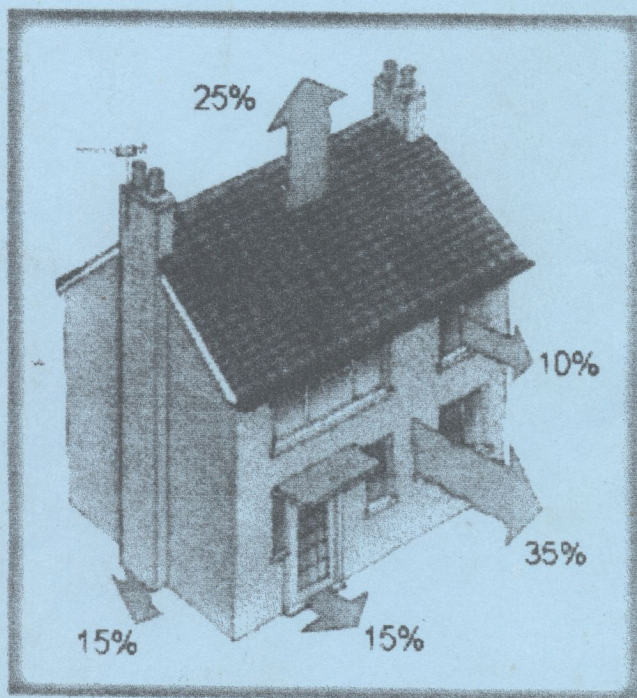


697(078)
A 81

І.Н.Дудар, Т.Е. Потапова

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

ЧАСТИНА 2



3848-13

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

І. Н. Дудар, Т.Е. Потапова

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

ЧАСТИНА 2

НТБ ВНТУ



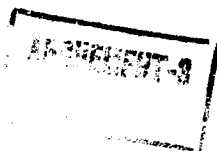
3848-13

697(075)

Д 81

2006

Дудар І.Н. Енергозберігаючі будівлі та споруди



Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник для студентів спеціальності "Промислове та цивільне будівництво" та "Міське будівництво та господарство", "Дизайн та комп'ютерна графіка в будівництві". Протокол №11 від 30 червня 2005р.

Вінниця ВНТУ 2006

Рецензенти:

М. Н. Чепурний, кандидат технічних наук, доцент

І. В. Маєвська, кандидат технічних наук, доцент

С. М. Лєбєдєва перший заступник начальника управління житлово-комунального господарства Вінницької обласної державної адміністрації

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Дудар І. Н., Потапова Т. Е.

Д 81 Енергозберігаючі будівлі та споруди. Частина 2

Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 170 с.

В навчальному посібнику викладено питання мікроклімату приміщень, розглянуті системи вентиляції і кондиціонування, сучасні технології тепlopостачання та вентиляції, влаштування теплих підлог, покрівель та ґорищ, а також наведені приклади рішення задач з варіантами завдань та додатками для них.

УДК 693.6



© Дудар І. Н., Потапова Т. Е., 2006

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Основні напрямки енергозбереження при проектуванні, будівництві і реконструкції будинків.....	6
1.1. Об'ємно-планувальні рішення і теплотехнічні характеристики будинків.....	6
2. Мікроклімат приміщень.....	14
2.1. Санітарно-гігієнічні передумови теплообміну (людина-середовище)	14
2.2. Фактори комфорту.....	17
2.3. Нормативні вимоги до мікроклімату приміщень.....	23
2.4. Розрахункові кліматичні умови для проектування систем забезпечення мікроклімату.....	28
2.5. Мікроклімат територій забудови.....	30
2.6. Інсоляція приміщень і територій забудови.....	35
3 Влаштування теплового даху, горища та покрівлі.....	38
4. Конструктивні рішення огороджуючих елементів, з підвищеними теплозахисними якостями.....	43
5. Відновлення теплозахисних і експлуатаційних властивостей зовнішніх захищень при реконструкції.....	47
6. Тепловий режим будинків.....	63
6.1 Розрахунок тепловитрат приміщень.....	63
6.2 Втрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря.....	66
7. Системи вентиляції та кондиціювання повітря.....	70
7.1 Основні поняття.....	70
7.2 Класифікація систем вентиляції.....	71
7.3 Сучасні технології в теплопостачанні та вентиляції.....	74
8. Опалення будинків та споруд.....	101
8.1 Нагрівальні прилади систем опалення.....	101
8.2 Класифікація котлів.....	103
8.3 Опалювальні печі.....	104
8.4 Каміни.....	107
9. Теплі підлоги та підвали.....	109
10. Вікна.....	115
11. Резерви енергозбереження.....	124
12. Приклади розрахунків та варіанти завдань.....	133
12.1 Приклад розрахунку теплового комфорту в приміщенні.....	133
12.2 Приклад розрахунку тепловитрат.....	136
12.3. Приклад визначення термічного опору теплопередачі зовнішньої стіни.....	137
12.4 Розрахунок точки роси.....	140
12.5 Приклад підбору перерізу вентиляційного каналу.....	142
Література.....	151
Додатки.....	153

ВСТУП

В нашій країні проблема енергозбереження з кожним роком стає все гостріше. В зв'язку з ростом цін на енергоресурси проблема організаційних і технічних заходів щодо економії тепла стає найактуальнішою не тільки для кожної взятої сім'ї, але й для міста, регіона в цілому.

Основним завданням систем енергопостачання і забезпечення мікроклімату є створення найсприятливіших умов для життя і праці людей, потрібних умов для забезпечення довговічності будинків та споруд, їх будівельних конструкцій та кращого збереження внутрішнього облицювання приміщень.

Мета вивчення цих систем – набуття студентами теоретичних і практичних знань з основ їх проектування.

Коректний проект системи опалення повинен базуватись на правильному за кімнатним розрахунком тепловитрат, який би враховував: параметри матеріалу і площу зовнішніх стін будинків, термічний опір повітряного прошарку, площі віконних, дверних прорізів і параметри їх загороджень, розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря і багато інших факторів.

Системи забезпечення мікроклімату, а в окремих випадках і системи теплопостачання, мають суттєвий, а інколи і вирішальний вплив на об'ємно-планувальні рішення будинків та інтер'єр їх приміщень, витрату теплоенергетичних ресурсів. Недооцінювання цього впливу призвела до появи будинків з розвинутим застосуванням фасадів і малоінерційними захисними конструкціями, що викликало погіршення мікроклімату приміщень, перевитрату теплоенергетичних ресурсів і невиправдано широке застосування систем кондиціювання повітря.

На практиці, в реальному будівництві, необхідний попередній експериментальний аналіз захисних конструкцій, а також аналіз

ефективності створеної і вже працюючої системи опалення.

Для рішення цих задач в наш час існує маса комп'ютерних пакетів, які дозволяють полегшити працю проектувальника, зробити проект наглядним, що ще на стадії його розробки дозволять врахувати всі особливості майбутньої системи опалення і максимально її оптимізувати. Це такі як AutoCAD, ArchiCAD і інші. Також існують програми, які допомагають розрахувати гідравлічну систему, підібрати котельне обладнання, провести комплектацію. Але необхідно пам'ятати, що всі ці програми не враховують багатьох факторів і видають тільки узагальнені результати. На практиці кожний об'єкт має свої конструктивні особливості, врахувати які може тільки спеціаліст - проектувальник.

Сьогодні багато хто вирішує перейти на автономне забезпечення свого будинку теплом, тому що ні для кого не таємниця, що обладнання наших котельних давно морально і фізично застаріло і ми платимо за раніше заплановані втрати.

Правильно сконструйована і ефективно працююча система може виявитись тільки при участі досвідченого інженера-проектувальника, який знає всі тонкощі і нюанси таких систем. Спеціаліст виконає проект на комп'ютері, враховуючи загальний тепловий режим будинку з дотриманням всіх будівельних норм і правил.

Економічне споживання електроенергії, а також підвищені вимоги до теплозахисних властивостей будівельних конструкцій і використання енергії Сонця створюють передумови для розвитку електричних і комбінованих систем тепlopостачання будинків з нетрадиційними тепловими джерелами.

Отже, системи енергопостачання і забезпечення мікроклімату займають значне місце в інженерному оснащенні будинків та споруд і вимагають належної уваги не тільки на стадії проектування і будівництва, але й експлуатації.

1 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ, БУДІВНИЦТВІ І РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ

1.1 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ І ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДИНКІВ

Основні параметри і форма будинку, призначувані, як правило, за функціональними і композиційними вимогами, практично мало враховують вимоги енергозбереження. Разом з тим загальновідомо, що будинки рівного об'єму й однакового конструктивного рішення при різних розмірах ширини, довжини і висоти можуть мати різні площі зовнішньої тепловіддавальної поверхні, а отже, і неоднакову величину тепловтрат.

Для оцінювання об'ємно-планувальних рішень з погляду зниження тепловтрат вводять різні показники і порівнюють їх з еталонами. Так, вводячи показники відношення площі зовнішніх стін до одного з його геометричних параметрів, об'єму або площі полу і прийнявши за еталон одну з форм будинку, можна одержати порівняльну оцінку компактності будинків різної форми при їхньому однаковому об'ємі.

Як приклад у табл.1.1 приведені порівняльні характеристики компактності трьох варіантів форм будинку, призначеного для розміщення 288 квартир і який має корисний об'єм 56180 м^3 .

Таблиця 1.1 – Порівняльні характеристики компактності різних форм будинку

Варіанти форми будинку і його розміри (ширина × висота × довжина), м	Об'єм будинку, м^3	Площа зовнішніх (тепловіддавальних) поверхонь, м^2	Показники компактності
Куб (еталон) $38,295 \times 38,295 \times 38,295$	56160	8 799,04	1,0
Паралелепіпед $18 \times 24 \times 130$	56160	11 184,00	1,34
Паралелепіпед $14 \times 24 \times 195$	56160	14 616,00	1,66

Примітка. Показник компактності в таблиці зображений виразом $(S_n/V)_{\text{буд.}}$: $(S_n/V)_{\text{пов.}}$, де S_n і $S_{\text{пов.}}$ - відповідно площі зовнішніх (тепловіддавальних) поверхонь варіанта будинку і будинку - еталона: V - об'єми розглянутого й еталонного варіантів будинку.

Приведений приклад показує, що другий варіант форми будинку забезпечує більшу компактність ніж третій, а отже, має меншу матеріалоемність, вартість зовнішніх захисних конструкцій і величину тепловтрат за інших рівних умов.

Більшої компактності об'ємно-планувального рішення можна досягти, використовуючи принцип блокування будинків.

У реальних умовах проектування нерідко приходиться блокувати об'єкти прямокутної форми в плані (рис. 1.1).

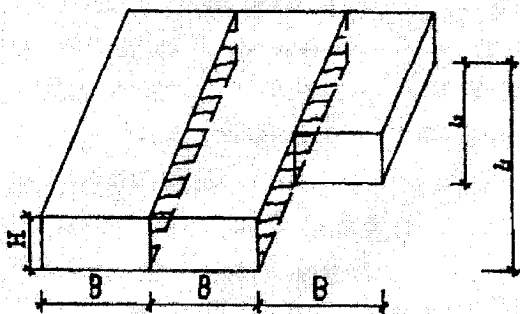


Рисунок 1.1 – Варіант блокування будинків

У будинку блокованого типу площа зовнішніх (тепловіддавальних) захисних конструкцій $S_n^{\text{бл}}$ буде визначатися як різниця між сумою площ зовнішніх захисних поверхонь, будинків, які стоять окремо $\sum S_n^{\text{від}}$ і подвоєною сумою площ новоутворених внутрішніх граней паралелепіпеда $\sum S_n$ (на рис. 1.1 внутрішні грані заштриховані). При розбіжності площ захисних конструкцій по грані блокування приймається подвоєна величина меншої з двох площ.

Ефективність блокування будинку з об'єктів прямокутної форми можна визначити з виразу:

$$i = \frac{\sum S_H^{e_{id}} - \sum S_H}{\sum S_H^{e_{id}}} = 1 - \frac{\sum S_H}{\sum S_H^{e_{id}}}. \quad (1.1)$$

Так, наприклад, при блокуванні трьох промислових будинків за схемою (рисунок 1.1), що має розміри $B=18$ м, $l_1=72,5$ м, $l_2=48,5$ м і $H=12$ м, ефективність блокування, обчислена за виразом (1.1), складе $i=0,775$ або в процентному обчислюванні площі зовнішніх тепловіддавальних поверхонь будинку скоротяться на 22,5%.

При призначенні розмірів будинку варто враховувати, що його питомі тепловтрати q_v (відношення загальної величини тепловтрат до корисної площі будинку) зменшуються зі збільшенням будь-якого геометричного параметра—ширини, висоти, довжини. Так, наприклад, для багатоповерхового житлового будинку, експлуатованого при розрахункових зимових температурах від -20 до -40 °С, особливо інтенсивна зміна величини q_v споглядається в інтервалі довжини від 20 до 100 м. В даному інтервалі при збільшенні довжини на 1 м питомі тепловтрати будинку зменшуються в середньому на 0,2 - 0,3%.

Однак найбільший ефект в економії енергоресурсів будинку пов'язаний з іншим об'ємно-планувальним параметром - його шириною. Для згаданого будинку збільшення ширини з 10 до 20 м забезпечує зменшення значення q_v на 20-25%, тобто теплотехнічний ефект від збільшення ширини будинку в кілька разів вищий (у даному випадку в 8-10 разів), ніж від збільшення його довжини.

