

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ПОГОДЖЕНО

**Директор Навчально-наукового
інституту енергетики, автоматики
і енергозбереження**
(назва ННІ)

Віктор КАПЛУН
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 20_ р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
інженерії енергосистем**

Євген АНТИПОВ
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 20_ р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Розробка індивідуального теплового пункту системи
теплопостачання 10-ти поверхового житлового будинку в м. Київ»**

Спеціальність

144 – «Теплоенергетика»
(код і назва)

Освітня програма

Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент
(назва)

Орієнтація освітньої

програми **освітньо-професійна**
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

(науковий ступінь та вчене звання) **Горобець В.Г.**
(підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(науковий ступінь та вчене звання) **Міщенко А.В.**
(підпис) (ПІБ)

Виконав

(підпис) **Бегека В.Ю.**
(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інженерії енергосистем

Є.О.Антипов

канд.техн.наук. доцент

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Бегеці Володимирі Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність

144 – «Теплоенергетика»

(код і назва)

Освітня програма

Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент

(назва)

Орієнтація освітньої

програми

освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розробка індивідуального теплового пункту системи тепlopостачання 10-ти поверхового житлового будинку в м. Київ»

затверджена наказом проректора НУБіП України від “ 18 ” 11 2024 р. № 2060 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

11.11.2025 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Характеристики системи теплозабезпечення житлового будинку
 2. Розрахунки витрат теплоносія
 3. Вибір обладнання індивідуального тепlopункту
 4. Розрахунок ізоляції трубопроводів ІТП та його вентиляції
 5. Монтаж і експлуатація обладнання ІТП
 6. Охорона праці
- Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання “ 20 ” 11 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Міщенко А. В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Бегека В.Ю.

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 73 с., 5 розділів, 43 посилань.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – реконструкція системи теплопостачання 10-ти поверхового житлового будинку в м. Київ з розробкою проекту індивідуального теплового пункту

Обґрунтовані основні технічні рішення. Реконструкцією передбачено з улаштуванням індивідуального теплопункту з функцією регулювання обсягу теплоспоживання в залежності від температури зовнішнього середовища та встановлення засобів обліку теплової енергії.

Також визначенні розрахункові та фактичні витрати теплоносія (мережевої води), підбір обладнання ІТП (циркуляційних насосів, розширювальних баків, клапанів та регуляторів перепаду тиску), які монтуються у модулі системи опалення, вентиляції.

Характеристики застосовуваного в проекті обладнання систем опалення та теплопостачання відповідає вимогам ДБН В.1.2-11 щодо економії енергії.

Проектом передбачене використання сучасної енергоефективної тепло та шумоізоляції трубопроводів типу AluLamellaMat з коефіцієнтом теплопровідності рівним $0,040 \text{ Вт/(м·К)}$, номінальною щільністю 37 кг/м^3 .

Система теплопостачання дає можливість автоматично підтримувати заданий температурний графік в системі опалення в залежності від температури навколишнього середовища. В розділі охорона праці ми виконали аналіз шкідливих і небезпечних чинників.

Ключові слова: енергоспоживання, тепла мережа, енергетична ефективність, тепловий розрахунок, тепла енергія, розширювальний бак, ІТП, циркуляційний насос.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ТА ЗАВДАННЯ НА ЇЇ РЕКОНСТРУКЦІЮ	11
1.1. Обґрунтування доцільності реконструкції системи теплопостачання житлового будинку	11
1.2. Теплотехнічна характеристика системи теплопостачання	12
1.3. Природні умови для будівництва та експлуатації	13
1.4. Основні рішення з реконструкції системи теплопостачання	
1.5. Заходи з енергозбереження	
1.6. Заходи з захисту від шуму	
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКИ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ	19
2.1. Розрахунки витрат теплоносія на потреби опалення опалення	19
2.2. Розрахунок навантаження на ГВП	
2.3. Розрахунок витрат теплоносія на потреби ГВП	
РОЗДІЛ 3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ІТП	26
3.1. Вибір циркуляційного насосу системи опалення	26
3.2. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи опалення	28
3.2.1. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи опалення для графіку 150-70 °С	28
3.2.2. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи опалення для графіку 115-70 °С	29
3.3. Підбір автоматичного регулятора перепаду тиску для гріючого теплоносія системи опалення	31
3.3.1. Підбір автоматичного регулятора перепаду тиску для гріючого теплоносія системи опалення для графіку 150-70 °С	31
3.3.2. Підбір автоматичного регулятора перепаду тиску для гріючого теплоносія системи опалення для графіку 115-70 °С	32

3.4. Вибір розширювального бака системи опалення	35
3.5. Розрахунок гідравлічних втрат тиску на ділянках в межах ІТП для системи опалення	37
3.6. Розрахунок дросельної шайби для системи опалення	40
3.7. Підбір насосу циркуляції системи ГВП	41
3.8. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи гарячого водопостачання	43
3.9. Розрахунок гідравлічних втрат тиску на ділянках в межах ІТП для системи гарячого водопостачання	45
3.10. Розрахунок дросельної шайби для системи гарячого водопостачання	46
3.10.1. Розрахунок дросельної шайби для системи при графіку 150-70 °С	46
3.10.2. Розрахунок дросельної шайби для системи опалення при графіку 115-70 °С	47
РОЗДІЛ 4. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРИЛАДІВ	49
4.1. Загальні положення	49
4.2. Основні вимоги при виконанні монтажних робіт	51
4.3. Демонтаж існуючого обладнання ІТП	52
4.4. Технічне обслуговування	53
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	54
5.1. Заходи, що забезпечують безпечні умови праці	54
5.2. Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкта реконструкції системи теплопостачання	55
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	65

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ρ - густина теплоносія, кг/м³

F – площа поверхні нагріву;

α - коефіцієнт тепловіддачі;

κ - коефіцієнт теплопередачі;

W – швидкість руху теплоносіїв;

D – діаметр патрубків;

P – тиск;

V – об'єм води;

A – температурний множник;

Re – число Рейнольдса;

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості;

λ - коефіцієнт теплопровідності;

$Q_{\text{оmax}}$ - максимальна розрахункова витрата тепла на опалення, Вт;

c - питома теплоємність, кДж/кг °С

τ_{11} - температура теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, °С;

τ_{12} - температура теплоносія в зворотному трубопроводі системи опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, °С;

$G_{\text{оmax}}$ - розрахункова масова максимальна витрата теплоносія, кг/год ;

$V_{\text{оmax}}$; - розрахункова об'ємна максимальна витрата теплоносія, м³/год ;

Індекси:

оп – параметри опалювальних приладів; г – параметри гарячої води; х – параметри холодної води; в – параметри вентиляції;

г.в – параметри гарячого водопостачання; р – розрахункова величина; з – параметри зовнішнього повітря; вн – параметри внутрішнього повітря;

с – параметри біля стінки та пристінного шару води.

ВСТУП

Система централізованого теплопостачання України історично є однією з найбільших у Європі, формуючи основу забезпечення тепловою енергією житлового фонду, бюджетних закладів та промислових підприємств. Проте ефективність її функціонування значною мірою залежить від організації обліку та регулювання споживання теплової енергії. В умовах енергетичної трансформації та підвищення вартості енергоносіїв питання точного вимірювання, комерційного обліку й управління тепловими потоками набуває критичного значення. Цей реферат висвітлює сучасний стан обліку теплової енергії в Україні, окреслює ключові проблеми та пропонує перспективні шляхи їх вирішення.

Після ухвалення Закону України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання» було зроблено суттєвий крок до модернізації системи обліку. Більшість багатоквартирних будинків отримали загальнобудинкові лічильники тепла, що дозволило перейти від нарахувань за нормативами до оплати за фактичне споживання. Однак повне охоплення обліком усе ще не досягнуте: частина будівель залишається без приладів, а технічний стан уже встановлених лічильників часто потребує обслуговування чи заміни.

Індивідуальні лічильники тепла (поквартирні) залишаються рідкістю через технічні обмеження будівель радянського періоду, де стоякова система розподілу тепла унеможливорює коректне вимірювання споживання для кожної квартири. Навіть там, де така модернізація можлива, вартість робіт і устаткування є значним бар'єром для населення.

У деяких містах активно запроваджуються системи дистанційного збору даних (AMR/ASMD). Вони дають змогу збирати показники в режимі реального часу, зменшувати людський фактор та покращувати планування навантажень. Але впровадження таких технологій залишається точковим і залежить від фінансових можливостей теплопостачальних підприємств та місцевих бюджетів.

Більшість будівель оснащені застарілими системами опалення з відсутністю індивідуальних регуляторів. Це не дозволяє мешканцям ефективно впливати на споживання тепла: вони змушені або відкривати вікна через перегрів, або використовувати додаткові обігрівачі через недогрів.

У багатьох громадах досі існує практика розподілу витрат між споживачами, яка не повністю відповідає реальному використанню тепла, особливо у будинках зі змішаним оснащенням лічильниками (частина квартир з індивідуальним обліком, частина без нього). Це створює конфлікти та недовіру між споживачами та теплопостачальниками.

Зношеність теплотрас часто перевищує 60 %, що спричиняє втрату значної частини тепла до того, як воно досягає кінцевих користувачів. Це ускладнює достовірний облік і викривляє дані щодо фактичної ефективності системи.

Терморегулятори, індивідуальні теплові пункти (ІТП) з погодним регулюванням, розподільники тепла — технології, що давно застосовуються в країнах ЄС — впроваджуються в Україні повільно. Основними бар'єрами є високі капітальні витрати та низька платоспроможність населення.

Законодавча база України містить основи для функціонування системи обліку, однак низка аспектів залишається нерегульованою або вимагає оновлення. Серед ключових проблем:

- неузгодженість між державними та місцевими програмами модернізації,
- повільне оновлення технічних вимог до приладів обліку,
- недостатнє стимулювання впровадження індивідуального регулювання,
- відсутність повномасштабної програми модернізації тепломереж.

У результаті нормативна база не завжди відповідає реаліям ринку та сучасним технологічним можливостям.

Установлення ІТП з можливістю погодного регулювання та балансування будинку дозволяє знизити споживання тепла до 30–40 % і суттєво підвищити комфорт. Масове впровадження ІТП є одним з найперспективніших напрямів.

Поступовий перехід до попередньо ізольованих труб, зменшення аварійності та тепловтрат створять передумови для точного обліку та стабільності подачі тепла.

Такі тарифи можуть мотивувати теплопостачальні компанії інвестувати в модернізацію мереж і обладнання, зокрема — у технології обліку.

Цифровізація дозволить підвищити прозорість, зменшити суперечки між споживачами та постачальниками, а також оптимізувати виробництво й постачання.

Проблеми ефективності споживання тепла багато в чому пов'язані з відсутністю обізнаності населення щодо можливостей економії, інструментів регулювання та прав споживачів.

Система централізованого теплопостачання України перебуває у стані глибокої трансформації. Значна частина проблем пов'язана саме з недосконалістю обліку та регулювання споживання теплової енергії. Незважаючи на певні успіхи у впровадженні комерційного обліку, більшість будинків та мереж потребують масштабної модернізації. Ключовими завданнями на найближчі роки є впровадження індивідуальних теплових пунктів, цифровізація обліку, оновлення нормативної бази та підвищення енергоефективності всієї системи.

Комплексний підхід, що поєднує інженерні, економічні та управлінські рішення, дозволить забезпечити прозорість, справедливість нарахувань та стабільне теплопостачання для населення України.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ м. КИЇВ ТА ЗАВДАННЯ НА ЇЇ РЕКОНСТРУКЦІЮ

1.1. Обґрунтування доцільності реконструкції системи теплопостачання житлового будинку

Реконструкція системи теплопостачання житлового будинку в м. Київ виконується для забезпечення впровадження Енергоефективних заходів у житлових будинках міста Києва, в яких створені об'єднання співвласників багатоквартирних будинків, а також кооперативних будинках.

Реконструкцією передбачено впровадження індивідуального теплового пункту в підвальному приміщенні житлового будинку з метою заміни існуючої системи опалення та гарячого водопостачання будинку сучасним обладнанням з регулюванням системи опалення в залежності від температури зовнішнього середовища та автоматичним регулюванням системи гарячого водопостачання.

Метою розробки проектної документації на реконструкцію є:

- нормалізація існуючої ситуації з теплопостачанням у будинку;
- скорочення витрат тепла на опалення;
- підвищення надійності та безпеки системи теплопостачання будинку;
- покращення якості надання мешканцям послуг з теплопостачання.

Реконструкція системи теплопостачання передбачає облаштування в окремому приміщенні індивідуального теплового пункту з вузлами керування системою опалення та гарячого водопостачання.

Реконструкція системи теплопостачання передбачає:

- Заміну існуючої системи на теплові модулі з сучасними малошумними насосами, з використанням регулятора теплового потоку;
- Монтаж технологічних трубопроводів та арматури в межах ІТП;
- Облаштування системи керування модулями (опалення та ГВП), в приміщенні ІТП;

Система комерційного обліку теплоносія входить в межі даного проекту тощо, а саме встановлення вузла обліку теплової енергії на загальному вводі та на потреби опалення.

Проект розроблений на підставі:

- Існуючої проектної документації на будівлю наданої Замовником;
- Технічних умов на підключення об'єкту до теплових мереж наданих КП «Київтеплоенерго» від «__»..20__ р. № 002/ТУ-____;
- ДБН А.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДБН В.2.5-64.2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

1.2. Теплотехнічна характеристика системи теплопостачання

Приєднання 10-ти поверхового житлового будинку виконано по 2-ох трубній схемі. Приєднання об'єкта виконано від магістралі № 2 теплових мереж РК «Микільська Борщагівка» РТМ «Святошино».

