосферного впливу;

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 14 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2) виконання робіт з монтажу утеплювача може відбуватися в будь-який період року незалежно від способу кріплення.

Недоліки розташування теплоізоляції з боку приміщення:

- 1) збільшення товщини стіни всередину приміщення й відповідне зменшення корисної площі;
- 2) необхідність влаштування, з метою виключення випадання конденсату, додаткового теплозахисту в місцях обпирань на стіни плит перекриттів й у місцях примикання до зовнішніх стін, внутрішніх стін і перегородок;
- 3) необхідність захисту теплоізоляційного матеріалу та стіни від зволоження шляхом улаштування пароізоляційного шару перед теплоізоляційним матеріалом;
- 4) неможливість захистити стики панельних будівель від протікань;
- 5) складнощі з влаштуванням теплоізоляції за приладами опалення, а також у товщині підлоги.

Переваги розташування теплозахисту із зовнішньої сторони стіни:

- 1) створення захисного шару низької теплопровідності, що виключає утворення теплопровідних включень;
- 2) відсутність потреби влаштування пароізоляційного шару;
- 3) можливість захистити стики панельних будівель від атмосферних впливів;
- 4) створення сучасного архітектурно-художнього вигляду будинку;
- 5) паралельно роботами з улаштування теплоізоляції можна усувати дефекти стін;
- 6) відсутні проблеми з улаштування теплоізоляції за опалювальними приладами;
- 7) розташування теплоакумулюючого матеріалу стіни в зоні позитивних температур.

Останній пункт помітно підвищує теплову інерцію стіни й сприяє поліпшенню її теплозахисних властивостей при нестационарній теплопередачі. Високі теплоакумулюючі властивості стін знижують вплив коливань температури зовнішнього повітря на внутрішній клімат приміщення, крім того

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 15 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

короткочасні припливи холодного повітря (при кожному відкриванні вікон і дверей) не спричиняють швидке охолодження приміщення.

Недоліком цього варіанту є необхідність влаштування надійного захисного шару по теплоізоляційному матеріалу, а також потреба застосування дорогих штукатурних засобів при виконанні робіт.

Однчасне влаштування теплозахисту із зовнішньої і внутрішньої сторони стіни використовується вкрай рідко, бо має велику трудомісткість робіт.

Порівняння розподілу температур в конструкції стіни при розташуванні утеплювача із зовнішньої та внутрішньої сторони показано у вигляді температурних кривих на рисунку 8.

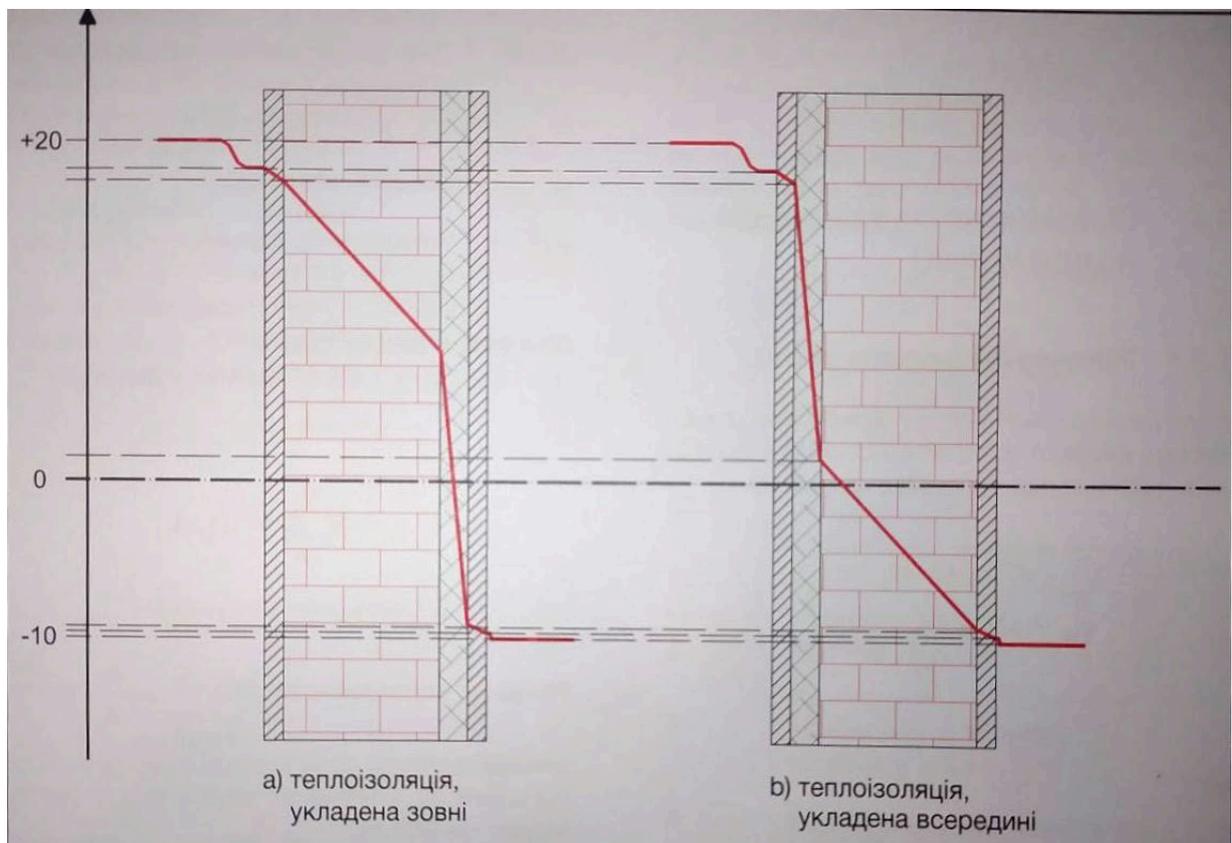


Рисунок 8 – Температурні криві в конструкції утепленої стіни [1]

Із рисунка 8 видно, що при розміщенні теплоізоляції всередині приміщення нульова температура, буде спостерігатися в товщі

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 16 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

конструктивного теплоакумуючого матеріалу, що негативно відобразиться на вологісному режимі через випадання конденсату й зволоження стіни.

З урахуванням усіх перелічених факторів для утеплення стін громадської будівлі, що розглядається, теплоізоляційний матеріал будемо розташовувати із зовнішньої сторони з опорядженням декоративною штукатуркою та фарбуванням.

4 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Тепловтрати будівлі Q складаються із тепловтрат через окремі огорожуючі конструкції Q_o та тепловтрат $Q_{\text{інф}}$ на нагрівання зовнішнього повітря, що інфільтрується в приміщення: $Q = \Sigma (Q_o + Q_i)$.

$$Q_o = K \cdot A \cdot (t_b - t_3) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta), \text{ де}$$

K – коефіцієнт теплопередачі огорожуючої конструкції, $[\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$;

A – площа огорожуючої конструкції, м^2 ,

(Площу зовнішніх та внутрішніх огорожуючих конструкцій при розрахунку тепловтрат приміщень визначають з точністю до $0,1 \text{ м}^2$, дотримуючись правил обмірювання огорожуючих конструкцій за планами та розрізами будівлі. Ці правила викладені в [3]. Вони враховують складність теплопередачі на краях огорожуючих конструкцій, передбачаючи умовне збільшення чи зменшення площ для відповідності фактичним тепловтратам.)

t_b – розрахункова температура в приміщенні, що приймається відповідно до

ГОСТ 12.1.005 – 76 і нормам проектування відповідних будівель і споруд, $^\circ\text{C}$;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, що приймається відповідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [2];

n – коефіцієнт зменшення розрахункової різниці температур $(t_b - t_3)$,

$n = 0,75$ – для горищного перекриття,

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 17 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$n = 0,7$ – для неопалювальних приміщень, що сполучаються із зовнішнім повітрям;

β – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати (у долях основних тепловтрат):

а) добавка на орієнтацію огороджуючих конструкцій

$\beta = 0,1$ – для огороджуючих конструкцій, орієнтованих на північ, схід, північний схід та північний захід,

$\beta = 0,05$ – для огороджуючих конструкцій, орієнтованих на південний схід та захід.

б) добавка на надходження холодного повітря через входи в будівлю приймається при висоті будинку H , м, для подвійних дверей із тамбуром між ними у розмірі $0,27H$.

$$Q_{\text{інф}} = c \cdot G \cdot (t_b - t_3), \text{ де}$$

c – питома теплоємність повітря, $c = 1,005 \text{ кДж/}^\circ\text{С} \cdot \text{кг}$

G – кількість повітря, що поступає в приміщення,

$$G_{\text{min}} = 0,5 \cdot V \cdot \rho, \text{ кг/год}$$

V – об'єм приміщення, м^3

ρ – густина повітря, кг/м^3

t_b – температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{С}$

t_3 – температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{С}$.

При використанні буквенних позначень за новим ДБН формула для розрахунку термічного опору має вигляд [1]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}},$$

де h_{si}, h_{se} – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К})$ [1];

d_i – товщина i -го шару огорожувальної конструкції, (м);

λ_i – коефіцієнт теплопередачі i -ого шару огородження, $(\text{Вт/м} \cdot \text{К})$;

n – кількість шарів огорожувальної конструкції.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 18 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Втрати теплоти, Вт·год, через зовнішні стіни визначаються за формулою:

$$Q_{cm} = \sum_i U_i \cdot A_i (t_{вн} - t_{co}) \cdot n_o \cdot 24$$

де, $t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря для житлових будівель для теплотехнічних розрахунків, за дод. В стандарту [];

A_i – площа зовнішньої стіни, м²;

$U_i = 1/R_{\Sigma i}$ – коефіцієнт теплопередачі огородження, (Вт/(м²·К)),

де $R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі відповідного огородження, (м²·К)/Вт.

Розрахунок виконано для кожного виду огорожувальної конструкції з використанням табличного редактора Excel. Результати розрахунку для існуючого стану огорожувальних конструкцій представлено в таблиці 3.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 19 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 3 – Результати розрахунку тепловтрат приміщень

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

| Найменування конструкції | Кількість | L | H | Площа, м2 | tвнутр. | tрозр. | R | K | Qогражд. | добавки | | | | Qз добав. | Qрозр. | Qінф | Σ |
|--------------------------|-----------|------|-----|-----------|---------|--------|-------|-------------|--|---------|-------|-------|------|-----------|--------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | сторони | вітер | двері | заг. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | | | | | | | | 1 | Зала важкої атлетики | | | | | | | | |
| ЗС1 | 1 | 7,2 | 4,1 | 29,52 | 20 | 43 | 2,800 | 0,357 | 453 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 512 | 5455 | 3608 | 9063 |
| ЗС2 | 1 | 13,5 | 4,1 | 55,35 | 20 | 43 | 2,800 | 0,357 | 850 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 961 | | | |
| ЗС3 | 1 | 13,5 | 2,5 | 33,75 | 20 | 43 | 2,800 | 0,357 | 518 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 586 | | | |
| ВО | 4 | 1,71 | 1,2 | 2,05 | 20 | 43 | 0,50 | 1,643 | 580 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 655 | | | |
| Ст | 1 | - | - | 83,00 | 20 | 43 | 3,30 | 0,303 | 1082 | | | | 1 | 1082 | | | |
| П | 1 | - | - | 83,00 | 20 | 43 | 2,15 | 0,465 | 1660 | | | | 1 | 1660 | | | |
| | | | | | | | | 2 | Роздягальня | | | | | | | | |
| ЗС | 1 | 2 | 4,1 | 8,20 | 20 | 43 | 2,800 | 0,357 | 126 | 0,08 | 0,05 | | 1,18 | 149 | 437 | | 437 |
| Ст | 1 | - | - | 8,73 | 20 | 43 | 3,30 | 0,303 | 114 | | | | 1 | 114 | | | |
| П | 1 | - | - | 8,73 | 20 | 43 | 2,15 | 0,465 | 175 | | | | 1 | 175 | | | |
| | | | | | | | | 3,17 | Санвузол із душовими | | | | | | | | |
| НСВ | 1 | 6 | 2,4 | 14,40 | 25 | 35 | 2,8 | 0,357 | 180 | 0,08 | 0,05 | | 1,18 | 212 | 649 | | 649 |
| Ст | 1 | - | - | 16,24 | 25 | 35 | 3,30 | 0,303 | 172 | | | | 1 | 172 | | | |
| П | 1 | - | - | 16,24 | 25 | 35 | 2,15 | 0,465 | 264 | | | | 1 | 264 | | | |
| | | | | | | | | 4,14 | Комора | | | | | | | | |
| ЗС | 1 | 6 | 2,4 | 14,40 | 16 | 26 | 2,800 | 0,357 | 134 | 0,08 | 0,05 | | 1,18 | 158 | 508 | | 508 |
| Ст | 1 | - | - | 17,52 | 16 | 26 | 3,30 | 0,303 | 138 | | | | 1 | 138 | | | |
| П | 1 | - | - | 17,52 | 16 | 26 | 2,15 | 0,465 | 212 | | | | 1 | 212 | | | |
| | | | | | | | | 6 | Зала загально-фізичної підготовки | | | | | | | | |
| ЗС1 | 1 | 78 | 4,1 | 319,80 | 18 | 41 | 2,800 | 0,357 | 4683 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 5292 | 30680 | 23040 | 53721 |
| ЗС3 | 1 | 78 | 2,5 | 195,00 | 18 | 41 | 2,800 | 0,357 | 2855 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 3227 | | | |
| ВО | 24 | 1,71 | 1,2 | 2,05 | 18 | 41 | 0,50 | 1,643 | 3317 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 3748 | | | |
| Д1 | 1 | 2,8 | 2,1 | 2,80 | 18 | 41 | 0,44 | 1,916 | 220 | 0,08 | 0,05 | 3 | 4,13 | 908 | | | |
| Ст | 1 | - | - | 555,84 | 18 | 41 | 3,30 | 0,303 | 6906 | | | | 1 | 6906 | | | |
| П | 1 | - | - | 555,84 | 18 | 41 | 2,15 | 0,465 | 10600 | | | | 1 | 10600 | | | |
| | | | | | | | | 7,9, 11, 12 | Санвузол із душовими | | | | | | | | |
| ЗС | 1 | 5,3 | 2,4 | 12,72 | 25 | 35 | 2,800 | 0,357 | 159 | 0,08 | 0,05 | | 1,18 | 188 | 573 | | 573 |
| Ст | 1 | - | - | 14,35 | 25 | 35 | 3,30 | 0,303 | 152 | | | | 1 | 152 | | | |
| П | 1 | - | - | 14,35 | 25 | 35 | 2,15 | 0,465 | 234 | | | | 1 | 234 | | | |
| | | | | | | | | 8 | Роздягальня командна | | | | | | | | |
| ЗС | 1 | 6 | 2,4 | 14,40 | 20 | 30 | 2,800 | 0,357 | 154 | 0,08 | 0,05 | | 1,18 | 182 | 580 | | 580 |
| Ст | 1 | - | - | 17,25 | 20 | 30 | 3,30 | 0,303 | 157 | | | | 1 | 157 | | | |
| П | 1 | - | - | 17,25 | 20 | 30 | 2,15 | 0,465 | 241 | | | | 1 | 241 | | | |
| | | | | | | | | 10 | Роздягальня командна | | | | | | | | |
| ЗС | 1 | 12 | 2,4 | 28,80 | 20 | 30 | 2,800 | 0,357 | 309 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 349 | 1164 | | 1164 |
| Ст | 1 | - | - | 35,40 | 20 | 30 | 3,30 | 0,303 | 322 | | | | 1 | 322 | | | |
| П | 1 | - | - | 35,40 | 20 | 30 | 2,15 | 0,465 | 494 | | | | 1 | 494 | | | |
| | | | | | | | | 15 | Зала спортивної боротьби | | | | | | | | |
| ЗС1 | 1 | 12 | 4,1 | 49,20 | 18 | 41 | 2,800 | 0,357 | 720 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 814 | 4562 | 3457 | 8019 |
| ЗС3 | 1 | 12 | 2,5 | 30,00 | 18 | 41 | 2,800 | 0,357 | 439 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 496 | | | |
| ВО | 4 | 1,71 | 1,2 | 2,05 | 18 | 41 | 0,50 | 1,643 | 553 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 625 | | | |
| Ст | 1 | - | - | 83,40 | 18 | 41 | 3,30 | 0,303 | 1036 | | | | 1 | 1036 | | | |
| П | 1 | - | - | 83,40 | 18 | 41 | 2,15 | 0,465 | 1590 | | | | 1 | 1590 | | | |
| | | | | | | | | 16 | Роздягальня | | | | | | | | |
| ЗС1 | 1 | 6 | 2,4 | 14,40 | 20 | 30 | 2,800 | 0,357 | 154 | 0,08 | 0,05 | | 1,13 | 174 | 578 | | 578 |
| Ст | 1 | - | - | 17,52 | 20 | 30 | 3,30 | 0,303 | 159 | | | | 1 | 159 | | | |
| П | 1 | - | - | 17,52 | 20 | 30 | 2,15 | 0,465 | 244 | | | | 1 | 244 | | | |
| | | | | | | | | 22 | Сходова клітка виходу до коментаторської | | | | | | | | |
| ЗС | 1 | 6 | 4,1 | 24,60 | 16 | 26 | 2,800 | 0,357 | 228 | 0,08 | 0,05 | | 1,18 | 270 | 764 | | 764 |
| Д1 | 1 | 0,9 | 2,1 | 0,9 | 16 | 26 | 0,44 | 1,808 | 42 | 0,08 | 0,05 | 3 | 4,13 | 175 | | | |
| Ст | 1 | - | - | 16,00 | 16 | 26 | 3,30 | 0,303 | 126 | | | | 1 | 126 | | | |
| П | 1 | - | - | 16,00 | 16 | 26 | 2,15 | 0,465 | 193 | | | | 1 | 193 | | | |

