

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Первомайський навчально-науковий інститут

Кафедра «Теплоенергетики та технологій машинобудування»

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

«___» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка системи тепlopостачання двох секційного 12-ти поверхового житлового будинку загальною площею 10237 м² по вул. Соборна 285 в м. Рівне з розробкою теплового пункту.

Виконав: студент групи 47-ТЕ-18

_____ *Друзенко О.А.*
(підпис)

Керівник роботи:

к.т.н., доцент кафедри ТЕ та ТМ ПННІ НУК
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

_____ *Анастасенко С.М.*
(підпис)

Первомайськ - 2022 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ ПРОЕКТ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	7
1.1. Опис об'єкту проектування.....	7
1.2. Кліматична характеристика.....	13
1.3. Мета кваліфікаційної роботи.....	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ ДВОСЕКЦІЙНОГО 12-ТИ ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	15
2.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	15
2.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	15
2.3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	16
2.3.1.. Умови експлуатації огорожувальних конструкцій.....	16
2.3.2. Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	17
2.3.3. Теплотехнічні властивості матеріалів огорожень.....	18
2.3.4. Розрахунковий опір теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	20
2.4. Розрахунок тепловтрат приміщень.....	21
2.5. Проектування системи опалення.....	26
2.6. Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.....	31
2.7. Теплова потужність системи опалення.....	35
2.8. Річне теплоспоживання системи опалення.....	36
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ ДВОСЕКЦІЙНОГО 12-ТИ ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	37
3.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	37
3.2. Розрахункові температури внутрішнього повітря та вимоги щодо повітрообміну.....	37
3.3. Проектування систем загальнообмінної вентиляції.....	38
3.4. Підбір пристроїв для видалення повітря	44

					ПННІ НУК 144.04.7.22.04 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб		Друзенко О.А.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевір.		Анастасенко С.М.					З
Т. Контр.						ПННІ НУК 47-ТЕ-18	
Н. контр.		Анастасенко С.М.					
Зав. кафедр.		Ошовський В.Я.					

3.5.	Аеродинамічний розрахунок систем природної витяжної вентиляції.....	44
3.6.	Аварійна протидимна вентиляція.....	51
	РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ.....	52
4.1.	Загальні відомості.....	52
4.2.	Конструкція теплового пункту. Основні елементи.....	52
4.3.	Розрахунок циркуляційного насосу.....	53
4.4.	Експлуатація теплових пунктів.....	54
	РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	62
5.1.	Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт.....	62
5.2.	Технічні рішення із забезпечення санітарно-гігієнічних вимог у житловому будинку.....	64
5.3.	Мікроклімат приміщень.....	68
5.4.	Пожежна безпека.....	70
5.5.	Електробезпека.....	72
5.4.1.	Технічні рішення щодо запобігання електротравмуванню від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання..	72
5.4.2.	Заходи щодо запобігання електротравмуванню при переході напруги на нормально неструмоведучі елементи електроустановок.....	73
5.4.3.	Система електрозахисних засобів.....	74
	ВИСНОВКИ.....	75
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
	ДОДАТКИ.....	78

ВСТУП

В теперішній час на території нашої країни фіксується відповідна картина зросту будівництва нового житла. Вкласти гроші в нерухомість завжди було заманливо, а особливо зараз при стрімкому розвитку будівельної індустрії.

У більшості наших громадян є потреба в житлі, а в умовах стрімкого динамічного розвитку будівельних та інженерних технологій, в сучасному комфортабельному житлі, яке відповідає сучасним українським стандартам якості.

В кваліфікаційній роботі відображена особливість внутрішньої системи теплопостачання двосекційного 12-ти поверхового будинку з вбудованим магазином.

Послуга з централізованого опалення становить значну частину витрат в пакеті щомісячних комунальних платежів. Оптимізувати використання енергоресурсів допоможе модернізація системи опалення будівлі: відповідний комплекс заходів вплине на зменшення суми в платівках і підвищить комфорт проживання мешканців в квартирах такого будинку.

Процес модернізації системи опалення починається зі встановлення індивідуального теплового пункту. Наступними кроками є балансування гідравлічної системи будівлі та теплоізоляція трубопроводів в неопалювальних приміщеннях. Модернізувати систему опалення будинку можна за допомогою державних та місцевих програм з енергоефективності. Зокрема, встановлення індивідуального теплового пункту входить до обох пакетів енергоефективних заходів Програми “Енергодім” Фонду енергоефективності. Наприклад, пакет “Легкий” складається з відносно не дорогих заходів з енергоефективності, які переважно стосуються модернізації системи опалення будинку, таких як встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії, встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту, заміна або модернізація загальнобудинкового котла або/та допоміжного обладнання, а також, гідравлічне

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних (балансувальних) клапанів.

За умовами Програми “Енергодім” Фонд енергоефективності частково відшкодовує 40% від вартості робіт та матеріалів (для перших 300 заявок – 60%). Варто зауважити, що за цих умов термін окупності модернізації системи опалення становить менше одного опалювального сезону, а економія від модернізації орієнтовно становить 25% (для кожного будинку енергоаудит визначає відповідну розрахункову економію).

Стандартна система опалення житлового будинку компенсує теплові втрати через огорожувальні конструкції будинку та забезпечує нормативну температуру повітря в житлових приміщеннях під час опалювального періоду року.

Більшість житлових будинків в Україні з централізованим теплопостачанням мають елеваторні вузли на вводі теплової мережі.

Теплова енергія поступає в будинок у тих обсягах, які визначені параметрами теплоносія магістральної мережі теплопостачальної організації. Регулювати параметри теплоносія у внутрішньо будинкових системах опалення без модернізації теплових вводів та системи розподілення теплоносія, практично неможливо. Зокрема, для забезпечення житлових будинків послугою централізованого гарячого водопостачання, теплопостачальні підприємства мають підтримувати підвищену температуру в мережі, а це в теплі місяці опалювального періоду призводить до значних «перетопів» будинків. І часто, щоб досягти комфортної температури у власних квартирах, мешканці відкривають вікна, двері на балкон. Такі марнотратні тепло надходження дорого коштують мешканцям житла, адже ціни на енергоресурси є досить великими. Щоб модернізувати систему опалення будинку та оптимізувати економічні витрати на теплову енергію, застарілі елеваторні вузли в житлових будинках поступово замінюють на індивідуальні теплові пункти.

Ця розробка не буде типовою, а буде повністю індивідуалізованим, відповідним не тільки до потреб замовника будування, а і сучасним технологіям будівництва та проектування.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. МЕТА ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

1.1. Опис об'єкту проектування

Конструкція будівлі – монолітно-каркасна. В такій будівлі робоче навантаження передається на каркас із монолітного залізобетону, при цьому відпадає необхідність влаштування товстих внутрішніх перегородок, що несуть навантаження, а зовнішні стіни виконують лише роль захисних та теплоізолюючих конструкцій. Загалом, зовнішні стіни можуть бути будь-якими – панельними, цегляними, навісними тощо (в даному проекті вони виконані з керамзитобетону).

Суттєвою перевагою монолітно-каркасних будівель є можливість їхнього зведення в умовах обмеженого простору (на проммайданчику, в центрі міста тощо). Особливого значення серед характеристик конструкції будівлі мають її жорсткість та міцність. У цьому відношенні монолітні будівлі не мають собі рівних. На такі споруди значно менше впливає процес осідання, оскільки в них відсутні стики між плитами, які традиційно вважаються найслабкішим місцем панельних будинків. Монолітна конструкція забезпечує рівномірне осідання будівлі, оскільки перерозподіляє навантаження і запобігає появі тріщин.

Особливої актуальності застосування монолітних технологій набуло в останні роки у зв'язку з підвищенням вимог щодо теплоізолюючих характеристик захисних конструкцій будівель [1]. Підвищувати опір теплопередачі зовнішніх стін шляхом збільшення товщини кам'яної кладки економічно не вигідно, тому на допомогу будівельникам прийшли системи зовнішнього утеплення фасадів ефективними утеплювачами типу пінополістиролу та мінеральної вати, які оптимально вписуються в конструктивну схему монолітного будівництва.

12-поверховий житловий будинок зводиться із застосуванням збірно-щитової опалубки, що виготовляється з багатошарової високоякісної фанери, яка формує ідеально гладкі поверхні, практично готові до оздоблювальних робіт. Дуже часто це дозволяє відмовитися від «мокрих» процесів – стіни і стелі будівлі практично готові до завершальної обробки.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

За допомогою мобільної збірно-щитової опалубки можна зводити будівлі каркасного типу без балок. Це відкриває широкі можливості для зведення будівель-етажерок із будь-яким фасадом, із будь-яким плануванням внутрішніх приміщень (за бажанням замовника). За допомогою ретельно підбраного функціонального комплексу опалубки можна втілити в життя будь-яку неординарну ідею архітектора, а також значно зменшити собівартість виконання будівельних робіт. Спочатку зводять внутрішні стіни і перекриття будівлі, причому приміщення можуть мати будь-яку конфігурацію та розміри. Після цього залишається лише побудувати зовнішні стіни – і будівля практично готова.

Об'єкт проектування відноситься до багатоповерхових житлових будинків секційного типу:

- категорія будівлі – II (житло соціальне) [5, дод. Б];
- клас будівлі за ступенем довговічності – I-й;
- клас будівлі за ступенем вогнестійкості – II-й;
- кожна секція будинку обладнана двома пасажирськими ліфтами вантажо-підйомністю 400 та 630 кг;
- сміттєспровід – азбестоцементний діаметром 400 мм;
- фундамент – пальовий з монолітним ростверком та збірними залізобетонними блоками;
- стіни – з керамзитобетону на керамзитовому піску;
- перекриття та покриття – монолітні залізобетонні.

Орієнтація головного фасаду житлового будинку – на північ.

Будівництво проектного будинку передбачене в районі новобудов м. Рівне.

Планувальне рішення будівлі передбачає розміщення в ній:

- у підвальному поверху (техпідпіллі) – господарських приміщень;
- на 1 – 12 поверхах – квартир одно- та двокімнатних;
- на горищі – технічних приміщень ліфтових шахт.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Проект будинку виконаний відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення.

Об'ємно-просторова композиція житлового будинку створює сприятливі умови для проживання людей.

У проєктованому будинку кожна квартира складається з таких приміщень:

- житлові кімнати;
- кухня;
- передпокій (коридор);
- ванна;
- вбиральня;
- лоджія.

В техпідпіллі (секція А) розташовані електрощитова та тепловодомірний вузол.

Всі житлові кімнати освітлені природним світлом відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005. Кімнати в квартирах мають окремі входи, висота приміщень – 2,8 м.

Кухня обладнана витяжною природною вентиляцією, мийкою, електроплитою. Стіни біля кухонного обладнання облицьовані глазурованою плиткою, решта стін – шпалерами, що миються.

Підлога в квартирах вкрита лінолеумом полівінілхлоридним по цементно-піщаній стяжці.

Ванна і туалет оздоблені вологостійкою гіпсоплитою.

Оскільки будинок розташований у І-й кліматичній зоні, то тамбур виконаний одинарним з утепленими вхідними дверима та зі встановленням приладів опалення як у вхідному вестибюлі, так і на сходовій клітці.

Сходова клітка запроектована як внутрішня незадимлювана, повсякденної експлуатації, з монолітного залізобетону, у вхідному вузлі – сходи з окремих бетонних набірних сходинок. Сходи двомаршеві з опиранням на сходові площадки. Похил сходів – 1 до 2. Зі сходової клітки є вихід на покрівлю по металевій драбині, що обладнаний вогнестійкими дверцятами. Сходова клітка має штучне та при-

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

родне (через віконні отвори) освітлення. Всі двері у сходовій клітці та в тамбурі відкриваються в сторону виходу з будинку. Огородження сходів виконується з металевих ланок, а поручень облицьовується пластмасою.

Для вертикальних комунікацій передбачена ліфтова збірна залізобетонна шахта з монтажем ліфтових установок вантажопідйомністю 400 та 630 кг. Машинне відділення ліфта розташоване на технічному (горищному) поверсі, що дозволяє зменшити довжину ведучих канатів майже в три рази, спростити кінематичну схему ліфта, зменшити навантаження на несучі конструкції будівлі, відмовитись від влаштування спеціального приміщення для блоків. Таким чином, вартість ліфта й експлуатаційні видатки значно скорочуються. Водночас таке верхнє розташування машинного відділення менш вигідне за своїми акустико-шумовими характеристиками.

Житловий будинок двосекційний, з окремим входом для кожної секції. Кількість квартир – 216. Планування будинку вирішене з певним ступенем комфортності та чітким функціональним зонуванням. В кожній квартирі передбачені тамбур-шлюз, лоджія. У підвалі розташовані господарські приміщення. Експлікація квартир будинку наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Експлікація квартир будинку

№ з/п	Назва приміщень	Кількість	Загальна площа, м ²	Житлова площа, м ²
1	Однокімнатна квартира	96	38,03	14,38
2	Однокімнатна квартира	24	39,80	15,82
3	Двокімнатна квартира	96	58,66	32,09
	РАЗОМ	216	10 237,44	4 840,80

Під житловий будинок запроектовані пальові фундаменти. По пальовій основі передбачений монолітний армований ростверк. По монолітному ростверку фундамент виконується зі збірних бетонних блоків.

Зовнішні стіни будинку запроектовані з керамзитобетону на керамзитовому піску з утепленням із плит мінераловатних гофрованої структури. Зовні стіни облицьовуються плитами з місцевого природного каменю – туфу, а зсередини оштукатурюються вапняно-піщаним розчином.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перекриття і покриття запроектовані з монолітного залізобетону, що дозволяє вільно і порівняно легко надавати індивідуальності фасадам та внутрішньому плануванню. Покрівля запроектована з тришарового гідроізоляційного килима з руберойду та захисного 4-сантиметрового шару цементно-піщаної стяжки.

Міжквартирні перегородки запроектовані з керамзитобетону на керамзитовому піску з оштукатурюванням вапняно-піщаним розчином. Стіни до неопалюваного загального коридору ззовні утеплюються плитами мінераловатними гофрованої структури. Внутріквартирні перегородки керамзитобетонні.

Вікна та вітражі підібрані у відповідності з площами освітлюваних приміщень. Верх вікон максимально наближений до стелі, що забезпечує кращу освітленість у глибині кімнати. Основи вікон, тобто коробки та плетіння, виконані із сучасного металопластикового профілю, зі склопакетами. На відміну від дерев'яних вікон, вони не чутливі до зміни вологості повітря і не зазнають гниття, завдяки чому їх не треба періодично офарбовувати. Лоджії скляться за сучасною технологією безрамного скління по направляючих.