Вузол приєднання: місцевий тепловий пункт, з параметрами теплоносія:

- Розрахунковий графік теплових мереж (за $T_{p \text{ зовн.}} = -22 \text{ } ^\circ\text{C}$) 150-70 $^\circ\text{C}$.
- Фактичний температурний графік (за $T_{p \text{ зовн.}} = -22 \text{ } ^\circ\text{C}$) 115-70 $^\circ\text{C}$.
- Тиск у вузлі приєднання $P_1=8,2 \text{ кгс/см}^2$, $P_2=4,9 \text{ кгс/см}^2$ (уточнено по місцю).

Індивідуальний тепловий пункт розміщується у підвальному приміщенні будівлі.

Система опалення внутрішньобудинкової системи– вертикальна, з температурним графіком 105/70 $^\circ\text{C}$.

Схема підключення системи:

- опалення за незалежною схемою через пластинчатий теплообмінник з встановленням регулятора витрат теплоносія;
- гарячого водопостачання через пластинчатий теплообмінник за одноступеневою схемою.

Приміщення ІТП обладнано металевими дверми, що зачиняються на замок.

Електрощитова розташована в ІТП. Електропостачання теплопункту будівлі здійснюється від існуючого загального електрощита $U = \sim 380 \text{ В}$, $N = 50 \text{ Гц}$.

Таблиця 1.1. Баланс теплових навантажень по об'єкту проектування:

Опалення		Гаряче водопостачання					
		максимальне		середнє		добове	
Гкал/год	МВт	Гкал/год	МВт	Гкал/год	МВт	Гкал/год	МВт
0,724	0,842	0,551	0,641	0,201	0,234	4,01	4,66
Всього: 0,925 Гкал/год (1,076 МВт)							

Реконструкція системи теплопостачання відбувається без зміни теплового навантаження.

1.3. Природні умови для будівництва та експлуатації

Нежитлове приміщення знаходиться в Святошинському районі м. Київ
Основні кліматологічні характеристики площадки (за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010):

Кліматичний район –І (північно-західний);

Розрахункова температура зовнішнього повітря $-(-22^{\circ}\text{C})$;

Тривалість опалювального періоду-176 діб;

Середня температура повітря за опалювальний період $-(-0,1^{\circ}\text{C})$;

Кількість градусо-діб опалювального періоду-3623 Град-діб.

1.4. Основні рішення з реконструкції системи теплопостачання

Проект реконструкції виконаний без втручання і змін до існуючих несучих будівельних конструкцій.

Все обладнання повинно бути підключено до існуючих комунікацій.

Приєднання системи опалення до теплової мережі виконується через модульний блок ТОВ «Місто Енерджі» за незалежною схемою з встановленням циркуляційних насосів на подавальному трубопроводі.

До модульного блоку системи опалення входять:

- Циркуляційні насоси Willo (Німеччина) з вбудованим регулятором частоти;
- Регулятор теплового потоку VB2 з електроприводом AMV 20, що встановлений на модулі опалення за допомогою контролера системи керування – електронним регулятором температури ECL Comfort 310 (Данія, Danfoss);

Регулювання робочих параметрів теплоносія в системі опалення виконується за допомогою регулювального 2-х ходового клапана VB2 з електроприводом і датчика зовнішнього повітря.

При зміні температури навколишнього середовища датчик передає сигнал на контролер, і відбувається прикривання або відкривання клапана з електроприводом, що забезпечує своєчасне погодне регулювання і дозволяє уникнути недогріву або перегріву будівлі.

Підтримання постійного перепаду тиску на регулювальному клапані забезпечується автоматичним регулятором перепаду тиску AVP (Данія, Danfoss).

Проектом передбачено захист системи теплопостачання від аварійного підвищення параметрів теплоносія, а саме :

- Встановлення датчика реле тиску (при відсутності теплоносія насос автоматично відключиться);

- Встановлення запобіжного клапана на зворотному трубопроводі з боку будинкової системи опалення (захист від надмірного підвищення тиску в системі опалення $P_{скиду}=6,5$ бар).

На лінії підживлення системи опалення насоси не передбачено:

існуючий тиск для підживлення СО достатній.

висота будинку- 30 м.

тиск в системі опалення: $P_{зпов} = 3,0$ атм.

запас тиску: $P_{вн.буд} = 0,5$ атм.

$P_{минзвор} = P_{10 пов} + P_{вн буд} = 3,0+0,5=3,5$ атм.

У разі розгерметизації системи теплопостачання, в ІТП передбачено відведення дренажної води в дренажний приямок з дренажним насосом. При підвищенні рівня води в дренажному приямку сигнал поступає на щит керування і відбувається автоматичне відкачування води насосом до каналізації.

Для дренажного приямку передбачити захисну решітку. При підвищенні рівня води в дренажному приямку вода дренажним насосом автоматично відводиться до каналізації.

Облік спожитої теплової енергії здійснюється за допомогою теплолічильника встановленому на:

- загальному вводу Multical 603 CLCG DN 65 ($Q_{заг}=0,925$ Гкал/год);
- потреби опалення Multical 603 СКСЕ DN 50 ($Q_{оп}=0,724$ Гкал/год) .

Трубопроводи прокладаються з ухилом 0,002 в бік спускних пристроїв.

Всі теплопроводи покриваються тепловою ізоляцією. Перед теплоізоляцією два рази наноситься антикорозійний шар фарбою Б-177 після ґрунтування ФЛ 086.

Проектне обладнання тепlopункту буде працювати в автоматичному режимі і не потребуватиме постійного знаходження персоналу в приміщенні. Окремої системи опалення тепlopункту не передбачено - тепловиділення з трубопроводів та арматури обладнання після їх ізоляції достатнє для підтримання в приміщенні тепlopункту температури не менше 16° С.

Щоб забезпечити безперебійну роботу циркуляційних насосів системи опалення, у випадку вимкнення електроенергії, необхідно передбачити встановлення генераторної установки. ІТП житлового будинку відноситься до II категорії електропостачання.

Для обслуговування та ремонту розширювального баку вантажнопідьомні механізми не передбачено, оскільки згідно норм по ОСТ 113 18-014-87 «Роботи вантажно-розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки (НПАОП 63.11-7.02-87)» дозволяється підняття та пересування вручну (маса розширювального баку складає 75кг).

Внутрішньобудинкова система опалення – вертикальна, стояки обладнано балансувальними клапанами, тому в ІТП не передбачено встановлення головного ручного балансувального клапана всієї системи, налаштованого на розрахункову витрату теплоносія.

Границі проектування:

Розділ ТМ - від зовнішньої стіни житлового будинку до розподільчої гребінки вторинного контуру будинкової систем опалення та ГВП.

1.5. Заходи з енергозбереження

Характеристики застосовуваного в проєкті обладнання систем опалення та теплопостачання відповідає вимогам ДБН В.1.2-11 щодо економії енергії.

Проєктом передбачене використання сучасної енергоефективної тепло та шумоізоляції трубопроводів типу AluLamellaMat з $\lambda = 0,040$ Вт/(м·К), номінальна щільність 37 кг/м³.

Система теплопостачання дає можливість автоматично підтримувати заданий температурний графік в системі опалення в залежності від температури навколишнього середовища.

З метою зменшення тепловтрат теплової енергії під час експлуатації системи теплопостачання з боку споживача необхідно також виконати наступні заходи:

1. Для зменшення тепловтрат з витіканням гарячої води необхідно:

- провести ревізію запірної арматури;
- своєчасно замінювати трубопроводи і арматуру, які стають непридатними для використання;

2. Для зменшення тепловтрат в теплових мережах, які знаходяться на балансі споживача:

- провести огляд теплотраси і в разі необхідності замінити теплову ізоляцію або провести її посилення;

- виключити попадання ґрунтових вод і води опадів в теплові камери і лотки абонентської теплової мережі;

- провести посилення або заміну теплової ізоляції на трубопроводах, які прокладені в неопалювальних підвальних приміщеннях.

3. Для зменшення тепловтрат з непродуктивним виходом теплового повітря

3

приміщень необхідно:

- провести засклення віконних отворів, ліхтарів на перекриттях горищ, вікон житлових і виробничих будівель;

- провести ремонтні роботи будівель та споруд, що сприятимуть їх утепленню;

- провести енергетичний аудит та визначити інші мало витратні заходи.

1.6. Заходи з захисту від шуму

Необхідно передбачити додаткові рішення що до зменшення рівня шуму від обладнання системи опалення та теплопостачання:

Швидкість теплоносія в трубопроводах ІТП не перевищує нормативних максимально допустимих швидкостей у системах опалення та внутрішнього теплопостачання для допустимого еквівалентного рівня шуму 25 дБА.

В проекті передбачене застосування малошумних без фундаментних насосів та гнучких вставок на всмоктуючи та нагнітальних патрубках насосів;

Під опори трубопроводів та обладнання, при їх кріпленні до будівельних конструкцій, необхідно передбачати віброізолюючі прокладки, в якості яких слід застосовувати гумові віброізолятори.

Втрати тиску на регульовальному клапані не перевищують 3 бар.

Трубопроводи та запірно-регульовальна, за винятком запобіжної, арматура, окрім їх приводів та маховиків, насоси, окрім двигунів, та інше обладнання повинні бути теплоізольованими з урахуванням вимог виробника обладнання;

Для забезпечення захисту від шуму під час проведення робіт з реконструкції передбачити проведення робіт тільки в робочий час (9-18) в робочі дні. Проведення робіт в іншій час або вихідні дні забороняється. В технології виконання робіт передбачити мінімальний час робіт з інструментом. Що має підвищену вібро-ударну активність (дрилі, перфоратори та ін.)

В проекті приведено розрахунок швидкості теплоносія, що проходить через вибране обладнання (регульований клапан, регулятор перепаду тиску, балансувальні клапани) - всі отримані значення задовольняють умовам безшумної роботи, та рекомендаціям фірми виробника.

РОЗДІЛ 2
РОЗРАХУНКИ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

2.1. Розрахунки витрат теплоносія на потреби опалення опалення.

Опалювальний період

Розрахункова максимальна витрата мережної води на потреби опалення житлового будинку обчислюється в відповідності до рекомендацій Додатку А [с.47 ДБН В.2.5-39:2008 (формула А.1)]:

$$G_{\text{омах}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{омах}}}{c(\tau_{11} - \tau_{12})}; \text{ кг/ГОД} \quad (2.1)$$

де:

$Q_{\text{омах}}$ - максимальна розрахункова витрата тепла на опалення, Вт;

c - питома теплоємність води, дорівнює 4,187 кДж/кг °С

τ_{11} - температура теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, $\tau_{11}=150$ °С;

τ_{12} - температура теплоносія в зворотному трубопроводі системи опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, $\tau_{12} = 70$ °С;

Розрахунковий графік

$$G_{\text{омах}} = \frac{3,6 \cdot 842000}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 9049,6 \text{ кг/год}$$

Фактичний графік

$$G_{\text{омах}} = \frac{3,6 \cdot 842000}{4,187 \cdot (115 - 70)} = 16087,9 \text{ кг/год}$$

Розрахункова об'ємна максимальна витрата теплоносія визначається окремо для подавального і зворотного трубопроводу:

$$V_{\text{омах}} = \frac{G_{\text{омах}}}{\rho}; \text{ м}^3/\text{Год}, \quad (2.2)$$

де:

ρ - густина теплоносія, яка дорівнює:

- в подавальному трубопроводі $916,8 \text{ кг/м}^3$
- в зворотному трубопроводі $977,8 \text{ кг/м}^3$

Розрахункова об'ємна витрата теплоносія

в подавальному трубопроводі при $\tau_{11}=150 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{\text{омах}} = \frac{9049,6}{916,8} = 9,9 \text{ м}^3/\text{Год};$$

в подавальному трубопроводі при $\tau_{11}=115 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{\text{омах}} = \frac{16087,9}{947,2} = 16,9 \text{ м}^3/\text{Год};$$

в зворотному трубопроводі

$$V_{\text{оmin}} = \frac{9049,57}{977,8} = 9,3 \text{ м}^3/\text{Год}.$$

Перехідний період

Розрахункова мінімальна витрата мережної води на потреби опалення житлового будинку обчислюється за аналогічними формулами по значенню витрати теплоносія на опалення в точці злому температурного графіку:

Теплова потужність на опалення при $t_{\text{п}}=+8 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{оmin}} = Q_{\text{омах}} \cdot \frac{(\tau_g - \tau_n)}{(\tau_g - \tau_3)} = 842000 \cdot \frac{(20 - 8)}{(20 - (-22))} = 240,6 \text{ кВт};$$

$$G_{\text{оmin}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{оmin}}}{c(\tau_{11} - \tau_{12})} = \frac{3,6 \cdot 240600}{4,187 \cdot (70 - 30)} = 5171,7 \text{ кг/Год}.$$

в подавальному трубопроводі $V_{\text{оmin}} = \frac{5171,7}{977,8} = 5,3 \text{ м}^3/\text{Год};$

в зворотному трубопроводі $V_{\text{омах}} = \frac{5171,7}{995,7} = 5,2 \text{ м}^3/\text{Год}.$

2.2. Розрахунок навантаження на ГВП

Середня витрата гарячої води q_T^h

$$q_T^h = \frac{q_u^h \cdot u}{1000 \cdot T} = \frac{100 \cdot 880}{1000 \cdot 24} = 3,68$$

Теплові втрати на розрахунковій ділянці (ДБН В.2.5-64:2012 формула 7) :

$$Q^{ht} = q_{w,k} \cdot l_{w,k} + q_{w,s} \cdot l_{w,s}$$

$$Q_{ht} = 11 \cdot 900 + 7 \cdot 1500 = 20,5 \text{ кВт}$$

Тепловий потік за період максимального водоспоживання на потребу ГВП з урахуванням тепловтрат продовж **середньої години** (ДБН В.2.5-64:2012 формула 5):

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (t^h - t^c) + Q_{ht} \quad (2.3)$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 1,25 \cdot (55 - 5) + 6,122 = 78,622 \text{ кВт} = 0,067 \text{ Гкал/год}$$

$$Q_{T1}^h = 1,16 \cdot 3,68 \cdot (55 - 5) + 20,5 = 0,234 \text{ МВт} = 0,201 \text{ Гкал/год}$$

Тепловий потік за період максимального водоспоживання на потребу ГВП з урахуванням тепловтрат **в годину максимальної потреби** (ДБН В.2.5-64:2012 формула 6):

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (t_h - t_c) + Q_{hr}$$

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 10,7 \cdot (55 - 5) + 20,5 = 0,641 \text{ МВт} = 0,551 \text{ Гкал/год}$$

*Розрахункову максимальну за годину витрату води приймаємо 10,7 м³/год у зв'язку з тим, що частина мешканців користуються бойлерами.