Питомі тепловтрати знижуються з ростом кількості поверхів будинку. Так в умовах суворих зим (розрахункові температури зовнішнього повітря від -25 до -60 ° С) зміна поверховості адміністративного будинку від 1 до 3 поверхів викликає зниження питомих

тепловтрат у середньому від 28 до 32%. Після збільшення кількості поверхів, від 3 до 12 поверхів у цих же умовах, дає можливість знизити питомі тепловтрати ще на 5...7%. Подальше збільшення кількості поверхів (до 22 поверхів) буде сприяти зниженню питомих тепловтрат у межах на 1...2%.

Слід зазначити, що зниження тепловтрат у будинках високої поверховості (12 поверхів і більше) має місце тільки при надійній герметичності зовнішніх захисних конструкцій (при відсутності в будинку ефекту "димової труби").

У процесі розробки об'ємно-планувального рішення будинку корисно враховувати вплив на витрату енергоресурсів питомого периметра зовнішніх стін P_y , тобто відношення периметра зовнішніх стін до загальної площі типового поверху. Зменшення величини P_y на кожні 0,01 м призводить до зменшення витрати тепла на 1,25...2% (у залежності від кількості поверхів будинку). Для житлових будинків значення питомого периметру зовнішніх стін можуть складати від 0,2 у I кліматичному районі до 0,35 в III кліматичному районі.

У практиці проектування для оцінювання енергоекономічності об'ємно – планувального рішення іноді використовують величину відношення площі зовнішніх захисних конструкцій до розгорнутої площі будинку. Чим менший буде цей показник, тим менші будуть тепловтрати будинку. Величина цього показника складає: для одноповерхових виробничих будинків 1,5...2; для малоповерхових житлових – 0,8...1; для багатоповерхових промислових і житлових будинків - відповідно до 0,5 і 0,4. Для будинків незвичайних форм, наприклад для пірамід, досить широко застосовуваних у ряді країн (Франція, Німеччина, Швеція, Японія й ін.), цей показник ще менший і складає 0,15...0,35. Мінімального значення (до 0,1) він досягає для будинків у формі півсфер, використовуваних при проектуванні спортивних і виставочних комплексів,

складів і інших будинків і споруджень.

Призначення площі віконних заповнень, як правило, пов'язане з умовами забезпечення необхідних параметрів природного висвітлення. Разом з тим, необхідно враховувати, що збільшення площі світлових прорізів приводить до росту тепловтрат узимку і теплопостачання улітку, збільшення експлуатаційних витрат на захисні конструкції і одночасно призводять до зменшення енергетичного навантаження на систему штучного освітлення і зниження статичного навантаження на фундамент внаслідок зменшення площі більш масивних глухих ділянок конструкцій.

Вартість світлопрозорих ділянок огороження звичайно в 1,5...3 рази перевищує вартість глухих ділянок.

Встановлено, що зменшення площі вікон у 2 рази приводить до економії теплоти для будинків різного призначення приблизно на 10...12%. Подальше скорочення площі вікон не дає відчутної економії і силовій енергії, тому що одночасно збільшується площа глухих ділянок захисних конструкцій через котрі теж відбуваються тепловтрати, хоча й у трохи меншому обсязі.

Для забезпечення нормативної природної освітленості в житлових приміщеннях, площа світлопрорізів стосовно площі пола для I, II і III кліматичних районів повинна бути не менше 1:8 і не більше 1:5,5. Що стосується економії теплової енергії співвідношення 1:8 є більш раціональним, але разом з тим воно мало прийнятне через збільшення числа типорозмірів вікон і номенклатури стінових панелей, невідповідність невеликих за розмірами вікон естетичним вимогам і психологічному сприйняттю через погіршення візуального зв'язку людини з навколишнім середовищем. Тому остаточний вибір площі світлових прорізів повинен бути підтверджений усебічним техніко-економічним обґрунтуванням.

У процесі розробки планувального рішення будинку розташування приміщень у ньому необхідно, по можливості, робити в відповідності з

принципом теплового зонування. Це особливо важливо для будинків, експлуатованих в умовах холодного і суворого клімату. Використання принципу теплового зонування спрямовано на забезпечення нормативної температури в першу чергу в основних приміщеннях будинку, що дозволяє, у кінцевому рахунку, заощаджувати теплову енергію на будинок в цілому.

Відповідно до цього принципу в I кліматичному районі основні приміщення, як правило, розміщують на підвітряній стороні будинку, а підсобні і допоміжні – у навітряній.

Теплове зонування використовують при плануванні будинків, призначених для будівництва й в інших кліматичних районах (райони з сильними вітрами і високою запиленістю повітря й ін.). Для таких районів розробляються спеціальні типи вітрозахисних будинків, що орієнтуються на вітер, який переважає. На підвітряній стороні таких будинків, крім основних, розміщують літні приміщення і входні вузли, а у навітряній, (поряд з підсобними) – сходові клітки, коридори, галереї й ін. У будинках широтної орієнтації приміщення з необхідною більш високою нормативною температурою повітря розташовують з боку південного фасаду, а з низькою температурою - з північної сторони.

У проєктах енергозбереження будинків сходову клітку іноді розміщують уздовж будинку з боку північного фасаду, що дозволяє їй створити так званий тепловий екран для кімнат, які розташовані за ним. Такі планувальні рішення прийнятні для будинків і іншої орієнтації, особливо в тих випадках, коли основні приміщення орієнтовані на одну зі сторін з достатньою інсоляцією, а допоміжні – на іншу, інсольовану протягом нетривалого часу. Фасадна сторона будинку з допоміжними суміжними приміщеннями може розглядатися і як шумозахисний бар'єр при орієнтації її на сторону з великим рівнем шуму (транспорт або інші джерела).

У промислових будинках для більш ефективного використання тепла сонячної радіації, що надходить через віконні прорізи, проводяться ділянки з великими тепловиділеннями, рекомендується продумати щоб бік протилежний світлопрорізу, був орієнтованим на найбільш сонячну сторону.

Одним з основних елементів регулювання енергоспоживання і формування мікроклімату приміщень у просторово-об'ємній структурі будинку є "буферні зони". Ці зони можна розміщати по периметрові будинку у вигляді зашкленних дворів, веранд, лоджій, оранжерей, а також усередині спорудження у вигляді відкритих або закритих світлопрозорим огороженням внутрішніх двориків (рис. 1.2).

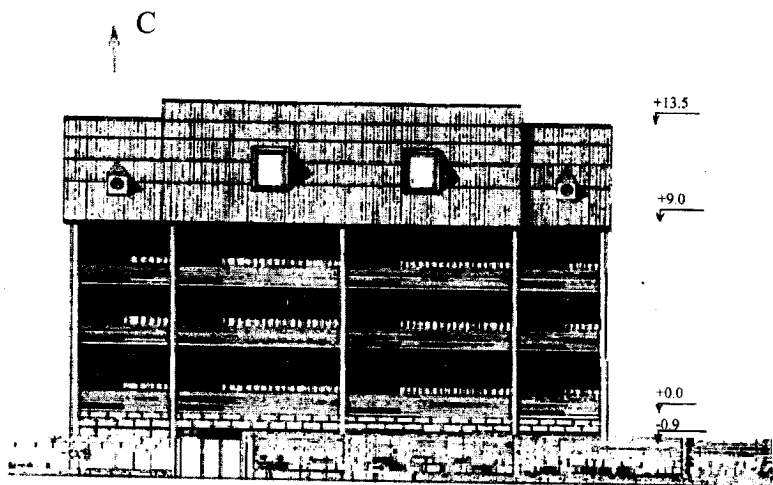


Рисунок 1.2 – "Буферні зони" в вигляді зашкленних веранд на фасаді будинку

"Буферні зони" мають велику гнучкість і здатність поєднувати у собі теплоенергетичні переваги відкритих і закритих об'ємів будинку. Як відкриті об'єми вони забезпечують надходження в приміщення енергії

природного середовища, а як закриті - забезпечують найбільш ефективне використання енергії від внутрішніх джерел, перешкоджаючи потокові теплової енергії з приміщення назовні. Раціонально спроектовані "буферні зони" пом'якшують екстремальні впливи на будинок природного середовища, створюють рівновагу між цими діями і мікрокліматом внутрішнього простору.

Найбільш високу ефективність має "буферна зона", що називається атріумом, у вигляді внутрішнього двору, закритого світлопрозорим огородженням.

Будинки з атріумом мають енергоекономічну форму. Вони, в порівнянні з іншими будинками, мають меншу величину питомої площі зовнішньої поверхні, підданої різноманітним атмосферним діям. Атріум є своєрідним акумулятором тепла і виконує роль кліматичного фільтра, захищаючи суміжні з ним приміщення від атмосферних впливів. Внаслідок цього приміщення втрачають через огородження атріуму набагато менше теплової енергії, ніж через інші зовнішні огородження будинку. Пристрій огорожень атріуму зі світлопрозорих матеріалів і орієнтація таких огорожень на сонячну сторону перетворює атріум у енергоактивний об'ємно-планувальний осередок будинку.

Розглянуті прийоми енергозбереження об'ємно-планувальними засобами будуть ефективні тільки при правильному врахуванні особливостей клімату території забудови.

2 МІКРОКЛІМАТ ПРИМІЩЕНЬ

2.1 САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТЕПЛООБМІНУ (ЛЮДИНА-СЕРЕДОВИЩЕ)

Людина більше 80% свого життя проводить у приміщенні: будинку, на роботі, у суспільних будинках і в транспорті. Її здоров'я, самопочуття, працездатність багато в чому визначаються рівнем комфорту приміщень.

В організмі людини виробляється значна кількість тепла. Величину виробленої людським організмом енергій фізіологи визначають за кількістю використаного кисню. У стані спокою доросла людина витрачає 15 л/год ($0,42 \cdot 10^{-5}$ м³/с) кисню. Якщо прийняти кількість теплоти, що виділяється при згорянні кисню, дорівнюють приблизно $21 \cdot 10^3$ Дж/м³, тоді кількість одержуваної людиною енергії складе 88 Вт. Під час фізичної діяльності людина споживає кисню в багато разів більше ніж у стані спокою (у 12 разів і більше).

Щоб урівноважити теплопродукцію і тепловіддачу, організм людини повинен мати відповідний механізм терморегуляції. Не враховуючи фізіологічні процеси регуляції, розглянемо лише фізичні процеси, пов'язані з тепловіддачею тіла людини.

Основними складовими тепловіддачі людського тіла є: конвекції, випромінювання (радіація), теплопровідність і випаровування. Конвективна тепловіддача складає приблизно 32-35% усієї тепловіддачі; кількість тепла, що віддається шляхом випромінювання, - 42-44%; на частку випару приходиться приблизно 10-15%. Тепло, що віддається шляхом теплопровідності, дуже незначне і, як правило, не враховується. Деяка частина тепловіддачі відбувається при видиханні повітря (нагрівання і випар повітря) і за рахунок конвекції при контакті тіл з поверхнями (наприклад підвіконня, столу й ін.).

Інтенсивність радіації, як основна складова тепловіддачі з поверхні шкіри людини, головним чином пов'язана з температурою навколишніх

поверхонь і особливо з температурою поверхні зовнішніх стін.

Конвективна тепловіддача від тіла повітря відбувається в результаті переміщення повітря в просторі і залежить від температури і швидкості руху повітря. Тепловіддача шляхом випаровування пов'язана з параметрами повітряного середовища: вологістю, температурою і швидкістю руху повітря.

Організм людини випаровує приблизно 800-1000 мл вологи в добу (на 1 м води затрачається 2400 Дж тепла). При температурах повітря вищих температури шкіри людини кількість вологи, що випаровується, зростає. Потовіддача починається при температурі навколишнього повітря 28...29°C і при температурі вище 34° С є єдиним способом тепловіддачі організму.

Дослідженнями встановлено, що середня температура шкіри людини істотно залежить від вологості повітря, оцінюваної показниками відносної вологості або пружності водяної пари. Так, за даними Сейферта зміна пружності водяної пари з 2700 до 5400 Па при температурі повітря 30...35°C і швидкості руху повітря 0,35 м/с підвищує температуру шкіри людини з 34 до 36,5°C. При цьому встановлено, що підвищення швидкості руху повітря від 0,35 до 1,3 м/с сприяє зниженню середньої температури шкіри на 1,5°C.

Для розрахунків різних способів тепловіддачі доцільно було б використовувати загальне рівняння теплового балансу людини:

$$Q = M - (\pm W \pm Q_{\text{вип}} \pm Q_p \pm Q_k), \quad (2.1)$$

де Q – надлишок або недостача тепла в організмі людини;

M - тепло, яке виділяється організмом людини за кількістю споживаного кисню (залежить від фізичної діяльності людини);

W - тепловий еквівалент механічної роботи;

$Q_{\text{вип}}$ - тепловіддача шляхом випаровування;

Q_p - радіаційна тепловіддача;

Q_k - конвективна тепловіддача.

З виразу (2.1) випливає, що якщо чисельне значення правої частини додатне, то температура тіла підвищується, то людині стає жарко, а якщо це значення від'ємне, то температура тіла зменшується і людині стає холодно. При тепловому балансі ($Q=0$) тепловідчуття людини сприятливе. У залежності від сприйняття й адаптації людини до клімату місцевості, пори року, віку, виду одягу і стану здоров'я терморегуляція (людина - повітряне середовище) змінюється у певних межах. Усе це необхідно враховувати при розробці архітектурно-конструктивних рішень будинків і приміщень, особливо при виборі конструкцій зовнішніх: стін, віконних і балконних заповнень, вхідних вузлів, покриттів, а також систем інженерного устаткування.