Двері в будинку, як внутрішні, так і зовнішні – зміцнені. Застосовані двері як одно-, так і двопільні висотою 2,2 м та шириною 1,3, 0,8 і 0,7 м. Для забезпечення швидкої евакуації людей під час пожежі всі двері відчиняються назовні за напрямом руху на вулицю. Дверні коробки кріпляться в отворах до антисептованих дерев'яних пробок, що закладаються в стіни під час їхнього влаштування. Для зовнішніх дерев'яних дверей, на сходових клітках та у тамбурі коробки влаштовуються з порогами, а для внутрішніх дверей – без порогів. Дверні полотна навішуються на петлях (навісах), які дозволяють знімати відкриті навстіж дверні полотна з петель – для ремонту або заміни полотна. З метою попередження перебування дверей у відчиненому стані або їхнього ляскоту встановлюються спеціальні пружинні пристрої, які тримають двері в зачиненому стані і плавно повертають їх у цей стан без удару. Двері обладнуються ручками, клямками та врізними замками.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Покриття підлоги в квартирах прийняте з лінолеуму полівінілхлоридного на тканинній основі. Стяжка виконується з цементно-піщаного розчину по шлакопемзовій щебеневій засипці, що виконує роль звукоізоляційного шару. Підлога першого поверху додатково утеплюється плитами мінераловатними гофрованої структури.

Зовнішня цокольна частина будинку оздоблюється декоративною штукатуркою жовтих відтінків складу: вапно – 10 %; портландцемент – 20 %; мармурове борошно – 10 %; охра – 4,5 %; мумія – 0,5 %; гірський жовтий пісок – 15 %; мармуровий пісок крупністю 0,5-2 мм – 40 %.

Зовнішні стіни оздоблюються декоративними плитами з туфу жовтих відтінків. Внутрішні стіни в квартирах обклеюються шпалерами після оштукатурювання керамзитобетонних стін. Кухні обклеюються шпалерами, що миються, а ділянки стін над санітарними приладами облицьовуються глазурованою плиткою. В санітарних кабінах підлоги виконуються з керамічної плитки. В загальному коридорі стіни біляться крейдяною пастою, і влаштовується панель з офарбленням масляними або емалевими фарбами.

Опалення і гаряче водопостачання будинку передбачені від магістральних теплових мереж міста з нижньою розводкою трубопроводів по підвалу. Приладами опалення служать конвектори. В техпідпіллі влаштовується індивідуальний тепловий пункт для регулювання та обліку витрат теплоносія. Магістральні трубопроводи і труби стояків, що розташовані в підвальной частині будівлі, ізолюються.

Теплоносієм для системи опалення є вода з параметрами $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$. Теплопостачання житлового будинку передбачене від міських зовнішніх теплових мереж з температурою у зовнішньому контурі $150-70^{\circ}\text{C}$. Система опалення приєднується до зовнішніх мереж за незалежною схемою.

Джерелом водопостачання служить існуючий водопровід діаметром 300 мм. Розрахункові витрати води по холодному водопроводу (включно з гарячою водою) при забезпеченні норми водоспоживання становлять $40,75 \text{ м}^3/\text{добу}$, $6,27$

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

м³/год, 2,55 л/с. Потрібний напір на вводі за господарсько-питного водоспоживання становить 30 м вод. ст. і забезпечується наявним тиском у міському водопроводі. Зовнішнє пожежегасіння передбачене від пожежних гідрантів діаметром 125 мм, що розташовані на існуючій міській водопровідній мережі.

Ввід водопроводу в будинок виконаний з чавунних труб діаметром 80 мм згідно ГОСТ 9583-75. В місці урізання вводу водопроводу у вуличну мережу передбачений колодязь із запірною засувкою. Колодязь виконується зі збірних залізобетонних елементів згідно ТПР 901-09-11.84 діаметром 1500 мм.

Ввід водопроводу діаметром 80 мм забезпечує господарсько-питні потреби житлового будинку та потреби на поливання прибудинкових зелених насаджень. Поливання зелених насаджень, проїздів, тротуарів, спортивних і дитячих майданчиків передбачене від поливальних кранів, що виведені в цоколі від внутрішньої системи водопостачання будинку.

Для обліку витрат води в техпідпіллі влаштовується вodomірний вузол.

Внутрішні трубопроводи холодного і гарячого водопостачання виконані з пластикових труб виробництва фірми «Екопластик» (Чехія).

Загальна витрата стічних вод будинку становить 40,75 м³/добу, 6,27 м³/год, 4,15 л/с. Траса побутової каналізації вздовж житлового будинку запроектована на відстані від зовнішньої стіни будівлі 3-7 м. Мережа самопливна. Скид стічних вод здійснюється в існуючу фекальну мережу діаметром 200 мм. Випуски каналізаційної мережі з будинку виконуються з керамічних труб діаметром 150 мм згідно ГОСТ 286-82. Каналізаційні колодязі – зі збірних залізобетонних елементів згідно ТПР 902-09-22.84.

1.2. Кліматична характеристика

Рівне — місто в Україні, обласний центр Рівненської області, центр Рівненського району і Рівненської громади.

Розрахункові температури:

– для розрахунку огорожувальних конструкцій: $t = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$;

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- для проектування системи опалення: $t = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- для проектування системи природної вентиляції: $t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Опалювальний період:

- тривалість: 191 доба;
- середня температура опалювального періоду: $t = -0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона вологості – «нормальна».

Швидкість вітру в холодний період року – $7,5\text{ м/с}$.

1.3 Мета кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розробка високоефективної, надійної та працездатної системи теплопостачання для двосекційного 12-ти поверхового житлового будинку, визначення типу опалювальних приладів, побудова аксонометричних схем системи опалення та вентиляції.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ ДВОСЕКЦІЙНОГО 12-ТИ ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

2.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для проектування системи опалення 12-поверхового житлового будинку прийняті відповідно до вимог [2, п. 2.14] за параметрами «Б» для холодного періоду року такими [2, дод. 8]:

- температура – мінус 21 °С;
- ентальпія – мінус 19,7 кДж/кг;
- швидкість вітру – 5,1 м/с.

Метеорологічні умови м. Рівне характеризуються такими параметрами [3]:

- тривалість опалювального періоду (періоду із середньодобовою температурою повітря не вище 8 °С) – 191 доба;
- середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду – мінус 0,5 °С.

Кількість градусо-днів опалювального періоду становить 3555 [2, дод. 8]. Температурна зона за [4, дод. В] – I (перша).

Напрямок та швидкість вітру в січні з повторюваністю не менше 15 % за [3, дод. 4] такі: вітер – західний, швидкість – 7,5 м/с.

2.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові температури внутрішнього повітря в холодний період року для проектування системи опалення 12-поверхового житлового будинку прийняті за [5, табл. 4] і наведені в таблиці 2.1.

Температура повітря у ванних кімнатах, які не примикають до зовнішніх огорожувальних конструкцій і неопалюваних приміщень, не нормується, оскільки в них передбачене встановлення сушарок для рушників, приєднаних до циркуляційного трубопроводу системи гарячого водопостачання й оснащених термостатичними вентилями для регулювання їхньої теплової потужності [5, табл. 4, прим. 2].

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

№ з/п	Назва приміщення	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Режим вологості приміщення
1	Житлові кімнати	20	55	нормальний
2	Кухня	18	55	нормальний
3	Ванна	не нормується [5, табл. 4, прим. 2]	55	нормальний
4	Вбиральня	20	55	нормальний
5	Передпокій квартири	16	55	нормальний
6	Вестибюль, загальний коридор	16	55	нормальний
7	Незадимлювана сходово клітка	16	55	нормальний
8	Машинне приміщення ліфтів, сміттєзбірна кімната, електрощитова	5	55	сухий

В теплотехнічних розрахунках огорожувальних конструкцій житлових приміщень відносна вологість повітря прийнята рівною 55 % [4, табл. Г2]. Режим вологості приміщень визначений за [4, табл. Г1] і наведений у таблиці 2.1.

2.3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

2.3.1. Умови експлуатації огорожувальних конструкцій

Умови експлуатації матеріалу зовнішніх огорожувальних конструкцій за [4, дод. К] для нормального режиму вологості приміщень житлового будинку відносяться до категорії «Б». Матеріали внутрішніх конструкцій будівлі з нормальним вологісним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації «А» [4, дод. К, прим. 1].

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.3.2. Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Для І-ї температурної зони експлуатації будинку для кожного виду зовнішнього огороження за [4, табл. 1] прийняті мінімально допустимі значення опору теплопередачі, які наведені в табл. 2.2.

Мінімально допустимий опір теплопередачі внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розмежують приміщення з різницею температур внутрішнього повітря більше 3°C, а також приміщення з поквартирним регулюванням теплоспоживання, визначений за формулою [4, п. 2.5].

$$R_{Q\text{ MIN}} = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{\Delta t_{CT} \cdot \alpha_B} = \frac{20 - 16}{4 \cdot 8,7} = 0,172, \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \quad (2.1)$$

де t_{B1} та t_{B2} – розрахункові температури повітря у приміщеннях, °C (20°C в житлових кімнатах та 16°C у незадимлюваній сходовій клітці); Δt_{CT} – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця температури внутрішнього повітря та приведеної температури внутрішньої поверхні огороження, для стін 4°C [4, табл. 3]; α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження, 8,7 Вт/(м²·К) [4, дод. Е].

Таблиця 2.2.

Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій

№ з/п	Назва огороження	Опір теплопередачі, м²·К/Вт		Коефіцієнт теплопередачі К, Вт/(м²·К)
		мінімально допустимий $R_{Q\text{ MIN}}$	фактичний R_{Φ}	
1	Зовнішні стіни	2,8	2,830	0,353
2	Покриття і перекриття неопалюваних горищ	3,3	3,307	0,302
3	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані вище рівня землі	2,8	2,890	0,346
4	Вікна, балконні двері	0,5	0,5	2
5	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки	0,44	0,444	2,25
6	Вхідні двері в квартири, що розташовані на першому поверсі багатоповерхових будинків	0,6	0,606	1,65
7	Вхідні двері в квартири, що розташовані вище першого поверху багатоповерхових будинків	0,25	0,25	4
8	Внутрішні міжквартирні конструкції	0,172	1,005	0,995

2.3.3. Теплотехнічні властивості матеріалів огорожень

Теплотехнічні показники прийнятих у проекті матеріалів огорожень з нормованим опором теплопередачі для відповідних умов експлуатації (зовнішні стіни – умови «Б», решта огорожень – «А») визначені за [4, дод. Л] і наведені в таблиці 2.3.

Склад і товщина шарів основних конструктивних матеріалів зовнішніх і внутрішніх огорожень та перекриттів прийняті згідно вихідних даних до дипломного проекту, натомість товщина шару утеплювача огорожувальних конструкцій визначена теплотехнічним розрахунком з умови забезпечення нормативного опору теплопередачі.

Необхідна товщина шару утеплювача визначена за формулою [6, с. 7]

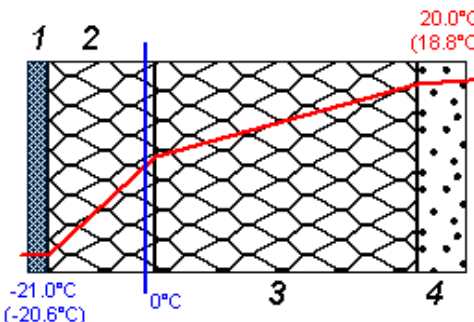
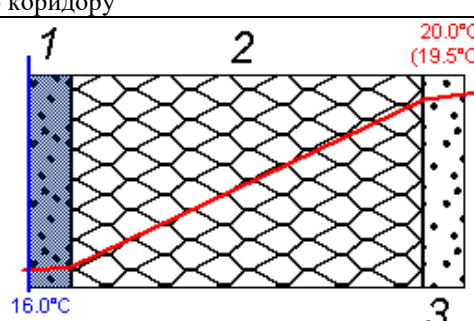
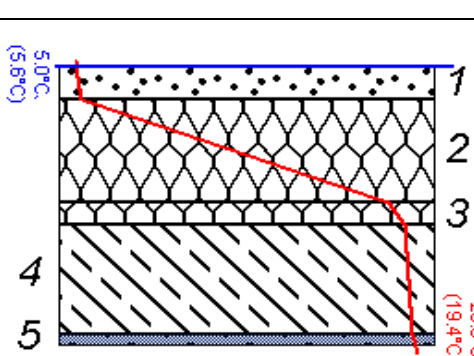
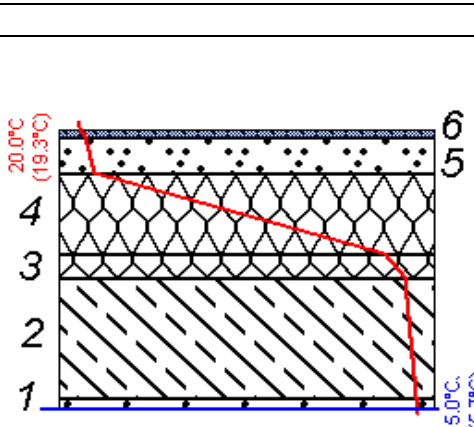
$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \cdot \left[R_{Q \text{ MIN}} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_{Pi}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right], \text{ м} \quad (2.2)$$

де $\lambda_{\text{ут}}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача, Вт/(м·К); $R_{Q \text{ MIN}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі даного огороження, м²·К/Вт; α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження, Вт/(м²·К), що визначається за [4, дод. Е]; δ_i – товщина і-го шару огороження, м; λ_{Pi} – коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару огороження, Вт/(м·К); α_B – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огороження, Вт/(м²·К), що визначається за [4, дод. Е].

Обчислена за формулою (3.2) товщина утеплювача заокруглена в більшу сторону до двох знаків після коми, оскільки стандартна товщина прийнятого утеплювача кратна 0,01 м (10 мм).