Тепловий потік за період максимального водоспоживання на потребу ГВП з урахуванням тепловтрат продовж доби:

$$Q_T = \frac{V_{Th} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t}{3,6} = \frac{88,32 \cdot 977,8 \cdot 4,187 \cdot (70 - 30)}{3,6} = 4,01 \text{ Гкал/год}$$

де: $V_{Th} = 3,68 \cdot 24 = 88,32 \text{ м}^3/\text{добу}$ – добові витрати гарячої води

Розрахункова витрата циркуляційної води (ДБН В.2.5-64:2012 формула 12):

$$V^{cir} = \frac{Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot t_w} = \frac{20500}{988 \cdot 4,2 \cdot 5} = 0,98 \text{ л/с} = 3,5 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де Q^{ht} - теплові витрати на розрахунковій ділянці, Вт;

ρ - густина води, кг/л;

Δt_w - розрахункове зниження температури гарячої води від вузла підігрівання до точки водо розбору, °К.

2.3. Розрахунок витрат теплоносія на потреби ГВП

Теплообмінник ГВП приєднаний за одноступеневою схемою.

Витрата витрати теплоносія на гаряче водопостачання, в закритих системах тепlopостачання, при одноступених схемах приєднання водопідігрівачів:

Розрахункова максимальна годинна об'ємна витрата на гаряче водопостачання в опалювальний період:

$$G_{\text{омак}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{омак}}}{c(\tau_{11} - \tau_{12})} \cdot 10^{-3}; \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{гвп мак}}$ - максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання, Вт,

τ_{11} - температура води у крапці зламу температурного графіка в подавальному трубопроводі, 70 °С

τ_{12} - температура води у крапці зламу температурного графіка в зворотному трубопроводі, 30 °С

c - питома теплоємність води, кДж/кг°С

$$\text{Масова витрата: } G_{\text{гвп мак}} = \frac{3,6 \cdot 641000}{4,187 \cdot (70 - 30)} \cdot 10^{-3} = 13778,3 \text{ кг/год} (13,8 \text{ м}^3 / \text{год});$$

Об'ємна витрата: $V_{\text{гвп max}} = \frac{13778,3}{977,8} = 14,1 \text{ м}^3 / \text{год}$

$$V_{\text{гвп min}} = \frac{13778,3}{995,6} = 13,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Розрахункову витрату води у двотрубних водяних теплових мережах у неопалювальний період визначаємо за формулою:

$$G_{\text{р}}^{\text{л}} = \beta \cdot G_{\text{г.в.макс}} \quad [\text{т} / \text{год}] \quad (2.5)$$

де G - максимальна годинна масова витрата на гаряче водопостачання, т/год;

β – коефіцієнт, який враховує зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального періоду, приймається 0,8.

$$G_{\text{р}}^{\text{л}} = 0,8 \cdot 13778,3 = 11022,64 \text{ кг/год (11,0 т/год)}.$$

Розрахункова мінімальна витрата теплоносія на гаряче водопостачання в неопалювальний період:

$$Q_{\text{гвп min}} = Q_{\text{ht}} = 20,5 \text{ кВт} = 0,018 \text{ Гкал} / \text{год}$$

$$G_{\text{omin}} = \frac{3,6 \cdot 20500}{1.163 \cdot (70 - 30)} = 1586,4 \text{ кг} / \text{год};$$

$$V_{\text{гвп min}} = \frac{1586,4}{977,8} = 1,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Результати розрахунку зведено в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 Витрати теплоносія з тепломережі

Вид теплоспоживання	Теплове навантаження		Витрати	
	Q_{max} , Гкал/год	Q_{max} , МВт	Розрахункова витрата теплоносія, G_{max} , кг/год	Об'ємна витрата теплоносія, V_{max} м ³ /год
Опалювальний період				
<i>Розрахунковий графік 150-70 °С</i>				
Опалення	0,724	0,842	9049,6	9,9
ГВП	0,551	0,641	13778,3	14,1

Разом	-	-	22827,9	24,0
<i>Фактичний графік 115-70 °С</i>				
Опалення	0,724	0,842	16088,1	16,9
ГВП	0,551	0,641	13778,3	14,1
Разом	-	-	29866,4	31,0
Перехідний період				
Опалення	0,206	0,240	5171,7	5,3
ГВП	0,551	0,641	13778,3	14,1
Разом	-	-	18950,0	19,4
Неопалювальний період				
ГВП			11022,64	11,0
ГВП _{min}			1586,4	1,6
Розрахункова витрата циркуляційної води				0,98 л/с (3,5 м ³ /год)

Опалення				
Навантаження, Q _o 842 кВт				
Параметри теплоносія				
З тепломережі КП «Київтеплоенерго»				
Витрата теплоносія з тепломережі, (при 115-70°С) кг/год	Подавальний трубопровід Т1		Зворотній трубопровід Т2	
	Температура, °С	Густина, кг/м ³	Температура, °С	Густина, кг/м ³
9049,6	150	916,8	70	977,8
Витрата теплоносія, м ³ /год,	9,9 м ³ /год		9,3 м ³ /год	
Витрата теплоносія з тепломережі, (при 115-70°С) кг/год	Подавальний трубопровід Т1		Зворотній трубопровід Т2	
	115	947,2	70	977,8

Витрата теплоносія, м ³ /год,	16,9 м ³ /год	9,3 м ³ /год		
Внутрішньобудинкова система опалення				
Витрата теплоносія внутрішньо будинкової системи опалення, кг/год	Подавальний трубопровід Т1.1	Зворотній трубопровід Т2.2		
20684,4	Температура, °С	Густина, кг/м ³	Температура, °С	Густина, кг/м ³
	105	954,7	70	977,8
Витрата теплоносія, м ³ /год	21,7 м ³ /год	21,2 м ³ /год		

Гаряче водопостачання			
Навантаження, Q _{ГВП} 641 кВт			
ГВП максимальне		ГВП середнє	
Гкал/год	МВт	Гкал/год	МВт
0,551	0,641	0,201	0,234
Витрата теплоносія на ГВП (масова) в опалювальний період, кг/год		13778,3	
Витрата теплоносія на ГВП (об'ємна) в опалювальний період, м ³ /год		14,1	
Витрата теплоносія на ГВП (об'ємна) в неопалювальний період, м ³ /год		11,0	
Розрахункова витрата циркуляційної води, м ³ /год		3,5	
Розрахункова мінімальна витрата теплоносія на ГВП (об'ємна) в неоп. період м ³ /год		1,6	

РОЗДІЛ 3
ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ІТП

3.1. Вибір циркуляційного насосу системи опалення

Параметри циркуляційного насосу системи опалення обираємо згідно рекомендацій ДБН В.2.5-39:2008 [] :

Таблиця 3.1. Вибір циркуляційного насосу системи опалення

№ п/п	Найменування	Позначення	Од. виміру	Показник
1	Відмітка найбільш віддаленого від джерела тепла опалювального приладу	Н прил.мах	м	60
3	Тем-ра теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення будівлі	t_{11}	°C	105
3	Тем-ра теплоносія в зворотньому трубопроводі системи опалення будівлі	t_{22}	°C	70
5	Відмітка джерела тепла	Н джер	м	-3,0
6	Прискорення вільного падіння	g	м/с ²	9,81
7	Середній приріст об'ємної маси води при охолодженні на 1 °C	β		0,64
8	Максимальний природний циркуляційний тиск, що розвивається в системі опалення $\Delta P_{co} = P_{прир}$	$P_{прир} = 0,001 \cdot g \cdot \beta \cdot (t_1 - t_2) \cdot (H_{пр.мах} - H_{дж}) = 0,001 \cdot 9,81 \cdot 0,64 \cdot (105 - 70) \cdot (60 + 2,7)$	м	13,7
9	Витрата тиску в місцевій системі опалення	h_{co}	м	6,0
10	Витрата тиску в тепловій пункті для місцевої системи опалення	h_{mco}	м	4,0

11	Необхідний напір циркуляційного насосу	$P_{нас}=1,1 \cdot (h_{со}+h_{мсо}-0,4 \cdot P_{прир})$	м	4,9
12	Напір насосу в робочій точці	H_n	м	12,0

Таким чином, сумарний напір, що має подолати насос при подачі води 21,7 м³/год. становить 12 м.

Цим вимогам задовольняє циркуляційний насос Yonos MAXO 65/0,5-16 PN 6/10 (1~230 В, PN 6/10).

<https://wilo.com/ua/uk/%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F/uk/zastosunok/wilo-yonos-maxo/yonos-maxo-65-0-5-16-pn-6-10>

Таблиця 3.2 Технічні характеристики насосу – Yonos MAXO 65/0,5-16

№ п/п	Найменування	Розмірність	Величина
1	Номінальна потужність	кВт	0,8
2	Номінальна напруга		1~230В, 50 Гц
3	Номінальний ток	А	3,5
4	Номінальний тиск	бар	6/10 бар
5	Клас ел. захисту	-	IPX4D
6	Максимальна температура теплоносія	°С	110
7	Маса	кг	25,8
8	Приєднання до трубопроводу		DN65
9	Частота обертання N	об/хв	3300

3.2. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи опалення

3.2.1. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи опалення для графіку 150-70 °С

Перепад тиску на регулювальному клапані (за рекомендацією виробника):

$$\Delta P_{\text{кл1}} = 0,1 \dots 0,8 \text{ бар.}$$

Розрахункова пропускна здатність регулювального клапану:

$$k_v = \frac{G_{\text{кл1}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}} = \frac{9,9}{\sqrt{0,3}} = 18,07 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де $G_{\text{кл}} = 9,9 \text{ м}^3/\text{ГОД}$ – об'ємна витрата теплоносія через регулювальний клапан.

Приймаємо регулювальний клапан фірми «Danfoss» типу VB2 (DN50). Клапан встановлено на подавальному трубопроводі.

Основні технічні характеристики регулювального клапана:

- тип: VB2 Danfoss;
- Артикул: 065B2061;
- DN: 50;
- пропускна спроможність, k_{vs} : 40 м³/ГОД;
- T_{max} : 150 °С;
- електропривід: AMV 20;
- фактор кавітації, Z: $\geq 0,5$

Розрахункова втрата тиску на повністю відкритому регулювальному клапані:

$$\Delta P_{\text{кл.1}} = \left(\frac{G_{\text{кл1}}}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{9,9}{40} \right)^2 = 0,06 \text{ бар.}$$

Відсутність кавітаційного режиму перевіряємо за формулою:

$$\Delta P_{\text{кл max}} = Z \cdot (P^* - P_{\text{нас}}) > \Delta P_{\text{кл.1}},$$

де $\Delta P_{\text{кл max}}$ - максимально допустимий перепад тиску на регулювальному клапані, бар;

$Z=0,5$ - фактор кавітації (технічна характеристика регулюючого клапану, яка наведена в технічному описі);

$P_{\text{нас}} = 4,76$ бар – тиск насичення водяної пари при заданій температурі теплоносія 150 °С.

$$\Delta P_{\text{кл max}} = 0,5 \cdot (8,2 - 4,76) = 1,62 \text{ бар} > \Delta P_{\text{кл.1}} = 0,06 \text{ бар}.$$

Режим роботи регулювального клапана без кавітації при $T_1=150$ °С забезпечено.

Визначення ступеня відкриття регулювального клапану:

$$X_p = \left(\frac{k_v}{k_{vs}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{18,07}{40} \right) \cdot 100\% = 45\% > 30\%.$$

Швидкість потоку, що проходить через регулювальний клапан (отримане значення повинно бути менше $3,5$ м/с):

$$v = \frac{4 \cdot G_{\text{кл}} \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 9,9 \cdot 1000}{\pi \cdot 50^2 \cdot 3,6} = 1,4 \text{ м/с} < 3,5 \text{ м/с},$$

де d - умовний діаметр клапану, мм.