45950 Сумма 76056
54000
130056

$$Q=1,16 \cdot qh \cdot (55-5)=1,16 \cdot 0,91 \cdot 50 \quad 52,78 \quad 53,78$$

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 20 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Враховуючи фактичні значення теплотехнічних характеристик існуючих огорожувальних конструкцій, наведені в таблиці 1.2, підберемо необхідну товщину утелювача для досягнення нормативних значень.

За таблицею Б.2 [1] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря – $\theta_{int} = 20^{\circ}\text{C}$

За таблицею Б.2 [1] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря – $\varphi_{int} = 50\%$

За таблицею Б.1 [1] визначаємо тепловологісний режим приміщення – нормальний;

За таблицею Б.3 [1] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б.

Переріз стіни наведено на рис. 9.

Зовнішня стіна

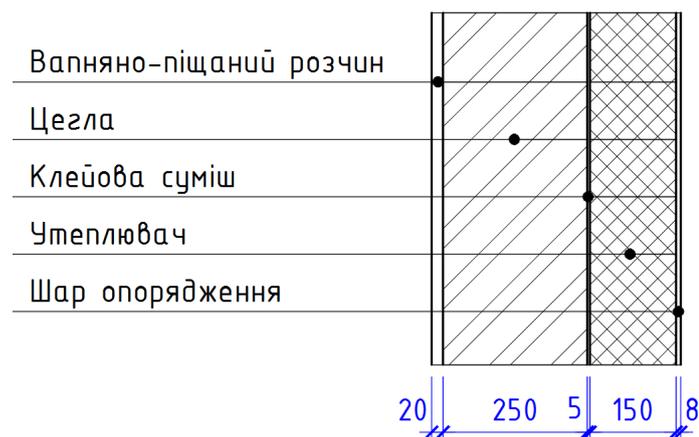


Рисунок 9 - Переріз стіни

Теплопровідність шарів огорожувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 [2].

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 4.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огороження.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 21 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 4 – Характеристика матеріалів огорожувальної конструкції

| № | Найменування | Товщина, м, по ділянці | Теплопровідність, Вт/(м·К) |
|---|------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 | Вапняно-піщаний розчин | 0,020 | 0,81 |
| 2 | Цегла | 0,250 | 0,81 |
| 3 | Клейова суміш | 0,005 | 0,93 |
| 4 | Утеплювач | 0,200 | 0,049 |
| 5 | Шар опорядження | 0,008 | 0,93 |

Визначаємо опір теплопередачі термічно однорідної огорожувальної конструкції за формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{d_3}{\lambda_{3p}} + \frac{d_4}{\lambda_{4p}} + \frac{d_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= 2,8 \text{ м}^2/\text{К} \cdot \text{Вт}$$

де d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$ – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, Вт/(м·К).

h_{si}, h_{se} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймаємо згідно дод. Б [2];

$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$

Розрахунок товщини утеплювача стіни

За табл. 1 [1] визначаємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції $R_{q \min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Знаходимо товщину утеплювача термічно однорідної огорожувальної конструкції:

$$d_4 = \lambda_{4p} \left(R_{q \min} - \frac{d_1}{\lambda_{1p}} - \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{d_3}{\lambda_{3p}} - \frac{d_5}{\lambda_{5p}} - \frac{1}{h_{si}} - \frac{1}{\alpha_s} \right) =$$

$$= 0,19 \text{ м}$$

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 22 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$ – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$ – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, Вт/(м·К).

h_{si}, h_{se} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймаємо згідно дод. Б [2];

$h_{si} = 8,7$ Вт/(м²·К); $h_{se} = 23$ Вт/(м²·К);

Приймаємо товщину утеплювача 200 мм

Визначаємо опір теплопередачі з прийнятою товщиною утеплювача за формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^i R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{d_3}{\lambda_{3p}} + \frac{d_4}{\lambda_{4p}} + \frac{d_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= 4,17 \text{ м}^2/\text{К}\cdot\text{Вт}$$

Так як $R_{\Sigma} = 4,17 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \text{ min}} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ то умова за формулою [1] виконується. Визначена товщина утеплювача 200 мм для стін достатня.

Конструкція суміщеного покриття наведена на рис. 10.

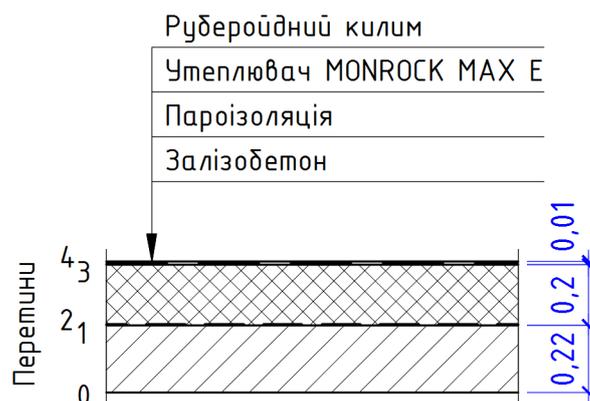


Рис. 10 - Конструкція суміщеного покриття

Характеристики матеріалів конструкції покриття наведені в таблиці 5.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 23 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 5 - Характеристика шарів покриття

| № | Найменування | Товщина шарів, м, | Теплопровідність, Вт/(м·К) |
|---|-------------------------------|-------------------|----------------------------|
| 1 | Штукатурка | 0,005 | 0,93 |
| 2 | Залізобетон | 0,22 | 2,04 |
| 3 | Пароізоляція | 0,001 | 0,17 |
| 4 | Утеплювач MONROCK MAX E | 0,2 | 0,053 |
| 5 | Руберойд | 0,01 | 0,17 |

За табл. 1 [1] визначаємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції $R_{q \min} = 7$

Знаходимо товщину утеплювача термічно однорідної огорожувальної конструкції:

$$d_4 = \lambda_{4p} \left(R_{q \min} - \frac{d_1}{\lambda_{1p}} - \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{d_3}{\lambda_{3p}} - \frac{d_5}{\lambda_{5p}} - \frac{1}{h_{si}} - \frac{1}{\alpha_3} \right) =$$

$$= 0,4 \text{ м}$$

де $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$ – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$ – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, Вт/(м·К).

h_{si}, h_{se} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймаємо згідно дод. Б [2];

$h_{si} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; $h_{se} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$;

Приймаємо товщину утеплювача 400 мм

Визначаємо опір теплопередачі з прийнятою товщиною утеплювача за формулою

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 24 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^i R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{d_3}{\lambda_{3p}} + \frac{d_4}{\lambda_{4p}} + \frac{d_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= 7,1 \text{ м}^2/\text{К}\cdot\text{Вт}$$

Так як отримане значення перевищує нормативне 7, то умова за [1] виконується. Отже, до вже передбаченої базовою конструкцією товщини утеплювача 200 мм треба додати ще 200 мм для досягнення нормативного значення опору теплопередачі.

5 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Вибір виду системи опалення впливає на циркуляцію повітря в приміщенні та рівномірність його прогріву. Відповідно правильно підібрана система опалення з комплексним врахуванням усіх впливаючих факторів забезпечує ефективну взаємодію всіх елементів та дозволяє підтримувати задані параметри мікроклімату без зайвих енерговитрат.

Основною особливістю нежитлових будівель є періодичність роботи. Відповідно технічні рішення в їх системах опалення повинні забезпечувати ефективне регулювання температури всередині приміщення залежно від часу доби та дня тижня.

Одним із першочергових енергозберігаючих заходів для нежитлових будинків є встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП). Його мета полягає в забезпеченні регулювання споживання тепла відповідно до погоди та потреби. Без відповідного обладнання для регулювання навіть теплоізольована будівля буде дарма споживати велику кількість енергії. Це означає, що на практиці не буде досягнуто бажаного ефекту заощадження коштів та скорочення викидів парникових газів. Це ж обладнання дозволяє автоматично зменшувати температуру повітря в нежитлових будівлях у неробочі години, вихідні й неробочі дні. У більшості громадських будівель персонал і відвідувачі

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 25 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

перебувають приблизно 8 годин на добу, інколи трохи довше, але інші 12 – 16 годин вони стоять порожніми. Зниження температури в приміщенні в неробочий час може давати значну економію енергії.

Для влаштування систем опалення громадських будинків існують 2 основні схеми: двотрубна та однотрубна (рисунок 11).

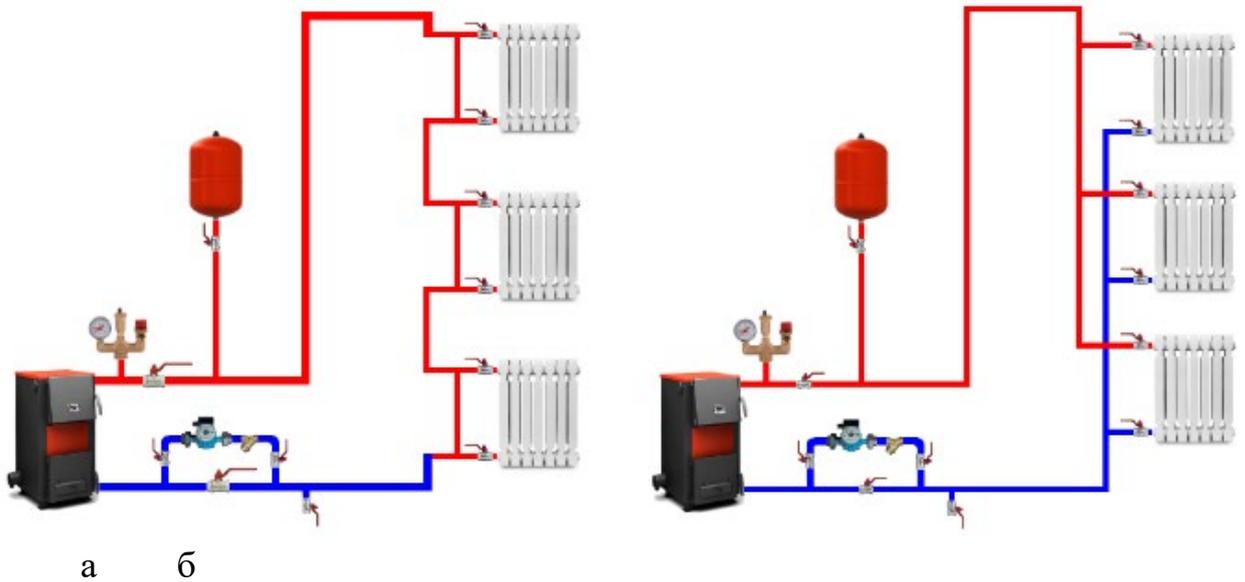


Рисунок 11 – Основні схеми систем опалення:
а – однотрубна і б – двотрубна

У громадських будівлях найчастіше зустрічаються однотрубні системи. Вони мають значно меншу металоємність, тому свого часу набули більшого поширення. Технологія однотрубних систем опалення не передбачає можливості незалежного регулювання розподілу тепла в приміщеннях.