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій

№ з/п	Назва матеріалу	Густина ρ_0 , кг/м ³	Товщина шару δ , мм	Коефіцієнт теплопровідності λ_p , Вт/(м·К)	Схема огороження
1	2	3	4	5	6
Зовнішня стіна					
1	Плити з природного каменю – туфу	2000	25	1,05	
2	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	70	0,055	
3	Керамзитобетон на керамзитовому піску	500	300	0,23	
4	Розчин вапняно-піщаний	1800	55	0,93	
	РАЗОМ		450		
Стіна до неопалюваного загального коридору					
1	Розчин вапняно-піщаний	1800	15	0,76	
2	Керамзитобетон на керамзитовому піску	500	120	0,17	
3	Розчин вапняно-піщаний	1800	15	0,76	
	РАЗОМ		150		
Перекрыття до горища					
1	Розчин цементно-піщаний	1600	45	0,70	
2	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	140	0,05	
3	Щебінь шлакопемзовий	400	30	0,21	
4	Залізобетон	2500	150	1,92	
5	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	15	0,70	
	РАЗОМ		380		
Перекрыття до підвалу					
1	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	15	0,70	
2	Залізобетон	2500	150	1,92	
3	Щебінь шлакопемзовий	400	30	0,21	
4	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	110	0,05	
5	Розчин цементно-піщаний	1600	45	0,70	
6	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	10	0,23	
	РАЗОМ		360		

2.3.4. Розрахунковий опір теплопередачі огорожувальних конструкцій

Фактичні опори теплопередачі огорожувальних конструкцій та їх коефіцієнти теплопередачі обчислені за формулами

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (2.3)$$

$$K = \frac{1}{R_{\phi}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad (2.4)$$

В роботі розрахунки опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій та їх коефіцієнтів теплопередачі виконані за допомогою комп'ютерної програми Кап ОЗС згідно рекомендацій, викладених у літературі [7, розд. 2.2.5]. Результати теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій занесені в таблиці 2.2, а також наведені у додатку 1, 2.

При виконанні теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій для зовнішньої стіни будинку був вибраний вологий режим експлуатації (що в європейських нормах проектування PN-EN ISO 6946 відповідає умовам експлуатації огорожень «Б» в українських нормах ДБН В.2.6.-31:2006 [4, дод. К]), а для решти огорожень – нормальний режим (що в Україні відповідає умовам експлуатації «А»).

Конструкція міжповерхових перекриттів прийнята такою самою, як конструкція перекриття до підвалу (див. табл. 2.3), проте без шару теплоізоляції з плит мінераловатних, але з шаром звукоізоляції із щебеню шлакопемзового. Оскільки в товщі підлоги планується прокладати трубопроводи системи опалення, то висота цементно-піщаної стяжки підлоги прийнята рівною 45 мм. Загальна висота міжповерхового перекриття становить 240 мм.

Конструкція горищного покриття аналогічна конструкції перекриття до горища (див. табл. 2.3), але додатково має тришаровий гідроізоляційний килим з руберойду та захисний шар цементно-піщаної стяжки товщиною 40 мм. Загальна висота горищного покриття становить 425 мм.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Зовнішні входні двері в будинок прийняті стандартні дерев'яні утеплені з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,25 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ та з розмірами 1,31 x 2,2 м. Внутрішні двері тамбура та сходової клітки прийняті стандартні дерев'яні утеплені з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ та з розмірами 1,31 x 2,2 м.

Внутрішні входні двері у квартири 1-го поверху прийняті стандартні дерев'яні утеплені з розмірами 0,8 x 2,2 м з коефіцієнтом теплопередачі $K = 1,65 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, а для решти поверхів – неутеплені з коефіцієнтом теплопередачі $K = 4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Внутрішні двері в квартирах – стандартні дерев'яні з розмірами 0,7 x 2,2 м з коефіцієнтом теплопередачі $K = 5,1 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Балконні двері прийняті стандартні (дерево, пластик) з потрійним склінням з розмірами 0,75 x 2,5 м та з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Вікна прийняті спареного плетіння з потрійним склінням з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ та з розмірами: 0,75 x 1,7 м; 1,51 x 1,7 м; 1,81 x 1,7 м.

2.4. Розрахунок тепловтрат приміщень

Розрахункові тепловтрати приміщень визначені як сума втрат теплоти крізь огорожувальні конструкції $Q_{\text{ОГОР}}$ та витрат тепла на нагрівання зовнішнього повітря в об'ємі нормативного повітрообміну $Q_{\text{ВЕНТ}}$ [2, п. 3.1] за формулою [12, п. 2.2]

$$Q_1 = Q_{\text{ОГОР}} + Q_{\text{ВЕНТ}}, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

Основні та додаткові втрати теплоти (тепловий потік) крізь окремі огорожувальні конструкції визначені відповідно до [2, дод. 12] за формулою

$$Q_{\text{ОГОР}} = A(t_b - t_3) \left(1 + \sum \beta \right) \frac{n}{R}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де A – розрахункова площа огорожувальної конструкції, м^2 ; R – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; t_b – розрахункова температура повітря у приміщенні, $^{\circ}\text{C}$; t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду (для розрахунку тепловтрат крізь зовнішні огороження) або

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

температура повітря більш холодного сусіднього приміщенні (для розрахунку тепловтрат крізь внутрішні огороження у випадку, якщо температура в суміжному приміщенні відрізняється від температури в даному приміщенні t_B більше ніж на 3°C), $^{\circ}\text{C}$; n – коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря згідно СНиП II-3-79; β – додаткові втрати теплоти в частках від загальних втрат, що визначаються за [12, табл. 3] (для 12-поверхового будинку для зовнішніх вертикальних огорожень першого і другого поверхів $\beta = 0,10$, для третього поверху $\beta = 0,05$; для зовнішніх огорожень західної орієнтації, звідки в січні дме вітер з повторюваністю не менше 15% і швидкістю не менше 5 м/с, $\beta = 0,10$).

Сумарні тепловтрати приміщення крізь огорожувальні конструкції дорівнюють сумі втрат тепла крізь всі його огороження, обчислені за формулою (2.6).

Кількість тепла на нагрівання зовнішнього повітря обчислюється для кожного опалюваного приміщення, що має хоча б одне вікно, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітрообміну за годину (для житла II-ї категорії [5, табл. 4]), за формулою [12, п. 2.4].

$$Q_{\text{ВЕНТ}} = 0,337 F_{\Pi} h (t_B - t_3), \text{ Вт} \quad (2.7)$$

де F_{Π} – площа підлоги приміщення, м^2 ; h – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,0 м; 0,337 – коефіцієнт, $\text{кВт}/(\text{К} \cdot \text{м}^3)$.

Витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить через вхідні двері у ліфтовий хол, для кожної секції будинку дорівнюють [12, п. 2.4]

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВЕНТ}} &= 0,7 B (H + 0,8 P) (t_B - t_3) = \\ &= 0,7 \cdot 1 \cdot (36 + 0,8 \cdot 264) \cdot [16 - (-21)] = 6400, \text{ Вт} \end{aligned} \quad (2.8)$$

де H – висота будинку від низу вхідних дверей до верху перекриття сходової клітки, 36 м; P – розрахункова кількість мешканців в одній секції будинку, 264 особи; B – коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів, для одного тамбура (двоє дверей) дорівнює 1.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Втрати теплоти, що обчислені за формулою (2.8), додані до тепловтрат загальних коридорів перших двох поверхів будівлі (по 3200 Вт на кожному поверсі).

Втрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через двері опалюваних незадимлюваних сходових кліток з виходами на лоджії на кожному поверсі, обчислені за формулою (2.8), у якій $P = 0$, а значення H_i для кожного поверху приймається рівним відстані в м від низу дверей розрахункового поверху до верху перекриття сходової клітки [12, п. 2.4]. Ці втрати теплоти для кожної секції будинку дорівнюють

$$Q_{\text{вент}} = 0,7 \sum_{i=1}^n H_i \cdot (t_b - t_3) =$$

$$= 0,7 \cdot (36 + 33 + 30 + 27 + 24 + 21 + 18 + 15 + 12 + 9 + 6 + 3) \cdot [16 - (-21)] =$$

$$= 930 + 850 + 780 + 670 + 620 + 540 + 470 + 390 + 310 + 230 + 160 + 80 = 6030, \text{ Вт}$$

Тепловтрати сходової клітки крізь огороження визначені як для одного приміщення без поділу на поверхи [6, с. 9]. Проте для визначення розрахункової потужності опалювальних приладів, що встановлюються на окремих поверхах незадимлюваної сходової клітки, виконаний розрахунок тепловтрат сходової клітки на кожному поверсі, який наведений у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

**Розрахункова теплова потужність опалювальних приладів на поверхах
незадимлюваної сходової клітки**

Поверх	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
Тепловтрати крізь огороження, Вт	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3458
Тепловтрати на нагрівання зовнішнього повітря, Вт	930	850	780	670	620	540	470	390	310	230	160	80	6030
Разом тепловтрати:													
– у Вт	1218	1138	1068	958	908	828	758	678	598	518	448	368	9488
– у %	12,8	12,0	11,3	10,1	9,6	8,7	8,0	7,1	6,3	5,5	4,7	3,9	100

Таблиця 3.5.

Тепловтрати приміщень житлового будинку

Приміщення		t, °C	Тепловтрати Q ₁ , Вт					
номер (сим- вол)	назва		Секція А			Секція Б		
			поверх					
			1	2-11	12	1	2-11	12
1	житлова кімната	20	685	564	627	685	564	627
2	кухня	18	529	447	481	529	447	481
3	кухня	18	529	447	481	529	447	481
4	житлова кімната	20	814	685	746	814	685	746
5	житлова кімната	20	1192	1010	1092	821	676	753
6	житлова кімната	20	1224	1039	1123	879	724	809
7	житлова кімната	20	853	719	784	853	719	784
8	кухня	18	571	485	523	571	485	523
9	кухня	18	571	485	523	571	485	523
10	житлова кімната	20	734	605	675	734	605	675
11	кухня	18	571	485	523	571	485	523
12	житлова кімната	20	835	692	768	835	692	768
13	житлова кімната	20	734	605	675	734	605	675
14	кухня	18	571	485	523	571	485	523
15	кухня	18	571	485	523	571	485	523
16	житлова кімната	20	853	719	784	853	719	784
17	житлова кімната	20	879	724	809	1224	1039	1123
18	житлова кімната	20	821	676	753	1192	1010	1092
19	житлова кімната	20	814	685	746	814	685	746
20	кухня	18	529	447	481	529	447	481
21	кухня	18	529	447	481	529	447	481
22	житлова кімната	20	755	627	690	755	627	690
23	загальний коридор	16	3978	3873 (2-й) 673 (3-11-й)	920	3978	3873 (2-й) 673 (3-11-й)	920
SM	сміттекамера	5	949	–	–	949	–	–
A/B	сходова клітка	16	9488			9488		

Розрахунок тепловтрат приміщень житлового будинку виконаний за допомогою комп'ютерної програми Кап ОЗС за методичними рекомендаціями, що наведені в літературі [7]. У дод. 3 наведені загальні результати розрахунку тепловтрат житлового будинку, а також детальні результати розрахунку тепловтрат деяких найбільш характерних приміщень будівлі – житлових кімнат, кухонь, сходових кліток, сміттекамер, а в дод. 4 – фрагмент відомості тепловтрат приміщень будинку (через значний обсяг всі результати розрахунків у пояснювальній записці не наводяться). Узагальнені дані щодо тепловтрат приміщень будинку наведені в таблиці 2.5.

Перед початком розрахунку всі опалювані приміщення були пронумеровані на планах поверхів, починаючи від найближчого до ліфтового холу приміщення за рухом годинникової стрілки. У розрахунку прийнята п'ятизначна нумерація приміщень, де перші дві цифри позначають поверх будинку (від 1-го до 12-го), наступ-

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на цифра – секцію (1 для секції А та 2 для секції Б), а останні дві цифри – порядковий номер приміщення на плані поверху. Сходові клітки позначені літерами А та В, сміттекамери – символами SMA та SMB, техпідпілля – PIW.

Розрахункові температури внутрішнього повітря у приміщеннях прийняті відповідно до таблиці 2.1, розрахункові температури повітря в техпідпіллі та на горищі прийняті такими самими, як для електрощитової та машинного приміщення ліфтів, тобто 5°C.

Лінійні розміри огорожень, що потрібні для обчислення їх площі, виміряні на планах поверхів та на вертикальному розрізі будинку з точністю до 0,1 м за такими правилами [6, с. 10]:

– **Зовнішні стіни.** За планами визначена довжина огорожень: для кутових приміщень – по зовнішній поверхні стіни від наріжного кута до осі або середини внутрішньої стіни; для рядових приміщень – між осями внутрішніх стін. За розрізами визначена висота огорожень: на першому поверсі – від нижньої поверхні підвального перекриття (стелі підвалу) до рівня чистої підлоги другого поверху; на середніх поверхах – від поверхні підлоги даного поверху до поверхні підлоги вище розташованого поверху; на останньому поверсі – від поверхні підлоги до верху конструкції горищного перекриття.

– **Підлоги та стелі.** Розміри для розрахунку площ виміряні між осями внутрішніх стін і внутрішньою поверхнею зовнішніх стін.

– **Вікна і двері.** Визначені найменші розміри будівельних отворів для даних конструкцій.

– **Сходові клітки.** Висота зовнішньої стіни обчислена від низу підвального до верху горищного перекриття, інші розміри прийняті за попередніми правилами. Сходова клітка розрахована як одне приміщення без поділу на поверхи.

Під час розрахунку площ вертикальних огорожувальних конструкцій врахована наявність (або відсутність) в них вікон, дверей та балконних дверей.

Розрахункові тепловтрати всієї будівлі дорівнюють

$$Q_1 = 358880 + 6400 \cdot 2 + 6030 \cdot 2 = 383740, \text{ Вт}$$

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де 358880 – сумарні розрахункові тепловтрати всіх приміщень (через огороження та на нагрівання вентиляційного повітря), Вт, обчислені за допомогою програми Кап OZC; 6400 – витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить через входні двері у ліфтовий хол однієї секції будинку, Вт; 6030 – витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через двері опалюваних незадимлюваних сходових кліток з виходами на лоджії на кожному поверсі, обчислені для однієї секції будинку, Вт.

2.5. Проектування системи опалення

Джерелом теплопостачання житлового будинку є міські зовнішні теплові мережі з розрахунковою температурою теплоносія у зовнішньому контурі 150-70°C. Система опалення житлового будинку приєднується до міських зовнішніх мереж за незалежною схемою через індивідуальний тепловий пункт, що запроектований у техпідпіллі будинку.

Увід теплової мережі в будинок виконаний зі сталевих електрозварних попередньо ізольованих труб діаметром 89х3,5 мм (по ГОСТ 10704-91) в оболонці «Spiroflex». Монтаж попередньо ізольованих труб проводиться за температури зовнішнього повітря не нижче 10 °С. Змонтована тепла мережа випробовується тиском 1,25 Р_{роб}, але не менше 0,65 МПа.