3.2.2. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи опалення для графіку $115-70$ °С

Перепад тиску на регулювальному клапані:

$$\Delta P_{\text{кл1}} = 3 \text{ м}.$$

Розрахункова пропускна здатність регулювального клапану:

$$k_v = \frac{G_{\text{кл1}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}} = \frac{16,9}{\sqrt{0,3}} = 30,85 \text{ м}^3/\text{Год},$$

де $G_{\text{кл}} = 16,9$ м³/год – об'ємна витрата теплоносія через регулювальний клапан.

Приймаємо регулювальний клапан фірми «Danfoss» типу VB2 (DN50).

Клапан встановлено на подавальному трубопроводі.

Основні технічні характеристики регулювального клапана:

- тип: VB2 Danfoss;
- Артикул: 065B2061;
- DN: 50;
- пропускна спроможність, k_{vs} : 40 м³/год;
- T_{max} : 150 °C;
- електропривід: AMV 20;
- фактор кавітації, Z: $\geq 0,5$

Розрахункова втрата тиску на повністю відкритому регулювальному клапані:

$$\Delta P_{кл.1} = \left(\frac{G_{кл}}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{16,9}{40} \right)^2 = 0,18 \text{ бар.}$$

Відсутність кавітаційного режиму перевіряємо за формулою:

$$\Delta P_{кл \text{ max}} = Z \cdot (P^* - P_{нас}) > \Delta P_{кл.1},$$

де $\Delta P_{кл \text{ max}}$ – максимально допустимий перепад тиску на регулювальному клапані, бар;

$Z=0,5$ – фактор кавітації (технічна характеристика регулюючого клапану, яка наведена в технічному описі);

$P_{нас} = 1,69$ бар – тиск насичення водяної пари при заданій температурі теплоносія 115 °C.

$$\Delta P_{кл \text{ max}} = 0,5 \cdot (8,2 - 1,69) = 3,26 \text{ бар} > \Delta P_{кл.1} = 0,18 \text{ бар.}$$

Режим роботи регулювального клапана без кавітації при $T_1=115$ °C забезпечено.

Визначення ступеня відкриття регулювального клапану:

$$X_p = \left(\frac{k_v}{k_{vs}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{30,85}{40} \right) \cdot 100\% = 77\% > 30\%.$$

Швидкість потоку, що проходить через регулювальний клапан (отримане значення повинно бути менше 3,5 м/с):

$$v = \frac{4 \cdot G_{\text{кл}} \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 16,9 \cdot 1000}{\pi \cdot 50^2 \cdot 3,6} = 2,3 \text{ м/с} < 3,5 \text{ м/с},$$

де d – умовний діаметр клапану, мм.

3.3. Підбір автоматичного регулятора перепаду тиску для гріючого теплоносія системи опалення.

3.3.1. Підбір автоматичного регулятора перепаду тиску для гріючого теплоносія системи опалення для графіку 150-70 °С

Розрахункова пропускна спроможність клапану:

$$k_v = \frac{G_{\text{кл2}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл2}}}} = \frac{9,9}{\sqrt{0,3}} = 18,07 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $G_{\text{кл}} = 9,9 \text{ м}^3/\text{год}$ – об'ємна витрата теплоносія через регулятор перепаду тиску.

Згідно рекомендацій виробника обладнання, необхідно обирати клапан за умови:

$$k_{vs} \geq 1,2 \cdot k_v$$

$$k_{vs} \geq 1,2 \cdot 18,07 = 21,7 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо регулятор перепаду тиску фірми «Danfoss» типу AVP (DN50), з діапазоном регулювання 0,3-2,0 бар. Регулятор перепаду тиску встановлено на подавальному трубопроводі.

Основні технічні характеристики регулятора перепаду тиску:

- тип: AVP Danfoss;

- Артикул: 003H6374;

- DN: 50;

- налагоджувальний тиск: 0,2 – 1,0 бар;

- пропускна спроможність, kvs : 25 м³/год;

- фактор кавітації, $Z \geq 0,6$

Розрахункова втрата тиску на повністю відкритому регуляторі перепаду тиску:

$$\Delta P_{\text{кл.2}} = \left(\frac{G_{\text{кл}}}{k_{\text{vs}}} \right)^2 = \left(\frac{9,9}{25} \right)^2 = 0,15 \text{ бар.}$$

Відсутність кавітаційного режиму перевіряємо за формулою:

$$\Delta P_{\text{кл. max}} = Z \cdot (P^* - P_{\text{нас}}) > \Delta P_{\text{кл.2}},$$

де $\Delta P_{\text{кл. max}}$ - максимально допустимий перепад тиску на регуляторі перепаду тиску, бар;

$Z=0,5$ - фактор кавітації (технічна характеристика регулятора перепаду тиску, яка наведена в технічному описі);

$P^*=P_1+1=8,2+1=9,2$ бар - абсолютний тиск перед регулятором перепаду тиску;

P_1 – надлишковий тиск теплоносія в подавальній магістралі;

$P_{\text{нас}}=4,76$ бар – тиск насичення водяної пари при заданій температурі теплоносія 150 °С.

$$\Delta P_{\text{кл. max}} = 0,6 \cdot (9,2 - 4,76) = 2,7 \text{ бар} > \Delta P_{\text{кл.2}} = 0,15 \text{ бар.}$$

Режим роботи регулятора перепаду тиску без кавітації при $T_1=150$ °С забезпечено.

Визначення ступеня відкриття регулятора перепаду тиску:

$$X_p = \left(\frac{k_v}{k_{\text{vs}}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{18,07}{25} \right) \cdot 100\% = 72\% > 30\%.$$

Швидкість потоку, що проходить через регулятор перепаду тиску:

$$v = \frac{4 \cdot G_{\text{кл}} \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 9,9 \cdot 1000}{\pi \cdot 50^2 \cdot 3,6} = 1,4 \text{ м/с} < 3 \text{ м/с},$$

3.3.2. Підбір автоматичного регулятора перепаду тиску для грійного теплоносія системи опалення для графіку 115-70 °С

Розрахункова пропускна спроможність клапану:

$$k_v = \frac{G_{\text{кл2}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл2}}}} = \frac{16,9}{\sqrt{0,5}} = 23,9 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $G_{\text{кл}} = 16,9 \text{ м}^3/\text{год}$ – об'ємна витрата теплоносія через регулятор перепаду тиску.

Згідно рекомендацій виробника обладнання, необхідно обирати клапан за умови:

$$k_{vs} \geq 1,2 \cdot k_v$$

$$k_{vs} \geq 1,2 \cdot 16,9 = 20,28 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо регулятор перепаду тиску фірми «Danfoss» типу AVP (DN50), з діапазоном регулювання 0,3-2,0 бар. Регулятор перепаду тиску встановлено на подавальному трубопроводі.



Основні технічні характеристики регулятора перепаду тиску:

- тип: AVP Danfoss;
- Артикул: 003H6374;
- DN: 50;
- налагоджувальний тиск: 0,2 – 1,0 бар;

- пропускна спроможність, kvs : 25 м³/год;

- фактор кавітації, $Z \geq 0,6$

Розрахункова втрата тиску на повністю відкритому регуляторі перепаду тиску:

$$\Delta P_{\text{кл. 2}} = \left(\frac{G_{\text{кл}}}{k_{\text{vs}}} \right)^2 = \left(\frac{16,9}{25} \right)^2 = 0,45 \text{ бар.}$$

Відсутність кавітаційного режиму перевіряємо за формулою:

$$\Delta P_{\text{кл. max}} = Z \cdot (P^* - P_{\text{нас}}) > \Delta P_{\text{кл. 2}}$$

де $\Delta P_{\text{кл. max}}$ - максимально допустимий перепад тиску на регуляторі перепаду тиску, бар;

$Z=0,5$ - фактор кавітації (технічна характеристика регулятора перепаду тиску, яка наведена в технічному описі);

$P^*=P_1+1= 8,2 +1= 9,3$ бар - абсолютний тиск перед регулятором перепаду тиску;

P_1 – надлишковий тиск теплоносія в подавальній магістралі;

$P_{\text{нас}}= 1,705$ бар – тиск насичення водяної пари при заданій температурі теплоносія 115 °С.

$$\Delta P_{\text{кл. max}} = 0,6 \cdot (9,3 - 1,705) = 4,6 > \Delta P_{\text{кл. 2}} = 0,45 \text{ бар.}$$

Режим роботи регулятора перепаду тиску без кавітації при $T_1=115$ °С забезпечено.

Визначення ступеня відкриття регулятора перепаду тиску:

$$X_p = \left(\frac{k_v}{k_{\text{vs}}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{23,9}{25} \right) \cdot 100\% = 95\% > 30\%.$$

Швидкість потоку, що проходить через регулятор перепаду тиску:

$$v = \frac{4 \cdot G_{\text{кл}} \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 16,9 \cdot 1000}{\pi \cdot 50^2 \cdot 3,6} = 2,3 \text{ м/с} < 3 \text{ м/с,}$$

3.4. Вибір розширювального бака системи опалення

Призначення розширювального бачка в системі опалення – компенсувати зміну об'єму теплоносія при нагріванні; він приймає надлишок води, що розширюється, щоб запобігти надмірному зростанню тиску, яке може пошкодити труби, котли та радіатори, а також забезпечити стабільну роботу системи. Це невід'ємний елемент замкнутих систем, що дозволяє підтримувати тиск в безпечних межах (1-2 бари).

Основні функції:

Компенсація розширення: Коли вода нагрівається, її об'єм збільшується (до 4,3% при нагріванні з 0°C до 100°C), і бак поглинає цей додатковий об'єм.

Підтримання тиску: Приймаючи надлишки, бак запобігає критичному підвищенню тиску, що захищає всю систему від розривів і протікань.

Захист обладнання: Забезпечує захист котла, радіаторів та труб від гідроударів та деформації.

Повернення теплоносія: При охолодженні вода повертається з бака назад у систему, підтримуючи постійний рівень теплоносія.

Принцип роботи (для мембранних баків):

Мембрана: Всередині бака є еластична гумова мембрана, яка розділяє його на дві частини: водяну та повітряну.

Розширення: При нагріванні води та її розширенні, зайва рідина потрапляє у водяну частину бака, стискаючи повітря в повітряній частині.

Стиснення: Стиснене повітря діє як "повітряна подушка", підтримуючи стабільний тиск в системі.

Охолодження: Коли система охолоджується, тиск повітря виштовхує воду назад у систему опалення.

Розширювальний бак для системи опалення обираємо в відповідності до рекомендацій додатку Л ДБН А.2.5-67:2013.

Приріст об'єму води в системі :

$$V_e = e \cdot \frac{V_{co}}{100}, \text{ л}$$

де:

e - відносне розширення води. при температурному пере регулюванні 90 С складає 3,47

$$V_e = 3,47 \cdot \frac{1800}{100} = 62,4 \text{ л}$$

Повна водомісткість розширювального бака розраховується за формулою:

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{wr}) \cdot \frac{P_e + 1}{P_e - P_0},$$

де:

V_{wr} - резервний об'єм води приймаємо 50 л.;

P_e - робочий тиск теплоносія в системі опалення-приймаємо в відповідності до настройки запобіжного клапана 6,0 бар

P_0 - тиск теплоносія при заповненні системи опалення приймаємо в відповідності до статичного тиску при заповненні системи 4,4 бар

$$V_{exp,min} = (62,4 + 50) \cdot \frac{6 + 1}{6 - 4,4} = 491,8 \text{ л}$$

Основні критерії вибору

Тип системи: Для закритих систем потрібні герметичні мембранні баки, для відкритих — без герметизації.

Матеріал: Сталеві — бюджетні, але потребують захисту; нержавіюча сталь стійка до корозії, але дорожча.

Робочий тиск та температура: Параметри бака повинні перевищувати максимальні робочі тиск і температуру в системі.

Мембрана: Обирайте баки зі змінною мембраною (EPDM) для легшої заміни

Цим вимогам задовольняє розширювальний бак зі змінною мембраною типу

IMERA RV -500 загальним об'ємом 500л.



Характеристики:

серія/модель - RV

об'єм - 500 літрів

тип - вертикальний

діаметр під'єднання - 1 1/4"

робоча температура -10°C +100°C

тип мембрани - змінна

матеріал мембрани - харчова гума EPDM
(Ethylene Propylene Diene Monomer)

переднакачаний заводський тиск - 1,5 bar

максимальний робочий тиск - 8 bar

діаметр - 750 мм

висота - 1634 мм

країна виробник - Італія

3.5. Розрахунок гідравлічних втрат втрат тиску на ділянках в межах ІТП
для системи опалення

Втрата тиску на ділянці визначається за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}}; \text{ кгс/м}^2$$

де $\Delta P_{\text{л}}$ - лінійні втрати тиску, кгс/м²;

$\Delta P_{\text{м}}$ - втрати тиску в місцевих опорах, кгс/м ;

$$\Delta P_{\text{л}} = R \cdot L; \text{ кгс/м}^2$$

де R - питомі втрати тиску на тертя, кгс/м²·м;

L - довжина ділянки трубопроводу, м.

$$R = \frac{\lambda \cdot W^2 \cdot \rho}{2 \cdot g \cdot D_{\text{вн}}}; \text{ кгс/м}^2 \cdot \text{м}$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя труб;

W - швидкість руху води, м/с;

ρ - густина води, кг/м ;

$D_{вн}$ - внутрішній діаметр трубопроводу, м;

g - прискорення вільно падаючого тіла, $g=9,81$ м/с².