Двотрубні системи опалення передбачають підведення до кожного радіатора двох труб, одна з яких подає теплу воду з котла, а інша повертає холодну воду назад. Ці системи є кращими з точки зору розподілу тепла між приміщеннями, оскільки дозволяють регулювати температуру в кожній кімнаті окремо шляхом зміни параметрів термостатичних вентилів радіаторів. На жаль, у існуючих громадських будівлях дуже рідко зустрічаються такі системи.

Перетворення однотрубної системи на двотрубну практично не можливе, оскільки потребує повного виведення з експлуатації старої системи та встановлення абсолютно нової. Ніякі частини старої системи не можуть бути

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 26 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

використані повторно. Відповідно вартість такої заміни дуже висока й непорівнянна з потенційною економією енергії. Загалом для існуючих нежитлових будинків рекомендований перехід на двотрубну систему опалення тільки якщо стара однотрубна не підлягає ремонту.

У громадській будівлі, що розглядається, система опалення перебуває в повністю неробочому стані, тому при проектуванні надамо перевагу двотрубній системі як такій, що забезпечує краще регулювання та має вищу енергоефективність.

Джерелами тепла в системі опалення нежитлових будівель можуть бути наступні різновиди:

1. Котел старого зразка, який використовує викопне паливо для виробництва тепла для будівлі. Більшість з них працює на газі, проте можливе використання вугілля. Розташовані зазвичай всередині самої будівлі. Через дуже обмежені можливості автоматизації та регулювання тепlopостачання будівля споживає більше тепла, ніж потрібно. Неefективний спосіб згоряння палива призводить до його надмірного споживання, що пов'язано з високими експлуатаційними витратами і великими викидами CO₂. При цьому місцеві викиди розташовані безпосередньо близько від будівлі, що чинить негативний вплив на здоров'я людей та на навколишнє середовище. При цьому вартість природного газу має тенденцію до зростання, а його споживання сприяє енергетичній залежності України. Відповідно цей варіант є дуже далеким від енергоефективності.

2. Сучасний котел на природному газі розташований всередині опалюваної будівлі або безпосередньо близько до неї. Цей варіант є цілком прийнятним, система тепlopостачання має досить високий ККД, але недоліком залишається залежність від високовартісного природного газу. З метою підвищення енергоефективності можна додатково встановлювати агрегати на відновлюваних джерелах енергії, які візьмуть частину потужності на себе. Це дозволить знизити об'єми споживання газу без погіршення рівня комфорту. Незважаючи на те, що спосіб згоряння в сучасних котлах є значно кращим, ніж

| | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 27 |
| <i>Зм</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

у старих агрегатах, він усе одно дає викиди, які шкідливі для здоров'я та навколишнього середовища. Модернізація джерела теплової енергії, у тому числі з переходом на альтернативне паливо може значно підвищити комфорт та знизити затрати на опалення.

3. Електричний котел є досить екологічним і зручним у використанні, має можливості автоматизації, але його експлуатаційні витрати можуть бути відчутними через високу вартість електроенергії.

4. Теплові насоси є перспективним джерелом енергії для системи опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування. Порівняно з електричним котлом тепловий насос має більш економну технологію з точки зору використання електричної енергії для виробництва тепла. Із тієї ж кількості енергії отримується в 2-4 рази більше тепла. Хоча він зручний у використанні та має значні можливості автоматизації, його експлуатаційні витрати також можуть бути відчутними. Важливим нюансом роботи теплового насоса є те, що найбільша ефективність досягається за умови застосування низькотемпературних опалювальних приладів, таких як теплі підлоги і т.д., а також при використанні для потреб кондиціонування влітку. Таким чином, для більшості нежитлових будівель теплові насоси можуть бути використані лише як додаткове джерело тепла, наприклад, для гарячого водопостачання або часткового покриття невеликих теплових навантажень.

5. Сонячні теплові панелі є одним із найекологічніших сучасних джерел тепла, але в умовах українських зим їх зазвичай недостатньо для покриття потреби в опаленні. Сонячні панелі можна використовувати разом з тепловими насосами або для розвантаження інших наявних джерел тепла з метою зменшення споживання викопного палива. Найпоширеніша сфера їх використання – виробництво гарячої води. Під час вибору потужності сонячних колекторів для уникнення їх переходу у режим стагнації необхідно орієнтуватися на мінімальне споживання гарячої води влітку. З огляду на це, для навчальних корпусів, які влітку закриваються на канікули, використання сонячних панелей не актуально.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 28 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6. Котел на біомасі вважається досить ефективним, економічним та екологічно чистим джерелом тепла. Тим не менше він має й свої недоліки: локальні викиди в результаті згоряння палива, що потребує якісного очищення вихлопних газів, а також обмеження на здатність автоматичного завантаження палива. У більшості варіантів необхідно вручну регулярно подавати паливо. До того ж потрібне надійне джерело постачання біомаси та місце для складування запасів у безпосередній близькості від котла. Необхідне регулярне кваліфіковане технічне обслуговування котла. При цьому витрати на біопаливо в різних регіонах можуть суттєво відрізнятись.

7. Системи централізованого опалення (від котелень та ТЕЦ) є типовими для великих населених пунктів України. Споживачі можуть відчувати занадто низьку температуру в приміщенні через високі втрати в теплових мережах систем центрального опалення. При наявності стабільно працюючої системи централізованого опалення доречно залишити підключення до неї, виконавши при цьому заходи з термомодернізації (теплоізоляцію будівлі, облаштування ІТП, балансування системи опалення та регулювання тепловіддачі радіаторів, відновлення ізоляції теплових мереж). В окремих випадках при значних проблемах у роботі діючого обладнання є виправданим перехід до децентралізованого опалення від власного джерела тепла, наприклад дахової котельні.

При виборі оптимального варіанту джерела тепла необхідно керуватися результатами техніко-економічних розрахунків як інвестиційних, так і експлуатаційних витрат.

Громадська будівля, що розглядається підключена до місцевої котельні, тому джерело тепла в рамках даної роботи змінювати не будемо.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 29 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6 АНАЛІЗ ВИДІВ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ТА СПОСОБІВ ЇХ ПРИЄДНАННЯ

Усі згадані вище види систем опалення мають свої переваги й недоліки, що обумовлює їх застосування в конкретній будівлі для вирішення поставлених задач. Вибір оптимального варіанту виконання системи опалення має базуватися на аналізі ефективності її елементів у конкретних умовах з урахуванням сумісності з регулюючою арматурою.

Розглянемо способи приєднання радіаторів до системи опалення, що має вирішальний вплив на розподіл теплоносія в ньому та відповідно ефективність опалювального приладу. На малюнку 12 показані можливі варіанти розташування підводок до радіаторів.

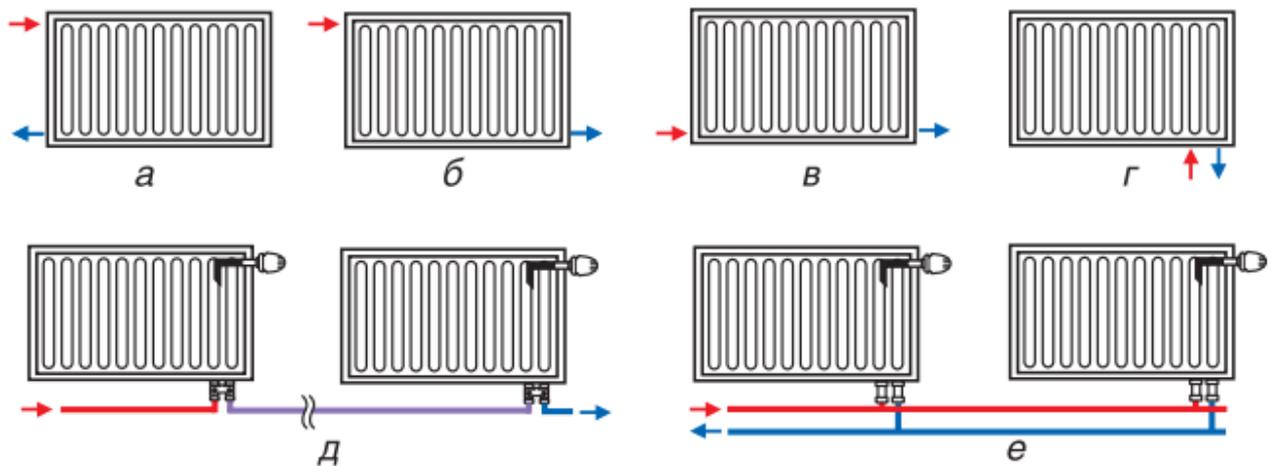


Рисунок 12 – Схеми приєднання радіаторів до системи водяного опалення

Однозначної відповіді на питання яка схема приєднання є найкращою не існує. Так, для чавунних радіаторів найбільш раціональним вважається підключення зверху вниз з протилежної сторони, а для сталевих – зверху вниз з однієї сторони. При цьому на вибір впливатимуть також особливості інтер'єру та декоративні вимоги приміщення, а також вид системи опалення, який обумовить кількість та якість теплоносія й швидкість його руху.

Приєднання подавального і зворотнього трубопроводів за схемою *a* з однієї сторони зверху вниз (або знизу вверх) дає можливість здійснювати

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 30 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

підключення як з лівої, так і з правої сторони. Для приладів довжиною понад 1 м (а також якщо довжина втричі більша за висоту) для забезпечення рівномірності розподілу температури за довжиною доцільним є приєднання за схемою б зверху вниз з протилежної сторони. Якщо ж різностороннє приєднання виконати за схемою знизу вверх, то тепловіддача приладу знизиться приблизно на 50 %. При схованому прокладанні трубопроводів у підлозі чи плінтусі використовують приєднання за схемою в знизу вниз, що призводить до зменшення тепловіддачі на 10 % проте дозволяє покращити естетичні характеристики. Для опалювальних приладів із вбудованим термостатичним клапаном рекомендоване приєднання знизу за схемою г.

На рисунку 13 зображено вузол приєднання опалювального прилада за допомогою спеціальних вузлів від одного з провідних виробників запірно-регулюючої арматури на ринку України.

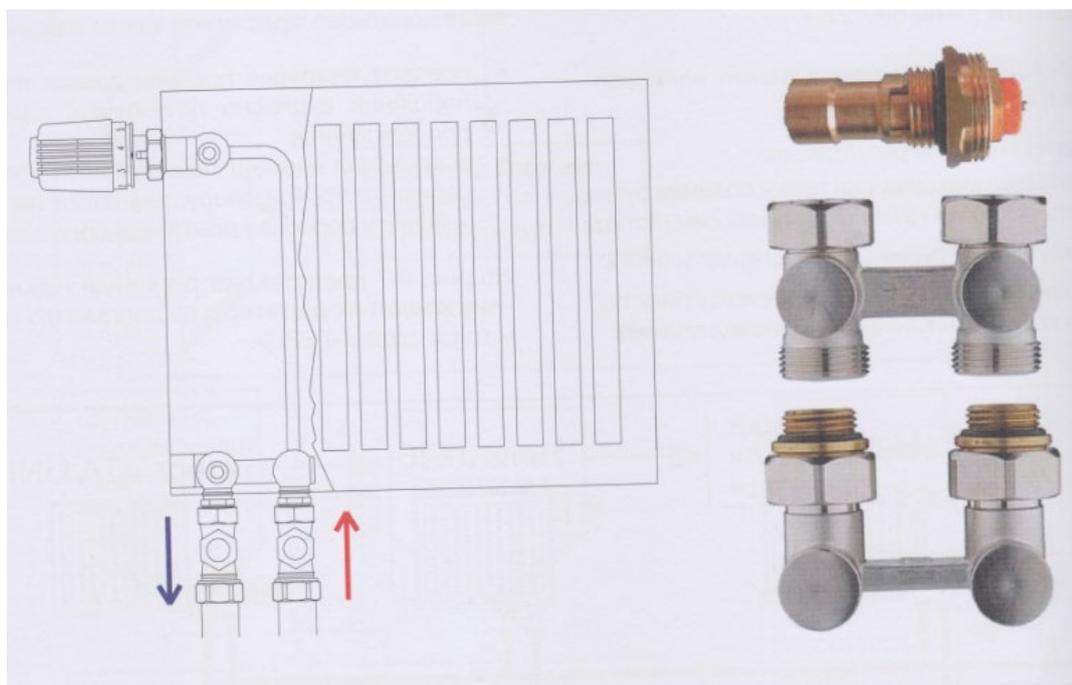


Рисунок 13 – Вузол приєднання сталевого панельного радіатора до системи опалення за допомогою арматури фірми HERZ.

Розглянемо особливості різних видів опалювальних приладів.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 31 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Чавунні секційні радіатори більше підходять для високих приміщень. Радіаційна частина теплового потоку для них складає близько 30%, а конвективна — 70%. Конвективна складова забезпечує швидке прогрівання верхньої частини приміщення, а радіаційна — нижньої. Чавунні радіатори надійні в експлуатації, мають значну товщину стінок, що робить їх стійкими до корозії та заростання, особливо при низькій якості теплоносія та поаному обслуговуванні. Мають великий переріз каналів, що знижує втрати енергії на перекачку теплоносія. Набираються з окремих секцій, дозволяючи достатньо точно підібрати площу поверхні нагрівання. Достатньо гігієнічні. Із недоліків можна назвати велику водомісткість, металоємність, неестетичний зовнішній вигляд, трудомісткість виробництва і монтажу, відносно велику будівельну глибину. Головний мінус — велика теплова інерційність, що знижує ефект енергозаощадження, особливо при використанні терморегуляторів.