Теплоносієм для системи опалення будинку є вода з параметрами Т1 = 90°C, Т2 = 70°C. Циркуляція теплоносія – насосна.

Відповідно до вимог [12, п. 1.2] при проектуванні централізованих систем водяного опалення житлових будинків перевагу належить надавати насосним двотрубним системам опалення з місцевими та центральними регуляторами теплової потужності. Такі системи проектуються з радіаторними термостатичними клапанами (РТК) на підводках до опалювальних приладів та з центральними автоматичними регуляторами теплової потужності, що встановлюються в індивідуальних теплових пунктах будівель.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Двотрубні системи опалення дорожчі за однотрубні, проте саме в двотрубних системах може бути ефективно реалізоване автоматичне місцеве регулювання за допомогою РТК при економії теплової енергії до 10 % за рік.

Для проектового житлового будинку прийнята вертикальна двотрубна система водяного опалення з нижнім розведенням магістралей T11 та T21 [12, п. 3.2], що прокладаються в техпідпіллі будинку.

В місцях приєднання вертикальних стояків до розвідних магістральних трубопроводів передбачене встановлення запірної арматури – кульових вентилів з отворами для зливання води. Місця приєднання стояків до розвідних трубопроводів розташовуються на відстані не менше 1 м від осі стояка для того, щоб послабити зусилля, спричинені температурним видовженням трубопроводів.

У верхніх точках стояків системи опалення з нижнім розведенням передбачене встановлення автоматичних повітровідвідників [12, п. 3.3].

В житловому будинку запроектована поквартирна система опалення з горизонтальними двотрубними гілками трубопроводів, що прокладаються в конструкції підлоги у гофтрубі, та з приладами поквартирного обліку теплоспоживання системою опалення. В ліфтових холах та сходових клітках прийнята вертикальна двотрубна система опалення.

Біля кожного опалювального приладу в квартирах передбачене встановлення радіаторних термостатичних клапанів, крім того в основах стояків встановлюються регулятори перепаду тиску, які сприяють більш ефективній роботі РТК [12, пп. 3.5, 4.7]. Справа в тому, що в разі встановлення РТК біля кожного опалювального приладу існує можливість зменшення витрат води в мережі через закриття частини клапанів. У цьому випадку перепад тиску на тих РТК, які залишаються відкритими, може збільшитися, і це призведе до виникнення шуму. З метою попередження цих проблем (підтримання на постійному рівні різниці тиску в подавальному та зворотному трубопроводах) і застосовуються регулятори тиску, що встановлюються на стояках.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

На зворотних стояках у проекті прийняті регулятори перепаду тиску з внутрішньою різьбою типу ASV-PV PLUS виробництва «Danfoss», які підтримують постійний перепад тиску в діапазоні $dp = 20...40$ кПа, а на подавальних – налаштовувані запірно-вимірювальні клапани типу ASV-I виробництва «Danfoss», які обмежують максимальну витрату теплоносія через стояк, мають вимірювальні ніпелі та отвори для підключення імпульсної трубки від регулятора перепаду тиску ASV-PV PLUS.

РТК – це інструмент комфорту й економії. Комфорт у загальному коридорі, сходовій клітці, ліфтовому холі – це надмірність, а досягнути в цих приміщеннях економії навряд чи можливо через відсутність у них господаря. Тому в допоміжних приміщеннях будинку – ліфтових холах, сходових клітках, сміттекамерах, де люди перебувають непостійно, РТК не встановлюються.

РТК підібрані за їх гідравлічною характеристикою, що відповідає зоні пропорційності 2К [12, п. 4.4]. Це означає, що достатньо перевищення кімнатної температури на 2°C по відношенню до тієї, на яку встановлена термостатична головка клапана, і він повністю закриється. При виборі типу РТК перевага надана тим модифікаціям, в яких попереднє налаштування та регулювання суміщені в одному приладі. При застосуванні РТК на зворотній підводці до опалювального приладу спеціальні клапани з ручним попереднім налаштуванням не встановлюються.

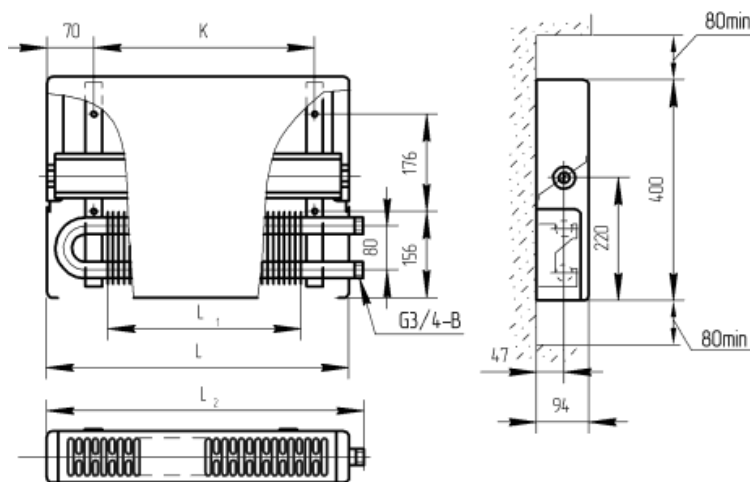


Рис 2.1 Сталевий конвектор «Універсал ТБ» малої глибини (94 см) кінцевий

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Як опалювальні прилади прийняті конвектори опалювальні «Універсал ТБ» типу КСК20 висотою 428 мм малої та середньої глибини виробництва «Сантехпром» (рис. 2.1). Встановлення конвекторів середньої глибини передбачене на перших двох поверхах ліфтових холів, де спостерігаються значні втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить у будинок через входні двері. Регулювання тепловіддачі опалювальних приладів здійснюється кутовими радіаторними термостатичними вентилями прямої дії з попереднім налаштуванням типу RTD-N виробництва компанії «Danfoss». На зворотній підводці конвекторів встановлюються кутові запірні клапани типу RLV виробництва «Danfoss» з можливістю приєднання дренажного крана, що призначені для відключення окремого опалювального приладу для його демонтажу або для технічного обслуговування без зливання води з усієї системи.

Підключення опалювальних приладів до розподільних трубопроводів – бокове одностороннє, подавальний трубопровід зверху, зворотний – знизу (стандар-тне підключення згідно EN 442). За такого підключення усувається можливість нерівномірного протікання теплоносія через опалювальний прилад, що попереджає утворення зон з пониженою тепловіддачею, тому в процесі експлуатації за номінального навантаження та витрати теплоносія зменшення потужності прила-ду не спостерігається [10, с. 105].

Конвектори в кімнатах встановлюються під віконними отворами без ніш та лицювальних панелей з дотриманням мінімальних нормативних відстаней від опалювального приладу до стіни, підвіконника і підлоги та з улаштуванням спеці-ального теплозахисного екрана біля зовнішньої стіни, завдяки чому не спостеріга-ється втрат теплової потужності приладу [10, с. 106]. Конвектори в ліфтових хо-лах та сходових клітках встановлюються біля внутрішніх стін відкрито.

Видалення повітря із системи опалення здійснюється повітровідвідниками, що встановлюються в конструкції термостата RTD-N конвекторів та автоматич-ними повітровідвідниками, встановленими на розподільних колекторах, а також у верхніх точках системи опалення.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Вузол квартирного обліку теплоспоживання системи опалення складається з лічильника тепла або лічильника води, фільтра, запірного вентиля типу ASV-I, двох квартирних розподільників (компактних міні-колекторів) та двох кульових вентилів на подавальному і зворотному трубопроводах.

Обв'язки опалювальних приладів та вузлів квартирного обліку теплоспоживання наведені на аркуші 1 у графічній частині дипломного проекту.

Поквартирне розведення виконане з поліетиленових труб марки РЕ-Хс з антидифузійним захистом згідно DIN 4726 та DIN 16892/93, Трек = 95°C, Тмакс = 110°C, Рмакс = 0,6 мПа, із зажимним з'єднанням, виробництва польської компанії KAN. Схема прокладання трубопроводів у конструкції підлоги наведена на рис. 2.2.

Матеріал труб розподільних стояків, магістральних трубопроводів у техпідпіллі та підводок до опалювальних приладів у сміттекамерах такий:

– діаметром до 50 мм включно – труби сталеві безшовні водогазопровідні оцинковані легкі згідно ГОСТ 3262-75, Тмакс = 150°C, Рмакс = 1,0 мПа;

– діаметром більше 50 мм – труби сталеві електрозварні прямошовні згідно ГОСТ 10704-91 зі сталі СЗсп2 згідно ГОСТ 10705-80, Тмакс = 300°C, Рмакс = 2,5 мПа.

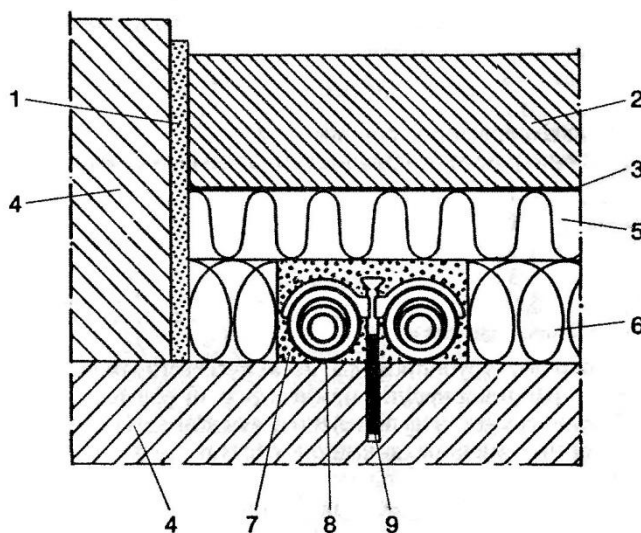


Рис 2.2 Схема прокладання трубопроводів у конструкції підлоги

- 1 – смуга ізоляції по краю (гофрований картон); 2 – цементна підлога $\delta = 45$ мм;
 3 – поліетиленова плівка $\delta = 0,2$ мм; 4 – бетон; 5, 6 – PUR-тверда піна W040 $\delta = 60$ мм;
 7 – полістиролова піна PS 20 SE; 8 – трубопровод із захисною гофрованою трубою;
 9 – нейлонова скоба для фіксації трубопроводу, яку вбивають у бетон.

2.6. Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення 12-поверхового житлового будинку виконаний за допомогою комп'ютерної програми Kap со-Graf з використанням результатів розрахунку тепловтрат приміщень у програмі Kap OZC відповідно до методичних рекомендацій, викладених у літературі [11].

В рамках гідравлічних розрахунків системи опалення у програмі Kap со-Graf:

- підбираються діаметри ділянок трубопроводів;
- визначаються гідравлічні опори циркуляційних кілець з урахуванням гравітаційного тиску, що зумовлений охолодженням води в трубопроводах та опалювальних приладах;
- визначаються втрати тиску в системі;
- компенсується надлишок тиску в циркуляційних кільцях шляхом підбору попередніх налаштувань РТК або діаметрів дросельних діафрагм;
- підбираються налаштування регуляторів різниці тиску, що встановлюються в основах стояків, відгалужень тощо;
- враховуються потрібні гідравлічні характеристики (авторитети) РТК.

В рамках розрахунку втрат тепла трубопроводами системи опалення програма реалізує такі функції:

- визначаються теплонадходження в окремі приміщення від трубопроводів системи опалення, що проходять через них;
- обчислюється охолодження теплоносія в трубопроводах.

В рамках розрахунку опалювальних приладів програма реалізує такі функції:

- визначаються витрати теплоносія через опалювальні прилади з урахуванням його охолодження у трубопроводах;
- підбираються розміри опалювальних приладів;

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

– враховується вплив охолодження теплоносія в трубопроводах на величину гравітаційного тиску в циркуляційних кільцях системи, а також на теплову потужність опалювальних приладів.

При виконанні розрахунку прийняті такі вихідні дані:

- розрахункова температура зовнішнього повітря – мінус 21°C;
- теплоносій – вода;
- розрахункова температура теплоносія на вході в систему опалення – 90°C;
- розрахункове охолодження теплоносія в системі опалення – 20°C;
- варіант розрахунків – проектування нового обладнання;
- типи труб, що використовуються в системі:
 - тип А – труби сталеві безшовні водогазопровідні оцинковані легкі згідно ГОСТ 3262-75;
 - тип В – труби поліетиленових марки PEX-ZAC з антидифузійним захистом згідно DIN 4726 та DIN 16892/93 (рекомендована температура теплоносія для цього типу труб становить 95°C);
 - тип С – труби сталеві електрозварні прямошовні згідно ГОСТ 10704-91 зі сталі СЗсп2 згідно ГОСТ 10705-80;
 - максимальна питома лінійна втрата тиску в трубопроводах $R_{\max}$ – 150 Па/м;
 - частка гравітаційного тиску, що враховується в гідравлічних розрахунках, – 75 %;
 - частка використання теплонадходжень від трубопроводів – 30 % (для квартирних систем опалення з прокладанням розвідних трубопроводів у конструкції підлоги);
 - максимальна частка теплонадходжень, що враховуються в тепловому балансі приміщень при підборі опалювальних приладів, – 30 %;
 - мінімальне та максимальне охолодження теплоносія в опалювальних приладах – відповідно 10 та 40 °C;

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

– мінімальні втрати тиску на термостатичних вентилях – 20 000 Па (відповідно до рекомендацій компанії Danfoss);

– мінімальні втрати тиску на запірно-вимірювальних клапанах – 3 000 Па;

– мінімальні втрати тиску на регуляторах перепаду тиску – 10 000 Па.

Процес виконання розрахунків системи опалення у програмі Kan co-Graf складається з таких етапів:

– збереження поточного файлу даних на диску;

– контроль правильності схеми системи;

– контроль правильності введених даних;

– контроль відсоткових часток потужності опалювальних приладів в окремих приміщеннях;

– підбір діаметрів на ділянках трубопроводів;

– визначення теплонадходжень від трубопроводів і підбір опалювальних приладів та витрат води у споживачах тепла;

– підбір вентилів та налаштувань для їхнього попереднього регулювання;

– контроль результатів розрахунків;

– аналіз витрат води в проектованій системі;

– збереження результатів розрахунків.

Результати розрахунку системи опалення секції А 12-поверхового житлового будинку в програмі Kan co-Graf. Через значний обсяг результати розрахунку подані у скороченому вигляді. Результати розрахунку системи опалення секції Б будинку в пояснювальній записці не наведені, проте вони відображені у графічній частині дипломного проекту.