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,14 + 2 \cdot \lg\left(\frac{D_{вн}}{K_e}\right)\right)^2}; \text{ кгс/м}^2 \cdot \text{м}$$

де K_e - еквівалентна шорсткість труб, м, $K_e=0,0005$ м;

$$W = \frac{V_{\max} \cdot 4}{3600 \cdot \pi \cdot D_{вн}^2}; \text{ м/с}$$

$$\Delta P_M = \sum \xi \frac{W^2 \cdot \rho}{2 \cdot g}; \text{ кгс/м}^2$$

де $\sum \xi \sim$ сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Таблиця 3.3. Розрахунок втрат тиску на ділянках в межах ІТП для системи опалення

Ділянка	Витрата теплоносія	Двн	Довжина ділянки	Швидкість руху теплоносія	Густина води	Коефіцієнт гідравлічного тертя труб	Питомі втрати тиску на тертя	Лінійні втрати тиску
	м ³ /год	мм	м	м/с	кг/м ³		кгс/см ²	кгс/см ²
Питомі втрати тиску на тертя								
подавальний трубопровід	23,70	80	3,00	1,31	916,9	0,0325	32,5848	0,009775
зворотний трубопровід	23,70	80	3,00	1,31	977,8	0,0325	34,7491	0,010425
подавальний трубопровід	9,90	80	1,50	0,55	916,9	0,0325	5,6858	0,000853
зворотний трубопровід	9,30	80	1,5	0,51	977,8	0,0325	5,3507	0,000803
Загальні лінійні втрати тиску на тертя: 0,0218556 кгс/см²								
Місцеві втрати тиску								
	Витрата теплоносія	Ду	Швидкість руху теплоносія	Густина води	Сумма коеф. місцевих опорів	Втрати тиску в місцевих опорах	Втрати тиску в обладнанні (за даними паспортів)	
	м ³ /год	м	м/с	кг/м ³		кгс/см ²	кгс/см ²	
							витратомір	регулятор перепаду тиску+ регулятор температури

								ри +ТО
подавальний трубопровід	23,70	0,08	1,31	916,9	11,2	0,00899	0,054	=0,06+0,15
зворотній трубопровід	23,70	0,08	1,31	977,8	11,2	0,00958	0,054	
подавальний трубопровід	9,90	0,08	0,55	916,9	1,6	0,00022	0,061	
зворотній трубопровід	9,30	0,08	0,51	977,8	1,6	0,00021		0,3
						0,01901	0,16900	0,51000
Загальні втрати тиску для СО: 0,71986 кгс/см²								

Таблиця 3.4. Розрахунок втрат тиску на ділянках в межах ІТП для системи опалення при 115-70°C

	Витрата теплоносія	Двн	Довжина ділянки	Швидкість руху теплоносія	Густина води	Коефіцієнт гідравлічного тертя труб	Питомі втрати тиску на тертя	Лінійні втрати тиску
	м ³ /год	мм	м	м/с	кг/м ³		кгс/см ²	кгс/см ²
Питомі втрати тиску на тертя								
подавальний трубопровід	30,70	80	3,00	1,70	946,8	0,0325	56,4588	0,0169
зворотній трубопровід	30,70	80	3	1,70	977,8	0,0325	58,3073	0,0175
подавальний трубопровід	16,90	80	1,5	0,93	946,8	0,0325	17,1091	0,0026
зворотній трубопровід	16,90	80	1,5	0,93	977,8	0,0325	17,6693	0,0027
Загальні лінійні втрати тиску на тертя: 0,0344 кгс/см²								
Місцеві втрати тиску								
	Витрата теплоносія	Ду	Швидкість руху теплоносія	Густина води	Сумма коеф. Місцевих опорів	Втрата тиску в місцевих опорах	Втрати тиску в обладнанні (за даними паспортів)	
	м ³ /год	м	м/с	кг/м ³		кгс/см ²	кгс/см ²	
							втратамір	регулятор перепаду тиску+ регулятор температури
подавальний трубопровід	30,70	0,08	0,93	946,8	11,2	0,04719	0,0906	0,18

зворотній трубопровід	30,70	0,08	1,70	977,8	11,2	0,16082	0,0906	0,45
подавальний трубопровід	16,90	0,08	0,93	946,8	1,6	0,00674	0,1785	0,3
зворотній трубопровід	16,90	0,08	0,93	977,8	1,6	0,00696		
						0,22171	0,35970	0,93000
Загальні втрати тиску для системи опалення при 115-70°C: 1,54584 кгс/см²								

3.6. Розрахунок дросельної шайби для системи опалення

Надлишковий тиск в системі опалення, який необхідно погасити дросельною діафрагмою:

$$\Delta P = P_1 - P_2 - \Delta P_{\text{заг ітп}}, \text{ бар}$$

Таблиця 3.5. Вихідні дані

Тиск у подавальному трубопроводі (фактичний)	$P_1 = 8,2 \text{ кгс/см}^2$
Тиск у зворотному трубопроводі (фактичний)	$P_2 = 4,9 \text{ кгс/см}^2$
Загальні втрати тиску у трубопроводах в тому числі:	$\Delta P_{\text{заг ітп}} = 0,71 \text{ бар}$
-втрати тиску на регуляторі перепаду тиску	$\Delta P_{\text{кл2}} = 0,15 \text{ бар}$
-втрати тиску на регуляторі температури	$\Delta P_{\text{кл1}} = 0,06 \text{ бар}$
-втрати тиску на витратомірах ВОТЕ загальний (подавальний, зворотний трубопроводи)	$\Delta P_{\text{ліч}} = 0,11 \text{ бар}$
-втрати тиску на витратомірі ВОТЕ опалення (подавальний трубопровід)	$\Delta P_{\text{ліч}} = 0,06 \text{ бар}$
-втрати тиску на теплообміннику	$\Delta P_{\text{то}} = 0,3 \text{ бар}$
Витрати теплоносія в системі опалення (при темп.гр.150-70°C)	$G_{\text{омах}} = 9049, \text{ т/год}$

$$\Delta P = P_1 - P_2 - \Delta P_{\text{заг}} = 8,2 - 4,9 - 0,71 = 2,6 \text{ бар}$$

$$= 26 \text{ м.вод.ст.}$$

Діаметр дросельної шайби на опалення за умови, що температурний

графік становитиме 150-70 °С:

$$d_{ш} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{\text{омах}}^2}{\Delta P_{ш}}},$$

$$d_{ш} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{9,9^2}{26}} = 13,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр дросельної шайби на опалення: $d_{ш}=14 \text{ мм.}$

Після монтажу та запуску в експлуатацію системи опалення Споживача розміри дросельної шайби корегують відповідно до експлуатаційних умов та погоджують з теплопостачальною організацією.

3.7. Підбір насосу циркуляції системи ГВП

Насос циркуляції встановлений на циркуляційному трубопроводі системи ГВП.

Параметри циркуляційного насоса обираємо згідно рекомендацій з проектування теплових пунктів [1].

Подача насоса:

$$V_{\text{цирк}}=3,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунковий напор насоса визначаємо за формулою:

$$H_n = \Delta P_{\text{ген}} + \Delta P_{\text{та}} + \Delta P_{\text{цк}} + 1, \text{ м.в.ст.}$$

де $\Delta P_{\text{ГВП}}$ – втрати тиску в системі ГВП, м.в.ст.;

$$\Delta P_{\text{ГВП}}=3,0 \text{ м.в.ст.}$$

$\Delta P_{\text{со}}$ – втрати тиску в пластинчастому теплообміннику м.в.ст.;

за даними виробника обладнання $\Delta P_{\text{та}}=29,55 \text{ кПа}=3,0 \text{ м.в.ст.}$

$\Delta P_{\text{цк}}$ - втрати тиску в контурі циркуляції в тепловому пункті, м.в.ст.;

$$\Delta P_{\text{цк}}=20,0 \text{ кПа}=2,0 \text{ м.в.ст.}$$

$$H_n = 3,0 + 3,0 + 2 = 8 \text{ м.в.ст.}$$

Таким чином, сумарний напір, що має подолати насос 8,0 м при витраті води 3,5 м³/год. Цим вимогам задовольняє циркуляційний насос Wilo TOP-Z 30/10 DM PN16 RG.

Приймаємо 2 насоси (основний/резервний) з 100% резервуванням.

Керування насосами передбачене через перетворювач частоти.



Рис. 3.1. Насос – Wilo TOP-Z 30/10 DM PN16 RG.

Таблиця 3.6. Технічні характеристики насосу – Wilo TOP-Z 30/10 DM PN16 RG.

Найменування	Розмірність	Величина
Номінальна потужність	кВт	0,18
Номінальна напруга		1~400В, 50 Гц
Номінальний ток	А	1,62
Номінальний тиск	бар	16 бар
Клас ел. захисту	-	IPX4D
Температура середовища	°С	55
Маса	кг	6,7
Приєднання до трубопроводу		DN30
Частота обертання N	об/хв	2900

3.8. Підбір двоходового автоматичного регулювального клапана теплового потоку системи гарячого водопостачання

Перепад тиску на регулювальному клапані (за рекомендацією виробника):

$$\Delta P_{\text{кл1}} = 0,1 \dots 0,8 \text{ бар.}$$

Розрахункова пропускна здатність регулювального клапану:

$$k_v = \frac{G_{\text{кл1}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}} = \frac{14,1}{\sqrt{0,5}} = 19,9 \text{ м}^3/\text{Год},$$

де $G_{\text{кл}} = 14,1 \text{ м}^3/\text{Год}$ – об'ємна витрата теплоносія через регулювальний клапан.

На ринку теплотехнічного обладнання України добре зарекомендували себе регулюючі двоходові клапани Danfoss серії VB2

Клапани серії VB2 застосовуються в теплових пунктах будівель, системах опалення та гарячого водопостачання.

Регулюючі клапани VB2 можуть бути використані разом з наступними редукторними електричними приводами: AMV 10 та АМЕ 10, AMV 20 та АМЕ 20, AMV 30 та АМЕ 30, а також з версіями цих же електроприводів, які оснащені поворотною пружиною для реалізації функції безпеки – закриття при раптовому припиненні електропостачання: AMV 13 та АМЕ 13, AMV 23 та АМЕ 23, AMV 33 та АМЕ 33.

Особливості клапана серії VB2 :

- клапан нормально відкритий без розвантаження тиску.
- комбінована характеристика витрати.
- без електроприводу штоки клапанів знаходяться у крайньому верхньому положенні, повністю відкриті.

Приймаємо регулювальний клапан фірми «Danfoss» типу VB2 (DN40). Клапан встановлено на подавальному трубопроводі.



Основні технічні характеристики регулювального клапана:

- тип: VB2 Danfoss;
- Артикул: 065B2060;
- DN: 40;
- пропускна спроможність, k_{vs} : 25 м³/год;
- T_{max} : 150 °С;
- електропривід: AMV 20;
- фактор кавітації, Z: $\geq 0,5$

Розрахункова втрата тиску на повністю відкритому регулювальному

клапані: $\Delta P_{кл.1} = \left(\frac{G_{кл}}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{14,1}{25} \right)^2 = 0,3 \text{ бар.}$

Відсутність кавітаційного режиму перевіряємо за формулою:

$$\Delta P_{кл \text{ max}} = Z \cdot (P^* - P_{нас}) > \Delta P_{кл.1},$$

де $\Delta P_{кл \text{ max}}$ - максимально допустимий перепад тиску на регулювальному клапані, бар;

$Z=0,5$ - фактор кавітації (технічна характеристика регулюючого клапану, яка наведена в технічному описі);

$P_{нас} = 4,76 \text{ бар}$ – тиск насичення водяної пари при заданій температурі теплоносія 150 °С.

$$\Delta P_{кл \text{ max}} = 0,5 \cdot (8,2 - 4,76) = 1,62 \text{ бар} > \Delta P_{кл.1} = 0,3 \text{ бар.}$$

Режим роботи регулювального клапана без кавітації при $T_1=150 \text{ °С}$ забезпечено.

Визначення ступеня відкриття регулювального клапану:

$$X_p = \left(\frac{k_v}{k_{vs}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{19,9}{25} \right) \cdot 100\% = 79\% > 30\%.$$

Швидкість потоку, що проходить через регулювальний клапан (отримане значення повинно бути менше 3,5 м/с):

$$v = \frac{4 \cdot G_{\text{кл}} \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 14,1 \cdot 1000}{\pi \cdot 40^2 \cdot 3,6} = 3 \text{ м/с} < 3,5 \text{ м/с},$$

де d - умовний діаметр клапану, мм.

3.9. Розрахунок гідравлічних втрат тиску на ділянках в межах ІТП для системи гарячого водопостачання

Таблиця 3.7. Розрахунок втрат тиску на ділянках в межах ІТП для системи ГВП.