Сталеві штамповані радіатори мають свої переваги. Вони відрізняються меншою металоємністю (0,55...0,6 Вт/(кг×К)), вдвічі меншою водомісткістю, ніж чавунні, більше відповідають сучасному інтер'єру приміщень. Однопанельні конструкції легше очищаються від пилу, більш технологічні при виробництві та монтажу, малоінерційні й відповідно легше піддаються автоматичному керуванню теплової потужності. Мають малу будівельну глибину. Основним недоліком є схильність до внутрішньої корозії, оскільки товщина становить приблизно 1,2...1,5 мм. Застосування сталевих штампованих радіаторів обмежується замкненими системами опалення, системами із спеціально підготовленою (деаерованою) водою, котеджними системами, де реально забезпечити високу якість теплоносія. Мінусом також є відносно невелика площа нагрівальної поверхні. Їх часто застосовують в дво- та трирядному виконанні з додатковим оребренням, що знижує санітарно-гігієнічні показники й погіршує процес теплообміну приблизно на 15%.

Гладкотрубні радіатори відрізняються від інших типів опалювальних приладів найкращими санітарно-гігієнічними показниками. Сучасні сталеві круглотрубні реєстри (рушникосушильники) застосовують у допоміжних

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 32 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

приміщеннях квартир, готелів тощо. Плоскотрубні радіатори — у будь-яких приміщеннях. Теплова напруга має діапазон 0,7...1,5 Вт/кг×К, товщина труб радіатора становить приблизно 1,5 мм, тому їх застосовують з такими ж обмеженнями, як і сталеві штамповані радіатори.

Алюмінієві радіатори мають більш привабливий дизайн, ніж чавунні та вищі теплотехнічні показники. Санітарно-гігієнічні характеристики низькі через затруднене видалення пилу з внутрішньої поверхні. Прилади можуть зазнавати кислотної корозії через наявність у складі теплоносія домішок проти солей жорсткості. Ця корозія підсилюється утворенням в системах опалення гальванічних пар алюмінію з іншими металами, наприклад, латунню. При застосуванні таких радіаторів необхідно ще на стадії проектування провести протикорозійні заходи відповідно до вимог виробників. Ці радіатори мають питому теплову напругу 1,3...2,5 Вт/(кг×К), відносно високу будівельну глибину. Деякі конструкції виготовлені з викривленим виходом для конвективної струмини, що позитивно відображається на збереженні геометрії підвіконь із натуральної деревини.

Сталеві конвектори передають приміщенню більшу частину теплоти за рахунок конвекції (90...95%). Характеризуються зниженим комфортом і низькими теплотехнічними показниками, особливо при використанні у двотрубних системах опалення. Погано підходять для обігрівання високих приміщень, так як перегрівають верхню зону, а біля підлоги відчутне недогрівання. Порівняно з радіаторами більше сприяють перенесенню пиловидних частинок. Основні переваги: простота виготовлення, низька металоємність (0,8...0,13 Вт/(кг×К)) та водомісткість та відповідно мала інерційність. Прості й надійні в експлуатації. Сучасні конвектори з кожухом мають привабливий дизайн, порівняно з радіаторами євростандарту. Конвектори без кожуха мають невеликі габарити за висотою та глибиною. Їх розміщення біля підлоги уздовж стрічкового заскління, або уздовж усієї довжини вікон і зовнішніх стін запобігає розповсюдженню по нижній частині

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 33 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

приміщення низхідних холодних потоків повітря, але при цьому дещо погіршується дизайн приміщення.

Конвектори-радіатори поєднують форму конвекторів і радіаційну складову теплового потоку, як у радіаторів. До них належать мідні опалювальні прилади з алюмінієвим оребрением, які за питомою тепловою напругою (2,5...4,2 Вт/(кг×К)), інерційністю, експлуатаційними та іншими характеристиками є суттєво кращими за будь-які інші опалювальні прилади. Вони дозволяють отримати найбільший теплосберігаючий ефект при використанні терморегуляторів. Головним недоліком є вартість та необхідність на стадії проектування передбачати антикорозійні заходи відповідно до вимог виробника.

Підлогові опалювальні панелі та опалювальні панелі в зовнішніх стінах — найбільш комфортні, але найдоождчі елементи системи опалення. Розподілення температури повітря за висотою приміщення при використанні підлогових опалювальних панелей є близьким до ідеального: на рівні ніг тепло, а на рівні голови комфортно. Конвективне перенесення пилу у приміщенні майже відсутнє, оскільки середня температура підлоги за час використання приміщення підтримується на рівні 26°C; підвищується естетичний вигляд приміщення. Довговічність сучасних панелей може бути співставлена з довговічністю будівлі. Через необхідність використання теплоносія з низькою температурою їх економічно доцільно використовувати у будинках з високим рівнем теплозахисту. Панелі мають велику теплову інерційність, що не дає змоги повною мірою використати додаткові теплонадходження, такі як побутове та сонячне. Теплі підлоги використовують зазвичай лише для забезпечення теплового комфорту на рівні ніг, а решту тепловтрат приміщення компенсують радіаторами або конвекторами.

Вибір варіантів проектування теплої підлоги або підлогового опалення здійснюють за техніко-економічним порівнянням проектних рішень. Крім перерахованих переваг і недоліків різних типів опалювальних приладів при обґрунтуванні їх вибору необхідно урахувувати якість теплоносія і схему

| | | | | | | |
|----|------|-----------------|--------|------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 34 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

теплопостачання; робочі параметри теплоносія (температуру, тиск) у системі опалення; категорію виробництва у приміщенні за пожежовибухонебезпечністю.

При підвищених санітарно-гігієнічних, протипожежних і противибухових вимогах вибирають прилади з гладкою поверхнею — радіатори панельні або гладкотрубні (при обґрунтуванні), а також бетонні опалювальні панелі. Для промислових будівель застосовують прилади з підвищеною тепловою щільністю по довжині. У адміністративно-побутових — конвектори без кожухів, у громадських — радіатори та конвектори з кожухами. У приміщеннях з довготерміновим перебуванням людей — радіатори або конвектори з кожухами.

Для зменшення вартості заготівельних та монтажних робіт рекомендується підбирати радіатори з однаковою монтажною висотою.

7 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Сучасна регулююча арматура дозволяє реалізовувати високотехнологічні енергоефективні системи опалення з оптимізованими капітальними витратами. Сучасні системи опалення – це системи з постійно мінливим тепловим режимом у процесі експлуатації, що відповідно вимагає обладнання для відстеження цих змін і реагування на них. Нові підходи, рішення, матеріали і конструкції в системах опалення розбудовують ці і без того найскладніші та динамічні системи.

Дослідження нормативних документів, введених у дію в останні роки [3, 24, 25, 26], показує, що все більше значення надається системам автоматичного регулювання.

За [4] рекомендується встановлення терморегуляторів на кожному опалювальному приладі. Опалювальні прилади можуть мати різну теплову

| | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 35 |
| <i>Зм</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

інерцію. У конвекторів, металевих і біметалевих штампованих радіаторів вона мала, а у чавунні радіатори, чавунні ребристі труби, опалювальні панелі «тепла підлога» і т.д. - велика. Робота терморегулятора передбачає регулювання кількості теплоносія, що надходить в опалювальний прилад, залежно від потрібної температури повітря в приміщенні. Відповідно опалювальні прилади малої інерційності будуть швидше нагріватися і охолоджуватися при зміні витрати теплоносія. Відповідно в системах з терморегуляторами більш ефективними будуть малоінерційні опалювальні прилади.

Нерівномірний вплив вітру й сонячної радіації на будівлі можна компенсувати, поділивши систему опалення на окремі частини по фасадам і встановити автоматичні регулятори режиму роботи системи опалення. Залежно від кліматичних умов пофасадне регулювання може давати суттєву економію.

У своїй дисертаційній роботі Білоус І.Ю. [11] досліджено переривчасте опалення ВНЗ у м. Києві на базі імітаційної динамічної моделі будівлі в EnergyPlus. Було підтверджено дослідним шляхом економію від провадження такого виду регулювання роботи системи опалення та встановлено особливості функціонування будівлі як енергетичної системи з переривчастим опаленням. У рамках дослідження в неробочі години в навчальному закладі відбувалося пониження температури повітря. Стабілізація графіка зміни внутрішньої температури повітря досягалася на 6-8 день, для розглянутого діапазону пониження рівня опалення в неробочі години, при цьому внутрішня температура повітря падала на 1,5–2 °С. Для запобігання просідання температури повітря в робочі години рівень опалення в робочі години має бути підвищеним. Щоденне пониження температури повітря в приміщенні на 2 – 4 °С в неробочі години дозволило заощадити в умовах м. Київ 2 – 9 % тепла для типової погоди грудня. Форсування системи опалення перед початком робочого дня дозволило збільшити економію на 2% порівняно з графіком пониження температури в неробочі години без форсування системи опалення. За результати дослідження прогнозується економія до 3,6 млн. Гкал для громадських будівель України за рахунок застосування режимів

| | | | | | | |
|----|------|-----------------|--------|------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 36 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

переривчастого опалення протягом опалювального сезону з врахуванням динаміки зміни умов середовища та застосуванням формування системи перед робочими годинами.

Наявність систем регулювання та їх характеристик впливає на клас енергоефективності будинків за ДСТУ Б А.2.2-8:2010 [15].

8 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Розрахунок витрат холодної води

Розрахунок виконано згідно СНіП 2.04.01-85 «Внутрішній водопровід та каналізація» розділ 3 «Визначення розрахункових витрат води в системах водопостачання і каналізації», оскільки ДБН В.2.5-64:2012 не дає чіткого алгоритму розрахунку, а тільки рекомендує таблиці витрат води.

Вихідні дані приймаємо за таблицею додатка 3 (п.26) СНіП 2.04.01-85.

Витрати води для стадіонів на 1 спортсмена зведені в таблицю 5.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 37 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 5 – Норми витрат води на 1 спортсмена

| Норма витрат води, л | | | | | | Витрата води приладом, л/с (л/год) | |
|--|--------------------|--|----------------|---|---------------------|--|--|
| в середню добу | | в добу найбільшого водоспоживання | | в годину найбільшого водоспоживання | | загальна (холодна і гаряча) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$) | холодна або гаряча q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$) |
| загальна (в тому числі гаряча) $q_{u,m}^{tot}$ | гаряча $q_{u,m}^h$ | загальна (в тому числі гаряча) q_u^{tot} | гаряча q_u^h | загальна (в тому числі гаряча) $q_{hr,u}^{tot}$ | гаряча $q_{hr,u}^h$ | | |
| 100 | 60 | 100 | 60 | 9 | 5 | 0,2 (80) | 0,14 (50) |

1. Секундна витрата

1. Максимальна секундна витрата (без урахування води на душові сітки) на розрахунковій ділянці мережі визначається за формулою (2):

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha,$$

де q_0 – секундна витрата води приладів, що обслуговують різних споживачів.

α – коефіцієнт, що враховує залежність загальної кількості приладів N і ймовірність їх використання P .

2. Визначимо ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів для кожного виду споживачів за формулою (3):

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}$$

- для спортсменів:

$$P = \frac{4 \cdot 50}{0,14 \cdot 36 \cdot 3600} = 0,0110$$

3. Визначимо коефіцієнт α по таблиці 2 додатку 4 СНиП 2.04.01-85, т.я. $P < 0,1$ і $N = 50$, $NP = 0,55$:

$$\alpha = 0,71.$$

4. Визначимо максимальну секундну витрату (без врахування води на душові сітки) на розрахунковій ділянці мережі за формулою (2):

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 38 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$q = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,71 = 0,50 \text{ (л/с)}$$

Згідно п.3.3 і додаткам 1–3 СНиП 2.04.01-85 загальна максимальна секундна витрата (з урахуванням води на душові сітки) на розрахунковій ділянці мережі визначається:

$$\Sigma q = q + q_{\text{душ}}$$

$$\Sigma q = 0,5 + (0,09 \cdot 8) = \mathbf{1,22 \text{ (л/с)}}$$

2. Годинна витрата

1. Максимальна годинна витрата води (без урахування води на душові сітки) визначаємо за формулою (8) СНиП 2.04.01-85:

$$q_{\text{hr}} = 0,005 \cdot q_{\text{o,hr}} \cdot \alpha_{\text{hr}}$$

де $q_{\text{o,hr}}$ – годинна витрата води приладів.

α_{hr} – коефіцієнт, що враховує залежність загальної кількості приладів N та ймовірність їх використання P_{hr} .

$$q_{\text{o,hr}} = 50 \text{ л/год}$$

де P_{hr} – імовірність використання санітарно-технічних приладів:

$$P_{\text{hr}} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{\text{o,hr}}}$$

$$P_{\text{hr}} = \frac{3600 \cdot 0,011 \cdot 0,5}{50} = \mathbf{0,396}$$

2. Визначимо коефіцієнт α за таблицею 1 додатку 4 СНиП 2.04.01-85:

Т.я. $P > 0,1$ і $N = 50$;

$$\alpha = 6,05$$

3. Визначимо максимальну годинну витрату (без урахування води на душові сітки) по формулі (8):

$$q_{\text{hr}} = 0,005 \cdot 50 \cdot 6,05 = 1,513 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Згідно п.3.8 примітки СНиП 2.04.01-85 загальна максимальна годинна витрата (з урахуванням води на душові сітки) визначається:

$$\Sigma q_{\text{hr}} = q_{\text{hr}} + q_{\text{hr,душ}}$$

$$\Sigma q_{\text{hr}} = 1,513 + (0,08 \cdot 8) = \mathbf{2,153 \text{ (м}^3\text{/ч)}}$$

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 39 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6. Визначимо середню годинну витрату води (без урахування води на душові сітки) по формулі (9):

$$q_T = \frac{\sum_1^i q_{u,i} \cdot U_i}{1000T}$$

де $q_{u,i}$ – норма витрати води за добу найбільшого водоспоживання відповідним видом споживачів.

T – період максимального водоспоживання, год.

$$q_T = \frac{40 \cdot 50}{1000 \cdot 11} = 0,18 (\text{м}^3/\text{ч})$$

7. Визначимо середню годинну витрату (з урахуванням води на душові сітки) по формулі:

$$\Sigma q_T = q_T + q_{T,\text{душ}}$$

$$\Sigma q_T = 0,18 + (0,08 \cdot 8) = 0,82 (\text{м}^3/\text{Год})$$

Розрахунок витрати гарячої води

1. Секундна витрата

1. Максимальна секундна витрата (без урахування води на душові сітки) на розрахунковій ділянці мережі по формулі (2):

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha,$$

де q_0 – секундна витрата води приладів, що обслуговують відповідних споживачів.

α – коефіцієнт, що враховує залежність загальної кількості приладів N та ймовірність їх використання P .