Фізичний стан повітряного середовища приміщення залежить від таких основних параметрів, як температура, відносна вологість і чистота.

Навколишнє середовище у якому відсутні подразнювальні і збуджувальні фактори, що заважають фізичній чи розумовій роботі або відпочинку, називають комфортним.

Фізико-динамічна модель комфорту, запропонована Д. Крумом, дає змогу визначити такі поняття, як свіжість, здатність пізнання навколишніх умов. В цій моделі навколишні умови розглядаються як єдине ціле і встановлюється зв'язок між комфортом і роботою або відпочинком. Так, наприклад, для людини на пляжі високий рівень сонячної радіації цілком комфортний, хоч такий самий рівень сонячної радіації несприятливий для людини, яка працює в приміщенні з розвиненим заскленням.

Свіжість – термін, який визначає стан навколишнього середовища, коли людина відчуває силу і бадьорість. Це поняття може бути пов'язане з кольором, температурою, рухомістю, відносною вологістю, чистотою,

запахом, іонним складом повітряного середовища тощо.

Вимоги до фізичного стану навколишнього середовища, коли відчуваєш "свіжість", такі:

- а) температура в приміщенні повинна бути настільки низькою, наскільки дозволяють умови комфорту;
- б) рухомість повітря в приміщенні повинна відповідати нормам рухомості безлокальних протягів;
- в) швидкість і напрямок руху повітря в приміщення мають бути змінними;
- г) відносна вологість повітря не повинна перевищувати 70%;
- д) температура на рівні голови людини повинна бути на 2...3°C нижча від температури біля ніг; на голову не повинне діяти радіаційне тепло;
- е) повітря не повинно мати запаху.

2.2 ФАКТОРИ КОМФОРТУ

Основними показниками, що впливають на умови перебування людини в приміщенні, є: усереднена температура повітря в приміщенні; усереднена температура всіх поверхонь, що обмежують приміщення; вологість і швидкість руху повітря. Певне значення на умови середовища для людини роблять і інші гігієнічні параметри повітря в приміщенні або в його окремих зонах (чистота, інсоляція й ін.).

У процесі проектування звичайно користуються узагальненими даними (в основному про температурно-вологісний режим приміщень). Швидкість руху повітря в приміщенні, що у холодний період з гігієнічних розумінь обмежується, враховують головним чином у літній період року, при можливому перегріві приміщень.

Як вихідні дані для характеристики ймовірного температурно-

вологісного стану проєктованих приміщень звичайно приймають кількість тепла і вологи, що надходять до них під час експлуатації.

Переважна більшість цивільних будинків відноситься до категорії з незначними виділеннями тепла і вологості. Виробничі приміщення деяких галузей промисловості навпаки, характеризуються значними технологічними виділеннями тепла, вологи і забрудненням повітря. Крім того, у виробничих і ряді громадських будівель діяльність людей може носити різний фізичний характер (легкий, середній і важкий) і це в деякій мірі позначається на температурно-вологісному режимі експлуатації приміщень.

У будівельній теплотехніці прийнята певна градація характеристик тепло- і вологісного режиму у приміщеннях [1]. Так, за величиною тепловиділення розрізняють приміщення з незначними (до 23 Вт/м^3) і значними надлишками тепла (більш 23 Вт/м^3). За величиною вологовиділення режим приміщень вважають: сухим, при значеннях відносної вологості $\phi_{\text{в}} < 50\%$; нормальним - при $\phi_{\text{в}} = 50-60\%$; вологим - при $\phi_{\text{в}} = 61...75\%$; мокрим - при $\phi_{\text{в}} > 75\%$.

Конвективне поширення тепла і перенесення вологи в приміщенні пов'язані з нерівномірним розподілом тиску в його окремих зонах із природними струмами повітря. Великий вплив на розподіл температури і вологості роблять розташування джерел виділень тепла в плані й об'ємі приміщення або в системі комплексу суміжних неізольованих приміщень.

Оскільки переважна частина тепла, яке виділяється людським організмом шляхом випромінювання, найважливішого гігієнічного значення набуває усереднена температура поверхонь, що обмежують приміщення (радіаційна температура).

Усереднене значення температури захисних поверхонь знаходять з виразу

$$t_{n.c.p} = \frac{t_{n1} F_1 + t_{n2} F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}, \quad (2.2)$$

t_n і F - температура і площа окремих видів захисних конструкцій (стіл, пола, стелі й ін.).

Щодо комфорту, то дослідження, проведені у Швейцарії в п'ятнадцяти великих конторських приміщеннях, показали, що більшість опитаних людей віддали перевагу температурі 22...24°C. Температура захисних конструкцій відрізнялась від температури повітря не більше ніж на 2%, за винятком температури вікон, яка в теплий період року досягала 30...50°C. В країнах Арабського Сходу сприйнятлива температура за кульовим термометром 31...38°C, тоді як в Англії – 18...23°C; в Україні – 16...25°C (залежно від виду робіт і кліматичного району).

Термічний опір живої тканини залежить від кількості крові, що тече під поверхнею шкіри. З пониженням температури навколишнього середовища шкіра охолоджується, внаслідок чого кров'яні судини поблизу неї звужуються, що викликає скорочення кількості крові, яка тече по них, і зменшення тепловтрат тілом людини. Під час підвищення температури навколишнього середовища процес проходить у зворотному напрямку і супроводжується підведенням до поверхні тіла більшої кількості крові, завдяки чому збільшується тепловіддача людини.

Поверхневий коефіцієнт тепловіддачі тіла становить:

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_{pr}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \quad (2.3)$$

$$\alpha_k \cong 13 \sqrt{v}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \quad (2.4)$$

$$\alpha_{pr} \cong 4.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (2.5)$$

де α_k і $\alpha_{\text{пр}}$ – відповідно коефіцієнт тепловіддачі тіла людини конвекцією і випромінюванням, Вт/(м²·К); v - рухомість повітря м/с.

Поверхневий термічний опір тіла $R = 1/\alpha$.

Термічний опір одягу вимірюється в КЛО (1 КЛО = 0,155 м²·К/Вт).

Для деяких видів одягу маємо такі значення термічного опору:

- брючний костюм із звичайною нижньою білизною $R_{\text{одягу}} = 1$ КЛО;
- зимовий одяг $R_{\text{одягу}} = 1,5...2$ КЛО;
- одяг для умов Арктики $R_{\text{одягу}} = 4$ КЛО.

Середня радіаційна температура приміщення t_r (усереднена температура огорожувальних поверхонь приміщення) визначається за показами кульового термометра, температурою і швидкістю внутрішнього повітря.

Для нормальної життєдіяльності і доброго самопочуття людини повинен бути тепловий баланс між теплотою, яка віддається в навколишнє середовище і отримується з нього.

Повітрообмін приміщень може бути здійснений природним або штучним способом. Кількісну сторону повітрообміну приміщень прийнято оцінювати його кратністю. Під кратністю повітрообміну маємо на увазі відношення об'єму повітря, що поступає в приміщення протягом години, до об'єму приміщення. Нормовані значення кратності повітрообміну приймають із відповідних нормативних документів.

Організований і керований повітрообмін, або аерація, звичайно використовуються у виробничих будинках зі значними витратами тепла й у тому випадку, коли концентрація пилу і небезпечних газів у приточному повітрі не перевищує 30% гранично допустимої у робочих зонах. Ефективність аерації залежить від багатьох факторів: виду будинку (одноповерхові, багатоповерхові, однопрогонні і т.п.), температурного розшарування повітря по висоті приміщень, площі і способів розміщення приточних і витяжних прорізів, пори року, відсутності або наявності вітру і

його напрямків тощо. У теплу пору року аерація може бути застосована майже для усіх приміщень за винятком приміщень, які потребують попередньої обробки повітря і підтримки стабільних умов температури і вологості при автоматичному регулюванні (кондиціонуванні повітря).

У житлових приміщеннях, як правило, повітрообмін здійснюється шляхом провітрювання, організації природної вентиляції і фільтрації. У зимовий період фільтрація, тобто повітрообмін через пори будівельних матеріалів, щілини і нещільності конструкції, досить незначна і забезпечує тільки 0,5...0,75 однократного обміну, тоді як за вимогами вітчизняних і закордонних стандартів повітрообмін повинен складати не менше одного відновлення в годину.

Штучний спосіб повітрообміну або механічну вентиляцію застосовують, головним чином, для приміщень, у яких не допускається значних змін температури і вологості повітря.

Оптимальні параметри мікроклімату приміщень забезпечують комплексними заходами, серед яких найбільш важливими є: забезпечення теплоізолювальних властивостей захисних конструкцій у зимовий період, запобігання можливого перегріву в літній період, використання ефективних систем опалення і вентиляції й ін. Ці задачі вирішують з урахуванням особливостей клімату місцевості, рельєфу й інших місцевих умов будівництва.

Відносна вологість. Блек і Мілрой на основі опитування ряду службовців встановили, що при температурі понад 22°C відносна вологість не повинна перевищувати 50%. Дані інших досліджень також підтверджують, що із зростанням температури відносна вологість повинна зменшуватись.

Інша проблема, яка пов'язана з сухістю повітря – статичні електророзряди, що виникають від недостатньої кількості молекул води, до яких могли б прилипати тверді частинки.

Рухомість повітря. Рухомість повітря в приміщенні виникає внаслідок природної конвекції, інфільтрації, роботи системи повітряного опалення (СО), системи вентиляції (СВ) чи кондиціонування повітря (СКП). Для забезпечення рухомості повітря в заданих комфортних межах застосовують СКП, СВ і СО. Якщо повітряний потік спрямований на потилицю людини, то його швидкість не повинна перевищувати 0,15 м/с. Під час виконання фізичної роботи людина нормально сприймає швидкість повітря до 0,5 м/с; під час дії змінного в просторі і часі повітряного потоку людина задовільно переносить вищі і короткочасно діючі швидкості повітря.

Інтенсивні конвективні потоки в поєднанні з інфільтрацією часто спричиняють виникнення протягів.

Іонізація. У зовнішньому повітрі переважають негативно заряджені іони: відношення кількості позитивно заряджених іонів до негативно заряджених змінюється від 1:1 до 1:5 при середньому значенні 1:2. У внутрішньому повітрі це відношення становить 4:1. Всередині приміщення бажано мати меншу концентрацію позитивно заряджених іонів; перевага надається вищій концентрації негативно заряджених іонів. Помічено, що в умовах лікувального закладу негативно заряджені іони сприятливо впливають на здоров'я людини. Однак, ще до кінця не з'ясовано чи мають вони значний вплив на комфорт. Так, американські вчені вважають, що іонізатор є життєво важливою частиною системи кондиціонування повітря (СКП).

Інші фактори комфорту. Дослідження, проведені у Швеції в 38-ми конторських приміщеннях (з декоративними рослинами), виявили, що невеликі приміщення мали добрі акустичні характеристики і незадовільну рухомість повітря, а великі – навпаки. Причому з погляду якості акустики, освітлення, вентиляції і планування ні одне з приміщень не задовольняло всі чотири показники.

Значна частина зв'язку з навколишнім середовищем належить *вікнам*. За результатами обстежень приміщень можна зробити такі висновки: люди віддають перевагу декільком великим вікнам, а не багатьом малого розміру; вузькі міжвіконні простінки сприяють збереженню візуальної цілісності зовнішнього краєвиду; надається перевага горизонтальним формам (вид на дугоподібну лінію горизонту повинен бути якомога ширшим і містити частину небосхилу вище цієї лінії і частину землі нижче, що нагадує “золотий переріз”, відкритий давньогрецькими архітекторами і художниками).

2.3 НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ДО МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ

Під мікрокліматом приміщень розуміють сукупність параметрів теплового, повітряного і вологісного режимів. Основна вимога до мікроклімату – підтримання сприятливих умов перебування людей в приміщенні.

Інтенсивність тепловіддачі людини залежить від мікроклімату приміщення, що характеризується температурою внутрішнього повітря t_v , радіаційною температурою приміщення t_r , рухомістю v_v і відносною вологістю ϕ_v повітря. Поєднання цих параметрів мікроклімату, при яких зберігається тепла рівновага в організмі людини і відсутнє напруження в її системі терморегулювання, називають комфортними або оптимальними.

Крім оптимальних у приміщенні підтримують допустимі поєднання параметрів мікроклімату, при яких людина відчуває невеликий дискомфорт, що не викликає змін в організмі людини.

Простір приміщення висотою 2 м з постійним перебуванням людей, якщо люди стоять чи рухаються, і 1,5 м, якщо люди сидять, називають робочою зоною.

Умови комфортності:

1. Визначають такі поєднання t_v і t_r , при яких людина, що перебуває в центрі робочої зони, не відчуває ні перегріву, ні переохолодження. Для людини у стані спокою $t_v = 21...23^\circ\text{C}$, при легкій роботі – $19...21^\circ\text{C}$, при важкій – $14...16^\circ\text{C}$.
2. Визначають допустимі температури нагрітих і охолоджених поверхонь під час перебування людини у безпосередній близькості від них і тому обмежує інтенсивність променевого теплообміну. Температура поверхні підлоги в ХПР може бути на $2...2,5^\circ\text{C}$ нижчою за температуру повітря приміщення внаслідок високої чутливості ніг до переохолодження, але не вищою $22...34^\circ\text{C}$ залежно від призначення приміщень. Основні нормативні вимоги до мікроклімату наведені в санітарних нормах і Державних галузевих стандартах (ДГСТ). Під час визначення розрахункових метеорологічних умов у приміщенні враховується здатність людського організму до акліматизації в різні періоди року, інтенсивність роботи і характер тепловиділень в приміщенні.