Далі приведено основні відомості по методу гідравлічного розрахунку трубопроводів по удільній втраті тиску за допомогою допоміжних таблиць та номограм, в значній мірі спрощують і уточнюють розрахунок. Розрахунки по таблицям вимагають докладного запису проміжних величин шляхом послідовних наближень, на що втрачається багато часу. Однак допоміжні таблиці широко

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

використовують в проектній практиці, так як дозволяють перевірити обчислення в ході розрахунку та легко виявити помилки.

Розрахунки за допомогою номограм виконують як такі без записів проміжних величин, що дозволяє отримати кінцеві результати швидко з достатньою точністю. Не глядачі на ці переваги графоаналітичних методів гідравлічних методів розрахунків, номограми використовують менш, через те, що вони в процесі праці підвладні швидкому зносу, а перевірка розрахунків зводиться до повторного розрахунку.

Для гідравлічних та теплотехнічних розрахунків систем центрального опалення дуже часто використовують ЕОМ з належним програмним забезпеченням.

Гідравлічний розрахунок є одним з важливіших розділів проектування та експлуатації теплової мережі. При проектуванні в задачу гідравлічного розрахунку входить:

- визначення діаметрів трубопроводів;
- визначення падіння тиску;
- визначення тисків (напорів) в точках мережі;
- прив'язка всіх точок системи при статистичному і динамічному режимі з метою забезпечення допустимих тисків та потребуємих напорів в мережі та абонентських системах.

Гідравлічний розрахунок системи опалення житлового будинку

Потрібно знайти витрату циркуляційного теплоносія, за формулою:

$$G_{\text{сис}} = \frac{566052 - 0,1 \cdot 566052}{90 - 70} = 25472,34 \text{ кг/год.},$$

де Q – загальне навантаження переведене, ккал;

$(t_r - t_0)$ - параметри теплоносія, °C.

Знаходимо фактичну температуру охолодженої води.

Приймаємо додаткові витрати тепла від розрахункових у розмірі 15%

$$t_{0,\phi} = 70 - (0,15 \cdot 566052) / (25472,34) = 66,7^\circ\text{C}$$

Вираховуємо потрібний коефіцієнт змішення:

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$U = \frac{t_1 - t_r}{t_r - t_0} = \frac{150 - 90}{90 - 66,7} = 2,57$$

Для визначення величини діючого в системі тиску висотну схему найменш навантаженого стояку.

Витрату води по стояку:

$$G_{ст} = \frac{1000 \cdot 2 + 500 \cdot 5}{90 - 70} = 225 \text{ кг/год.}$$

Тоді тиск визначається:

$$P_e = (0,4 \cdot 0,66) / 225 \cdot (1000 \cdot 1 + 500 \cdot 3,7 + 500 \cdot 6,4 + 500 \cdot 9,1 + 500 \cdot 11,4 + 500 \cdot 14,5 + 1000 \cdot 17,2) \cdot 2 = 81,5 \text{ кгс/м}^2$$

Сумарна витрата розполагаемого перепаду тисків на покриття гідравлічних витрат в системі опалення з урахуванням витрат в арматурі вузла вводу теплової мережі

$$P_p = 1400 + 81,5 = 1481,5 \text{ кгс/м}^2.$$

2.7. Теплова потужність системи опалення

Теплова потужність системи опалення визначена за формулою [12, п. 2.1]

$$Q = (Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2 =, \\ = (383,74 \cdot 1,04 \cdot 1,015 - 0,01 \cdot 8704) + 383,74 \cdot 0,04 = 333,4 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

де Q_1 – теплові втрати будівлі, 383,74 кВт; b_1 – коефіцієнт, що залежить від типу опалювального приладу, який для конвекторів типу «Універсал ТД» КСК 20 У при номінальному тепловому потоці мінімального типорозміру 0,4 кВт і типорозмірному кроці 0,1 кВт становить 1,04 [12, табл. 1]; b_2 – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти зарадіаторними ділянками зовнішніх стін, який для конвекторів, що встановлюються біля зовнішнього стінового огороження, дорівнює 1,015 [12, табл. 2]; Q_2 – втрати теплоти трубопроводами, прокладеними в неопалюваних приміщеннях, кВт, що прийняті в розмірі 4 % від величини тепловтрат Q_1 ; Q_3 – тепловий потік, що регулярно надходить від освітлення,

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

обладнання та людей, який для житлового будинку обчислений з розрахунку 0,01 кВт на 1 м² загальної площі.

2.8. Річне теплоспоживання системи опалення

Розрахункове річне теплоспоживання системи опалення 12-поверхового житлового будинку визначене за формулою [12, п. 2.6].

$$Q_{pгч} = \frac{0,086QSb}{t_B - t_3} = \frac{0,086 \cdot 333,4 \cdot 3555 \cdot 0,9}{18 - (-21)} = 2352,1, \text{ ГДж} \quad (3.10)$$

де Q – розрахункова теплова потужність системи опалення, 333,4 кВт;
S – кількість градусо-днів опалювального періоду для району проектування, 3555;
b – коефіцієнт, що враховує устаткування опалювальних приладів автоматичними терморегуляторами, 0,9; t_B – розрахункова температура внутрішнього повітря у приміщеннях, прийнята в середньому 18°C; t₃ – розрахункова температура зовнішнього повітря (за параметрами «Б»), мінус 21°C.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ ДВОСЕКЦІЙНОГО 12-ТИ ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

3.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для проектування систем вентиляції 12-поверхового житлового будинку прийняті відповідно до вимог [2, п. 2.14] за [2, дод. 8] такими:

- для теплого періоду року – за параметрами «А», тобто:
- температура – 22,6 °С;
- ентальпія – 51,5 кДж/кг с.п.;
- вологовміст – 11,3 г/кг с.п.;
- відносна вологість – 63,2 %;
- швидість вітру – 1 м/с;
- для холодного періоду року – за параметрами «Б», тобто:
- температура – мінус 21 °С;
- ентальпія – мінус 19,7 кДж/кг с.п.;
- вологовміст – 0,57 г/кг с.п.;
- відносна вологість – 41,0 %;
- швидість вітру – 5,1 м/с.

Географічна широта розташування об'єкта – 52° Пн.ш.; середній характерний барометричний тиск – 970 гПа; середньодобова амплітуда температури повітря – 10,7 °С; кількість градусо-днів опалювального періоду – 3555 [2, дод. 8].

3.2. Розрахункові температури внутрішнього повітря та вимоги щодо повітрообміну

Розрахункові температури внутрішнього повітря і вимоги щодо повітрообміну в приміщеннях житлового будинку для проектування системи вентиляції прийняті відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005 [5, п. 5.23, табл. 4] з урахуванням Зміни № 1 [18] і наведені в табл. 4.1.

					ПННІ НУК 144.04.7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 3.1.

Розрахункові температури внутрішнього повітря і нормативні вимоги щодо повітрообміну

№ з/п	Назва приміщення	Температура повітря взимку, °С	Вимоги до повітрообміну	
			приплив	витяжка
1	Житлова кімната	20	1-кратн.	—
2	Кухня з електроплитою	18	—	60 м ³ /год
3	Ванна	не нормується	—	25 м ³ /год
4	Вбиральня	20	—	25 м ³ /год
5	Вестибюль, загальний коридор, передпокої квартири	16	—	—
6	Незадимлювана сходові клітка типу Н1	14	—	—
7	Машинне приміщення ліфтів, електрощитова	5	—	0,5-кратн.
8	Сміттєзбірні кімнати	5	—	1-кратн.

3.3. Проектування систем загальнообмінної вентиляції

Вентиляція, тобто організований повітрообмін, є основним засобом забезпечення чистоти повітря в квартирах житлових будинків. Від якості і надійності роботи вентиляції залежить комфортність проживання, схоронність та довговічність будівельних конструкцій.

В Україні у житлових будинках II-ї категорії, як правило, застосовують системи природної припливно-витяжної вентиляції. Зовнішнє припливне повітря надходить у квартири через нещільності у віконному плетінні, кватирки, фрамуги, відкриті вікна або через припливні клапани. Основною перевагою природної вентиляції є її простота та невисока вартість, а також практична відсутність необхідності в її обслуговуванні. Недоліками є нестійкий повітряний режим квартир, спричинений значним впливом температури зовнішнього повітря та сили вітру, а також дискомфорт від використання кватирок при низьких зовнішніх температурах. Відкриття кватирок зазвичай призводить до надлишкового провітрювання й охолодження приміщень, що особливо дається взнаки в періоди похолодань.

Висока герметичність сучасних вікон зробила практично непрацездатними системи природної вентиляції. У квартирах погіршилася комфортність проживання: спостерігається підвищена вологість та низька якість повітря, зростає ймовір-

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ність грибкових уражень конструкцій. Розгерметизація квартир шляхом відкриття кватирок у герметичних вікнах не дозволяє забезпечувати потрібний мікроклімат у квартирах і значно скорочує ефективність використання тепла, затрати якого на підігрівання вентиляційного повітря в сучасній квартирі перевищують втрати тепла крізь зовнішні огороження. Відкриття кватирок викликає підвищений рівень шуму, що проникає в квартири будинків, які виходять на вулицю.

Нормалізувати повітряно-тепловий режим квартир, забезпечити потрібний повітрообмін, знизити витрати тепла на 10-15% дозволяє влаштування регульованої вентиляції з природним припливом через спеціальні припливні пристрої – клапани, які забезпечують нормативний повітрообмін та зниження шуму, що проникає у квартири, до рівня нормативних вимог.

У кваліфікаційній роботі в 12-поверховому житловому будинку II-ї категорії запроектована система природної загальнообмінної вентиляції з природним припливом та видаленням повітря.

Система природної вентиляції прийнята з видаленням витяжного повітря через тепле горище та шахту на покрівлі (рис. 3.1).

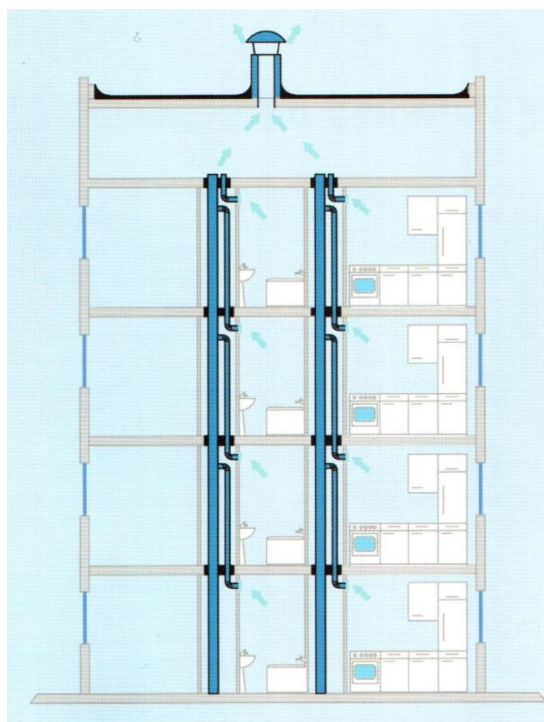


Рис 3.1 Схема системи природної вентиляції зі спільними витяжними каналами в будинку з теплим горищем

Перевагами такої схеми є:

- зменшення тепловтрат через стелю останнього поверху будинку;
- влаштування однієї викидної шахти на одну секцію житлового будинку замість численних виводів на покрівлю вентиляційних блоків і каналізаційних стояків та пов'язаних із цим робіт з герметизації стиків.

Водночас даній схемі також притаманні такі недоліки:

- мала величина наявного гравітаційного тиску;
- можливі проблеми з вентиляцією верхніх поверхів: важко узгодити наявний тиск між збірним каналом та каналами-супутниками;
- можливість перекидання тяги на верхніх поверхах за недостатньо високої температури повітря на горищі, яка може бути спричинена:
 - великими тепловтратами через зовнішні огороження теплого горища;
 - зменшенням витрати повітря, що видаляється, за слабкої інфільтрації припливного повітря в квартири;
 - розгерметизацією горища при експлуатації;
 - можливість перекидання тяги на верхніх поверхах при силі вітру більше 5 м/с та розгерметизації горища;
 - можливість випадання конденсату на внутрішніх поверхнях зовнішніх огорожень теплого горища та пов'язане із цим їхнє руйнування й утворення плісняви, спори якої можуть проникати і в житлові приміщення.

На одну секцію будинку (за умови герметичного розділення секцій одна від одної) влаштовується одна витяжна шахта зі співвідношенням сторін не більше 1:2 з відкритим оголовком висотою не менше 4,5 м від верху перекриття над останнім поверхом. Для збирання атмосферних опадів на підлозі горища під шахтою розміщується піддон глибиною 250 мм. У розрахункових умовах температура повітря на горищі має бути не нижча 14°C [14, п. 5.3].

Припливне повітря надходить в житлові кімнати квартири, видалення повітря здійснюється з підсобних приміщень із верхньої зони через регульовані решітки. Повітрообмін у квартирах організований таким чином, щоб виключити пере-

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

тікання повітря з підсобних приміщень у житлові кімнати. Двері кухонь, ванн, вбиралень і підсобних приміщень знизу мають зазори висотою 20-30 мм для надходження повітря із житлових кімнат.

Приплив повітря у житлові кімнати квартири здійснюється через припливні регульовані клапани, що встановлюються в плетінні вікна у верхній його частині (рис. 3.2).