2. Визначимо ймовірність дії санітарно-технічних приладів для кожного виду споживачів по формулі (3):

$$P = \frac{q_{\text{нр,м}} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}$$

- для спортсменів:

$$P = \frac{5 \cdot 50}{0,14 \cdot 36 \cdot 3600} = 0,014$$

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 40 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Визначимо коефіцієнт α по таблиці 2 додатку 4 СНиП 2.04.01-85, т.я. $P < 0,1$ і $N = 50$, $NP = 0,70$:

$$\alpha = 0,803.$$

4. Визначимо максимальну секундну витрату (без урахування води на душові сітки) на розрахунковій ділянці мережі по формулі (2):

$$q = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,803 = 0,562 \text{ (л/с)}$$

Згідно п.3.3 і приміткам 1–3 СНиП 2.04.01-85 загальна максимальна секундна витрата (з урахуванням води на душові сітки) на розрахунковій ділянці мережі визначається:

$$\Sigma q = q + q_{\text{душ}},$$

$$\Sigma q = 0,562 + (0,09 \cdot 8) = \mathbf{1,282} \text{ (л/с)}$$

2. Годинна витрата

1. Максимальна годинна витрата води (без урахування води на душові сітки) визначаємо по формулі (8) СНиП 2.04.01-85:

$$q_{\text{hr}} = 0,005 \times q_{0,\text{hr}} \alpha_{\text{hr}},$$

де $q_{0,\text{hr}}$ – годинна витрата води приладів.

α_{hr} – коефіцієнт, що враховує залежність загальної кількості приладів N та ймовірність їх використання P_{hr} .

$$q_{0,\text{hr}} = 50 \text{ л/ч}$$

де P_{hr} – імовірність використання санітарно-технічних приладів:

$$P_{\text{hr}} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,\text{hr}}}$$

$$P_{\text{hr}} = \frac{3600 \cdot 0,014 \cdot 0,562}{50} = \mathbf{0,566}$$

2. Визначимо коефіцієнт α по таблиці 1 додатку 4 СНиП 2.04.01-85:

Т.я. $P > 0,1$ і $N = 50$;

$$\alpha = 7,80$$

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 41 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Визначимо максимальну годинну витрату (без урахування води на душові сітки) по формулі (8):

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 50 \cdot 7,8 = 1,95 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Згідно п.3.8 примітки СНиП 2.04.01-85 загальна максимальна годинна витрата (з урахуванням води на душові сітки) визначається:

$$\Sigma q_{hr} = q_{hr} + q_{hr,душ}$$

$$\Sigma q_{hr} = 1,95 + (0,08 \cdot 8) = \mathbf{2,59} \text{ (м}^3\text{/Год)}$$

6. Визначимо середню годинну витрату води (без урахування води на душові сітки) по формулі (9):

$$q_T = \frac{\Sigma q_{u,i} \cdot U_i}{1000T}$$

де $q_{u,i}$ – норма витрати води в добу найбільшого водоспоживання відповідним видом споживачів;

T – період максимального водоспоживання, год.

$$q_T = \frac{60 \cdot 50}{1000 \cdot 11} = \mathbf{0,27} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

7. Визначимо середню годинну витрату (з урахуванням води на душові сітки) по формулі:

$$\Sigma q_T = q_T + q_{T,душ}$$

$$\Sigma q_T = 0,27 + (0,08 \cdot 8) = \mathbf{0,91} \text{ (м}^3\text{/Год)}$$

Для заданого на плані розташування водорозбірних точок виконуємо конструювання систем холодного та гарячого водопостачання й будуємо аксонометричну схему. За знайденими витратами води, враховуючи отриману конфігурацію системи водопостачання розраховуємо діаметри трубопроводів.

Результати розрахунку представлено на фрагменті аксонометричної схеми систем холодного та гарячого водопостачання, зображеної на рисунку 14. Повна схема наведена на аркуші 5 креслень.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 42 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

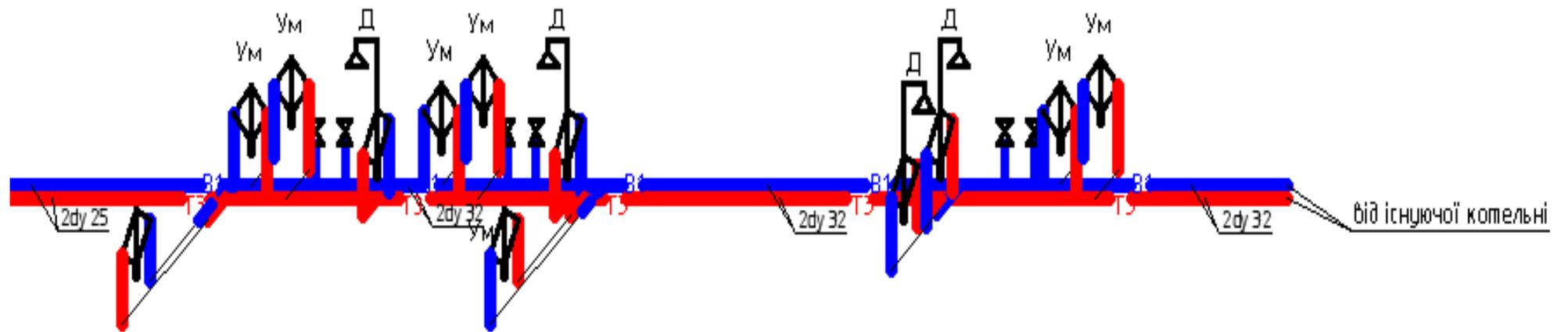


Рисунок 14 – Аксонометрична схема систем холодного та гарячого водопостачання

9 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Гідравлічний розрахунок систем опалення може виконуватися 2 способами: „характеристик опору” та „питомих лінійних втрат тиску”.

Розрахунок у будь-якому разі базується на рівнянні: $\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}}$, де

$\Delta P_{\text{л}}$ – втрати тиску по довжині трубопроводу, Па,

$\Delta P_{\text{м}}$ – сума місцевих втрат тиску, обумовлених зміною структури потоку, Па.

Втрати тиску на тертя по довжині трубопроводу визначаються за формулою Дарсі: $\Delta P_{\text{л}} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \rho$, де

λ – коефіцієнт гідравлічного тертя,

l і d – відповідно довжина та внутрішній діаметр трубопроводу ділянки системи, м,

v – середня по перерізу труби швидкість теплоносія, м/с

ρ – густина теплоносія, кг/м³.

Коефіцієнту гідравлічного тертя визначається за формулою Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{K_e}{d} \right)^{0,25}$$

У закордонних комп'ютерних програмах використовується формула

Колбрука-Уайта: $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K_e}{3,71d} \right)$ та її модифікований варіант:

$$\lambda = \left[-2 \lg \left(\frac{61}{Re^{0,915}} + 0,134 \frac{K_e}{3,71d} \right) \right]^{-2}$$
, де Re – число Рейнольдса, K_e – еквівалентна

шорсткість.

При використанні сталевих трубопроводів застосовувати формулу Альтшуля, а для інших матеріалів – модифіковану формулу Колбрука-Уайта [3].

Втрати тиску на місцевих опорах знаходять за формулою: $\Delta P_{\text{м}} = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \rho$,

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 44 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для фітингів та запірно-регулюючих пристроїв нового покоління значення ξ суттєво відрізняється від ξ , що застосовувалися раніше. Їх визначають за спеціальними каталогами фірм-виробників.

При розрахунках за методом характеристик опору основне рівняння представляється у вигляді:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_n = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \rho + \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \rho = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \left(\frac{4 \cdot G}{3600 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2} =$$

$$= \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \left(\frac{4 \cdot G}{3600 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{16 \cdot G^2}{3600^2 \cdot 2 \pi^2 \cdot d^4 \cdot \rho^2} \cdot \rho = SG^2, \text{ де}$$

S – характеристика опору, $\frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot (\text{кг/год})^2}$,

G – витрата теплоносія на ділянці трубопроводу, кг/год.

Метод характеристик опору зручно використовувати, коли задані діаметри й необхідно визначити розподілення витрат теплоносія по абонентам.

Для проектування систем опалення найзручнішим є метод питомих лінійних втрат тиску. Тоді базове рівняння матиме вигляд:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_n = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \rho + \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \rho = \lambda \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \rho \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \rho = Rl + z, \text{ де}$$

R – питомі лінійні втрати тиску, Па/м,

z – місцеві втрати тиску на ділянці, Па.

Величини R та z знаходяться за спеціальними таблицями, графіками або формулами, наведеними в каталогах фірм-виробників.

Діаметри труб знаходяться за прийнятими діаметрами труб на ділянках, орієнтуючись на рекомендоване значення питомих лінійних втрат тиску.

Раніше його знаходили за формулою: $R_{сер} = \frac{(1-K) \cdot \Delta P_p}{\sum l}$, де K – доля місцевих

втрат тиску. Для сучасних систем опалення значення R приймається, виходячи з економічних вимог, на рівні 100-250 Па/м, при цьому швидкість води становить 0,25-0,65 м/с. Ці значення залежать від матеріалу трубопроводу. Економічні вимоги базуються на співставленні вартостей труб та енергії

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 45 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

прокачування теплоносія. Однак іноді є доцільним вихід за дані межі для попередження гідравлічного розбалансування, полегшення монтажу та експлуатації, забезпечення ефективної роботи системи опалення [4]. Однак максимальна швидкість 2 м/с не може бути перевищена.

У гідравлічному розрахунку насосних систем може застосовуватися підхід з урахуванням природного циркуляційного тиску та без нього. У роботі використаний метод без урахування гравітаційних сил.

Втрати тиску на ділянці визначаємо за формулою:

$$\Delta P = R \cdot l + z, \text{ де}$$

R – питомі лінійні втрати тиску на 1м труби, Па/м, визначаємо у залежності від діаметра труби та витрат води G_i , кг/год,

l – довжина ділянки, м,

z – місцеві втрати тиску на ділянці, Па.

Параметри R та z виробники представляють у вигляді таблиць, графіків та формул. При цьому необхідно враховувати параметри теплоносія, за яких вони отримані.

Використовуємо графік залежності між витратами теплоносія та втратами тиску за [7], наведений на рисунку 15.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | Черненко | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | Гузик | | | | 46 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

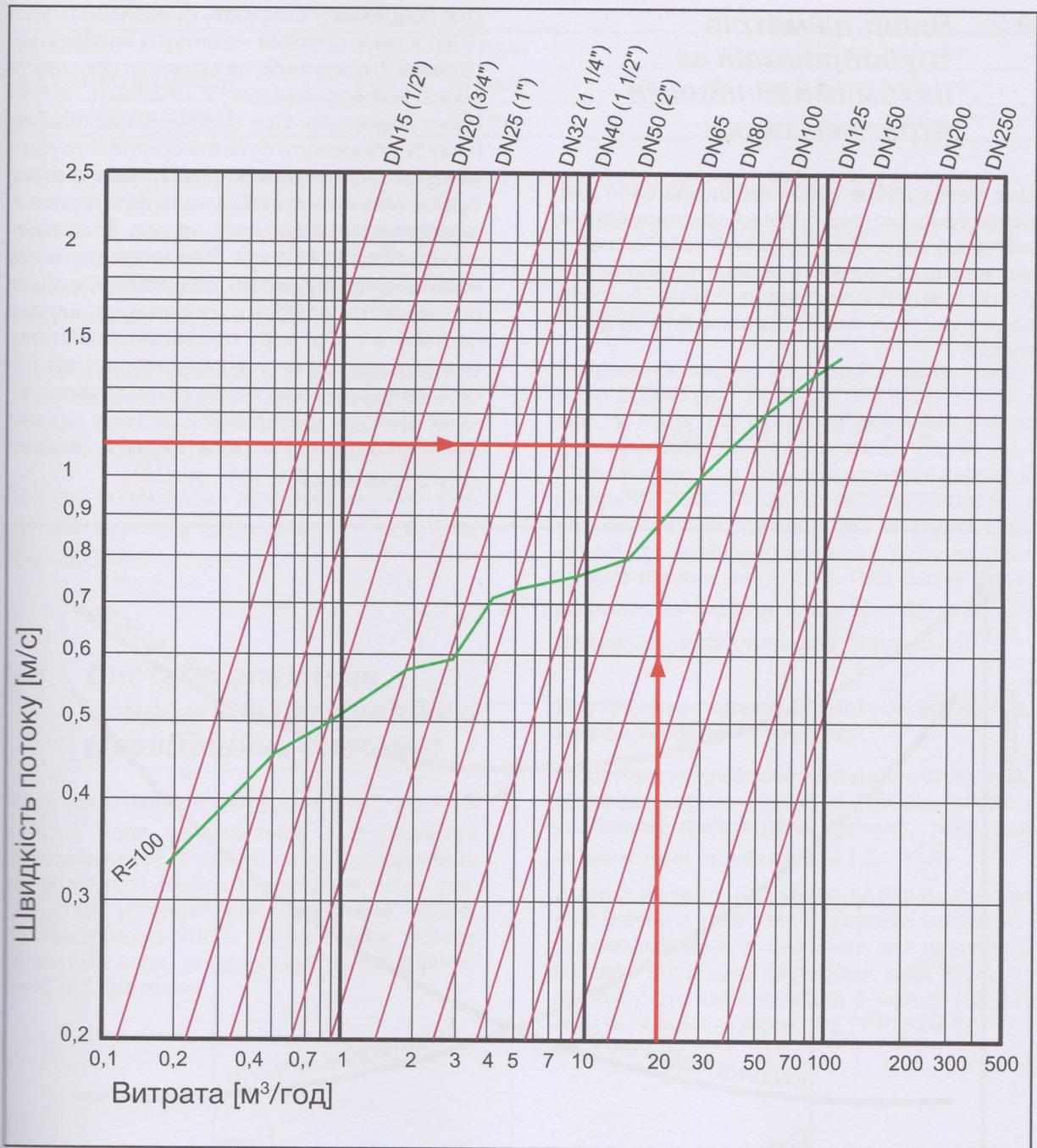


Рис. 9-1. Діаграма для вибору діаметрів трубопроводів

Рисунок 15 – Графік визначення питомих лінійних втрат тиску R

Втрати тиску z на місцевих опорах знаходимо за таблицями в залежності від швидкості потоку води та значення коефіцієнту місцевого опору ξ , для визначення яких також є відповідні таблиці фірми-виробника.

| | | | | |
|----|------|----------|--------|------|
| | | Черненко | | |
| | | Гузик | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

201-нНТ-9491704-ДП

Арк.