Розрахункові параметри повітря приміщення нормуються залежно від періоду року та інтенсивності праці людей, які перебувають в приміщенні. Розрізняють три періоди року: теплий (ТПР), холодний (ХПР) і перехідний (ППР). Холодний період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря (t_3) нижчою $+8^\circ\text{C}$, теплий – t_3 вище $+8^\circ\text{C}$ і перехідний – $t_3 = +8^\circ\text{C}$.

За інтенсивністю праці всі види робіт поділяються на три категорії: легкі, середньої важкості і важкі з витратою енергії, відповідно до 172 Вт, 172...293Вт і понад 293 Вт.

Залежно від інтенсивності явних тепловиділень розрізняють три групи приміщень: виробничі приміщення з незначними явними тепловиділеннями (до $23\text{Вт}/\text{м}^3$); виробничі приміщення зі значними явними

надлишками теплоти (понад 23Вт/м^3); житлові, громадські та адміністративно-побутові приміщення при будь-яких значеннях надлишків явної теплоти. Причому під останньою розуміють теплоту, що надходить в приміщення від обладнання, нагрітих матеріалів, людей, сонячної радіації та інших джерел теплоти конвекцією та випромінюванням.

З метою забезпечення здорових санітарно-гігієнічних умов у холодний період діючі норми [27] строго регламентують значення різниці між розрахунковою температурою повітря в приміщенні і температурою внутрішньої поверхні захисних конструкцій.

Так, для зовнішніх стін житлових, лікувально-профілактичних, дитячих і шкільних установ ця різниця не повинна перевищувати 4°C , а для покриттів і горищних перекриттів - не більш 3°C . У виробничих будинках нормований температурний перепад допускається до $7\dots 12^\circ\text{C}$, а в приміщеннях будинків усіх видів з вологим або мокрим режимом - у межах значення $(t_{\text{в}} - \tau_{\text{р}})$, де $t_{\text{в}}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні, $\tau_{\text{р}}$ - температури точки роси при розрахункових значеннях температури і відносної вологості внутрішнього повітря.

Розрахункові значення температури і вологості повітря в приміщенні приймають відповідно до ДСТУ і норм проектування відповідних будинків і споруд [30,31,32]. Ці нормативи допускають відхилення від оптимальних значень у залежності від особливостей: тепло - і вологоступення під час експлуатації; клімату місцевості та ін.

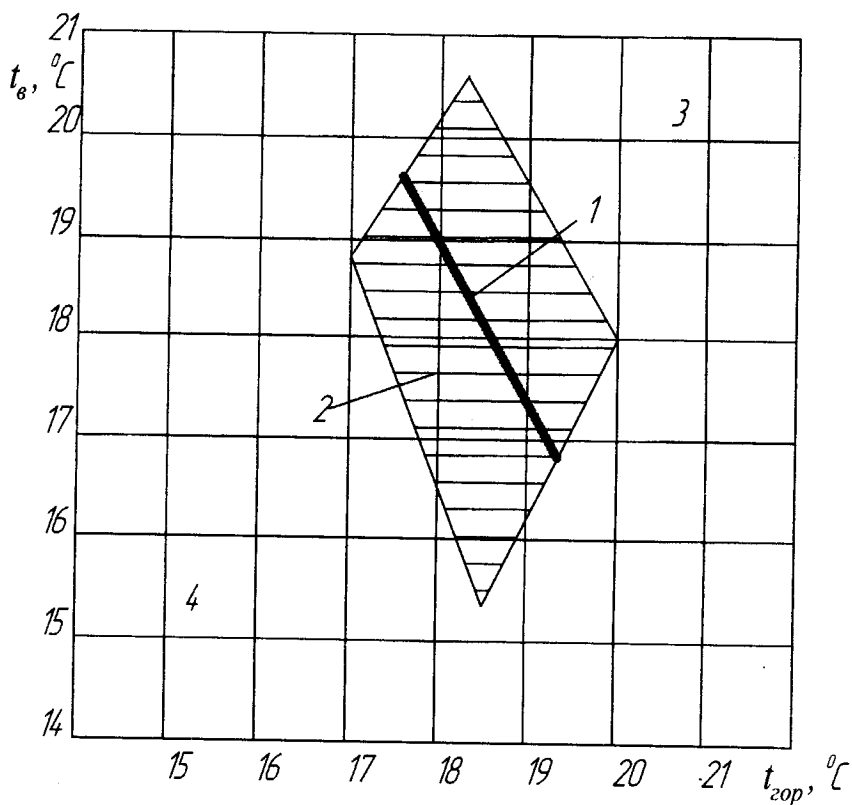


Рисунок 2.1 – Область температур, що забезпечує комфортний тепловий стан людини в опалюваному приміщенні (за даними Н.А. Пономарьова); 2-зона припустимих відхилень; 3 - зона можливого перегріву; 4 – зона можливого охолодження.

Так, для житлових приміщень, за даними ЦНПЕН житла у якості розрахункових значень температури, відносної вологості й інших основних параметрів рекомендованих значень приведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Основні параметри мікроклімату, що рекомендуються для житлових приміщень

Параметри мікроклімату	Кліматичні райони			
	I	II	III	IV
<i>Зимовий період</i>				
Температура повітря С°	21-22	18-20	18-19	17-18
Відносна вологість повітря, %	30-45	30-45	35-50	35-50
Швидкість руху повітря м/с	0,08-0,1	0,08-0,1	0,08-0,1	0,08-0,1
Середня температура внутрішніх поверхонь у приміщенні, С°, не нижче	21	18	18	17
<i>Літній період</i>				
Температура повітря С°	23-24	23-24	25-26	25-26
Відносна вологість повітря	35-50	35-50	35-60	30-60
Швидкість руху повітря, м/с	0,08-0,1	0,08-0,1	0,1-0,15	0,1-0,15
Середня температура внутрішніх поверхонь у приміщенні, С°, не нижче	26	27	28	30

Для громадських і виробничих приміщень розрахункові значення температури і вологості внутрішнього повітря беруть у залежності від особливостей функціональних і виробничо-технологічних процесів. Так - для ряду промислових приміщень, що характеризуються надлишками тепла (більше 23 Вт/м³) розрахункові значення температури внутрішнього повітря можуть складати до 33°C (ливарні, трубопрокатні і т.п. виробництва). У таких промислових приміщеннях, а також у приміщеннях з підвищеною відносною вологістю (70% і більше) приплив зовнішнього повітря в холодний період року обмежують або зовсім виключають, щоб попередити утворення туману або конденсації вологи на поверхнях захисних конструкцій.

Оптимальні і допустимі метеорологічні умови встановлюються БНіП і ДГСТ. В ХІР оптимальна температура повітря становить: для легкої

роботи 20...23°C, для роботи середньої важкості 17...20°C, для важкої роботи 16...18°C; допустимі температури становлять, відповідно, 19...25, 15...23 і 13...19°C. Для ТПР оптимальні температури повітря для вказаних категорій робіт становлять, відповідно, 22...25, 21...23 і 18...21 °С. Максимально допустима температура повітря в робочій зоні становить 28 °С і лише при розрахунковій температурі зовнішнього повітря вище 25°C допускається до 33 °С.

Оптимальні значення відносної вологості 40...60 %. Оптимальні швидкості повітря в приміщенні для ХПР беруться 0,2...0,3м/с, а для ТПР – 0,2...0,5м/с.

В ТПР метеорологічні умови не нормуються у приміщеннях житлових будинків, а також в громадських, адміністративно-побутових і виробничих приміщеннях в періоди, коли вони не використовуються і в неробочий час.

2.4 РОЗРАХУНКОВІ КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

Необхідний мікроклімат приміщень створюється системами інженерного обладнання будинків: опаленням, вентиляцією і кондиціонуванням повітря.

Для ХПР визначальними параметрами клімату є температура зовнішнього повітря t_3 і швидкість вітру v_3 .

Визначення розрахункових зовнішніх умов для ХПР переважно полягає у встановленні розрахункового поєднання t_3 і v_3 з урахуванням заданого коефіцієнта забезпеченості $K_{\text{заб } n}$, який показує у частках одиниці або у процентах кількість випадків n , коли недопустиме відхилення від розрахункових умов.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря на основі даних метеоспостережень наводяться в ГОСТ або СНиП. Згідно з СНиП клімат холодного і теплого періодів року для різних населених пунктів характеризується двома розрахунковими категоріями параметрів зовнішнього повітря: А і Б.

Для розрахунку СВ цивільних і виробничих приміщень в теплий період року як розрахункові приймають параметри категорії А, для СКП – параметри категорії Б, а для СО, СВ і СКП в холодний період року – параметри категорії Б.

Для СВ будинків сільськогосподарського призначення для ТПР і ХПР приймають розрахункові параметри категорії А, а для СО і СВ – розрахункову температуру зовнішнього повітря $+8^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок СО на абсолютно мінімальну температуру, яка спостерігається раз в декілька років, причому протягом короткого періоду часу, економічно недоцільний. Короточасне різке пониження температури зовнішнього повітря, завдяки теплоакумулювальній здатності будівельних конструкцій і меблів у приміщенні, не призводить до помітних змін температури внутрішнього повітря.

Згідно з СНиП тривалість опалювального періоду залежить від кількості днів з середньодобовою температурою $+ 8^{\circ}\text{C}$ і нижче. Однак експлуатаційна практика показала, що потреба в опаленні житлових і громадських будинків виникає при температурі зовнішнього повітря, нижчій за $10...12^{\circ}\text{C}$.

Під час проектування СО виробничих будівель необхідно враховувати, що початок і кінець опалювального періоду цих будинків визначається зовнішньою температурою, при якій тепловтрати через захищення стають рівними внутрішнім тепловиділенням. Для значної кількості випадків тривалість опалювального періоду у виробничих будівлях коротша, оскільки тепловиділення в них можуть бути великими.

2.5 МІКРОКЛІМАТ ТЕРИТОРІЙ ЗАБУДОВИ

Увага до кліматичних умов і їх врахування у містобудуванні починається з вибору місця для населеного пункту, з найбільш доцільного розміщення житлових і промислових зон, громадських центрів, визначення ширини й орієнтації основних вулиць і ін. При рішенні цих питань використовують загальні показники клімату (сонячна радіація, температурно-вітровий режим і т.п.), характерні для даної місцевості.

При детальній розробці архітектурно-планувальних рішень окремих районів, мікрорайонів і інших частин населеного пункту враховують конкретний вплив місцевих умов забудови на загальні характеристики клімату.

Основною містобудівною задачею, орієнтованою на врахування місцевих умов забудови, є забезпечення оптимальних умов для проживання, праці і відпочинку людини, що сприяють збереженню її здоров'я і продовженню життя. З цією метою розробляють спеціальні заходи, що, з одного боку, повинні максимально використовувати позитивні сторони клімату і ділянки забудови (теплова й ультрафіолетова радіація, рельєф і ін.), а з іншого боку - захистити людину від їхнього шкідливого впливу.

Температура повітря, як основний показник теплового середовища в забудові населеного місця, залежить від шорсткості й альbedo підстильної поверхні, кількості тепла, що віддається промисловими підприємствами і житловими будинками, а також від ступеня забруднення атмосфери промисловими викидами, транспортом і опалювальними системами.

У результаті забруднення атмосфери в багатьох випадках спостерігаємо зменшення (до 20%) сонячної радіації в межах міської забудови в порівнянні з відкритою місцевістю. Узимку це ослаблення ще більше й особливо в містах, розташованих у північних широтах. Домішки,

що знаходяться в повітрі над міською забудовою, більше всього затримують ультрафіолетову радіацію, унаслідок чого створюються умови, несприятливі для здоров'я людини.

У літні дні в міській забудові сильніше відчувається жара, тому що до прямої кількості сонячної радіації додається радіація, відбита від навколишніх будівель, асфальтних покриттів і ін.

У межах міста, у порівнянні з навколишнім простором, менше джерел випару вологи. Внаслідок цього вологість повітря в містах на 10-15% нижча, ніж у сільській місцевості і особливо у вечірні години літнього періоду. Тому в районах із сухим жарким кліматом в забудові широко використовують засоби обводнення, фонтани і т.п.

Особливості міської забудови дають істотний вплив на характер вітру. Збільшення або зменшення швидкості вітру на території забудови може бути забезпечене за допомогою містобудівних прийомів.

У містобудуванні склалися певні системи забудови територій: структурна, стрічкова, дворова, вільна й ін. Кожна з цих систем має позитивні і негативні сторони і вибирається в залежності від комплексу обставин.

В діючих нормативних документах [2] існують рекомендації щодо вибору схем планування забудови з урахуванням вітрового режиму. Згідно з цими рекомендаціями, кількісну характеристику вітрового режиму забудови виражають безрозмірним коефіцієнтом продувності K . В залежності від коефіцієнта продувності схеми планування забудови поєднані в дві групи.

До першої групи відносять схеми планування забудови, що рекомендуються для районів із рівномірною повторюваністю напрямків вітру, до другої - з напрямком вітру, який має перевагу.

В умовах рівномірної повторюваності напрямків вітру найменший коефіцієнт продувності забезпечує стрічкова (підтипи А і Б) і структурна

(підтип Б) схеми забудови. В умовах переважного направлення вітру найменше значення коефіцієнта продувності забезпечується при стрічковій забудові (підтипи А і Г).