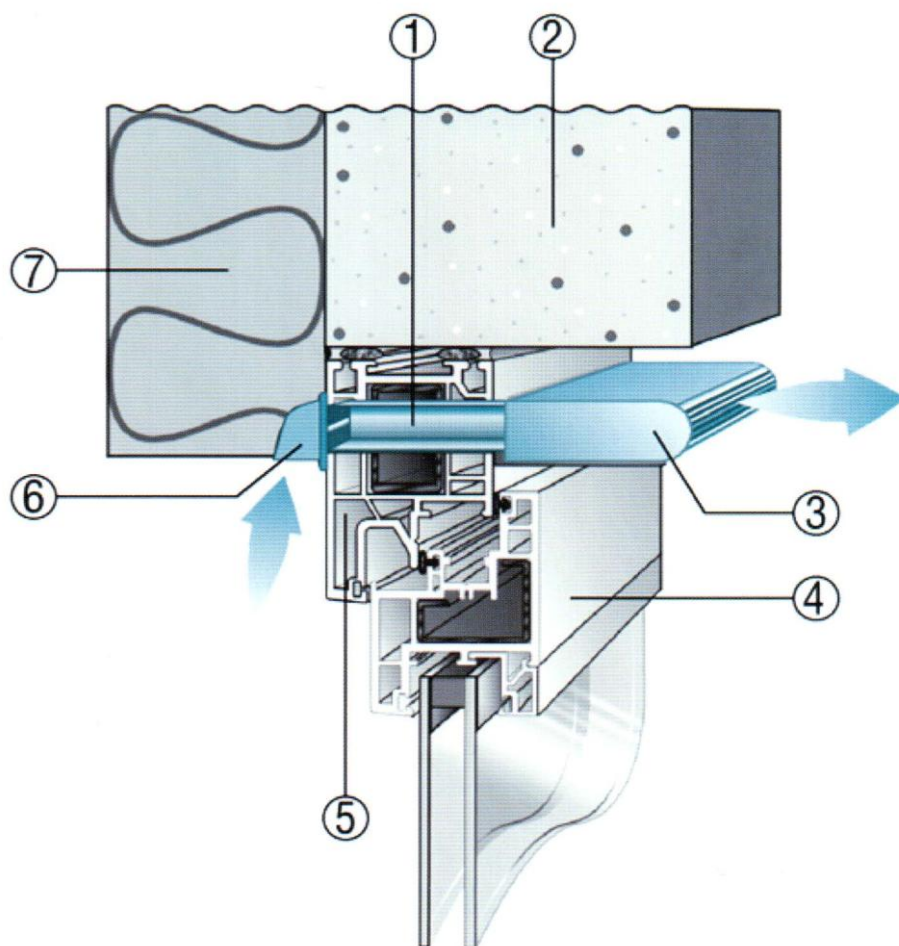


Рис 3.2 Схема встановлення припливного пристрою в металопластикове вікно
1 – повітряний канал; 2 – конструкція стіни; 3 – інсайд припливного елемента; 4 – віконна стулка; 5 – віконна рама; 6 – зовнішня решітка; 7 – теплова ізоляція

Найпростіші і найдешевші пристрої, що вбудовуються у віконне плетіння, складаються з:

- інсайда (внутрішньої частини) з клапаном ручного регулювання з можливістю повного перекриття потоку;
- каналу, який встановлюється у виконану фрезою щілину у віконному плетінні;

– зовнішньої решітки, що захищає від атмосферних опадів та приникнення комах.

Більш сучасні інсайди можуть додатково обладнуватися фільтрами (G2 або G3), шумовою ізоляцією та штормовим захистом. Замість клапанів ручного регулювання можуть встановлюватися клапани постійної витрати повітря або клапани, пристрої яких реагують на вологість внутрішнього повітря чи на температуру зовнішнього повітря.

Видалення повітря з приміщень квартири здійснюється через витяжні пристрої – витяжні решітки з клапанами марки MV (рис. 3.3) виробництва української компанії «Вентс», що встановлюються в кухнях, ваннах та вбиральнях квартир.

Вентиляційні побутові решітки MV використовуються для настінного монтажу, кріпляться за допомогою шурупів, мають захисну сітку від комах, завдяки клямкам внутрішня частина решітки легко знімається, сітка легко очищується.

Витяжні пристрої приєднуються до вертикального збірного каналу через повітряний затвор – супутник. Вертикальні збірні канали передбачені роздільними для кухонь та санвузлів із ваннами.

Додаткове провітрювання квартир у теплий період року передбачене шляхом відкриття стулок вікон, кватирок або фрамуг.

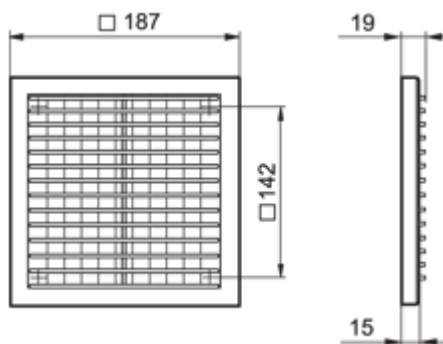


Рис 4.3 Схема вентиляційної побутової решітки марки MV121s

Канали системи природної вентиляції складаються з поверхових уніфікованих бетонних блоків і розміщуються у внутрішніх стінах будинку. В місцях з'єднань поверхових блоків передбачені герметизуючі прокладки.

Система витяжної вентиляції збирається з вентиляційних блоків за схемою зі спільним вертикальним збірним каналом та поверховими відгалуженнями (супутниками). Супутники проходять вертикально паралельно збірному каналу і приєднуються до нього через поверх на 300 мм нижче отвору для витяжного пристрою. Схема системи наведена на арк. 10 у графічній частині проекту.

До збірного вентиляційного каналу на кожному поверсі приєднується одна квартира.

Для підвищення аеродинамічної сталості системи (за рахунок збільшення аеродинамічного опору входу повітря в супутник) вхідна ділянка супутника виконана у вигляді конфузора.

В кожній квартирі встановлені по 3 витяжні решітки та 3 супутника: по одному в кухні, ванні та вбиральні, причому останні два під'єднуються до спільного збірного каналу. Витяжні решітки вставлені безпосередньо у вентиляційні блоки.

Збірний вентиляційний канал виведений у тепле горище. В місці виходу на горище канал накритий бетонним оголовком, який являє собою дифузор. У горище надходить повітря з усіх квартир секції будинку.

Видалення повітря з приміщень квартир верхнього поверху, як правило, здійснюється індивідуальними витяжними вентиляторами через окремі канали. Кількість поверхів, квартири яких мають бути обладнані індивідуальними вентиляторами, визначається розрахунком.

З теплого горища повітря видаляється в атмосферу через утеплену витяжну шахту (без зонта). Висота шахти дорівнює 4,5 м над покрівлею горища, висотна позначка гирла шахти 43,075 м.

Для припливу свіжого повітря у вікнах житлових кімнат встановлюються регульовані припливні клапани.

Сміттєзбірна камера вентилується через стовбур сміттєпроводу та жалюзійну решітку, встановлену в нижній частині дверей.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Підбір пристроїв для видалення повітря

Як витяжні решітки у проекті прийняті універсальні побутові решітки марки MV виробництва української компанії «Вентс» [17]. Підбір типорозмірів вентиляційних решіток виконаний за швидкістю руху повітря в прозорах решіток систем природної вентиляції близько 1 м/с (в діапазоні від 0,5 до 1,5 м/с). Результати підбору решіток наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Підбір типорозмірів вентиляційних решіток

№ з/п	Назва приміщення	Повітрообмін, м ³ /год	Решітка		Швидкість руху повітря, м/с
			типорозмір	площа живого перерізу, м ²	
1	Ванна, вбиральня	25	MV 100 s	0,0067	1,04
2	Кухня з електроплитою	60	MV 121 s	0,0155	1,08

3.5. Аеродинамічний розрахунок систем природної витяжної вентиляції

Аеродинамічний розрахунок систем природної витяжної вентиляції виконаний з метою підбору розмірів поперечних перерізів вентиляційних каналів. Розрахунок виконано за методикою, викладеною в літературі [14, розд. 9.1].

При виконанні аеродинамічного розрахунку прийнято:

- розрахункові витрати повітря – за табл. 4.1;
- розрахункова температура зовнішнього повітря – 5°C [2];
- розрахункова швидкість вітру – 0 м/с [2].

Розрахунковий наявний гравітаційний тиск у витяжній вентиляційній системі для квартир кожного поверху будинку обчислюється за формулою.

$$\Delta P_{\text{НАЯВ}} = g \cdot (\rho_z - \rho_v) \cdot h_{\text{РОЗР}}, \text{ Па} \quad (3.1)$$

де ρ_z та ρ_v – відповідно густина зовнішнього і внутрішнього повітря за розрахункових температур (для зовнішнього повітря за температури 5°C $\rho_z = 1,270 \text{ кг/м}^3$, для внутрішнього повітря за температури 20°C $\rho_v = 1,207 \text{ кг/м}^3$); $h_{\text{РОЗР}}$ – відстань по вертикалі від центру витяжного пристрою до гирла витяжної шахти, яка обчислюється за формулою

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$h_{\text{ПОЗР}} = H - h, \text{ м} \quad (3.2)$$

де H – висотна позначка гирла витяжної шахти, 43,075 м; h – висотна позначка центру витяжного пристрою, який розташований на висоті 2,415 м від рівня чистої підлоги відповідного поверху, м.

Опір повітряного тракту (втрати тиску) системи вентиляції мають бути меншими величини наявного гравітаційного тиску із запасом в 10 %, тобто

$$\Delta P_{\text{НАЯВ}} = 0,9 \cdot (\Delta P_{\text{ПРИП}} + \Delta P_{\text{ВИТ}} + \Delta P_{\text{СУП}} + \Delta P_{\text{КАН}} + \Delta P_{\text{Т.ГОР}} + \Delta P_{\text{ШАХТ}}), \text{ Па} \quad (3.3)$$

де $\Delta P_{\text{ПРИП}}$ – втрати тиску в припливних пристроях, Па; $\Delta P_{\text{ВИТ}}$ – втрати тиску у витяжних пристроях, Па; $\Delta P_{\text{СУП}}$ – втрати тиску у супутнику, Па; $\Delta P_{\text{КАН}}$ – втрати тиску в збірному каналі, в тому числі втрати тиску в трійнику, Па; $\Delta P_{\text{Т.ГОР}}$ – втрати тиску в теплому горищі, Па; $\Delta P_{\text{ШАХТ}}$ – втрати тиску у витяжній шахті, Па.

При розрахунку опору повітряного тракту рекомендується [14, п. 9.1.4] приймати:

- сумарні втрати тиску в припливних і витяжних пристроях та в супутнику $(\Delta P_{\text{ПРИП}} + \Delta P_{\text{ВИТ}} + \Delta P_{\text{СУП}}) \geq 6 \div 9 \text{ Па}$;
- швидкість руху повітря в супутнику $V_{\text{СУП}} = 1,0 \div 1,5 \text{ м/с}$;
- швидкість руху повітря у збірному каналі $V_{\text{КАН}} = 2,0 \div 3,5 \text{ м/с}$;
- швидкість руху повітря у витяжній шахті $V_{\text{ШАХТ}} \leq 1,0 \text{ м/с}$;
- втрати тиску у витяжній шахті $\Delta P_{\text{ШАХТ}} \approx 1 \text{ Па}$.

Розрахункова витрата витяжного вентиляційного повітря в одній квартирі становить $60 + 25 + 25 = 110 \text{ м}^3/\text{год}$, де 60 – витяжка з кухні з електроплитою, 25 – з вбиральні, 25 – з ванної.

Розрахункова витрата витяжного повітря з теплового горища однієї секції будинку становить $110 \cdot 9 \cdot 12 = 11\,880 \text{ м}^3/\text{год}$, де 9 – кількість квартир на поверсі секції будинку, 12 – кількість поверхів.

Супутники прийняті стандартні прямокутного поперечного перерізу з розмірами:

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в кухні – 100 x 180 мм з площею живого перерізу 0,018 м²;
- у вбиральнях і ваннах – 100 x 100 мм з площею живого перерізу 0,010 м².

Швидкість руху повітря в супутниках становить:

- у кухні

$$V_{\text{суп.кух}} = \frac{L_{\text{кух}}}{3600 \cdot f_{\text{суп}}} = \frac{60}{3600 \cdot 0,018} = 0,93, \text{ м/с} \quad (3.4)$$

- у ванні та вбиральні

$$V_{\text{суп.ван}} = \frac{L_{\text{ван}}}{3600 \cdot f_{\text{суп}}} = \frac{25}{3600 \cdot 0,010} = 0,69, \text{ м/с} \quad (3.4)$$

Витяжна шахта прийнята квадратною в плані з розмірами 2,0 x 2,0 м з площею живого перерізу 4,0 м². Швидкість руху повітря в шахті становить

$$V_{\text{шахт}} = \frac{L_{\text{шахт}}}{3600 \cdot f_{\text{шахт}}} = \frac{11880}{3600 \cdot 4,0} = 0,825, \text{ м/с} \quad (3.4)$$

Втрати тиску в припливних клапанах за розрахункової витрати повітря прийняті рівними 6 Па [14, дод. 2].

Коефіцієнт місцевого опору витяжних решіток з клапанами, що віднесені до їхнього фронтального перерізу, прийнятий рівним $\xi = 1,5$ [14, дод. 2]. Втрати тиску у витяжних решітках становлять:

- у кухні

$$\Delta P_{\text{кух}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{вп.кух}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 1,08^2 \cdot 1,2}{2} = 1,05, \text{ Па} \quad (3.5)$$

- ванні та вбиральні

$$\Delta P_{\text{ван}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{вп.ван}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 1,04^2 \cdot 1,2}{2} = 0,97, \text{ Па} \quad (3.5)$$

Втрати тиску в конфузорах після витяжних решіток при $\xi = 0,1$ [14, дод. 2] становлять:

- у кухні

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$\Delta P_{\text{КУХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{СУП.КУХ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,1 \cdot 0,93^2 \cdot 1,2}{2} = 0,05, \text{ Па} \quad (3.5)$$

– у ванні та вбиральні

$$\Delta P_{\text{ВАН}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{СУП.ВАН}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,1 \cdot 0,69^2 \cdot 1,2}{2} = 0,03, \text{ Па} \quad (3.5)$$

Втрати тиску в колінах при вході повітря у супутник та при виході з нього за $\xi = 1,2$ [14, дод. 2] становлять:

– у супутнику кухні

$$\Delta P_{\text{КУХ}} = \frac{2 \cdot \xi \cdot V_{\text{СУП.КУХ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,93^2 \cdot 1,2}{2} = 1,25, \text{ Па} \quad (3.6)$$

– у супутниках ванни та вбиральні

$$\Delta P_{\text{ВАН}} = \frac{2 \cdot \xi \cdot V_{\text{СУП.ВАН}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,69^2 \cdot 1,2}{2} = 0,69, \text{ Па} \quad (3.6)$$

Втрати тиску в супутниках за довжиною (на тертя) при шорсткості стінок супутника 2 мм [14, дод. 2] становлять:

– у супутнику кухні

$$\Delta P_{\text{КУХ}} = R \cdot \beta_{\text{Ш}} \cdot l_{\text{СУП}} = 0,17 \cdot 1,26 \cdot 2,7 = 0,46, \text{ Па} \quad (3.7)$$

– у супутниках ванни та вбиральні

$$\Delta P_{\text{ВАН}} = R \cdot \beta_{\text{Ш}} \cdot l_{\text{СУП}} = 0,13 \cdot 1,21 \cdot 2,7 = 0,36, \text{ Па} \quad (3.7)$$

де $\beta_{\text{Ш}}$ – коефіцієнт, що враховує шорсткість стінок вентиляційного каналу;
 $l_{\text{СУП}}$ – довжина супутника, м.