Ділянка	Витрата теплоносія	Двн	Довжина ділянки	Швидкість руху теплоносія	Густина води	Коефіцієнт гідравлічного тертя труб	Питомі втрати тиску на тертя	Лінійні втрати тиску
	м ³ /год	мм	м	м/с	кг/м ³		кгс/см ²	кгс/см ²
Питомі втрати тиску на тертя								
подавальний трубопровід	23,70	80	3,00	1,31	916,9	0,0325	32,5848	0,009775
зворотній трубопровід	23,70	80	3,00	1,31	977,8	0,0325	34,7491	0,010425
подавальний трубопровід	14,10	65	2,00	1,18	916,9	0,0347	34,7971	0,006959
зворотній трубопровід	14,10	65	2	1,18	977,8	0,0347	37,1083	0,007422
Загальні лінійні втрати тиску на тертя: 0,0345812 кгс/см²								
Місцеві втрати тиску								
	Витрата теплоносія	Ду	Швидкість руху теплоносія	Густина води	Сумма коеф. місцевих опорів	Втрати тиску в місцевих опорах	Втрати тиску в обладнанні (за даними паспортів)	
	м ³ /год	м	м/с	кг/м ³		кгс/см ²	кгс/см ²	
							витратомір	регулятор перепаду тиску+ регулятор температури +ТО
подавальний трубопровід	23,70	0,08	1,31	916,9	11,2	0,00899	0,054	
зворотній трубопровід	23,70	0,08	1,31	977,8	11,2	0,00958	0,054	

подавальний трубопровід	14,10	0,06 5	1,18	916,9	1,6	0,00104		0,3
зворотний трубопровід	14,10	0,06 5	1,18	977,8	1,6	0,00111		0,3
						0,02073	0,10800	0,60000
Загальні втрати тиску для ГВП : 0,76331 кгс/см²								

3.10. Розрахунок дросельної шайби для системи гарячого водопостачання

3.10.1. Розрахунок дросельної шайби для системи опалення при графіку 150-70 °С

Надлишковий тиск в системі ГВП, який необхідно погасити дросельною діафрагмою:

$$\Delta P = P_1 - P_2 - \Delta P_{\text{заг ітп}}, \text{ бар}$$

Таблиця 3.8. Вихідні дані

Тиск у подавальному трубопроводі (фактичний)	$P_1 = 8,2 \text{ кгс/см}^2$
Тиск у зворотному трубопроводі (фактичний)	$P_2 = 4,9 \text{ кгс/см}^2$
Загальні втрати тиску у трубопроводах в тому числі:	$\Delta P_{\text{заг ітп}} = 0,76 \text{ бар}$
-втрати тиску на регуляторі температури	$\Delta P_{\text{кл1}} = 0,3 \text{ бар}$
-втрати тиску на витратомірах ВОТЕ загальний (подавальний, зворотний трубопроводи)	$\Delta P_{\text{ліч}} = 0,11 \text{ бар}$
-втрати тиску на теплообміннику ГВП	$\Delta P_{\text{то}} = 0,3 \text{ бар}$
Витрати теплоносія в системі ГВП	$G_{\text{омах}} = 13778,3 \text{ т/год}$

$$\Delta P = P_1 - P_2 - \Delta P_{\text{заг}} = 8,2 - 4,9 - 0,76 = 2,5 \text{ бар}$$

$$= 25 \text{ м.вод.ст.}$$

Розрахунок дросельної шайби.

Діаметр дросельної шайби на гвп

$$d_u = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{\text{омах}}^2}{\Delta P_{\text{иі}}}}$$

$$d_{ш} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{13,8^2}{25}} = 17 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр дросельної шайби на гВП: $d_{ш}=17 \text{ мм.}$

Після монтажу та запуску в експлуатацію системи гарячого водопостачання Споживача розміри дросельної шайби корегують відповідно до експлуатаційних умов та погоджують з теплопостачальною організацією.

3.10.2. Розрахунок дросельної шайби для системи опалення при графіку 115-70 °С

Надлишковий напір в системі опалення, який необхідно погасити дросельною діафрагмою:

$$\Delta P = P_1 - P_2 - \Delta P_{\text{заг ітп}}, \text{ бар}$$

4.1. Вихідні дані

Тиск у подавальному трубопроводі (фактичний)	$P_1 = 8,2 \text{ кгс/см}^2$
Тиск у зворотному трубопроводі (фактичний)	$P_2 = 4,9 \text{ кгс/см}^2$
Загальні втрати тиску у трубопроводах: У тому числі:	$\Delta P_{\text{заг ітп}} = 1,55 \text{ бар}$
-втрати тиску на регуляторі перепаду тиску	$\Delta P_{\text{кл2}} = 0,45 \text{ бар}$
-втрати тиску на регуляторі температури	$\Delta P_{\text{кл1}} = 0,18 \text{ бар}$
-втрати тиску на витратомірах ВОТЕ загальний (подавальний, зворотний трубопроводи)	$\Delta P_{\text{ліч}} = 0,1812 \text{ бар}$
-втрати тиску на витратомірі ВОТЕ опалення (подавальний трубопровід)	$\Delta P_{\text{ліч}} = 0,1785 \text{ бар}$
-втрати тиску на ТО	$\Delta P_{\text{ТО}} = 0,3 \text{ бар}$
Витрати теплоносія в системі опалення (при темп.гр.115-70°С)	$G_{\text{омах}} = 16087,9 \text{ т/год}$

$$\Delta P = P_1 - P_2 - \Delta P_{\text{заг}} = 8,2 - 4,9 - 1,55 = 1,8 \text{ бар}$$

$$= 18 \text{ м.вод.ст.}$$

Діаметр дросельної шайби на опалення за умови, що температурний графік становитиме 115-70 °С:

$$d_w = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{\text{опах}}^2}{\Delta P_w}},$$

$$d_w = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{16,9^2}{18}} = 19,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр дросельної шайби на опалення: $d_w=20 \text{ мм}$.

Після монтажу та запуску в експлуатацію системи опалення Споживача розміри дросельної шайби корегують відповідно до експлуатаційних умов та погоджують з теплопостачальною організацією.

РОЗДІЛ 4

МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРИЛАДІВ

4.1. Загальні положення

Допускається можливість заміни запроєктованого обладнання на обладнання з аналогічними технічними характеристиками та принципами дії, якщо для цього є обґрунтована причина, тільки після погодження з проєктувальником та КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО».

Монтаж та встановлення приладів повинні проводитись кваліфікованим персоналом монтажної організації після вивчення Керівництва з експлуатації на всі засоби, що встановлюються. Монтажна організація, що здійснює ці роботи, повинна мати Державну ліценцію на виконання відповідних робіт та Дозвіл держохоронпраці на початок роботи.

Експлуатація та технічне обслуговування приладів здійснюються відповідальними особами споживача тепла або представниками спеціалізованої організації, якщо укладена відповідна Угода. Відповідальна особа споживача має обов'язково ознайомитись з Керівництвами з експлуатації на все обладнання.

Модуль опалення постачають в розібраному вигляді. Перед початком монтажу необхідно зробити звірку з прикладеним поковочним листом. Монтаж модуля проводиться на місці встановлення. Не допускаються механічні навантаження між зібраними частинами модулів.

Фільтри-осадники повинні бути змонтовані з забезпеченням доступу для обслуговування.

Встановлення кранів здійснити з забезпеченням прямого доступу до маховиків.

Циркуляційний насос встановити згідно з інструкцією по монтажу та схеми монтажної.

Контрольна - показувальна апаратура повинна бути розвернута для контролю параметрів з одного підходу.

Для можливості випуску повітря та запобігання утворення повітряних карманів, встановити на верхніх трубопроводах теплової мережі автоматичні повітряно-спускні клапани.

Під'єднати електрокабелі тільки до приготовлених відповідних роз'ємів. Перед вмиканням напруги необхідно перевірити всі електричні з'єднання на модулях систем опалення та вентиляції.

Вказівки по монтажу регулятора перепаду тиску. Регулятори перепаду тиску монтують на подавальному трубопроводі системи опалення, згідно монтажних схем та керівництва з експлуатації на прилад. Імпульсні трубки (з комплекту регулятора) монтують в подавальний та зворотний трубопроводи, згідно монтажною схемою в точці відбору, через кульові крани.

Вказівки по монтажу регулятора теплового потоку. Електронний регулятор опалення встановлюють в щитку, згідно р.6 керівництва з експлуатації. Щиток має замок для запобігання втручання в роботу приладу. Клапан регулятора монтують на подавальному трубопроводі систем опалення, згідно монтажних схем та керівництва з експлуатації на прилад. Електричне приєднання проводити проводом ПВС 2x1,5 мм². Датчики температури монтують на трубопровід змішаної води та зворотному трубопроводі.

Датчики температури монтують на північній стіні будівлі. Датчик повинен мати захист від опадів та прямих променів сонця. Датчики температури підключають до електронного регулятора проводом ПВС 2x1,5 мм². Провід прокласти відкрито в гофрурукаві типу ПЕ 016 мм.

Запрограмувати електронний регулятор відповідно інструкції та індивідуальних потреб. Перевірити роботу обладнання в ручному режимі. Після закінчення перевірки і програмування встановити автоматичний режим, витягти ключ для запобігання не санкціонованого втручання в роботу програми.

Щит керування насосами.

Для керування, пуску та захисту циркуляційних насосів системи опалення, встановлюють обладнання в окремому щиті керування насосами. Щит виконано в металевому корпусі для зовнішнього монтажу. Клас захисту IP65.

В щиті встановлюють: автоматичні вимикачі для захисту насосів; електромагнітний пусковий автомат.

4.2. Основні вимоги при виконанні монтажних робіт

Вузол вводу та вузли систем теплопостачання закріплюються на опорах (швелерах та кутниках). Трубопроводи закріплюються на опорах за допомогою хомутів. Регулятор перепаду тиску монтується на подавальному трубопроводі. Монтаж: трубопроводів приладів та обладнання ІТП виконати згідно з вимогами ДБН та інструкціями підприємств-виробників обладнання.

Трубопроводи ізолюються ізоляцією з покривним шаром фольги. Перед теплоізоляцією наноситься антикорозійний шар фарбою БТ-177 після ґрунтування ФЛ 086.

Введення до експлуатації теплового пункту виконується після проведення пусконаладжувальних робіт та проведення прийом - здавальних випробувань. Прийом - здавальні випробування проводить комісія, яка створена з представників "Споживача" та "Постачальника" теплової енергії, а також представника організації, яка виконувала монтаж: та налагоджування обладнання теплопункту.

Заповнення мережною водою і включення системи неоглянутих або недопущених до експлуатації районом теплових мереж: не дозволяється. Перед допуском необхідно виконати промивання та опресовування трубопроводів теплового пункту та системи теплоспоживання.

Гідравлічному опресовуванню слід піддавати:

-системи опалення та вентиляції тиском 1,25 робочого тиску, але не нижче 0,2 МПа. Гідравлічні випробування трубопроводів теплового пункту і систем теплоспоживання слід проводити при плюсових температурах зовнішнього повітря.

В індивідуальному теплопункті після монтажу перевіряють:

- відповідність виконаних робіт та встановленого обладнання проекту, погодженому з теплопостачальною організацією;
- стан зовнішніх теплових мереж, належних споживачу;
- стан утеплення будівлі та теплового пункту;
- наявність контрольно-вимірювальних приладів;
- належність і стан запірно-регулюючої арматури на стояках.

4.3. Демонтаж існуючого обладнання ІТП

У зв'язку зі зміною схеми приєднання системи теплоспоживання житлового будинку до теплової мережі на незалежну, необхідно провести демонтаж системи СРТ.

Даним проектом розглядається реконструкція системи теплопостачання в межах ІТП (від зовнішньої стіни житлового будинку до розподільчої гребінки вторинного контуру будинкової систем опалення та гвп). Демонтується все існуюче обладнання ІТП, а саме: вузол теплового вводу, лічильник теплової енергії на загальному вводі, на опалення, система ГВП тощо.

Реконструкція внутрішньобудинкових інженерних мереж, а саме демонтаж системи СРТ, прокладання магістральних трубопроводів системи опалення житлового будинку та встановлення балансувальних клапанів на стояках системи опалення розглядається іншим проектом.

4.4. Технічне обслуговування

Технічне обслуговування обладнання тепlopункту виконується у повній відповідності з вимогами підприємств-виробників обладнання.

Чищення фільтрів та трубопроводів проводити згідно встановленого графіка.

Експлуатація та технічне обслуговування здійснюється споживачем, але, для забезпечення надійної і довговічної роботи обладнання тепlopункту, рекомендується проводити введення до експлуатації та поточне обслуговування спеціалізованими організаціями.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Заходи, що забезпечують безпечні умови праці

Робочим проектом передбачаються заходи, які забезпечують у процесі експлуатації тепловпункту безпеку обслуговуючому персоналу.

При монтажі та експлуатації тепловпункту, слід мати на увазі високі параметри теплоносія. З метою попередження травмування, обслуговуючий персонал повинен допускатися до роботи після зняття тиску та зниження температури на ділянці, що підлягає ремонту. При цьому працівники повинні користуватися захисними рукавицями та іншими засобами індивідуального захисту.

При виконанні монтажних робіт потрібно враховувати наявність в приміщенні теплового пункту мережі електропостачання та інших технологічних комунікацій.

Прокладку електрокабелю від вводу будинку до шафи ІТП та підключення до водної шафи дозволяється виконувати тільки за погодженням та в присутності фахівців електропостачальної організації спеціалістами, що мають відповідний досвід та допуски до виконання робіт підвищеної небезпеки.

Безпека експлуатації тепловпункту забезпечується:

- міцністю труби первинного перетворювача;
- герметичністю фланцевих та муфтових з'єднань обладнання та арматури з трубопроводом;
- загальноприйнятими нормами техніки безпеки для слюсаря-сантехніка.

Ділянки трубопроводів мережної води підлягають теплоізоляції із розрахунку досягнення температури на її поверхні не більше як 40°C.

5.2. Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкта реконструкції системи теплопостачання

Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкта визначають на підставі ДСТУ 8855:2019 «ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ НАСЛІДКІВ (ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ) БУДІВЕЛЬ І СПОРУД».