При необхідності забезпечення інтенсивного провітрювання території забудови більш доцільно використовувати для першої групи схеми планування з взаємно перпендикулярним розташуванням (підтипу А), а для другої групи - стрічкову забудову з розміщенням будинків уздовж переважного вітру, і в окремих випадках застосовувати дворовий тип забудови.

Добре провітрювана забудова доцільна для районів з підвищеною вологістю, разом із тим вона небажана і навіть недопустима для районів з низькими температурами і великим снігоперенесенням.

У разі потреби можна змінити пвидкість і напрямок вітру на території забудови, розташувавши певним чином вулиці, використовуючи систему чергування висотних і низьких будинків, елементи благоустрою, рельєфу й ін. При рішенні цих питань враховують аеродинамічні закономірності обтікання будинків і території повітряними потоками.

Прототипом численних видів будинків може служити паралелепіпед (житлові будинки лінійного і баштового типу, промбудинки) і значно рідше - куб, сферичні форми й ін. Геометричну форму будинку визначають розміри і форма поперечного перерізу з усіма виступними елементами (козирки, карнизи і т.п.) і довжина будинку. Кінематика повітряного потоку показує погану обтічність будинків у формі подовженого паралелепіпеда. При фронтальному обтіканні таких будинків з навітряної і з підвітряної сторін утворюються зони вітрового затишку. У зв'язку з цим різного роду небажані виділення з будинку, атмосферні опади (сніг) і пил довгий час можуть залишатися поблизу області завихрення назад і попадати в будинок через проточні отвори.

Довжина зони вітрового затишку з підвітряної сторони (вітрова тінь)

будинку залежить від співвідношення довжини будинку по фасаді до його висоти і може складати від 1,5 до 12 Н (Н - висота будинку). Ці обставини враховують при розробці засобів боротьби зі сніговідкладами, пилом і іншими небажаними опадами.

Для районів з рівномірною повторюваністю вітру за напрямками






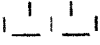
Тип забудови	Підтип	Схема забудови	К
Структурна	А		0,45
	Б		0,38
Стрічкова	А		0,38
	Б		0,35
Взаємно-перпендикулярна	А		0,71
	Б		0,42

Рисунок 2.2 – Схеми забудови

При обтіканні повітряним потоком будинків баштового типу по обидвох сторонах будинку виникають великі зони підвищених швидкостей. Зона спокою, особливо перед будинком, порівняно мала (рис. 2.3).

Елементи благоустрою, зокрема різні покриття для зміни шорсткості в приземному шарі атмосфери на висоті до 2 м (ріст дорослої людини), використовують для зміни швидкості вітру на території забудови. Так, на ділянках забудови з різними покриттями, вихідна швидкість вітру, рівна 4 м/с на висоті 2 м, може змінитися на ділянці з асфальтобетонним покриттям до 5,6 м/с, а на ділянці з чагарником - до 2 м/с.

Зелені насадження у вигляді дерев і чагарників є ефективними засобами захисту території від багатьох негативних впливів клімату практично у всіх кліматичних умовах. Так, у районах з холодним кліматом вони захищають від холодних вітрів і снігоперенесення, а в жарких районах, особливо при безвітряній погоді, створюють тіні і зони прохолоди.

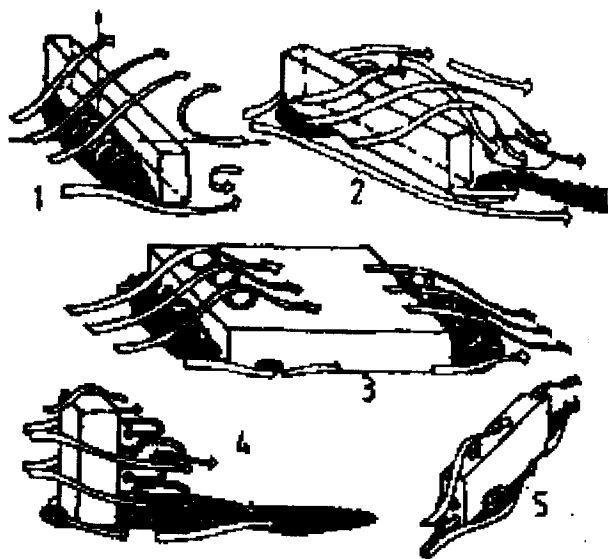


Рисунок 2.3 – Схема обтікання повітряним потоком різних форм будинків: 1,2,5 – лінійної форми під кутом $90,45$ і 0° ; 3 – плоскої форми; 4 – баштового типу

Вплив рельєфу на зміну деяких кліматичних параметрів розглядався раніше. Слід зазначити велику позитивну роль, що можуть виконувати створювані на території забудови сквери, парки, водні басейни, які крім естетичних функцій забезпечують сприятливі гігієнічні умови.

Особливо варто позначити містобудівні задачі в районах, підданих екстремальним впливам вітру, вологи і температури.

На території Росії в ряді районів при наявності певних

макроциркуляційних процесів виникають сильні рвучкі вітри. Так, у районі м. Новоросійська періодично утворюються вітри, так звані бори, швидкість яких досягає 50-60 м/с. Умовами для утворення таких вітрів (найчастіше узимку) служать утворені в передгір'ях Кавказу потужні антициклони, нижня частина яких заповнена холодним повітрям. Через Мархотський перевал (висота перевалу 435 м) потоки холодного повітря обрушуються на узбережжя біля Новоросійська в той час, коли над Чорним морем панує циклон. Ураганний вітер звичайно продовжується протягом декількох днів.

Сильні вітри типу борів виникають на узбережжях інших морів і озер, поблизу яких є гори. Такими є вітер сарма, що дує з північно-заходу на західному березі озера Байкал, і вітер Бакинський норд у районі Апшеронського півострова.

У результаті впливу гір на повітряний потік у ряді районів виникають гарячі сухі вітри, що дують з гір у долини (їх називають фенами). Фени, швидкість яких досягає 25 м/с, спостерігаються в горах Кавказу, на Алтаї, у Криму і Середній Азії.

Проектування будинків, споруджень і забудови у вищевказаних районах вимагає спеціальних підходів, що враховують особливості силового і температурного факторів впливу вітру.

2.6 ІНСОЛЯЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ І ТЕРИТОРІЙ ЗАБУДОВИ

В області архітектурно-будівельного проектування інсоляція означає опромінення приміщень і територій забудови сонячними променями. Під опроміненням необхідно розуміти сукупність світлового, біофізичного і теплого впливу Сонця.

У залежності від інтенсивності і тривалості дії сонця інсоляція може робити позитивний або негативний вплив на організм людини і мікроклімат приміщень.

Прямі промені сонця для людини є життєво необхідним фактором. Вони благотворно впливають на його центральну нервову систему, підвищують тонус і сприяють підтримці його здоров'я і працездатності. Сонячні промені роблять бактерицидну дію на навколишній світ.

Інша, несприятлива для людини і мікроклімату приміщень сторона інсоляції, виявляється при тривалому сонячному опроміненні в літню пору, що викликає осліплювальну дію і перегрів повітря.

Тому при виборі архітектурно-планувального рішення будинку й орієнтації по сторонах світу необхідно найбільшою мірою використовувати позитивні функції сонця і звести до мінімуму його негативний вплив на людину.

Інфляційний режим будинків і територій забудови регламентований нормами [29]. В основу нормування інсоляції покладені результати досліджень впливу прямого сонячного опромінення на загибель кишкових паличок [4], які показали, що найкращий бактерицидний ефект досягається при тригодинному опроміненні.

На підставі цих досліджень норми встановлюють тривалість безперервного добового опромінення приміщень. Так, розміщення й орієнтація житлових і громадських будинків (за винятком дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл і шкіл-інтернатів) повинні забезпечувати безперервну тривалість інсоляції приміщень і територій для центральної зони (географічна широта в межах $58-48^{\circ}$ пн.ш.) - не менше 2,5 г на період з 22 березня по 22 вересня; для північної зони (північніше 58° пн. ш.) - не менше 3 г на період з 22 квітня по 22 серпня; для південної зони (південніше 48° пн.ш.) - не менше 2 годин на період з 22 лютого по 22 жовтня.

Орієнтація до розміщення дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів повинна забезпечувати безперервну тригодинну продовжуваність інсоляції в приміщеннях.

В умовах багатоповерхової забудови (9 і більше поверхів) допускається одноразова переривчастість інсоляції житлових і громадських будівель за умови збільшення сумарної тривалості інсоляції на 0,5 г протягом дня відповідно для кожної зони. Для дитячих дошкільних установ загальноосвітніх шкіл переривчастість інсоляції не допускається.

У житлових будинках меридіонального типу, де інсолуються всі кімнати квартири, а також при реконструкції житлової забудови або при розмітці нового будівництва в містобудівних умовах (історично цінне міське середовище, дорога, підготовка території, зони загальноміського і районного центрів) допускається скорочувати тривалість інсоляції на 0,5 ч відповідно для кожного будинку.

При розробці проектів будинків і забудови території проводиться розрахунок забезпеченості нормативної тривалості інсоляції. Існують декілька методів розрахунку тривалості інсоляції, серед яких найбільш розповсюдженим є метод з допомогою інсографіків (рис. 2.4).

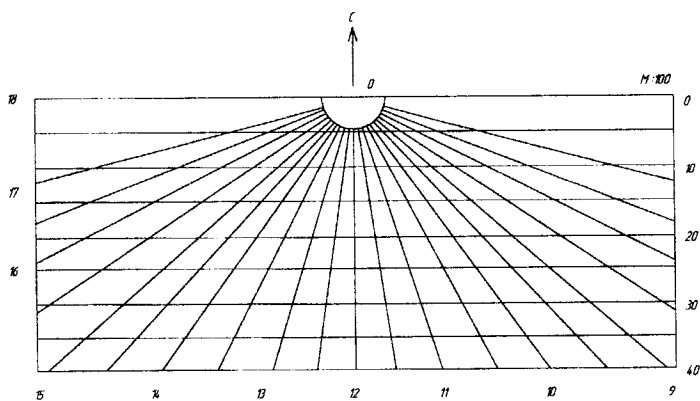


Рисунок 2.4 – Інсографік для розрахунку тривалості інсоляції і побудови контуру тіней

Інсографік складається з двох систем ліній: чергових радіальних ліній, що є горизонтальними проєкціями сонячного променя, спрямованого

до розрахункової точки в різний час дня; горизонтальних ліній, що показують перевищення карниза конфронтувального (затінювального) будинку над рівнем розрахункової точки.

Інсографік складають на окремі найбільш характерні дні нормованого періоду року, тобто на дні 22 березня (22 квітня) і 22 вересня (22 серпня).

В основу побудови інсографіків покладені закономірності видимого руху сонця по небозводу і рух його променя до розрахункової точки.

Для кожного розрахункового періоду і широти місцевості інсографіки видозмінюються.

3. ВЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОГО ДАХУ, ГОРИЩА ТА ПОКРІВЛІ

Утеплення існуючих плоских дахів

Один із методів утеплення існуючого плоского даху можна рекомендувати для перетворення його в інверсійну покрівлю. Такий вид утеплення можливий лише у випадку достатньої міцності несучих конструкцій. При відсутності протікань шар утеплювача укладається безпосередньо на поверхню гідроізоляційного килима, якщо ж гідроізоляція знаходиться в незадовільному стані, її варто замінити чи укласти додатковий шар рулонного гідроізоляційного матеріалу. На відновлений гідроізоляційний килим укладаються плити з екструдованого пінополістиролу, зверху укладають фільтрувальний матеріал з наступним привантаженням шаром гравію, товщиною не менше 50 мм.

Перед інвертуванням існуючої плоскої покрівлі по периметру покриття необхідно улаштувати парапет висотою не менш 500 мм, який можна виконати з монолітного залізобетону. Для цього на місці розташування майбутнього парапету в залізобетонному перекритті свердять отвори, у які замонолічують анкерні стержні. Арматурний

каркас парапету з'єднують з анкерними стержнями, встановлюють опалубку і заливають конструкцію бетоном.

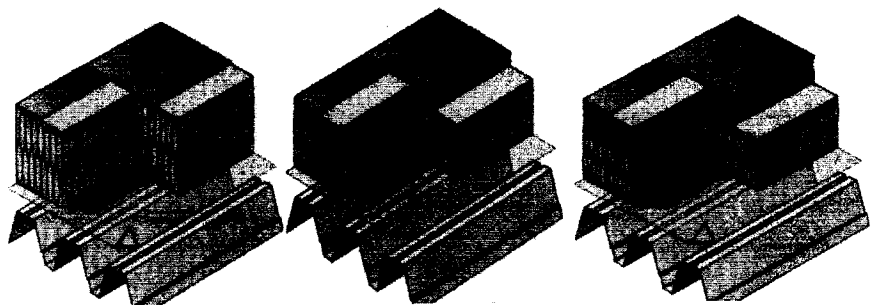


Рисунок 3.1 – Класичні схеми утеплення малоуклонних покриттів

Інверсійна покрівля

Конструктивно традиційний плоский дах, часто іменований "м'якою" покрівлею, складається з несучої плити, на яку по шару пароізоляції покладений теплоізоляційний матеріал (плити з мінеральної вати, ізовер), захищений від впливу атмосферних опадів гідроізоляційним килимом на основі бітумомістких рулонних матеріалів. Однак така конструкція має цілий букет недоліків. Не завжди вдається забезпечити повну герметичність пароізоляційного шару, внаслідок чого водяні пари проникають у товщу утеплювача і накопичуються в ньому, оскільки щільний гідроізоляційний килим перешкоджає випару вологи. З часом в утеплювачі накопичується багато вологи, що стікає вниз, утворюючи на стелі мокрі плями. Крім того, при негативних температурах вода замерзає, збільшується в об'ємі і відриває гідроізоляцію від основи. У процесі експлуатації гідроізоляційний килим піддається кліматичним і механічним впливам, що призводить до виникнення тріщин, через які вода проникає в приміщення; утворюються течії, встановити і ліквідувати причину яких

буває дуже важко.