Сумарні втрати тиску в повітряному тракті від припливного клапану до збір-
ного повітропроводу становлять:

– для кухні

$$\Delta P_{\text{КУХ}} = 6 + 1,05 + 0,05 + 1,25 + 0,46 = 8,81, \text{ Па} \quad (3.8)$$

– для ванни та вбиральні

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$\Delta P_{\text{ВАН}} = 6 + 0,97 + 0,03 + 0,69 + 0,36 = 8,05, \text{ Па} \quad (3.8)$$

Втрати тиску в дифузорі оголовка збірної вентиляційної каналу при $\xi = 0,15$ і швидкості повітря в основі оголовка $1,55$ м/с дорівнюють

$$\Delta P_{\text{ДИФ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ДИФ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,15 \cdot 1,55^2 \cdot 1,2}{2} = 0,22, \text{ Па}$$

Втрати тиску у витяжній шахті за довжиною (на тертя) дорівнюють

$$\Delta P_{\text{ШАХТ}} = R \cdot \beta_{\text{Ш}} \cdot l_{\text{ШАХТ}} = 0,004 \cdot 1 \cdot 4,5 = 0,02, \text{ Па}$$

Втрати тиску в місцевих опорах у шахті становлять:

– при вході повітря в шахту ($\xi = 0,5$)

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ШАХТ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,5 \cdot 0,825^2 \cdot 1,2}{2} = 0,20, \text{ Па}$$

– при виході повітря з шахти ($\xi = 1,5$)

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ШАХТ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 0,825^2 \cdot 1,2}{2} = 0,61, \text{ Па}$$

Сумарні втрати тиску в шахті становлять

$$\Delta P_{\text{ОГ+ШАХТ}} = 0,22 + 0,02 + 0,20 + 0,61 = 1,05, \text{ Па}$$

що відповідає рекомендованій величині.

Аеродинамічний розрахунок збірних вентиляційних каналів виконаний у таблиці 3.3. При виконанні розрахунку втрати тиску в місцевих опорах та на тертя визначені за допомогою комп'ютерної програми VentCalc v.1.3 (автор – Ігор Ільїн) відповідно до методичних рекомендацій, викладених у літературі [16].

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 3.3.

Розрахунок збірних вентиляційних каналів

Поверх	$h_{\text{розр}}, \text{м}$	$\Delta P_{\text{наяв}}, \text{Па}$	$L, \text{м}^3/\text{год}$	$B \times H, \text{мм}$	Втрати тиску, Па				Надлишки (нестачі) тиску, Па
					на поперечних ділянках	в місцевих опорах	на тертя	сумарні	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Збірний канал вбиралень та ванн									
12	10,66	6,36	550	900x200	8,05	0,1	0,13	9,28	-3,56
11	13,66	8,15	500	900x200	9,28	0,1	0,11	9,49	-2,15
10	16,66	9,94	450	900x200	9,49	0,1	0,09	9,68	-0,73
9	19,66	11,73	400	400x180	9,68	0,2	0,60	10,48	0,08
8	22,66	13,52	350	355x140	10,48	0,3	1,24	12,02	0,15
7	25,66	15,31	300	315x140	12,02	0,4	1,21	13,63	0,15
6	28,66	17,10	250	315x125	13,63	0,3	1,17	15,10	0,29
5	31,66	18,89	200	250x125	15,10	0,3	1,30	16,70	0,30
4	34,66	20,68	150	200x125	16,70	0,3	1,27	18,27	0,34
3	37,66	22,47	100	140x125	18,27	0,2	1,41	19,88	0,34
2	40,66	24,26	50	125x100	19,88	0,49	0,87	21,24	0,60
Збірний канал кухонь									
12	10,66	6,36	660	1000x224	8,81	0,1	0,11	10,02	-4,30
11	13,66	8,15	600	1000x224	10,02	0,1	0,09	10,21	-2,87
10	16,66	9,94	540	1000x224	10,21	0,1	0,07	10,38	-1,43
9	19,66	11,73	480	900x224	10,38	0,1	0,07	10,55	0,01
8	22,66	13,52	420	280x200	10,55	0,4	1,18	12,13	0,04
7	25,66	15,31	360	250x200	12,13	0,4	1,15	13,68	0,10
6	28,66	17,10	300	224x200	13,68	0,4	1,07	15,15	0,24
5	31,66	18,89	240	200x180	15,15	0,4	1,21	16,76	0,24
4	34,66	20,68	180	200x140	16,76	0,4	1,34	18,50	0,11
3	37,66	22,47	120	200x100	18,50	0,2	1,52	20,22	0,00
2	40,66	24,26	60	180x100	20,22	0,51	0,42	21,15	0,69

У стовпчиках таблиці 3.3 наведена така інформація:

- у стовчику 1 – номер поверху, через який проходить дана ділянка збірно-го витяжного каналу;
- у стовчику 2 – відстань по вертикалі від центру витяжного пристрою до гирла витяжної шахти $h_{\text{розр}}$, що обчислена за формулою (3.2);
- у стовчику 3 – розрахунковий наявний гравітаційний тиск на ділянці $\Delta P_{\text{наяв}}$, що обчислений за формулою (3.1);
- у стовчику 4 – розрахункова витрата повітря на ділянці L ;
- у стовчику 5 – прийняті розміри поперечного перерізу ділянки збірного витяжного каналу в мм;

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

– у стовчику 6 – сумарні втрати тиску на всіх попередніх ділянках збірного каналу (для ділянки 12-го поверху – сумарні втрати тиску в повітряному тракті від припливного клапану через витяжну решітку і супутник до збірного каналу та від оголовка каналу через тепле горище та витяжну шахту назовні будинку);

– у стовчику 7 – втрати тиску в місцевих опорах (трійниках та дифузорах) на даній ділянці збірного каналу;

– у стовчику 8 – втрати тиску за довжиною (на тертя) на даній ділянці збір-ного каналу;

– у стовчику 9 – сумарні втрати тиску на даній ділянці збірного каналу з усіма попередніми ділянками;

– у стовчику 10 – надлишки (або нестачі – зі знаком «мінус») наявного гра-вітаційного тиску на даній ділянці збірного каналу, що обчислені за виразом $0,9 \cdot \Delta P_{\text{НАЯВ}} - \sum \Delta P_{\text{ДЛЛ}}$, Па.

Як видно з результатів розрахунку, в квартирах на 9-12-му поверхах втрати тиску у повітропроводах при пропуску розрахункової витрати повітря перевищу-ють наявний гравітаційний тиск, тому на цих поверхах природна вентиляція не забезпечує розрахункового повітрообміну. Для компенсації нестачі наявного гра-вітаційного тиску в квартирах 9-12-го поверхів необхідно встановити витяжні ре-шітки, обладнані індивідуальними витяжними осьовими вентиляторами, марки VENTS 100 К з характеристикою: габаритні розміри 154x110x100 мм; напруга живлення 220-240 В; частота 50 Гц; потужність 14 Вт; споживаний струм 0,085 А; швидкість обертання 2300 об/хв; продуктивність 95 м³/год; тиск повітря 35 Па; рі-вень шуму 34 дБ(А) 3 м; вага 0,53 кг; корпус із АБС-пластику; кріплення за допо-могою шурупів; наявність захисної сітки від комах [17, с. 34-35]. Видалення пові-тря з приміщень цих квартир здійснюється через окремі вентиляційні канали [14, п. 5.3].

Уточнений розрахунок верхніх ділянок збірних вентиляційних каналів від місця приєднання супутників 8-го поверху до виходу повітря у горище (довжи-ною 10 м) наведений у таблиці 3.4.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4.

Уточнений розрахунок верхніх ділянок збірних вентиляційних каналів

Поверх	H _{розр} , м	$\Delta P_{\text{на вв}}$, Па	L, м ³ /год	ВхН, мм	Втрати тиску, Па				Надлишки (нестачі) тиску, Па
					на попере- дніх діля- нках	в місце- вих опо- рах	на те- ртя	сумарні	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Збірний канал вбиралень та ванн									
9-12	19,66	11,73	400	450x160	8,05	0,2	2,12	10,37	0,19
Збірний канал кухонь									
9-12	19,66	11,73	480	500x200	8,81	0,1	1,51	10,42	0,14

Водночас у квартирах нижніх поверхів будинку спостерігається незначний надлишок гравітаційного тиску. Для зменшення нерівномірності в розподілі витрат витяжного повітря по поверхах будинку слід провести монтажне регулювання системи шляхом налаштування витяжних клапанів і збільшення аеродинамічного опору системи на нижніх поверхах будинку.

3.6. Аварійна протидимна вентиляція

Для видалення диму у випадку пожежі з метою забезпечення евакуації людей з приміщень будинку в початковій стадії пожежі, що виникла в одному з приміщень, у дипломному проекті запроектована аварійна протидимна вентиляція. Опис та розрахунок цієї системи наведений у розділі «Охорона праці».

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

4.1. Загальні відомості

Індивідуальний тепловий пункт представляє собою комплекс вимірювальних приладів та запірної арматури розташованих на подаючому та зворотному трубопроводі.

Тепловий пункт призначений для регулювання температури питаючої води, але може використовуватись споживачем для проведення контролю якості теплової енергії, або використовуючись енергозберігаючою організацією для створення організації контролю за тим в якому режимі споживає споживач теплову енергію.

4.2. Конструкція теплового пункту. Основні елементи

Тепловий пункт розташовується в спеціально призначеному для цього приміщенні, представляє собою подаючий та зворотній трубопровід, на якому розміщаються основні елементи.

Закріплюється тепловий пункт до стіни на висоті 0,5...0,7м від рівня підлоги, та має ні менш 700мм між подаючим та зворотним трубопроводом для зручного розташування обладнання.

До основних елементів теплового вузла відносяться:

Грязьовик – для грубої очистки води;

Фільтри – для більш ретельного очищення води;

Теплолічильник – вимірює кількість відпущеного тепла;

Насос циркуляційний – для забезпечення циркуляції води в системі опалення;

Терморегулятор електронний – призначений для регулювання температури теплоносія в неробочий час.

До комплексу терморегулятора входить:

- блок керування;

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- датчик внутрішньої температури;
- датчик зовнішньої температури.

Також до елементів теплового вузла входять:

- датчик температури води;
- ультразвуковий тепловодолічильник з обчислювачем;
- витратомір для теплолічильника;
- сідловий регулюючий клапан;
- циркуляційний насос системи опалення;
- грязьовик;
- лічильник гарячої води;
- контрольно-вимірювальні прилади.

4.3. Розрахунок циркуляційного насосу

Для водяного опалення з штучною циркуляцією в котельній або тепlopункті встановлюється насос, щоб його правильно підібрати треба провести розрахунки.

$$G = Q_p / ((t_r - t_o) \cdot \gamma) \quad (4.1)$$

$$G = \frac{41452}{20 \cdot 977,81} = 2,1 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де Q_p - витрати тепла на опалення;

t_r – температура гарячої води;

t_o – температура охолодженої води;

$\gamma = 977,81 \text{ кг/м}^3$ – щільність води в зворотному трубопроводі при температурі 70°C

$$48,2 \text{ кВт} = 48200 \text{ Вт} \cdot 0,86 = 41452 \text{ ккал/год.}$$

Продуктивність насосу складає $2,1 \text{ м}^3/\text{год.}$

Розрахунок потрібного напору

$$\Sigma l \cdot 1,3 = X$$

9мм – втрати напору на 1м довжини + 3,0м по будинку

Перша секція 182,0м

$$182,0 \cdot 1,3 \cdot 0,009 = 2,12 \text{ м}^3$$

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Проведеним розрахункам відповідає циркуляційний насос с мокрим ротором WILO TOP-S 40/10 DM з наступними характеристиками:

Потужність двигуна, кВт	0,585
Максимальна продуктивність, л / год.	21000
Висота нагнітання, м	10

4.4. Експлуатація теплових пунктів

Основними завданнями експлуатації є:

- забезпечення необхідної витрати теплоносія для кожного теплового пункту при відповідних параметрах;
- зниження теплових втрат і витоків теплоносія;
- забезпечення надійної й економічної роботи всього встаткування теплового пункту.

Необхідність чергування персоналу на теплових пунктах і його тривалість повинні бути встановлені залежно від місцевих умов експлуатації.

Експлуатація теплових пунктів, що перебувають на балансі абонентів теплових мереж, повинна здійснюватися персоналом абонентів під контролем експлуатаційного підприємства.

Контроль за роботою теплових пунктів, а також перевірка їх обслуговування й інструктаж обслуговуючого персоналу абонентів повинні здійснюватися слюсарями теплофікаційних уведень теплоспостачаючого експлуатаційного підприємства. При цьому за кожним слюсарем повинен бути закріплений ділянка з точно певними границями обслуговування.

Обхід теплових пунктів повинен вироблятися в міру необхідності, але не рідше одного разу в два тижні за графіком, затвердженим головним інженером підприємства або начальником експлуатаційної ділянки.

Періодично, не рідше одного разу у три місяці, теплові пункти повинні оглядатися технічним керівником експлуатаційного підприємства.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Відвідування теплового пункту повинне бути зафіксоване в спеціальному журналі, що повинен перебувати на тепловому пункті. В журналі повинні бути записані також виявлені несправності, вказівки й строки їхнього усунення; результати перевірки виконання цих вказівок абонентом також повинні бути занесені в журнал.

Теплова потреба опалювальних будинків повинна уточнюватися в процесі експлуатації шляхом вимірів температури теплоносія у зворотному трубопроводі після систем опалення й повітря й опалювальних приміщень. Перевірка повинна здійснюватися експлуатаційним підприємством разом зі споживачем теплової енергії зі складанням двостороннього акту. В акті повинні бути зазначені заходи для усунення виявлених перегрівів або недогрівів опалювальних приміщень.

Налагодження систем теплоспоживання повинна здійснюватися персоналом споживачів теплової енергії. У випадку виникнення аварійної ситуації споживач теплової енергії зобов'язаний сповістити диспетчера або адміністрацію експлуатаційного підприємства для вживання термінових заходів по локалізації аварії й до прибуття персоналу експлуатаційного підприємства відгородити місце аварії й виставити чергових.