47

Розрахунок починаємо з основного циркуляційного кільця системи через найбільш віддалений та навантажений прилад, орієнтуючись на питомі лінійні втрати тиску. Виходячи з економічних вимог, значення параметра R труб різних виробників знаходяться в діапазоні 100...250 Па/м. Відповідно швидкість води – 0,25...0,65 м/с, але допускається зменшення цих значень при малих потоках води та відсутності труб меншого типорозміру в номенклатурному ряді.

Результати розрахунку представлено на фрагменті аксонометричної схеми системи опалення, зображеної на рисунку 16. Повна схема наведена на аркуші 5 креслень.

Принципова схема підключення трубопроводів системи опалення до загального розподільного колектора показана на рисунку 17.

Схема підключень до колектора показана на рисунку 18.

За результатами проектування систем мікроклімату громадської будівлі – підтрибунних приміщень стадіону складено специфікацію обладнання на 2-х аркушах.

| | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 48 |
| <i>Зм</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

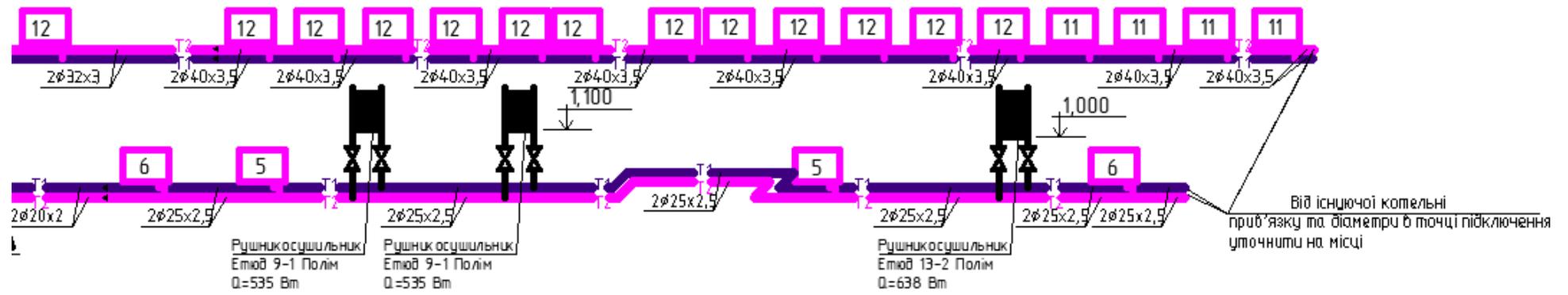


Рисунок 16 – Аксонометрична схема системи опалення

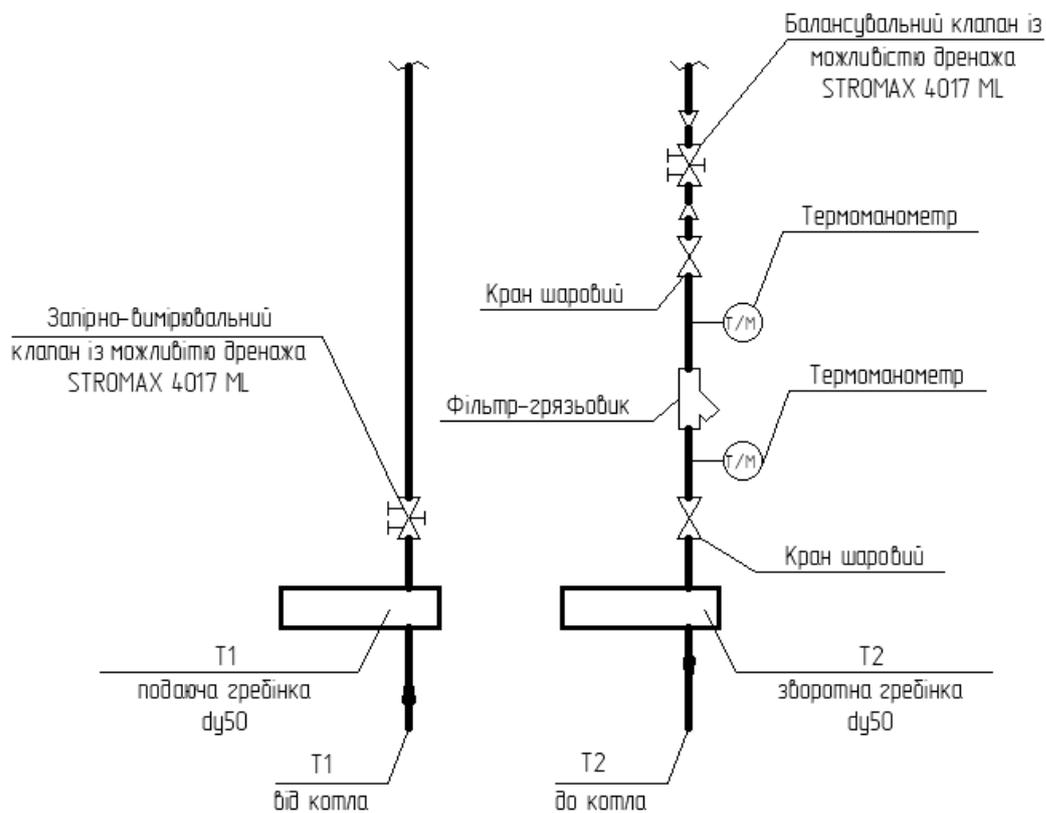


Рисунок 17 – Принципова схема підключення трубопроводів T1, T2 до розподільного колектора

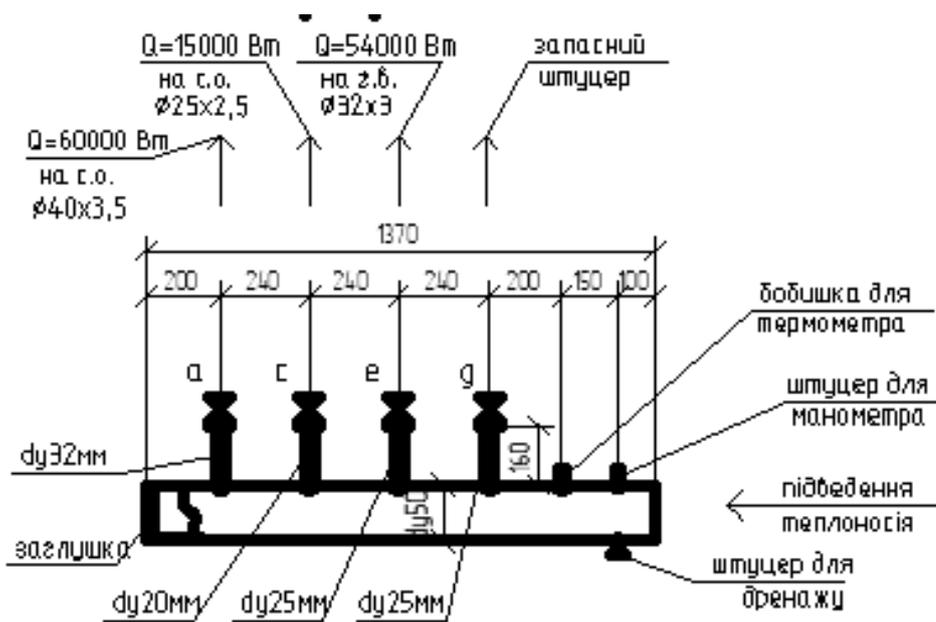


Рисунок 18 – Схема розподільного колектора

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 50 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| Поз. | Найменування і технічна характеристика | Тип, марка, позначення документа, опитувального листа | Код обладнання, виробу, матеріалу | Завод--виробник | Одиниця вимірювання | Кількість | Маса одиниці, кг | Примітка |
|-------------|--|---|-----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------|------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| I. Опалення | | | | | | | | |
| 1 | Труби газаточарові PE-RT в ізоляції dy15 | φ20x2 | | KAN-therm | м | 130,0 | | |
| 2 | dy20 | φ25x2,5 | | KAN-therm | м | 120,0 | | |
| 3 | dy25 | φ32x3 | | KAN-therm | м | 84,0 | | |
| 4 | dy32 | φ40x3,5 | | KAN-therm | м | 92,0 | | |
| 5 | Радіатор алюмінієвий (h=500 мм) із нижнім підключенням | | | Ferrolli | | | | |
| | Qсекції=155 Вт | | | | | | | |
| | із 5 секцій | | | | шт. | 3 | | |
| | із 6 секцій | | | | шт. | 3 | | |
| | із 9 секцій | | | | шт. | 1 | | |
| | із 11 секцій | | | | шт. | 4 | | |
| | із 12 секцій | | | | шт. | 24 | | |
| | із 13 секцій | | | | шт. | 4 | | |
| 6 | Вузол підключення радіатора (Н-блок) | Herz | | Herz | шт. | 39 | | |
| 7 | Кронштейни | | | | шт. | 78 | | |
| 8 | Термостатична головка з різьбою M28x1,5 | Herz | | Herz | шт. | 39 | | |
| 9 | Захисний екран | | | | шт. | 39 | | |
| 10 | Рушникосушильник Етюд 9-1 Полім Q=535 Вт | | | | шт. | 6 | | 641x543x125 |
| | Етюд 13-2 Полім Q=638 Вт | | | | шт. | 6 | | 810x530x123 |
| 11 | Кран шаровий dy32 | Herz | | Herz | шт. | 2 | | |
| | dy25 | Herz | | Herz | шт. | 4 | | |
| | dy20 | Herz | | Herz | шт. | 2 | | |
| | dy15 | Herz | | Herz | шт. | 12 | | |

Взаємні інв. N

Підпис і дата

Інв. N підл.

| | | | | | |
|------------|------------|------|--------|--------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Змін. | К-сть | Арк. | № док. | Підпис | Дата |
| | | | | | |
| Розробила | Черненко | | | | |
| Керівник | Гузик Д.В. | | | | |
| Н.Контроль | Гузик Д.В. | | | | |
| | | | | | |
| Зав.каф. | Голік Ю.С. | | | | |

201-пНТ-94 91704-ДП

Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі

| | | |
|--------|-------|---------|
| Стадія | Аркуш | Аркушів |
| Р | 1 | 2 |

Специфікація обладнання

НУПП ім. Ю.Кондратюка

ВИСНОВКИ

У ході дипломній роботі виконано проєкт ситем забезпечення мікроклімату громадської будівлі – підтрибунних приміщень стадіону.

Досліджено сучасну нормативну документацію з енергоефективності, встановлено вимоги до огорожуючих конструкцій та параметрів мікроклімату громадської будівлі спортивного призначення в м. Миргород.

Виконано теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій та встановлено необхідну товщину утеплювача для стін та суміщеного перекриття для досягнення нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2021.

Розраховано тепловтрати через огорожувальні конструкції.

Проаналізовано види систем опалення та опалювальних приладів.

Законструйовано системи холодного та гарячого водопостачання й опалення підтрибунних приміщень стадіону в місті Миргород та виконано їх гідравлічний розрахунок.

Підібрано необхідне допоміжне обладнання та запірно-регулюючу арматуру. При виборі запірної та регулювальної арматури надано перевагу обладнанню компанії Herz, яка добре себе зарекомендувала на вітчизняному ринку як надійний виробник. Проаналізовано технічну літературу компанії Herz та вивчено особливості будови, підбору та встановлення вузлів підключення радіаторів Герц-3000, термостатичних головок Herz і балансувальних клапанів STROMAX 4017 ML.

У частині вентиляції запроєктовано природню вентиляцію з встановленням витяжних решіток фірми Вентс у санвузлах та спортзалі, а на верхній частині витяжного каналу для покращення тяги розміщено дефлектори спеціальної конструкції ZeFir150 та ZeFir250.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 53 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЛІТЕРАТУРА

1. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6-31:2021. - К.: Мінбуд України, 2021. – 23 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
3. Пирков В.В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. – К.: ІІ ДП „Такі справи”, 2003. – 176с. – іл.
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
5. Закон України „Про енергозбереження” (74/94-вр) від 01.07.1994р.
6. Закон України від 22.06.2017року №2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».
7. Яшовець Р. Гідравліка – серце водяного опалення. – Відень: Herz Armaturen Ges.m.b.H., 2022. – 314 с.
8. ДСТУ EN 12831-1:2017 (EN 12831-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 96 с.
9. ДБН В.2.5-64:2014 «Внутрішній водопровід та каналізація».
10. ДБН В 2.2-9-1999 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення».
11. Білоус І.Ю. Оцінювання енергоефективності будівлі в умовах динамічної зміни характеристик середовища: Дисертація... канд. Техн. Наук. Київ, 2019. – 236 с.
12. Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О. Проектування систем водяного опалення (посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ), Відень - Київ – Сімферополь, 2010. – 200 с.
13. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | Черненко | | | 201-нНТ-9491704-ДП | Арк. |
| | | Гузик | | | | 54 |
| Зм | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- 14.ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження.
- 15.ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Національний стандарт України. Проектування. Розділ "Енергоефективність" у складі проектної документації об'єктів. – Київ Мінрегіонбуд України, 2010.
- 16.Тимофєєв М.В., Фаренюк Г.Г. Розрахунки енергоефективності будівель: Навч. пос. – К.: КНУБА, 2015. – 140 с.
- 17.ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009 «Настанова з проектування світлопрозорих елементів огорожувальних конструкцій».
- 18.ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі».

| | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|------|
| | | <i>Черненко</i> | | | <i>201-нНТ-9491704-ДП</i> | Арк. |
| | | <i>Гузик</i> | | | | 55 |
| <i>Зм</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Основні показники по системам водопостачання і каналізації

| Найменування | Необх. напір, м в. ст. | Розрахункові витрати | | | При пожежі, л/с | Примітка |
|----------------------------------|------------------------|----------------------|---------|-------|-----------------|----------|
| | | мЗ/доб. | мЗ/год. | л/с | | |
| Водопровід госп.-питний холодний | 16 | 0,04 | 2,153 | 1,22 | 1x2,5 | |
| Гаряче водопостачання | | 0,06 | 2,59 | 1,282 | | |
| Каналізація фекальна | | 0,1 | 4,544 | 3,46 | | |



Таблиця витрат тепла

| Найменування будівлі | Об'єм, м ³ | Період року | Витрати тепла | | |
|----------------------|-----------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | | | на опалення | на г.в. | загальні |
| Стадіон | 4500 | -23 | 76000 Вт 65360 ккал/год | 54000 Вт 46440 ккал/год | 130000 Вт 111800 ккал/год |

Опалення та вентиляція приміщень стадіону виконані на підставі завдання на проектування, креслень будівельної та технологічної частин проекту, побажань замовника, проектної документації об'єктів, діючих нормативних документів.