Існує альтернативне конструктивне рішення плоскої покрівлі - так звана інверсійна покрівля, практично позбавлена зазначених недоліків. Її відмінність полягає в тому, що теплоізоляційний матеріал, розташований не під гідроізоляційним килимом, а над ним. Така конструкція дозволяє захистити гідроізоляційний шар від руйнівного впливу ультрафіолетових променів, різких перепадів температури, циклів заморожування і відтавання, забезпечує збільшення терміну служби інверсійного даху в порівнянні з традиційною (м'якою) покрівлею. Конструкція інверсійної дозволяє використовувати її як плоский дах, на якому можна загоряти, поставити стіл і стільці, посадити траву чи квітник.

На залізобетонній плиті покриття влаштовують гідроізоляційний шар на верх якого укладають плити теплоізоляції а потім насипають гравій. Ухил інверсійних покрівель, що рекомендується, 2,5-5%.

У процесі експлуатації даху потала чи дощова вода проходить через гравійний шар, що фільтрує матеріал, через стики між плитами утеплювача і стікає по гідроізоляційному килимі у водовідвідні пристрої.

Утеплювач для інверсійних покриттів

Для утеплення інверсійного даху використовуються тільки негігроскопічні матеріали, які зберігають високі теплоізоляційні характеристики у вологому середовищі. Ці вимоги задовольняють екструдовані пінопласти із замкнутими порами, що мають близьке до нуля водопоглинання, гарні теплозахисні характеристики і достатню міцність.

Захист утеплювача в інверсійних дахах

Для захисту утеплювача від впливу ультрафіолетових променів і сильного вітру його привантажують шаром промитого скачаного гравію розміром 16-32 мм. Пісок чи гравійні суміші в якості привантажувального матеріалу не застосовують. Як привантаж можна також використовувати тротуарну плитку чи бруштате покриття. Якщо на даху будинку улаштувати

газон чи невеликий квітник, то роль захисного шару буде виконувати ґрунт. Гравійний шар укладається на спеціальний фільтрувальний матеріал, що добре пропускає вологу, але є надійною перешкодою для твердих часток ґрунту чи піску. Фільтрувальний матеріал запобігає вимиванню верхнього (ґрунтового) шару експлуатованого даху і захищає плити утеплювача від zalивання.

Елементи конструкції інверсійного покриття

Важливим елементом конструкції є вузол примикання водостічної лійки до покриття. По периметру отвору необхідно укласти додатковий шар гідроізоляційного матеріалу, установити металевий фартух і забезпечити ухил гідроізоляційного килима убік водостічної воронки.

З метою забезпечення надійного примикання інверсійного даху до зовнішньої стіни будинку в зоні сполучення влаштовують додаткові шари гідроізоляційного матеріалу, що кріпляться до зовнішньої стіни вище рівня покриття. Для підвищення теплоізоляційних властивостей покриття, а також для виключення ймовірності утворення тріщин у місцях перегину гідроізоляційного килима, біля зовнішньої стіни і парапетів на перекритті бажано виконати скіс з теплоізоляційного матеріалу.

Матеріали для утеплення скатних дахів і перекриттів

Для утеплення скатних дахів і перекриттів можуть застосовуватися матеріали з щільністю 35 - 125 кг/м³. Номенклатура вітчизняних виробів обмежується плитами м'якими марок 50 і 75, напівтвердими 125 (ДСТ 9573-96, ТУ 5762-010-04001485-96), матами мінераловатними прошивними марки 100 (ДСТ 21880-94). Вироби непальні. Однак, рекомендується застосовувати гідрофобізовані вироби з мінеральної вати, з гірських порід, у крайньому випадку, з гірських порід з додаванням доменних шлаків.

Довговічність конструкцій із застосуванням негідрофобізованих виробів з жужільної вати залежить від конструктивних рішень, умов і якості виконання робіт, умов експлуатації, і не може бути гарантована.

Проте, на нашому ринку є продукція гарної якості - плити марок 75, і 125 Тверського комбінату 'Изоплит' (АТ 'Термостепс'): гідрофобізовані плити з теплопровідністю нижчою, ніж зазначене в ДСТ, і на основі вати з природної сировини.

Задовольняють вимоги, пропоновані до теплоізоляційних матеріалів, плити мінераловатні на синтетичному з'єднанні, котрі випускаються Назаровським, Мальтинським заводами, Бокинським ЗТМ і АТ "Комат". Заслужують на увагу мати мінераловатні прошивні з волокна з гірських порід, що випускаються Волгоградським ЗТМ. ЗАТ "Мінеральна Вата" освоїв випуск гідрофобізованих плит "Лайт Баттс", що призначені для утеплення ненавантажених покрівельних конструкцій. Як сировина застосовуються гірські породи, які перевірені на радіологічну безпеку. Передбачено випуск плит, кашированих фольгою і склополотном, що якоюсь мірою вирішує проблему вітрозахисту і пароізоляції. Номенклатура виробів з мінеральної вати на основі гірських порід, що випускаються інофірмами, набагато різноманітніша. Для утеплення скатних дахів, перекриттів, горіщних перекриттів можна застосовувати плити ІІ, А- ІІ, АІ і мати ІМ фірми "Partek". При установленні металочерепиці, азбестоцементних листів і т.д. під ці матеріали установлюються вітрозахисні плити: ТSL товщиною 30 мм чи тверда мінераловатна плита VUL-S товщиною 13 мм, облицьовані з однієї сторони покриттям зі склотканини. Для утеплення перекриттів підійдуть тверді плити АК і RA4 з міцністю на стиск 25 кПа. Розміри плит відрізняються розмаїтістю, товщина - від 50 до 200 мм, що дозволяє досягти необхідного термічного опору установленням одного - двох шарів мінераловатних виробів. Для ізоляції горіщ, скатних дахів, перекриттів можна використовувати також плити "Флекси-Баттс" 50 - 150 (із кроком 25 мм) фірми "Rockwool" чи "Нобасил М" словацької фірми "Izomat".

Необхідно також зупинитися і на такому матеріалі, як екструдований

пінополістирол. Це матеріал із практично нульовим водопоглинанням, він прекрасно підходить для теплоізоляції скатних дахів. Зверніть увагу, що, незважаючи на високу ціну самих виробів з екструдованого пінополістирола, конструкція покрівлі з їхнім застосуванням у цілому виходить не набагато дорожча, ніж використання традиційних теплоізоляційних матеріалів. Тому що в цьому випадку відпадає необхідність у пристрої дорогої теплоізоляції і спрощується система вентиляції покрівлі. Однак при застосуванні екструдованого пінополістирола в конструкціях скатних дахів необхідно враховувати той факт, що несучі конструкції скатних покрівель здебільшого дерев'яні. Це, у поєднанні з горючістю пінополістирола, висуває підвищені вимоги до протипожежних заходів, що включають, антипіренове просочення дерев'яних конструкцій, пристрій вогнезахисних шарів і т.д.

4 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, З ПІДВИЩЕНИМИ ТЕПЛОЗАХИСНИМИ ЯКОСТЯМИ

Абсолютна більшість традиційних конструктивних рішень зовнішніх стін і покрить будинків у наш час далеко не вповною мірою задовольняють зростаючі вимоги до енергозбереження.

Застосування одношарових стін і покрить з легких бетонів можна вважати прийнятним лише в районах будівництва з невеликими значеннями градусо-днів опалювального періоду (ГСОП) і тільки в будинках з сухим і нормальним режимами експлуатації.

Більш перспективними варто вважати багатошарові захисні конструкції, у яких чітко розділені несучі, захисні і теплоізолювальні функції кожного шару. Істотний ріст рівня теплозахисту в цих конструкціях може бути забезпечений за рахунок незначного збільшення товщини ефективного утеплювача, що має малу величину коефіцієнта

теплопровідності ($\lambda=0,04\dots0,1$ Вт/(м·°C)). Застосування ефективного утеплювача дозволяє успішно вирішувати задачу значного поліпшення теплозахисту без помітного збільшення маси конструкцій і витрати енергоємних матеріалів. У порівнянні з керамзитобетоном або глиняною цеглою використання ефективних утеплювачів вимагає набагато менших витрат енергії на своє виготовлення, транспортування і монтаж.

Досить ефективні в енергоекономічних будинках удосконалені багатошарові захитні конструкції, функціональні можливості яких розширені шляхом введення в їхній склад ефективних шарів у вигляді замкнутих і вентиляваних повітряних прошарків, відбивальних плівок і пластин, селективних покриттів і т.д. Їх ефективність багато в чому пов'язана з раціональним розташуванням конструктивних шарів, з використанням конструктивних рішень щодо утилізації тепла, яке іде з повітрям з приміщень, а також пасивного використання сонячної енергії (рис. 4.1).

Включення повітряних прошарків до складу конструкції сприяє поліпшенню її теплозахисних якостей, у тому числі підвищенню теплостійкості огорож. При наявності замкнутого повітряного прошарку збільшується термічний опір конструкції. За допомогою вентилябельного прошарку можна регулювати величину теплонадходжень від сонячної радіації влітку і величину тепловтрат у зимовий період експлуатації.

Зниження тепловтрат може бути досягнуте шляхом утилізації тепла повітря, що переміщається у вентиляваних прошарках зовнішніх стін, світлопрорізів і покриттів будинків. Використання таких конструктивних рішень щодо утилізації тепла дозволяє зменшити енерговитрати на вентиляцію будинку на 20.. .40%.

На теплозахисні якості захисних конструкцій, особливо їх світлопрозорих ділянок, впливають різні відбивальні матеріали і селективні покриття, які зменшують величину променистої складової

теплогового потоку. Термічний опір світлопрорізу при використанні світловідбивальної плівки в міжшляному просторі збільшується приблизно в 1,5 раза, а при заміні в двошаровому зашкленні одного шару звичайного скла на спеціальне тепловідбивальне скло – у 1,2...1,45 раза.

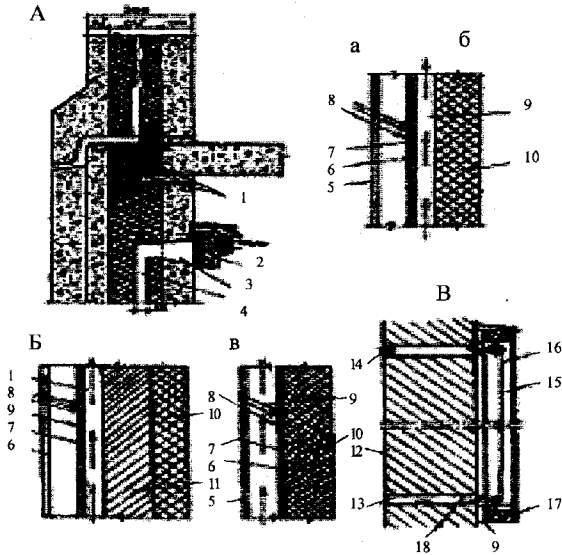


Рисунок 4.1 – Конструктивні рішення зовнішніх стін з підвищеними теплозахисними якостями

Експлікація до рис. 4.1. Конструктивні рішення зовнішніх стін з підвищеними теплозахисними якостями:

А - конструкція тришарової керамзитобетонної вентиляційної панелі;

Б - вентилявані зовнішні стіни з пасивним використанням сонячної енергії;

а - варіант одношарової стіни з зовнішнім повітряним прошарком;

В - з динамічною теплоізоляцією (Німеччина);

б - варіант двошарової стіни з повітряним прошарком;

в - варіант одношарової стіни із зовнішнім повітряним прошарком;

1 - теплоізоляційний вкладиш;

2 - клапан;

- 3 - повітровідвідний отвір;
- 4 - вентиляційний канал;
- 5 - скло;
- 6 - селективне покриття;
- 7 - панель;
- 8 - напрямок сонячних променів;
- 9 - вентиляований повітряний прошарок;
- 10 - теплоізоляція;
- 11 - цегельна кладка;
- 12 - канал;
- 13 - стіна;
- 14 - вентилятор;
- 15 - синтетична плівка;
- 16 - світлопрозора панель;
- 17 - вентиляційна щілина, що закривається;
- 18 – клапан

Серед конструкцій світлопрорізів найбільш ефективні за теплозахисними якостями віконні блоки з поворотним пристроєм світловідбивальних пластин або з поворотною рамою і зовнішнім шаром спеціального скла, двошарові й особливо тришарові склопакети з заповненням міжскляного простору аргоном і такі ж склопакети із селективним покриттям внутрішнього або середнього шару скла.

У процесі пророблення конструктивного рішення багатошарового огороження необхідно враховувати, що послідовність розташування конструктивних шарів різної щільності впливає на вологий режим, теплову інерцію, характер загасання амплітуди коливання температури у товщі конструкції і на її теплоакумулявальні властивості. Останні властивості особливо важливі для захисних конструкцій, у яких використовується енергія навколишнього природного середовища.