Включення й вимикання теплових пунктів, систем теплоспоживання й установлення витрати теплоносія повинні вироблятися персоналом споживачів теплової енергії з дозволу диспетчера й під контролем персоналу експлуатаційного підприємства.

Для перевірки підготовленості до опалювального періоду при прийманні теплових пунктів повинне бути перевірене наступне:

- виконання плану ремонтних робіт і якість їхнього виконання;
- стан теплопроводів теплової мережі, що належать споживачеві теплової енергії;
- стан утеплення будинків (горища, сходові клітки, підвали, двері й т.п.) і центральних теплових пунктів, а також індивідуальних теплових пунктів;

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- стан трубопроводів, арматури й теплової ізоляції в межах теплових пунктів;
- наявність і стан контрольно-вимірювальних приладів і автоматичних регуляторів;
- наявність паспорта, принципових схем і інструкцій для обслуговуючого персоналу й відповідність їхньої дійсності;
- відсутність прямих з'єднань устаткування теплових пунктів з водопроводом і каналізацією;
- щільність устаткування теплових пунктів.

Приймання теплових пунктів в експлуатацію після монтажу або ремонту повинна вироблятися з обов'язковою участю представника експлуатаційного підприємства.

Випробування устаткування установок і систем теплоспоживання на щільність і міцність повинні вироблятися після їхнього промивання персоналом споживача теплової енергії з обов'язковою присутністю представника експлуатаційного підприємства.

Безпосередньо перед початком опалювального періоду персонал споживача теплової енергії повинен зробити гідропневматичне промивання опалювальної системи, приєднаної до теплової мережі за залежною схемою (незалежно від раніше проведених промивань), до повного посвітління води, що, скидається, після чого під керівництвом представника експлуатаційного підприємства повинен заповнити систему мережною водою.

Випробування роботи систем опалення повинні вироблятися після одержання позитивних результатів випробувань систем на щільність і міцність.

Випробування систем опалення в обвід елеваторів або із соплом більшого діаметра, а також при завищеній витраті теплоносія заборонено.

Тиск теплоносія у зворотному трубопроводі теплового пункту повинне бути на 0,05МПа більше статичного тиску системи теплоспоживання, приєднаної до теплової мережі за залежною схемою.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Підвищення тиску теплоносія понад припустимий і зниження його менш статичного, навіть короточасне, при відключенні й включенні в роботу систем теплоспоживання, підключених до теплової мережі за залежною схемою, заборонено.

Відключення системи варто робити почерговим закриттям засувок, починаючи із трубопроводу, що подає, а включення - відкриттям, починаючи зі зворотного.

Водо-водяні нагрівачі гарячого водопостачання й опалення, установлені на теплових пунктах, повинні випробовуватися пробним тиском води, рівним робочому тиску теплоносія з коефіцієнтом 1,25, але не менш 0,98МПа з боку міжтрубного простору при знятих передніх і задніх кришках. При випробуваннях секційних теплообмінників необхідно знімати калачі.

Для виявлення витоків мережної води в місцеві системи гарячого водопостачання або перетікання водопровідної води в трубопроводи теплової мережі через зношування трубної системи водо-водяних теплообмінників або нещільності вальцювання щільність всіх теплообмінників періодично, не рідше одного разу в 4 місяці, повинна бути перевірена під тиском водопроводу або теплової мережі.

Періодично повинні проводитися випробування теплообмінників на теплову продуктивність. Теплові випробування необхідно робити не рідше одного разу в 5 років.

При наявності на теплових пунктах металевих баків-акумуляторів гарячої води повинен бути забезпечений контроль за їхньою роботою. Баки-акумулятори повинні бути зовні покриті тепловою ізоляцією. Внутрішня поверхня баків повинна бути покрита антикорозійною ізоляцією. Зовнішній огляд баків повинен вироблятися щодня; при цьому необхідно стежити за станом теплової ізоляції, що підводять і трубопроводів, що відводять, що компенсують пристроїв. Внутрішній огляд баків-акумуляторів повинен вироблятися не рідше одного разу в рік з визначенням товщини стінок.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

При кожному обході ІТП відкритих систем теплопостачання, щоб уникнути ривчаків мережної води з подаючого у зворотний трубопровід при відсутності водоразбору, необхідно перевіряти щільність зворотного клапана, встановленого на відгалуженні від зворотного трубопроводу.

Елеватори й спускні крани на теплових пунктах і в системах теплоспоживання повинні бути опломбовані експлуатаційним підприємством, тільки персонал якого має право знімати пломби й відкривати спускні крани. Персоналу споживача теплової енергії дозволяється відкривати спускні крани тільки у випадку аварій з негайним повідомленням диспетчера або чергового експлуатаційного підприємства.

Періодичний огляд контрольно-вимірювальних приладів, встановлених на теплових пунктах абонентів, повинні робити слюсарі теплофікаційних уведень.

Контрольно-вимірювальні прилади, використовувані для обліку теплової енергії, повинні періодично перевірятися. Пломбувати ці прилади повинні органи Комітету стандартів, мір і вимірювальних приладів при Раді Міністрів СРСР або по їх дорученню теплопостачаюче підприємство. Ремонт і перевірку приладів повинне здійснювати експлуатаційне підприємство.

Перелік приладів і строк державної перевірки встановлюються відповідно до вимог правил Державного комітету стандартів, мір і вимірювальних приладів. Взаємини між експлуатаційним підприємством і споживачами теплової енергії визначаються Правилами користування тепловою енергією.

Основні завдання експлуатації теплових пунктів систем пароспоживання: розподіл пари, одержуваного з парової теплової мережі, і регулювання відпустки теплової енергії на опалення й вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря й інших метеорологічних умов; контроль за споживанням пари, спостереження за його параметрами; контроль за якістю й витратою конденсату, що повертає; забезпечення безперервного його відводу на джерело паропостачання; обслуговування конденсатних баків і насосів теплового пункту, спостереження за роботою дренажних пристроїв; контроль за щільністю

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування, трубопроводів і арматур; включення й відключення теплових пунктів і систем пароспоживання.

Включення теплового пункту й системи пароспоживання повинне здійснюватися відкриттям пускових дренажів, прогрівом паропроводів, устаткування теплового пункту й системи пароспоживання. Швидкість прогріву залежить від умов дренажу конденсату, що накоплюється.

Розподіл пари по окремим теплоприймальникам повинне здійснюватися настроюванням регуляторів тиску, а в споживачів з постійною витратою пари - установкою дросельних діафрагм відповідних діаметрів.

Для запобігання спорожнювання водяних систем опалення, підключених до парових теплових мереж через пароінжектори, а також для захисту паропроводів від забросу води при зниженні тиску пари в них нижче статичного тиску підключеної водяної системи на паропроводі перед інжектором повинен бути встановлений зворотний клапан. Стан зворотного клапана і його щільність повинні періодично контролюватися.

Експлуатація пароінжекторного теплового пункту без зворотного клапана або при його несправності заборонена.

Регулювання відпустки теплової енергії системам теплоспоживання, підключеним до паропроводів по пароінжекторній схемі, повинне вироблятися якісним методом (змінюючи температуру води в системі залежно від метеорологічних умов) на кожному тепловому пункті змінюючи тиск пари перед що змішує нагрівачем (від повного включення до повного відключення його).

Тиск пари перед інжектором повинне бути постійним.

При необхідності зниження температурного перепаду в системі менш 7...8K регулювання відпустки теплової енергії може бути здійснено місцевими пропусками шляхом відключення інжектора від паропроводу.

Теплопостачаюче підприємство повинне перевіряти доцільність використання що відпускає й пари, що відробило, і розробляти заходи, спрямовані

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

на підвищення ефективності тепловикористання й збільшення повернення конденсату, а також контролювати виконання цих заходів у встановлений термін.

Для запобігання внутрішньої корозії конденсатопроводів і конденсатних баків збір конденсату зі споживачів необхідно здійснювати за закритою схемою. Крім цього, повинні бути передбачені спеціальні антикорозійні заходи.

При необхідності робити збір конденсату по відкритій схемі повинні бути вжиті заходи для деаерації конденсату перед відкачкою його на джерело паропостачання. Заходи щодо деаерації конденсату повинні бути погоджені з теплопостачаючим підприємством.

Конденсатні баки закритого типу необхідно випробовувати на щільність і міцність тиском, рівним робітникові з коефіцієнтом 1,5, але не менш 0,29МПа.

Контроль щільності й міцності відкритих конденсатних баків повинен проводитися аналогічно контролю щільності й міцності баків-акумуляторів гарячої води.

На теплових пунктах і в системах пароспоживання, де можливе забруднення конденсату, повинна бути організована періодична перевірка його якості після кожного теплоприймальника й у конденсатному баці для виявлення й локалізації джерела забруднення, а також вживання заходів для відновлення якості конденсату.

Результати перевірки якості конденсату повинні заноситися в журнал теплового пункту, туди ж повинні заноситися показання приладів обліку кількості конденсату, що повертає, і його параметри.

Якість конденсату, що повертає споживачами, повинні забезпечувати встановлені для експлуатаційного підприємства норми якості живильної води. Норми якості паропостачання повинні бути обумовлені договором на теплопостачання.

У конденсаті, що повертає споживачами, не повинні утримуватися домішки, що викликають спінювання котлової води й збільшення продувки котлів.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст масла в конденсаті, що повертається, не повинен перевищувати 10мг/кг. У системах пароспоживання, де конденсат забруднюється маслом і набиванням, повинно бути забезпечене очищення його в масловідділювачах.

За узгодженням з диспетчером експлуатаційного підприємства забруднений конденсат, непридатний для живлення котлів, може бути використаний споживачами. При відсутності такої можливості конденсат повинен бути спущений у каналізацію.

Подача непридатного для живлення котлів конденсату в загальний конденсатопровід теплової мережі заборонена.

Конденсат задовільної якості повинен безупинно перекачуватися на джерело паропостачання. Періодична відкачка допускається при витраті конденсату, що повертається, до 3т/год.

Щоб уникнути вилучення конденсату з конденсатопроводів мережі в конденсатні баки споживачів пари на всіх конденсатопроводах, включених у мережу паралельно, повинні бути установлені зворотні клапани, щільність яких повинна періодично перевірятися.

Характеристики конденсатних насосів, включених в конденсатопроводну мережу, повинні забезпечувати одночасну паралельну роботу цих насосів.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі описується призначення та структура об'єкту проектування – двосекційного дванадцятиповерхового житлового будинку.

Теплоносієм для системи опалення є вода з параметрами $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$. Теплопостачання житлового будинку передбачене від міських зовнішніх теплових мереж з температурою у зовнішньому контурі $150\text{--}70^{\circ}\text{C}$. Система опалення приєднується до зовнішніх мереж за незалежною схемою.

Система опалення прийнята двотрубна розподільна з розведенням трубопроводів у конструкції підлоги. Труби прокладаються у гофтрубі. Магістральні трубопроводи системи опалення – подавальний T_{11} та зворотний T_{21} – розташовуються в техпідпіллі. Розрахункові втрати тиску в системі становлять $P = 0,0545$ МПа.

Як опалювальні прилади прийняті конвектори опалювальні «Універсал ТБ» типу КСК20 висотою 428 мм малої та середньої (на пеших двох поверхах ліфтових холів) глибини виробництва «Сантехпром». Регулювання тепловіддачі опалювальних приладів здійснюється радіаторними термостатами виробництва фірми «Danfoss».

Видалення повітря із системи опалення здійснюється повітровідводчиками, що встановлюються в конструкції термостата RTD-N конвекторів та автоматичними повітровідводчиками, встановленими на розподільних колекторах, а також у верхніх точках стояків системи опалення.

Поквартирне розведення виконане з металополімерних труб.

Для обігріву техпідпілля зворотний трубопровід розвідної магістралі в техпідпіллі не ізолюється. На продухах передбачені утеплені стулки для закриття в зимовий час.

В житловому будинку запроектована припливно-витяжна вентиляція з природним спонуканням руху повітря. Припливне повітря надходить через припливні клапани, встановлені у плетінні вікон. Витяжна вентиляція здійснюється з кухонь, вбиралень та ванних кімнат через приставні канали.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В кваліфікаційній роботі передбачена система опалення з автоматичним регулюванням теплового навантаження у споживача (при збереженні комфортних умов) радіаторними термостатичними вентилями виробництва Danfoss.

Для контролю й обліку теплової енергії передбачені вузли комерційного обліку тепла.

Розроблені заходи з охорони праці.

Кваліфікаційна робота виконана у відповідності з чинними нормами, правилами, інструкціями і державними стандартами і забезпечує вибухопожежну безпеку при здійсненні передбачених проектом заходів.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 4-е переработанное и дополненное). Книга 1-я. [Текст] / Р.В. Щекин, С.М. Кореневский. – Киев: Будівельник, 1976. - 416с.
2. СНИП 2.04.05-91 Отопление вентиляция и кондиционирование.
3. ДБНВ .2.2-15-2005 Жилые дома.
4. Староверов И.Г. Справочник проектировщика «Внутренние санитарно технические устройства» часть 1-я Отопление [Текст] / И.Г. Староверов Ю.Н. Саргин - Москва: Стройиздат. 1990. - 521 с.
5. Синьковский К. Система Kan-therm «Справочник проектировщика и исполнителя работ» [Текст] / К.Синьковский, Я. Юхницький - Варшава: 2004. – 210 с.
6. Глуценко Л.Ф. «Теплотехника в строительстве и строительном производстве» [Текст] : учебное пособие под ред. Глуценко Л.Ф. - К: Высшая школа 1991. - 350с.
7. СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы». – Москва: Стройиздат, 1985.
8. Белов С.В. Охрана окружающей среды. [Текст] /Под ред. Белова С.В. 2-е издание . – Москва: 1991. - 354с.
9. Немцев З.Ф. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение [Текст] : учебное пособие для вузов / З.Ф.Немцев, Г.В.Арсеньев. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400с.
10. ВСН 54-87 Предприятия розничной торговли. 1987.
11. ДБН В 2.6-31-2006 Тепловая изоляция зданий. 2006.
12. Малюшенко В.В. Монтаж энергетических насосов ТЭС [Текст] / В.В. Малюшенко. - Москва: Энергоиздат, 1989. - 110 с.
13. Долин С.А. Охрана труда [Текст]. – Москва: 1992. - 200с.
14. Руководство АВОК–8–2007. Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий [Текст]. – М.: АВОК–ПРЕСС, 2007. - 101с.

					ПННІ НУК 144.04 7.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77