Джерело теплопостачання - існуюча власна котельня, потрібна додаткова теплопродуктивність - 150 кВт.

Теплоносій - вода з параметрами 90/70.

Паливо - природний газ. Система опалення - двотрубна з насосною циркуляцією.

Нагрівальні прилади - алюмінієві секційні радіатори Ferroli, тепловіддача секції 155 Вт.

Для регулювання їх тепловіддачі рекомендовано встановлення терморегулювальних вентилів.

Видалення повітря із системи здійснюється через крани Маєвського.

Вентиляція приміщень - припливно-витяжна з природним спонуканням.

Приплив повітря - неорганізований за рахунок відкриття вікон та дверей.

Витяжка із приміщень - системами ВП через канали в добудованих цегляних стінах.

Для забезпечення розрахункового повітрообміну на кожному каналі встановлюються дахові дефлектори типу ZeFir.

Водопровід.

Водопостачання здійснюється від існуючої внутрішньої водопровідної мережі.

Запроектовано мережі холодного і гарячого господарчо-питного водопроводу. Витрати води наведені в таблиці основних показників. Внутрішні мережі водопроводу проектується із поліетиленових труб Ф50, 32, 25, 20, 15 мм, що прокладаються в конструкції підлоги, що проектується.

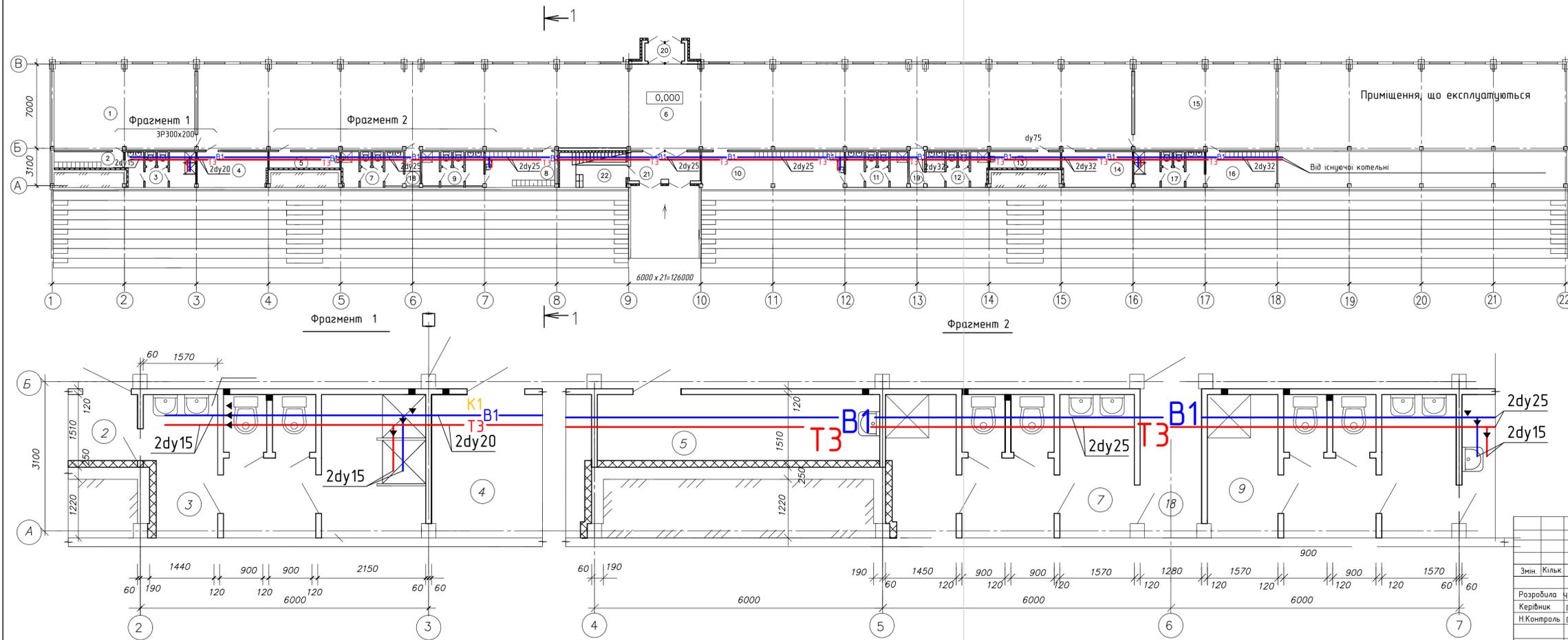
| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|------|--------|--------|-------|---|------------------------------|-------|---------|
| | | | | | 2023 | <i>201-пНТ-9491704-ДП</i> | | | |
| | | | | | | Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі | | | |
| Змін. | Кільк. | Арк. | N док. | Підпис | Дата | Західна трибуна | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| | | | | | | | Р | 1 | 6 |
| Розробила | Черненко М.О. | | | | 19.06 | Загальні дані | <i>НУПП ім. Ю.Кондратюка</i> | | |
| Керівник | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | | | | |
| Н.Контроль | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | | | | |
| Зав. каф. | Голік Ю.С. | | | | 19.06 | | | | |

Погоджено

взамін інв. N

Підпис і дата

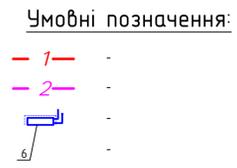
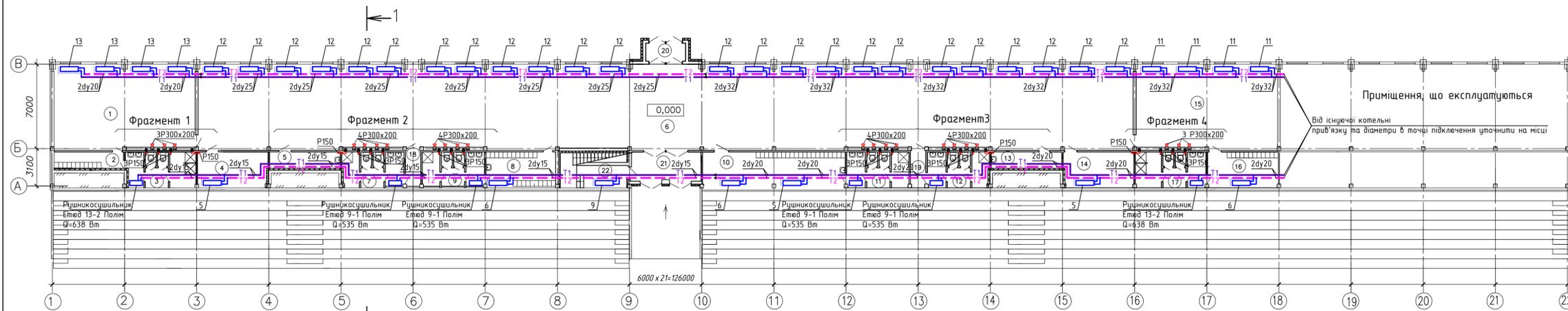
інв. N



Експлікація приміщень

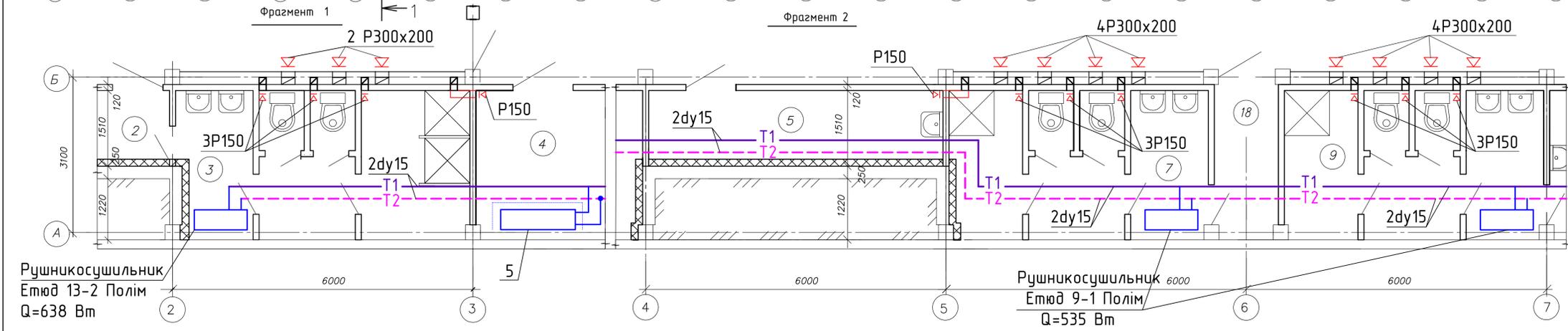
| Номер приміщення | Найменування | Площа, м ² |
|------------------|--|-----------------------|
| 1 | Зала важкої атлетики | 83,00 |
| 2 | Роздягальня | 8,73 |
| 3 | Санвузол із душовими | 16,24 |
| 4 | Комора спортивного інвентарю | 17,52 |
| 5 | Приміщення інвентарю для прибирання | 8,88 |
| 6 | Зала загально-фізичної підготовки | 555,84 |
| 7 | Санвузол із душовими для тренерів чол | 14,35 |
| 8 | Роздягальня командна | 17,25 |
| 9 | Санвузол із душовими | 14,35 |
| 10 | Роздягальня командна | 35,40 |
| 11 | Санвузол із душовими | 14,35 |
| 12 | Санвузол із душовими для тренерів жін. | 14,35 |
| 13 | Приміщення інвентарю для прибирання | 8,88 |
| 14 | Комора спортивного інвентарю | 17,52 |
| 15 | Зала спортивної боротьби | 83,40 |
| 16 | Роздягальня | 17,52 |
| 17 | Санвузол із душовими | 14,35 |
| 18 | Коридор | 3,97 |
| 19 | Коридор | 3,97 |
| 20 | Тамбур | 5,01 |
| 21 | Тамбур | 14,07 |
| 22 | Сх. клітка виходу до комендаторської | 16,00 |

| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|-----|--------|--------|---|-----------------------|-------|-------|--|
| | | | | | 2023 | 201-пНТ-94.91704-ДП | | | |
| | | | | | Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі | | | | |
| Змін | Кільк | Арк | № док. | Підпис | Дата | Старший | Архив | Архив | |
| Розробила | Черненко М.О. | | | | 19.06 | Р | 2 | 6 | |
| Керівник | Гузік Д.В. | | | | 19.06 | | | | |
| Н.Контроль | Гузік Д.В. | | | | 19.06 | План В1, Т3 | | | |
| Зав. каф. | Галік Ю.С. | | | | 19.06 | НУПІ ім. Ю.Кондратюка | | | |

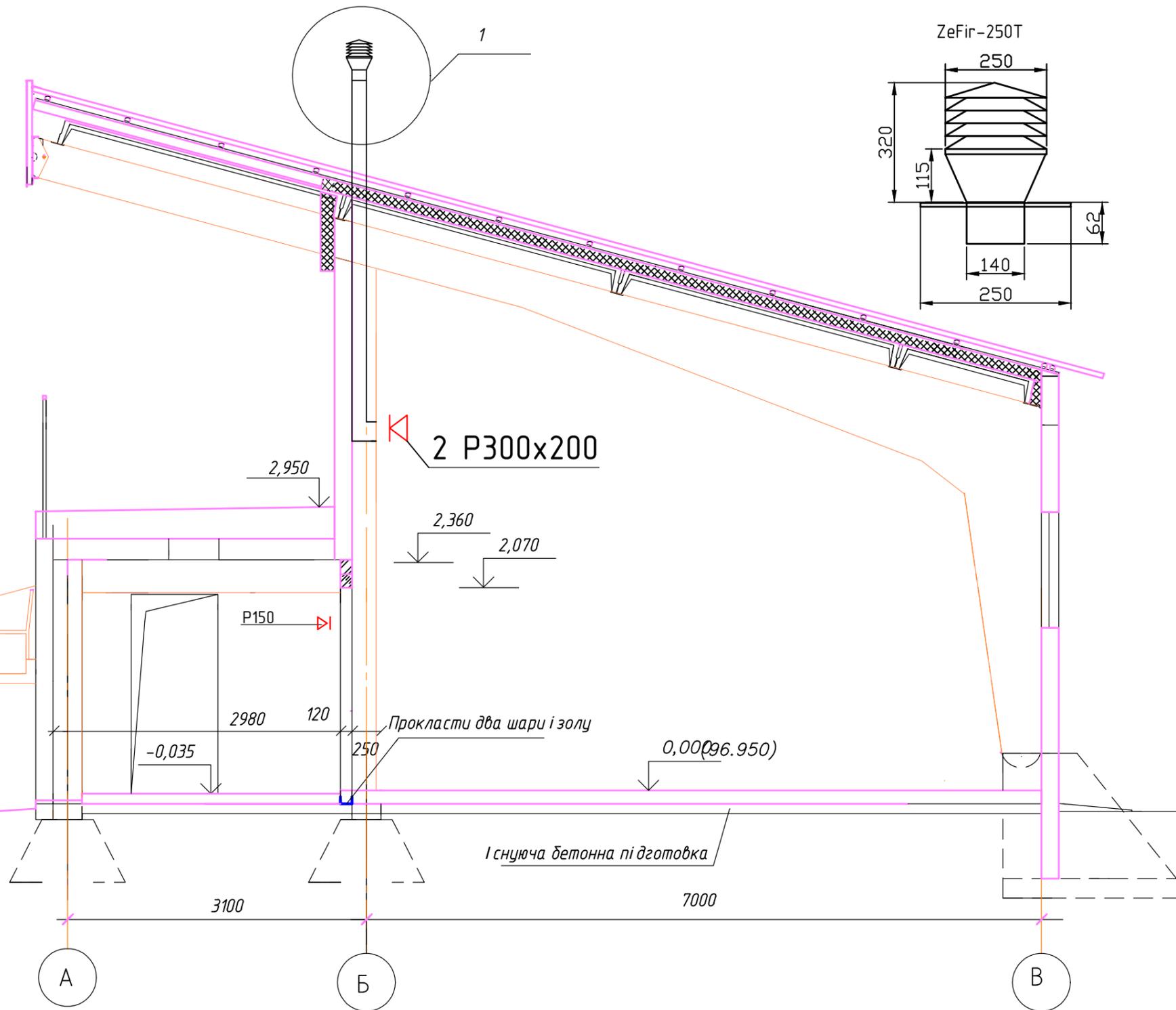
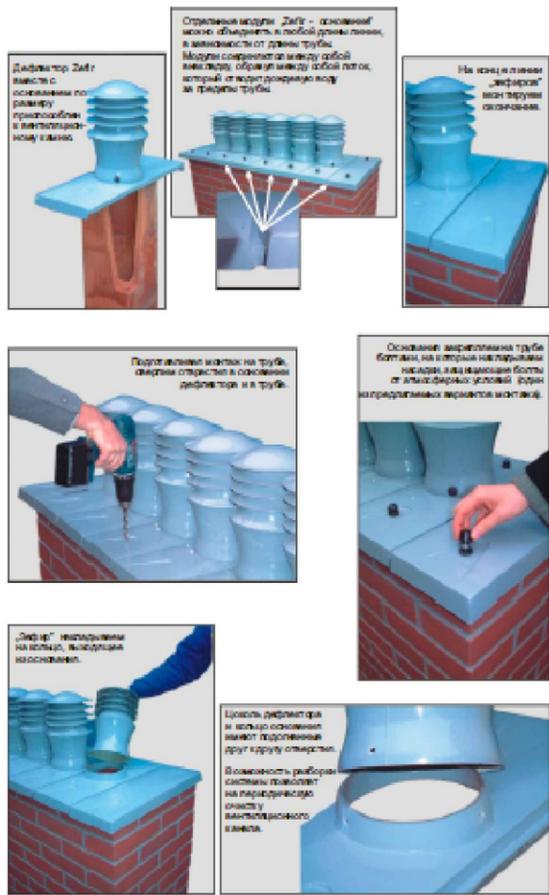