Значне зменшення тепловтрат у будинку може бути досягнуто при використанні зовнішніх огорож з високим рівнем герметичності конструкцій і їхніх стикових з'єднань, а також використовуваних утеплювальних матеріалів із припустимою вологістю.

5 ВІДНОВЛЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗОВНІШНІХ ЗАХИЩЕНЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

У процесі експлуатації будинків відбуваються поступові структурні руйнування матеріалу захисних конструкцій. Однією з основних причин цього явища є надмірна їх зволоженість, що до того ж сприяє різкому зниженню теплозахисних властивостей конструкцій.

В одношарових захисних конструкціях зниження міцності і теплоізолювальних функцій відбувається одночасно, оскільки вони поєднані в одній конструкції. У багатошарових захисних конструкціях утеплювач, виконуваний, як правило, з менш міцних і більш проникних матеріалів, втрачає свої основні функціональні властивості набагато раніше інших конструктивних шарів, якщо він недостатньо надійно захищений від несприятливих впливів навколишнього середовища. У результаті деструкції або надмірного зволоження в утеплювачі відбувається підвищення його теплопровідності й у певний час може наступити стан відмовлення теплоізоляційного шару, хоча інші конструктивні шари огорож можуть знаходитися в гарному технічному стані.

Утрата зовнішнім захищенням необхідних теплотехнічних властивостей є причиною його заміни або проведення відбудовних робіт.

Відновлення теплотехнічних і експлуатаційних якостей конструкцій зовнішніх стін при реконструкції і ремонті, як правило, пов'язано з використанням одного або одночасно декількох методів, пов'язаних із сушінням матеріалу захищення, установленням додаткової теплоізоляції,

відновленням герметичності стикових з'єднань і пристроєм більш надійної гідро - і пароізоляції.

Сушіння захисних конструкцій, застосовують, коли в результаті помилок при виготовленні й експлуатації конструкції матеріал захищення одержав надлишкове зволоження від будівельної, сорбційної, атмосферної або капілярної вологи.

У практиці будівництва для сушіння матеріалів використовують підігріте повітря, радіаційне, ексфільтраційне і електроосмотичне сушіння, електропрогрів, вакуум-сушіння і струми високої частоти. Крім перерахованих вище видів сушіння, що вимагають значних енерговитрат, сушіння матеріалу захисних конструкцій, можна виконати конструктивним прийомом - шляхом пристрою вентиляованих повітряних прошарків або каналів у конструкції захищення. Цей спосіб забезпечує повільне видалення вологи з конструкції і не вимагає витрат теплової або електричної енергії на його виконання.

Для додаткового утеплення стін звертаються, коли зовнішня стіна має недостатній термічний опір. Найчастіше це пов'язано з завищенням щільності використововуваного утеплювача в порівнянні з проектною величиною, наявністю великих за площею ділянок з теплопровідними включеннями, недостатньою товщиною утеплювального шару, і його зволоженням. Останню причину можна усунути методом сушіння, але іноді його використання приносить тільки короткочасний ефект.

Додаткове утеплення зовнішнього огородження є радикальним засобом відновлення і підвищення теплоізоляційних якостей конструкції. Більш того, додаткове утеплення, виконане з неспалимих матеріалів, буде сприяти підвищенню вогнестійкості конструкції.

Утеплення зовнішніх стін можна здійснювати з боку приміщення і з зовнішньої сторони захисної конструкції. При необхідності додаткового утеплення варто детально проаналізувати недоліки і переваги кожного з

цих варіантів.

У сучасній вітчизняній і закордонній практиці будівництва найбільше застосування одержало пристрій додаткового утеплення з зовнішньої сторони стіни, головною перевагою якого є збереження стабільного температурно-вологісного режиму захисних конструкцій.

Утеплення стін з боку приміщення

Недоліки

Погіршення температурно – вологісного режиму захищення внаслідок зміщення конденсації до внутрішньої поверхні захищення.

Незручності в процесі виробництва робіт для мешканців і для ремонтників.

Скорочення робочої (жилої) площі приміщення.

Труднощі використання високо-механізованих способів ремонтно-будівельних робіт

Переваги

Нанесення теплоізоляції без пристрою захисту від атмосферних впливів і поверхневих температурних деформацій.

Виконання ремонтних робіт у будь-яку пору року.

Можливість встановлення утеплення на окремих відрізках захисних конструкцій.

Утеплення стін із зовнішньої сторони

Недоліки

Необхідність встановлення конструктивного шару, утеплювача, що забезпечує захист від атмосферних впливів і поверхневих температурних деформацій.

Залежність від погодних умов і технологічної складності процесу утеплення.

Можливість проведення тільки суцільного, а не вибіркового утеплення.

Зміна зовнішнього вигляду фасаду.

Переваги

Забезпечення більш надійного температурно-вологісного режиму захисної конструкції.

Підвищення теплоаккумуляційних властивостей конструкції.

Механізація виконання ремонтних робіт.

Проведення ремонтних робіт без виселення мешканців.

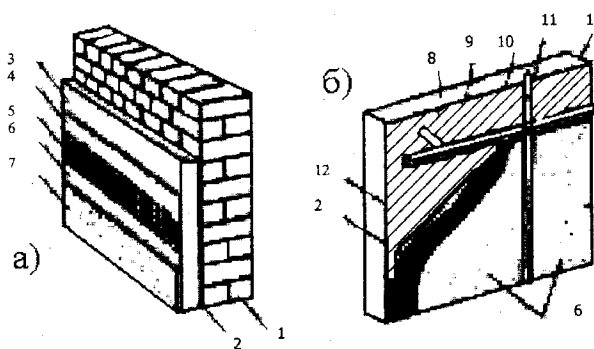
Можливість покращення архітектурно-художніх якостей захищення.

Найбільш часто використовують такі способи додаткового утеплення стін: пристрій теплоізоляційного шару з ефективного утеплювача з

цементною, полімерною або полімерцементною штукатуркою; нанесення теплоізоляційного шару з ефективного утеплювача з облицюванням плитними і листовими матеріалами, установлюваними впритул до утеплювача або на відстані від нього; застосування теплоізоляційних штукатурок; напильовання пінополіуретанових композицій.

Використання перших двох способів додаткового утеплення дозволяє підвищувати термічний опір і в цілому рівень теплозахисту захисних конструкцій в більш широких межах.

Утеплення стін за допомогою теплоізоляційного шару з ефективного утеплювача зі штукатуркою є одним з найбільш прийнятних способів у закордонній практиці й одержус усе більше розповсюдження в нашій країні (рис. 5.1,а).



б)

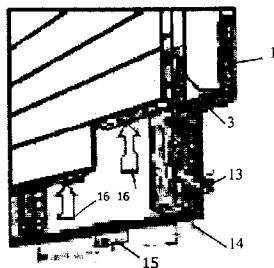


Рисунок 5.1 – Способи додаткового утеплення стін із зовнішньої сторони

а – утеплення цегляної стіни; б – утеплення стіни з використанням облицювання без повітряного прошарку; в – те ж, с повітряним прошарком: 1 – стіна; 2 – клей; 3 – додаткова теплоізоляція; 4 – цементна або полімерцементна штукатурка; 5 – сітка зі скловолокна або сталі; 6 – зовнішній декоративний шар; 7 – облицювання з листового матеріалу; 8 – анкер; 9 – болт; 10 – металевий куточок; 11 – профіль з алюмінієвого сплаву; 12 – самонарізальний гвинт; 13 – дерев'яна рейка каркаса; 14 – елемент кріплення каркаса до стіни; 15 – потайне кріплення облицювання на гвинтах або цвяхах; 16 – рух повітря в прошарку.

Товщину утеплювача призначають виходячи з величини необхідного термічного опору огороження. Штукатурку, яка виконує роль оздоблювального шару і захисту від атмосферних впливів, для запобігання утворенню у ній тріщин, армують сталевими стернями або сітками зі скловолокна. Використовують також сітки з поліамідного волокна, що відрізняються високою кислототривкістю і міцністю.

До поверхні стіни плитний утеплювач кріплять механічним способом або приклеюють. Нерідко одночасно використовують обидва способи, тому що використання тільки клейового з'єднання може виявитися ненадійним. Механічне кріплення виконують за допомогою анкерних штирів довжиною не менше 10см, які зашпаровуються в гнізда діаметром 30 мм з кроком 1 м, а потім зачекають цементним розчином складу 1:3. Штирі постачають захоплювачем для підвішування армуючих сіток.

За рубежем розповсюджений механічний спосіб кріплення теплоізоляційних плит з використанням металевих або пластмасових профілів, що мають відбортовку. Профілі кріплять до стін сталевими анкерами.

При клейовому кріпленні плитний утеплювач приклеюють до

поверхні стіни гарячими бітумними мастиками або полімерними сумішами.

Для приклеювання плитного утеплювача до поверхні стіни, а також армуючих сіток до поверхні утеплювача можуть бути використані клейові суміші, які складаються із латексного клею і шлакопортландцементу в співвідношенні 1:1, 1:2,5 або з полімерцементу. Сітка зі скловолокна в тонкому захисному шарі(товщина 3...6 мм), нанесеному на утеплювач, дозволяє сприймати температурні напруги. При додаванні в розчин пігментів, поверхня стіни може набути певного кольору.

Слід зазначити, що оштукатурювання утеплювача пов'язане з проведенням великого обсягу "мокрих" процесів, що перешкоджають проведенню робіт у зимовий час. Заміна штукатурки на полімерні або полімерцементні покриття значно розширює можливості застосування останніх.

Спосіб додаткового утеплення стін з використанням облицювання з плитних і листових матеріалів відноситься до одного з найбільш перспективних (рис.5.1 б, в). Конструкція утеплення складається із шару ефективного утеплювача і захисно-декоративної зовнішньої оболонки. Як зовнішній облицювальний шар можуть бути використані алюмінієві, сталеві профільовані й азбестоцементні листи, плити на основі пластмас із захисним декоративним покриттям, залізобетонні плити з декоративною облицьованою поверхнею, плити з природних камінних матеріалів і ін. Облицювальні плити установлюють упритул до теплоізоляційного шару або на відстані від нього. В останньому випадку вони служать "екраном" для стіни від впливу дощу і вітру, а також виконують функцію вентиляваного повітряного прошарку.

Спосіб з використанням "екрана" найбільш ефективний для зовнішніх стін, у яких процес вологонакопичення, а отже, і погіршення теплотехнічних якостей, носить прогресуючий характер. Вихід вологи з

матеріалу огороження здійснюється через вентиляований прошарок, завдяки чому відбувається безперервний процес природного сушіння конструкції. У таких конструкціях звичайно протягом перших 1-3 років встановлюється нормальний температурно-вологісний режим, у залежності від масивності огороження й умов експлуатації будинку.

Кріплення елементів облицювання або "екрана" здійснюють з допомогою анкерів і профільних елементів, а також використовують змішане кріплення з попереднім приклеюванням шару утеплювача.

Як додаткові утеплювачі можна використовувати плитні пористі теплоізоляційні матеріали, у тому числі мінеральну вату, пінополістирол або пінополіуретанові суміші, які спінюються нанесені на поверхню стіни. Плитний утеплювач приклеюють до стіни або встановлюють у розпір між дерев'яними рейками, що кріплять самоанкеруючими болтами до стіни.

Облицювальні елементи, на відміну від штукатурних шарів, є індустріальними виробами, що сприяє більш різноманітній і якісній обробці поверхні; вони легко піддаються ремонту і заміні.

В останні роки знаходять застосування комплексні плити, у яких поєднані теплоізоляційні і захисні властивості.

Влаштування теплоізоляційної штукатурки є одним із найпростіших способів одночасного утеплення й обробки зовнішніх стін. Він полягає в нанесенні на добре підготовлену поверхню стіни (очищену, з виконаною насічкою і зволожену) додаткового теплоізоляційного штукатурного шару з цементно-перлітовою або азбоперлітовою сумішшю.

Однак цей шар не дозволяє значно підвищити термічний опір огороження. Так, цементно-перлітова штукатурка щільністю $350\text{--}300 \text{ кг/м}^3$ збільшує термічний опір панелі з керамзитобетону щільністю 1150 кг/м^3 усього лише на 10...12%.

Теплоізоляційну штукатурку з азбоперлітовою сумішшю виконують шляхом напилювання суміші на поверхню, що захищається. Це дозволяє

високо механізувати проведення робіт і наносити теплоізоляцію на поверхні будь-якої конфігурації й у важкодоступних місцях. Крім того, таку теплоізоляцію відрізняє мала маса, велика температуростійкість, зручність при виконанні ремонту. Напиляна суміш легко ріжеться і віддаляється, а в разі потреби можна наростити новий шар до необхідної товщини.

До числа великих недоліків азбоперлітової теплоізоляції слід віднести наявність високого канцерогенного азбесту, що виділяється з неї у процесі деструкції. Тому після нанесення покривного шару з азбоперліту повинні бути вжиті заходи для надійного і довгострокового атмосферостійкого захист його поверхні.

Спосіб напилювання пінополіуретанових композицій полягає в нанесенні розпилювачем на поверхню захисних конструкцій, шарів рідких компонентів (поліефірна і ізоціанатна композиції) товщиною 0,5...2 мм, що потім спінюється, збільшуючись в об'ємі приблизно в 5...10 разів, і твердіє. Для одержання шарів більшої товщини процес нанесення суміші повторюється. Цей спосіб у порівнянні з другими більш ефективний, однак небезпечний у пожежному відношенні, тому що при впливі вогню теплоізоляція з цієї композиції відносно швидко займається.