Загальна характеристика будівлі - індивідуальний тепловий пункт, розташований у підвальному приміщенні житлового будинку, за адресою:

вул. _____, _____, м. Київ.

Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкту реконструкції проводимо незалежно за кожною з наведених у таблиці 1 характеристикою можливих наслідків від відмови об'єкту:

- можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті;
- можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті;
- можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта;
- обсяг можливого економічного збитку;
- можливість втрати об'єктів культурної спадщини;
- можливість припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури.

Розрахунки класу наслідків (відповідальності) наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок класу наслідків реконструкції системи теплопостачання житлового будинку за адресою вул. _____, _____, м. Київ

№ п.п.	Характеристики можливих наслідків відмови об'єкта				Клас наслідків (відповідальності) об'єкта
1	Можлива небезпека, кількість осіб	Для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті	СС1 До 50 включно	Постійно на об'єкті перебуває N1=0 чол. підвальне приміщення будинку та технічний поверх	СС1
2	Можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті	Для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті	СС1 До 100 включно	Максимальна кількість осіб, що може періодично перебувати на об'єкті N1=2(обходчик слюсар)	СС1
3		Для здоров'я і життя людей, які перебувають зовні об'єкта	СС1 До 100 включно	Відмова ІТП не призведе до порушень життєдіяльності на період більше ніж 3 дні	СС1
4	Обсяг матеріальних збитків та/або соціальних втрат		м.р.з.п. До 2 500 включно	Загальна вартість реконструкції 1100000 грн 1100/3,200=343.7 м.р.з.п (до 2000 м.р.з.п)	СС1
1	Припинення функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікації, зв'язку, енергетики та інженерних мереж.		СС1 <i>Об'єктовий</i>		СС1
2	Об'єкт підвищеної небезпеки, ідентифікованих згідно з «Про об'єкти підвищеної небезпеки»		<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1
3	Сховище цивільного захисту (цивільної оборони) незалежно від місця розташування, місткості та класу захисту		<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1
4	Об'єкти, що містять державну таємницю		<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1

№ п.п.	Характеристики можливих наслідків відмови об'єкта			Клас наслідків (відповідальності) об'єкта
5	Будівля не виробничого призначення умовною висотою понад 100 метрів	<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1
6	Житлових будинків умовною висотою від 73,5 м до 100 м	<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1
7	Пам'ятка культурної спадщини, що визначена відповідно до «Про охорону культурної спадщини»;	<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1
8	Об'єкт першої категорії, який може мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля, визначених у ЗУ «Про оцінку впливу на довкілля»	<i>клас наслідків</i>	СС3	СС1
9	Об'єкт другої категорії, який може мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля, визначених у ЗУ «Про оцінку впливу на довкілля»	<i>клас наслідків</i>	СС2	СС1
10	Житловий будинок понад чотири поверхи	<i>клас наслідків</i>	СС2	СС1 (ІТП вбудоване приміщення)
11	Об'єкт, нове будівництво якого здійснюється в охоронній зоні пам'яток культурної спадщини	<i>клас наслідків</i>	СС2	СС1

При реконструкції системи теплопостачання в індивідуальному тепловому пункті за адресою вул. Смиренка, 23, м. Київ не відбувається втручання в будівельні чи огорожуючі конструкції будинку. Всі роботи проводяться виключно в підвальному приміщенні. Під час ремонту не відбувається втручання в важливі конструкції будівлі чи електропостачання будинку і не створюється небезпека для життя та здоров'я оточуючих.

Висновок. За критеріями загальних вимог Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», а також наведених розрахунків при реконструкції системи теплопостачання житлового будинку за адресою вул. _____, ___, м. Київ відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1 об'єкта будівництва.

ВИСНОВКИ

Обґрунтовані основні технічні рішення. Реконструкцією передбачено відокремлене приєднання системи теплопостачання 10-ти поверхового житлового будинку з улаштуванням індивідуальних рамок теплового вводу з регулюванням систем тепло споживання в залежності від температури зовнішнього середовища та встановлення засобів обліку теплової енергії на кожну рамку.

Також визначенні розрахункові та фактичні витрати теплоносія (води), підбір обладнання індивідуального теплового пункту (циркуляційних насосів, розширювальних баків, клапанів та регуляторів перепаду тиску), які монтуються у модулі системи опалення, вентиляції.

Згідно розрахунків та стану об'єкта для обліку теплової енергії прийнято на потреби опалення будинку, прийнято встановити двоканальний ультразвуковий теплотічильник на систему опалення MULTICAL 603-F-4-56-8-33-2-0000 (ULTRAFLOW 54 /65-5- CGCB -DN 25).

Виконано розрахунок теплових втрат в тепловій мережі, які включають в себе обчислення втрат теплової енергії через ізоляцію трубопроводів теплової мережі, визначення втрат теплової енергії попередньоізольованими трубопроводами безканального прокладання, втрати теплової енергії з непродуктивним витіканням води.

Прокладка трубопроводів теплових мереж – підземна в монолітних залізобетонних каналах по території дошкільного навчального закладу та безканальна від вузла приєднання з використанням трубних секцій заводського виготовлення.

В розділі охорона праці ми виконали аналіз шкідливих і небезпечних чинників, проконтролювали рівень шуму та вібрації, обґрунтували заходи з протипожежної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання : Закон України від 22.06.2017 № 2119-VIII // Відомості Верховної Ради України. 2017. № 33. Ст. 357.
2. Про тепlopостачання : Закон України від 02.06.2005 № 2633-IV // Відомості Верховної Ради України. 2005. № 28. Ст. 373.
3. Бобров Ю. О. *Енергозбереження та енергоефективність у системах тепlopостачання*. Київ : Ліра-К, 2019. 312 с.
4. Білан О. В., Сорока С. П. Аналіз сучасного стану централізованого тепlopостачання в Україні. *Енергетика та електрифікація*. 2020. № 4. С. 22–29.
5. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. *Енергоефективність у секторі тепlopостачання: аналітичний огляд*. Київ, 2021. 47 с.
6. Жарко Г. І., Шаповал О. М. Автоматизація обліку теплової енергії у сучасних теплових мережах. *Комунальне господарство міст*. 2018. № 141. С. 89–95.
7. Європейська економічна комісія ООН. *Best Practices in District Heating and Cooling*. Geneva : UNECE, 2021. 86 p.
8. Кудря С. О., Поліщук В. Г. Технічні проблеми обліку теплової енергії в багатоквартирних будинках. *Технічні науки та технології*. 2019. № 2. С. 44–51.
9. Лашко В. О. Індивідуальні теплові пункти як елемент модернізації теплових систем будівель. *Будівництво та техногенна безпека*. 2022. № 3. С. 33–40.
10. *Energy Efficiency Policies in Europe: 2022 Review*. Copenhagen : European Energy Agency, 2022. 112 p.
11. Закон України "Про тепlopостачання" від 02.06.2005 № 2633-IV

12. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики / Мінрегіон України. - 2011. - 72 с.
13. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Київ. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. Дата початку дії 07.01.2009.
14. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6-31:2021. – [Чинний від 2022-01-09]. – Міністерство розвитку громад та територій України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2022. – 23 с.
15. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-10-10]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 123 с.
16. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП «Укрархбудінформ» Мінбуду України, 2014. – 149 с.
17. Умовні графічні зображення та умовні позначки елементів санітарно-технічних систем: ДСТУ Б А.2.4-8:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – 10 с.
18. Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проєктного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження: ДСТУ EN 12831-1:2017. – [Чинний від 2017-12-15]. – 149 с.
19. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні: ДСТУ Б А.2.2-12:2015. – [Чинний від 2016-01-01]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2015. – 140 с.
20. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Видання офіційне // - Київ, Мінрегіон України - 2013. – 147 с.
21. ДБН В.2.2-13-2003 Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди

22. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги: ДСТУ 4472:2005. – [Чин. від 2006-07-01]– К.: Мінрегіон, 2005. – 123 с. – (Державний стандарт України).
23. НПАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Наказ Мінпраці України від 21.06.2001 № 272
24. НПАОП 0.00-1.33-01 Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж. Наказ Мінпраці України від 15.11.2001 № 485, зареєстрований в Мін'юсті 03.12.2001 за №1002/6193
25. НПАОП 0.00-1.11-98 Правила будови та безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води. Наказ Держнаглядохоронпраці України від 08.09.98 № 177, зареєстрований в Мін'юсті 07.10.98 за № 636/3076
26. Теплотехніка: підручник / [Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський та ін.]; за ред. Б.Х. Драганова. – [2-е вид. перероб. і доп.] – К.: «ІНКОС», 2005. – 400с.
27. Конспект лекцій по дисципліні «Джерела теплопостачання та теплові мережі» для студентів за напрямом навчання 6.050601 «Теплоенергетика»/ Укл. Клімов Р.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. – 103с.
28. Теплоенергетичні установки і системи: навч. посіб. / Горобець В. Г.; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ: Компринт, 2018. – 392 с.
29. Прядко М.О. та інш. Теплові мережі: Навчальний посібник /За ред. М.О. Прядко. – К.: Алеута, 2005
30. Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О. Проектування систем водяного опалення //Herz Armaturen, Відень–Київ. – 2010. – 200 с.

31. Опалення: методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного / уклад.: О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34 с.
32. Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання теплоти в сільському господарстві [О. С. Миронов, М. Р. Брижа, В. Б. Бойко., О.В. Золотовська] / – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. – 424 с.
33. Проектування систем тепlopостачання сільського господарства / [Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Міщенко А.В., Шутюк В.В.]; за ред. Б.Х. Драганова. – К.; Техніка, 2003. – 160 с.
34. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем : підруч. / [Драганов Б.Х., Іщенко В.В., Шеліманова О.В.] ; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 230 с.
35. Методика дипломного проектування з тепlopостачання [Текст] : навчальний посібник для студентів напрямку "Енергетика та електротехнічні системи АПК" / В. В. Чекменьов [та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2013. – 552 с.
36. Єнін П.М., Швачко Н.А. Тепlopостачання (частина I «Теплові мережі та споруди») Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
37. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244–94. – К.: ЗАТ „ВІПОЛ”. – 2001. – 376с. – (Нормативний документ Державного комітету по житлово-комунальному господарству).
38. <http://www.k-flex.ua/index.php?hl=ukr&idd=product&product=teplmaterial>
39. <https://vents.ua/product/ov-2e-200/>
40. https://evolux.pro/teploschetchiki/filter/serijaProdukta=188/?gad_source=1&clid=CjwKCAjwyJqzBhBaEiwAWDRJVESEKеQbkaBa2kP2x5ZAAMSgSBiXjm7oqgoeTUEcJ1xZ_2D4dfVRNRoCE78QAvD_BwE
41. https://vik-21.com.ua/ua/catalog/tsirkulyatsionnye_nasosy_grundfos_magnal/tsirkulyatsionny_nasos_grundfos_magnal_40_150_f_250_pn6_10/