Примітки:

1. Трубопроводи та опалювальні прилади показані умовно віднесеними від стін.
2. Діаметри трубопроводів вказані по умовному проходу.
3. Діаметри підводок до всіх приладів прийнято Ду15мм.
4. Трубопроводи прокласти в підготовчі підлоги в захисній трубі.
5. У якості нагрівальних приладів прийняті алюмінієві радіатори FERROLI, теплоідача секції - 155Вт.
6. Для регулювання теплоідачі передбачено терморегулятори HERZ на підводках до приладів.
7. Усі нагрівальні прилади закрити захисними екранами.
8. Для забезпечення вентиляції приміщень добудувати цегляні стіни з каналами 140x140 та 140x270мм відповідно до наведених креслень.



| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|-----|--------|--------|-------|-----------------------|---|---------|--|
| | | | | | | 2023 | 201-пНТ-94.91704-ДП | | |
| | | | | | | | Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі | | |
| Змін | Кільк | Арк | № док. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробила | Черненко М.О. | | | | 19.06 | Стадія | Аркуш | Аркушів | |
| Керівник | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | Р | 3 | 6 | |
| Н.Контроль | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | План 0В | | | |
| Зав. каф. | Гелік Ю.С. | | | | 19.06 | НЧПТ ім. Ю.Кондратюка | | | |



ТЕП західної трибуни з підтрибунними приміщеннями

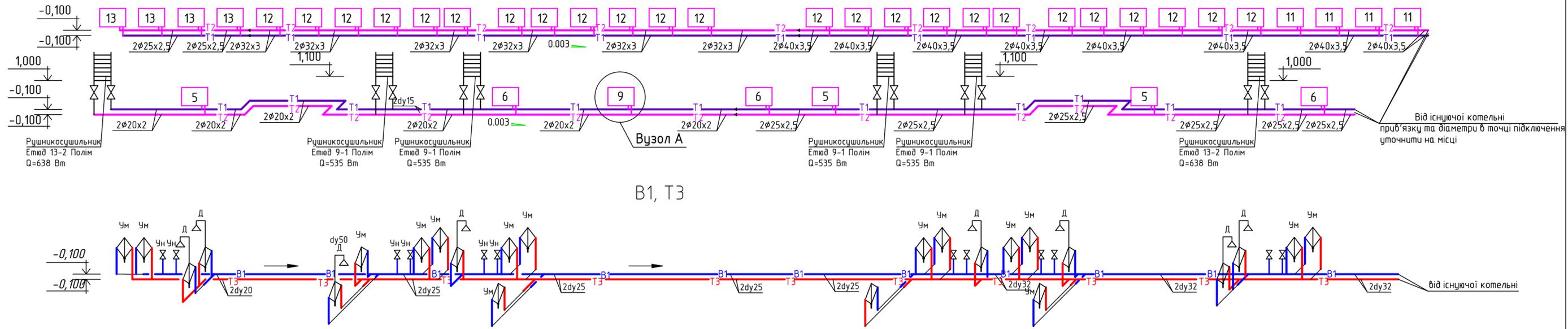
| | | |
|-------------------------------|---------|----------------|
| 1. Площа забудови | 2174,90 | м |
| 2. Поверховість | 1-2 | поверх |
| 3. Будівельний об'єм | 6203,80 | м ³ |
| 4. Кількість глядацьких місць | 1983 | місць |
| 5. Загальна площа | 1356,60 | м ² |
| 6. Корисна площа | 1296,60 | м ² |
| 7. Розрахункова площа | 989,58 | м ² |
| 8. Площа приміщень | 1032,60 | м ² |

1. Стіни зовнішні існуючі із збірних тришарових з.б. панелей— проектні стіни цегляна кладка

2. Утеплювачем прийняті мінераловатні плити

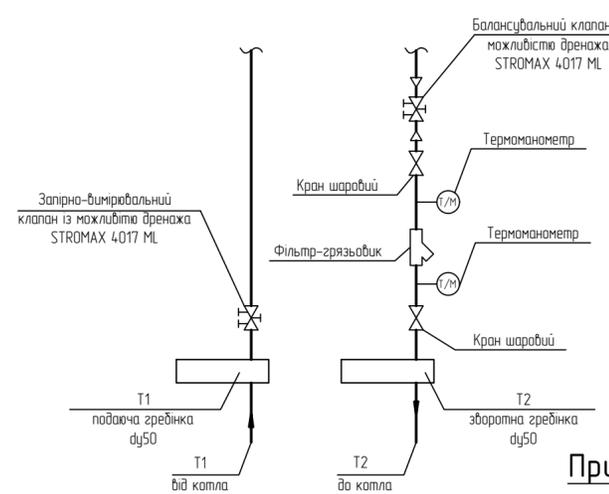
| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|------|--------|--------|-------|---|--------------------|---------|-----------------------|
| | | | | | | 2023 | 201-пНТ-9491704-ДП | | |
| | | | | | | Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі | | | |
| Змін. | Кільк. | Арк. | N док. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробила | Черненко М.О. | | | | 19.06 | Стадія | Аркуш | Аркушів | |
| Керівник | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | Р | 4 | 6 | |
| Н.Контроль | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | Розріз 1-1 | | | |
| Зав. каф. | Голік Ю.С. | | | | 19.06 | | | | НУПП ім. Ю.Кондратюка |

Аксонетрична схема системи опалення

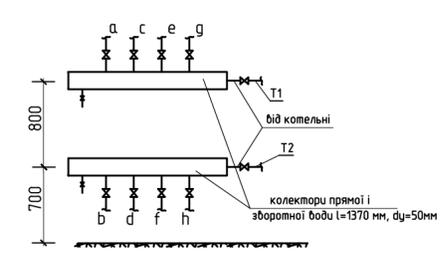


В1, Т3

Принципова схема підключення трубопроводів до колектора



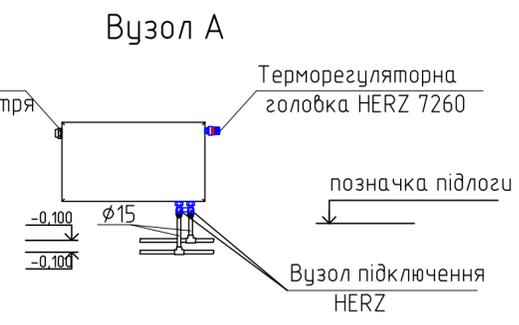
Колектори прямої і зворотної води



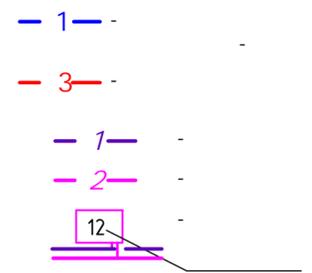
Примітки:

1. Трубопроводы прокласти в конструкції підлоги в ізоляції.
2. Нагрівальні прилади закрити захисними екранами.
3. Трубопроводы водопостачання прокладаються вздовж стін будівлі у конструкції підлоги в захисному футлярі, теплова ізоляція для труб гарячого водопостачання прийнята товщиною 10 мм.
4. Позначки вказані по низу трубопроводів.

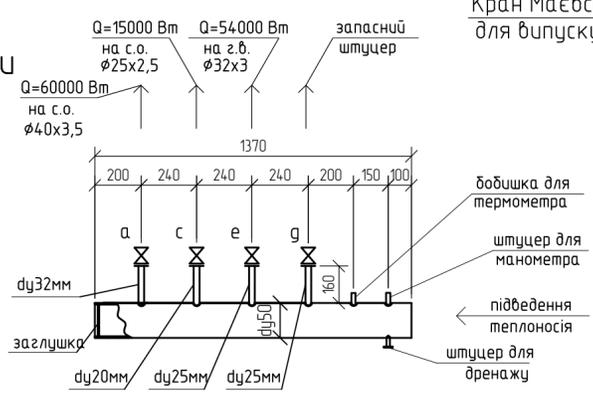
Схема підключення радіатора



Умовні позначення:

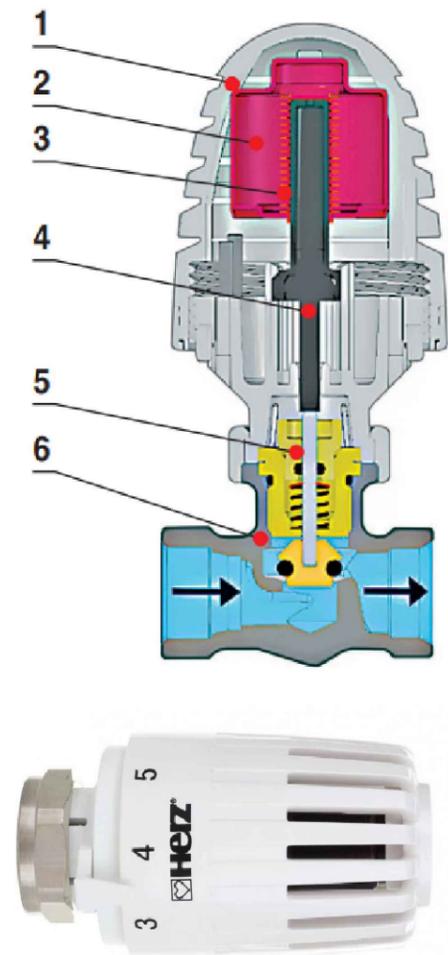


Колектор прямої води



| | | | | | | | | | |
|--|------------|------|--------|--------|---|---------------------|-----------------------|-------|---------|
| | | | | | 2023 | 201-пНТ-94 91704-ДП | | | |
| | | | | | Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі | | | | |
| Змін. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | Західна трибуна | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| | | | | | | | Р | 5 | 6 |
| Аксонометричні схеми систем ОВ, В1, Т3 | | | | | | | НУПП ім. Ю.Кондратюка | | |
| Зав. каф. | Голік Ю.С. | | | | 19.06 | | | | |

Термостатична головка Herz 7260



1. **Маховик:** задає значення регульованої температури повітря в приміщенні
2. **Датчик:** реагує на зміну температури (регульована величина)
3. **Сильфон датчика**
4. **Виконавчий елемент:** перетворює зміни температури на рух штоку клапана
5. **Кран-букса**
6. **Клапан**



Вимоги до розміщення термостатичних головок



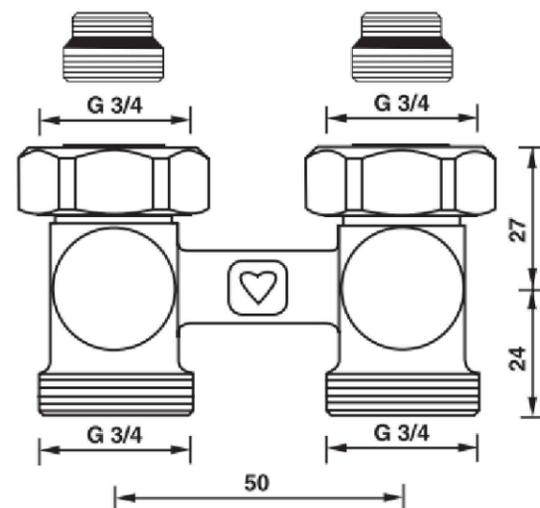
Приклад встановлення



Балансувальний клапан STROMAX 4017 ML



Вузол підключення радіатора HERZ-3000-RL-1 (без попереднього налаштування)



| | | | | | | | | |
|------------|---------------|------|--------|--------|-------|---|-------|---------|
| | | | | | 2023 | 201-пНТ-9491704-ДП | | |
| | | | | | | Проект енергоефективної системи забезпечення мікроклімату громадської будівлі | | |
| Змін. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| | | | | | | Р | 6 | 6 |
| Розробила | Черненко М.О. | | | | 19.06 | Запірно-регульвальна арматура <i>НУПП ім. Ю.Кондратюка</i> | | |
| Керівник | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | | | |
| Н.Контроль | Гузик Д.В. | | | | 19.06 | | | |
| Зав. каф. | Голік Ю.С. | | | | 19.06 | | | |