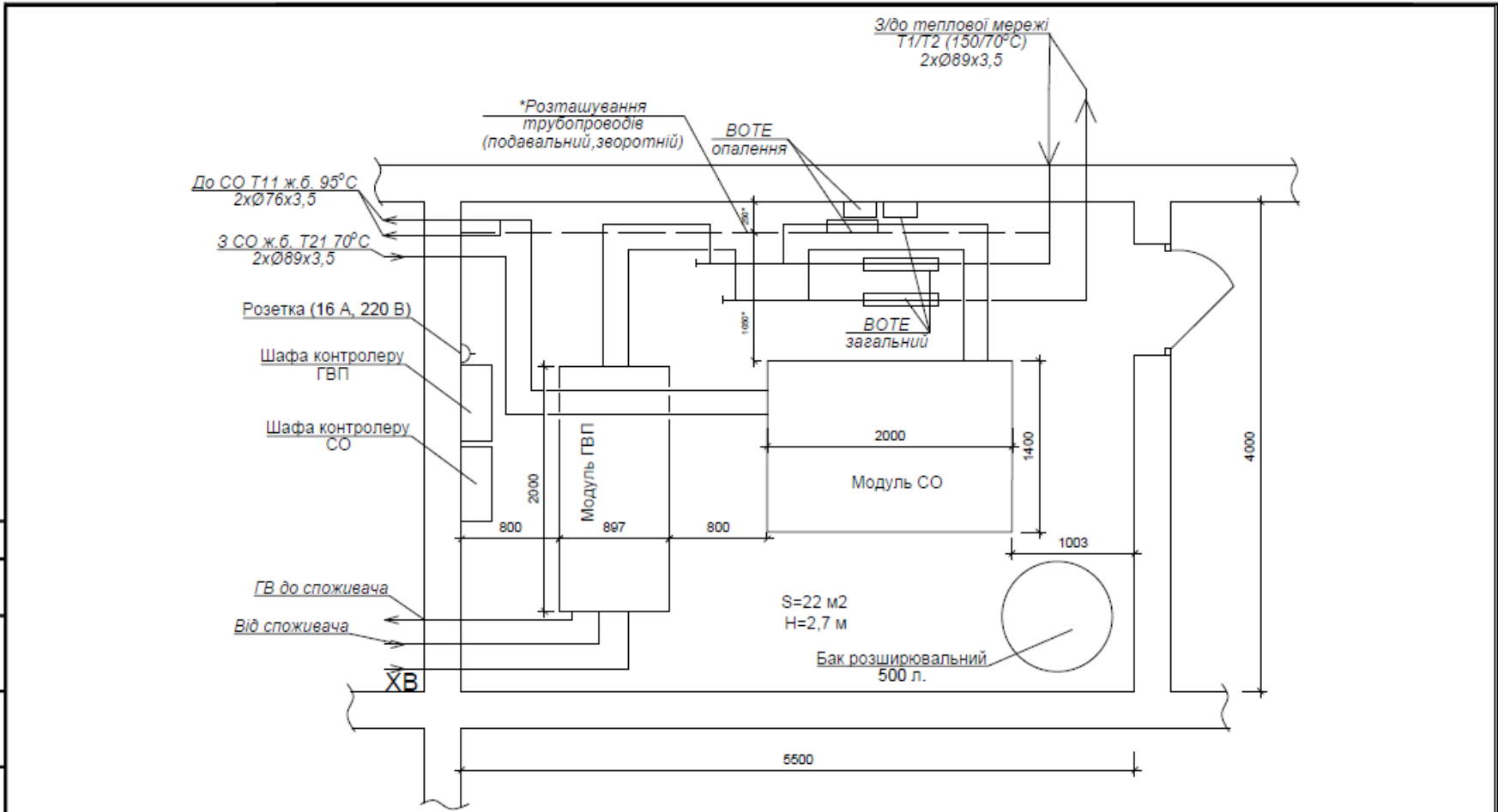
42. <https://vik->

[21.com.ua/ua/vendors/wilo/?gad_source=1&gad_campaignid=20001461475&gbraid=0AAAAAB-TvOiQ-LgoECQJaplZE8IIVw37S&gclid=Cj0KCQiAoZDJBhC0ARIsAERP-F_so9YYeQEOCTk_qkGXYuRzG6GBV_iCYUzDUPWzwYuzdwvjdNzi-OsaAkF8EALw_wcB](https://vik-21.com.ua/ua/vendors/wilo/?gad_source=1&gad_campaignid=20001461475&gbraid=0AAAAAB-TvOiQ-LgoECQJaplZE8IIVw37S&gclid=Cj0KCQiAoZDJBhC0ARIsAERP-F_so9YYeQEOCTk_qkGXYuRzG6GBV_iCYUzDUPWzwYuzdwvjdNzi-OsaAkF8EALw_wcB)

43. https://profimann.com.ua/images/thumbnails/640/640/detailed/15/VB2_2_s_logo_14or-ah_z6p2-4k_3azy-oi_izsm-sp_54yo-59_s8eg-4r_cp6t-rb_vbgv-vp.jpg

<https://profimann.com.ua/zaporno-reguliruyuschaya-armatura/regulatory-pryamogo-deystviya/regulatory-perepada-davleniya/regulyator-perepada-davleniya-danfoss-avp-dn25-kvs-8-0-3-2-bar-pn25-flanec/>

ДОДАТКИ

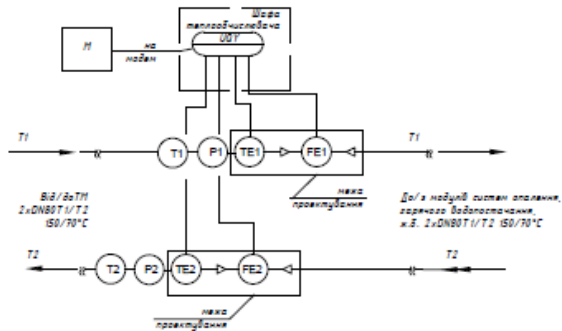


Погодження:	
Зам. №:	
Підпис та дата:	
№ ориг.:	

01-12/2023,ТМ					
ОСББ "МЖК 2-88". Житловий будинок. Реконструкція системи теплопостачання житлового будинку по вул. Симиренка, 23, м. Київ.					
Зміна	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Бегека				
Перевірив					
Н. контр.					
Затвердив					
Вузол обліку теплової енергії на загальному ввіді та опалення.			Стадія	Аркуш	Аркуші
			РП	3	5
План розміщення обладнання			м. Київ		

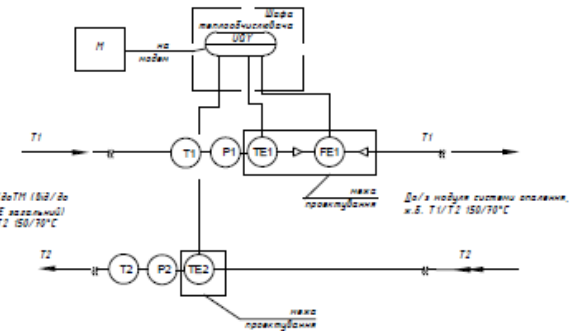
ЕКСПЛІКАЦІЯ

Матеріал	Позначення	Найменування	Кількість	Маса об'єкту	Примітки
	PE	Електромагнітний захист кабельної лінії	2		дн65
	P1	Манометр загальної призначення			
	TE	Термометростатив оточує	2		
	UDV	Термообчислювач	1		
	M	Мале	1		



ЕКСПЛІКАЦІЯ

Матеріал	Позначення	Найменування	Кількість	Маса об'єкту	Примітки
	PE	Електромагнітний захист кабельної лінії	1		дн60
	P1	Манометр загальної призначення			
	TE	Термометростатив оточує	2		
	UDV	Термообчислювач	1		
	M	Мале	1		



Погоджено:		
№в. №ориг.	Підпис та дата	Зам. №в. №в.

01-12/2023.ТМ					
ОСББ "МЖК 2-88". Житловий будинок. Реконструкція системи теплопостачання житлового будинку по вул. Симиренка, 23, м. Київ.					
Зміна	Кільк.	Аркуш	№док.	Підпис	Дата
Розробив		Белека			
Перевірив					
Вузол обліку теплової енергії на загальному ввіді та опалення.			Стадія	Аркуш	Аркуші
			РП	5	5
Н. контр.			м. Київ		
Затвердив					

Позиція	Найменування та технічні характеристики обладнання і матеріалів. Завод-виробник	Тип, марка обладнання. познач. док.	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Од. виміру	Кількість	Маса од., кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Вузол обліку теплової енергії на опалення								
	Теплолічильник Multical 603 в складі:				компл.	1		
2.1	Теплообчислювач	F-4-56-7-83-2-20-00	Multical 603	Kamstrup	шт.	1		
2.2	Витратомір ультразвуковий фланцевий з кабелем 5 м $q_{ном} = 15,0 \text{ м}^3/\text{год}$ СКСЕ	СКСЕ DN 50	Ultraflow 54		шт.	1		
2.3	Термоперетворювач опору в комплекті з гільзою L = 90 мм та довжиною кабеля L каб. = 5 м	тип Pt 500			компл.	1		
2.4	Бобишка приварна пряма під ТО	M20x1,5 мм			шт.	2		
2.5	Гільза захисна під ТО	M20x1,5 мм			шт.	2		
2.6	Ремонтна вставка фланцева у складі:				шт.	1		DN 50 мм L= 270 мм
	Труба сталевая електроварна ст.20 $\phi 47 \times 3,0$	ДСТУ 8943:2019		Украрматура, Україна	м	0,6		
	Фланець плоский приварний ст.20 DN50	ДСТУ ISO 7005-1:2005		Украрматура, Україна	шт.	2		
2.7	Блок технічного обліку (модем у комплекті із захисною шафою IP54)	БТО-GSMK-318-GPRS-C304	M603-5-00000-00000-T12-0-A-P00-T00		компл.	1		
2.8	Шафа тепло обчислювача та модему				шт.	2		
2.9	Лічильник гарячої води DN20; PN16 $Q_n=2,5 \text{ м}^3/\text{год}$	JS-90-2,5-NK 1,0 I/imp DN20		«Arator PoWoGaz» SA (Чехія)	шт.	1		
2.10	Згин Ду DN 20			Сантехкомплект Україна	шт.	2		
2.11	Перехід 20x25			Сантехкомплект Україна	шт.	2		
2.12	Контргайка DN 20			Сантехкомплект Україна	шт.	2		
<u>3. Трубопровідна арматура ІІІ</u>								
3.1	Кран кульовий повно прохідний фланцевий сталевий DN80, PN25, Тр 180С	ІР-FF	065N3607	Данфосс, Данія	шт.	3		Враховано в ТОМ I
					01-12/23.TM.CO			
					Аркуш			
					2			
					Зм. Ключ. Арк. № док. Підпис. Дата			

Позиція	Найменування та технічні характеристики обладнання і матеріалів. Завод-виробник	Тип, марка обладнання, познач. док.	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Од. виміру	Кількість	Маса од., кг	Примітки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
3.2	Кран кульковий муфтовий 1"В3 PN40	KNR22		FADO, Італія	шт.	3		Враховано в ТОМ I		
3.3	Манометр показуючий загального призначення	ДМ 05-МП-3У 0-1,0 Мпа-								
	Границя вимірювання 0...1,6 МПа	1,5 G1/2	101049	"Стеклоприбор", Україна	шт	1		Враховано в ТОМ I		
3.4	Манометр показуючий загального призначення	ДМ 05-МП-3У 0-1,0 Мпа-								
	Границя вимірювання 0...1,0 МПа	1,5 G1/2	101049	"Стеклоприбор", Україна	шт	1		Враховано в ТОМ I		
3.5	Відбірний пристрій тиску у складі:				комп.	2		Враховано в ТОМ I		
	Кран кульовий DN15 з можл. видал. повітря (різьба зов'язн), Ру25	ДСТУ ГОСТ 15527		"Стеклоприбор", Україна	шт					
	Різьба зовнішня Ду 15 PN16	ДСТУ 2497-94			шт	6				
3.6	Термометр технічний скляний спиртовий ТТЖ-М исп. 1 П4 (0+100)-1-240/103	ТУ 25-2022.0006-90		"Стеклоприбор", Україна	шт	1		Враховано в ТОМ I		
3.7	Термометр технічний скляний спиртовий ТТЖ-М вик. ІП-5 (0+150°С)-1-240/103	ТУ 25-2022.0006-90		"Стеклоприбор", Україна	шт	1		Враховано в ТОМ I		
3.8	Оправа захисна 2П 265/63 6,3	ТУ 92-889.002-91		"Стеклоприбор", Україна	шт	2				
3.9	Бобишка БШ-35 М27х2	ТУ У 28.7-14307481-044:2008		"Стеклоприбор", Україна	шт	2				
3.10	Різьба коротка під приварку DN 25				шт.	2		Враховано в ТОМ I		
3.11	Фланець плоский приварний ст.20 DN50	ДСТУ ISO 7005-1:2005		Украрматура, Україна	шт.	2		Враховано в ТОМ I		
3.12	Труба сталевая електросварнаї прямошовна	ДСТУ 8943:2019		Украрматура, Україна				Враховано в ТОМ I		
	ст 20									
	Труба 76х3,5				м.п.	1,300				
	Труба 67х3,0				м.п.	0,5				
3.13	Переходи,	ДСТУ ГОСТ 17378-2001		Украрматура, Україна				Враховано в ТОМ I		
	матеріал – ст 20	(ISO 3419-81)								
	Перехід К 89х3,5– 76х3,5				шт.	4		Враховано в ТОМ I		
	Перехід К 89х3,5 – 67х3,0				шт.	2				
					01-12/23.TM.CO			Аркуш		
								3		
					Зм.	Кл.уч.	Арх.	Не док.	Підпис	Дата

Позиція	Найменування та технічні характеристики обладнання і матеріалів. Завод-виробник	Тип, марка обладнання. познач. док.	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Од. виміру	Кількість	Маса од., кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.14	Фланці сталеві, плоскі, приварні	ДСТУ ISO 7005-1:2005		Украрматура, Україна				Враховано в ТОМ І
	матеріал – 20							
	Фланець 1-65-16 Ст20				шт.	4		
	Фланець 1-50-16 Ст20				шт.	2		
3.15	Прокладки плоскі еластичні,	ДСТУ-Н Б А.3.1-27:2014		Україна				Враховано в ТОМ І
	матеріал – пароніт							
	Прокладка А-65-16-ТМКЩ				шт.	4		
	Прокладка А-50-16-ТМКЩ				шт.	2		
3.16	Болти із шестигранною головою	<u>ДСТУ ГОСТ 7798:</u>		Україна				Враховано в ТОМ І
	матеріал – 20,							
	Болт М12-6х70.58.20				шт.	24		
3.17	Гайки шестигранні	ДСТУ ГОСТ 5915:2008		Україна				Враховано в ТОМ І
	матеріал – 10							
	Гайка М12-6Н.5.20				шт.	24		
3.18	Шайби,	ДСТУ ГОСТ 22365:2008		Україна				Враховано в ТОМ І
	матеріал – Ст3 сп2,							
	Шайба А.12.01				шт.	24		
3.19	Циліндр базальтовий MIXWOOL M-100 76 / 65 мм (δ=80мм)			ТОВ "ЕРДОН", Україна	м	1,3		Враховано в ТОМ І
3.20	Циліндр базальтовий MIXWOOL M-100 57 / 50 мм (δ=80мм)			ТОВ "ЕРДОН", Україна	м	0,5		Враховано в ТОМ І
3.21	Фарба БТ-177	ДСТУ ISO 1513:2014			кг	0,2		Враховано в ТОМ І
3.22	Грунтовка ФЛ-086	ДСТУ Б В.2.6-193:2013			кг	0,5		Враховано в ТОМ І
3.23	Уайт-спірит				л	0,2		Враховано в ТОМ І

Зм.	Кл.уч.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата

01-12/23.ТМ.СО

Аркуш

4