При відновленні теплозахисних якостей зовнішніх огорожень особлива увага повинна бути приділена *забезпеченню герметичності стикових з'єднань*. Від своєчасного і якісного проведення робіт із герметизації стиків багато в чому будуть залежати тепловтрати будинку, мікроклімат приміщень і довговічність захисних конструкцій.

Відновлення герметичності стикових з'єднань проводяться підготовчими роботами, які полягають у розчищенні швів від ушкодженого розчину, продуванні поверхні, просушуванні порожнини і устя стиків.

Вибір типу гермитизуючих матеріалів, товщини захисних і

пароізоляційних шарів установлюють за показниками необхідного і фактичного опору повітро- і паропроникнення.

Для відновлення герметичності стикових з'єднань використовують мастики, пінополіуретанові композиції і погонні вироби. З мастик найчастіше використовують тіололові або силіконові, котрі нагнітають у порожнину підготовленого стикового з'єднання до утворення шару товщиною 20...30 мм і шириною не менше 20 мм. Для підвищення довговічності мастичного шару його армують і ущільнюють прокладкою.

Іншим способом відновлення герметичності стиків є обклеювальна герметизація. Її виконують сумішшю на основі булокаучукових композицій, армованих склотканиною. Смуга склотканини шириною, яка перевищує не менше ніж на 10 см ширину стика, приклеюється по першому гідроізоляційному шарі з провисанням по осі стику на глибину 0,8...1,5 см і покривається другим шаром композиції. При відновленні герметичності стиків з використанням пінополіуретанових композицій поверхню нанесеного шару захищають атмосферостійким лакофарбовим або іншим покриттям.

Для панелей з металевим й азбестоцементним обшиванням використовують спосіб заповнення стиків пінополіуретановими композиціями. Нагнітання суміші роблять через невеликі отвори, просвердлені з певним кроком по висоті стику. Спінювання і затвердіння суміші відбувається в порожнині стику. Цей спосіб ефективний також при відновленні герметичності стиків віконних і дверних прорізів. Зайва затверділа маса, що утворилася, зрізується, а поверхня стика закривається декоративними накладками.

Відновлення герметичності деформаційних швів у зовнішніх стінах рекомендується виконувати за допомогою пористих полімерних прокладок (пороізол, герніт). Прокладки повинні бути обтиснені на 30...50% більше свого первісного стану. Шов спочатку перекривають смугами

стклотканини, що приклеюють на гіпоалюмінієву мастицю, а потім покривають шаром руберойду.

При ремонті стикових з'єднань стінових панелей і балконних плит застосовують мастики, що не твердіють, які вводять у розчинену і висушену порожнину стику пневматичним або ручним шприцом. Потім стик заповнюють щільним цементним розчином.

Основними способами відновлення гідроізоляції зовнішньої поверхні стіни є гідрофобізація, торкретування, нанесення на неї лицевального шару з плит, синтетичних смол або рулонних матеріалів. Ці способи використовують для захисту стін від перезволоження і наскрізних промокань під впливом атмосферних опадів і капілярної вологи, а також для зменшення забрудненості їх поверхні і запобігання появи висолів.

Гідрофобізацію стін виконують кремнійорганічними рідинами до повного насичення поверхні. Нанесення гідрофобного складу змінює структуру поверхневого шару стіни, тому що приводить до зменшення відкритої пористості і збільшення кількості замкнутих пор. Це, у свою чергу, сприяє зменшенню водопоглинання, перешкоджає утворенню висолів, підвищує морозостійкість матеріалу поверхневих шарів. Змінена в такий спосіб структура поверхневого шару, маючи достатню паропроникність, не перешкоджає виходу пари, що дифундує у зовнішню атмосферу. Як показують натурні обстеження, поверхневий шар зберігає ці властивості протягом 4...6 років експлуатації.

Торкретування виконують шляхом нанесення на поверхню стіни шарів цементно-піщаного розчину складу 1:2 або 1:3 при тиску не менше $4 \dots 10^5$ Па. Товщина першого шару торкретного розчину повинна бути 10...15 мм, а другого і третього - 5...10 мм.

Облицювання зовнішньої поверхні стіни виконують з керамічних плиток, листових матеріалів, штукатурки, мозаїки, плиток з природних матеріалів. Для підвищення зчеплення плиток з поверхнею стіни роблять

ін'єкцію полімерних смол у порожнечі, що утворилися. Нові плитки замість ушкоджених наклеюють на мастиках (бітумно-силікатних, вапняно-бітумних, цементно-латексних і ін.). Товщина мастичного шару повинна складати 2...3 мм.

Облицювання з листових матеріалів притискають шурупами до дерев'яних рейок, прикріплених до поверхні стіни.

Гідроізоляція за допомогою синтетичних смол полягає в нанесенні на зовнішню поверхню рідких складів з епоксидної смоли, сополімера вінілхлориду й ін. Такі покриття, що наносяться кистю або пістолетом, відрізняються довговічністю, стійкістю до впливів вологи і деяких хімічних реагентів. До числа недоліків цього способу варто віднести його відносно велику вартість і токсичність. Осатаній недолік вимагає строгого дотримання правил техніки безпеки при провадженні робіт.

Відновлення пароізоляційного шару зовнішньої стіни допомагає підвищенню захисту матеріалу стіни або шару утеплювача від великого потоку водяної пари, що дифундує, з боку приміщення.

Пароізоляцію можна відновити шляхом наклеювання рулонних і листових полімерних матеріалів (поліетиленової плівки, пофарбованих листів склопластику й ін.), нанесення рідких водонепроникних сумішей або' напилювання неметалевих порошків (полістиролу, поліпропілену, полівінілацетату й ін.).

Довговічність пароізоляційних покриттів, як правило, невелика і вимагає регулярного поновлення, звичайно через 4...6 років.

Відновлення теплотехнічних якостей конструкцій покриттів. У процесі експлуатації може відбуватися неприпустиме зниження теплотехнічних якостей конструкції покриття, що буде допомагати втраті теплотехнічних властивостей матеріалів конструкцій, появі відволоження і промерзання елементів покриття, погіршенню температурно-водогінного режиму приміщень верхнього поверху. Причинами цього можуть бути:

зміна структури або стану утеплювача (утеплення, осідання, деструкція матеріалу, перезволоження), погіршення роботи вентиляції в прошарках або каналах конструкції, а також неякісне виконання робіт або порушення правил експлуатації покриття.

Відновлення теплотехнічних якостей конструкції покриття можна здійснити:

- підвищенням її теплоізолювальної функції (сушіння і заміни утеплювача, додаткове утеплення панелей покриття і стін горища);
- відновленням експлуатаційних якостей окремих елементів конструкції (покрівлі, стяжки, пароізоляції, стикових з'єднань);
- поліпшенням роботи вентиляційної системи в конструкції покриття;
- проведенням робіт з реконструкції покриття з повною заміною ряду конструктивних елементів або трансформацією покриття з одного типу в інший, більш досконалий.

При проведенні заходів щодо підвищення теплоізолювальних функцій конструкції покриття сушіння і заміну утеплювача звичайно проводять тільки в з'єднаних не вентиляваних покриттях, основним конструктивним недоліком яких є прогресуюче вологонакопичення в матеріалі утеплювача. У горищних покриттях до цього способу відновлення тепलोзахисту звертаються у випадках протікання покрівлі або порушення вентиляції горища. В останньому випадку сушіння насипного утеплювача виконують шляхом перелопачування його вручну або з використанням вентиляційних установок.

У безгорищних покриттях роздільної конструкції заміна утеплювача є трудомісткою операцією, у зв'язку з чим ця конструкція покриття вважається малоремонтнопридатною. У випадку заміни утеплювача потрібні: пробивання отворів розміром не менше 500x500 мм у верхній покрівельній панелі, розрізання і відгин арматури з наступним відновленням ушкоджених ділянок панелі і конструктивних шарів

покриття і ін.

У деяких плитних утеплювачах, що воложаться надмірно, (цементний фіброліт, мінеральноватні плити) відносно швидко відбуваються необоротні структурні зміни під впливом температурно-вологісної деформацій. У таких випадках сушіння, як спосіб відновлення їхніх експлуатаційних властивостей, вважається непридатною, і такий плитний утеплювач повинен бути замінений іншим.

Додаткове утеплення конструкції покриття, як і в зовнішніх стінах, виконують до значень термічного опору, встановлених нормативними вимогами. Для додаткового утеплення використовують легкі плитні утеплювачі з ніздрюватого бетону, спученої пластмаси і твердої мінеральної вати.

Як показує досвід експлуатації, конструкція покриття частіше всього утрачає свої теплозахисні властивості в місцях з'єднання із зовнішніми стінами (прикарнизна зона з'єданого даху, ділянки примикання горищного перекриття до зовнішніх стін горища й ін.).

Додаткове утеплення місць з'єднання покриття з зовнішніми стінами вирішують у залежності від особливостей конструктивного рішення покриття. Так, у випадку використання покриття з пустотних залізобетонних плит роблять заповнення порожнеч, що спінуються, пінополіуретановими композиціями або свіжоприготовленою газобетонною сумішшю в межах зони зволоження і промерзання. Заповнення відбувається через отвори, що пробиваються по одному в кожному пустотному каналі.

Герметичність стикових з'єднань забезпечують закладенням у них ущільнювальних матеріалів і установленням термовкладок. Цим роботам повинне передувати ретельне розчищення швів і пазів.

Відновлення пароізоляційного шару в конструкціях покриття виконують у тих випадках, коли встановлено, що надмірне зволоження

утеплювача відбувається через утрату цим шаром захисної функції. У цьому випадку роблять розчищення усіх вищих шарів і на вирівняну розчином поверхню плит покриття наносять пароізоляційний шар з рулонних матеріалів (полімерні плівки, руберойд) або мастик (полімерних, бітумних).

Відновлення теплотехнічних якостей конструкції покриття за рахунок додаткового пристрою або поліпшення системи вентиляції в багатьох випадках є досить ефективним способом.

У горючих покриттях систему вентиляції можна відновити або реконструювати відносно просто, використовуючи, наприклад, нові вентиляційні отвори. У з'єднаних невентильованих покриттях це зробити набагато складніше, тому що потрібне виконання великого об'єму досить складних робіт із установлення численних каналів утеплювачів або над його поверхнею.

Установлення вентильованих прошарків у з'єднаному невентильованому покритті можна здійснити двома способами. Перший спосіб полягає в укладанні по шарі утеплювача каналів із твердих листів, наприклад із хвилястого азбестоцементу посиленого профілю або з плоских листів азбестоцементу на стовпчиках(5.2а). Цей спосіб особливо ефективний при наявності перезволоженого матеріалу теплоізоляційного шару або при повному виході з ладу покрівельного килима і значних руйнуваннях цементно-піщаної стяжки. Хвилясті азбестоцементні листи укладають внапуск гофрами (каналами) перпендикулярно коньку, уздовж якого прокладають металевий короб з отворами. У місцях з'єднання короба з каналами, через кожні 6 м, передбачають витяжки флюгерного типу.

Другий спосіб установлення вентильованих прошарків у з'єднаному покритті використовують у тому випадку, коли покрівельний килим на більшій частині поверхні покриття знаходиться в гарному стані і необхідно лише зберегти його для подальшої експлуатації. При цьому способі

вентиляційні канали влаштовують безпосередньо в товщі утеплювача. Конструктивне рішення, крок і геометричні розміри каналів призначають у залежності від структури і ступеня вологонасичення матеріалів утеплювача. У випадку недостатньої твердості або сипкості утеплювача (мінеральна вата щільністю менше 200 кг/м^3 , керамзит і ін.) для установалення каналів використовують перфоровані азбестоцементні труби діаметром 100 мм. Крім того, в утеплювачі можна улаштувати канали за допомогою дерев'яних брусків перерізом $70 \times 80 \text{ мм}$, перекритих дошками $180 \times 25 \text{ мм}$. Дерев'яні елементи попередньо антисептують і захищають антипіреном.

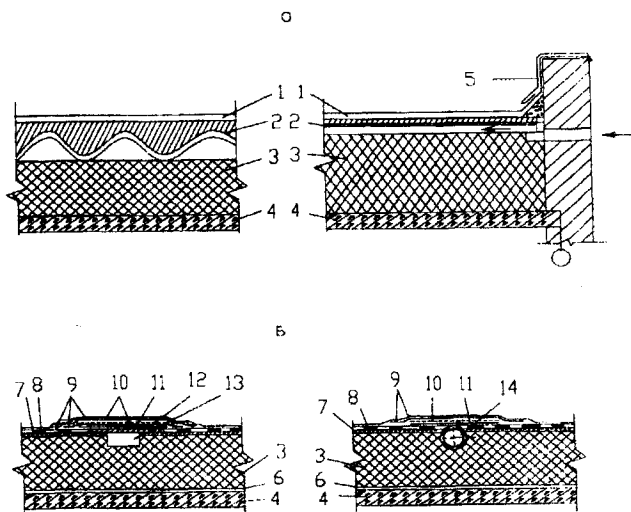


Рисунок 5.2 – Прошарки що вентилюються і канали в суміжних покриттях що не вентилюються

- а – вентилявані прошарки над поверхнею перезволоженого утеплювача;
 б – вентилявані канали в шарі утеплювача; 1 – покрівельний килим;
 2 – азбестоцементні хвилясті листи; 3 – утеплювач; 4 – плита покриття;
 5 – захисний фартух; 6 – пароізоляція; 7 – цементно-піщана стяжка;
 8 – старий покрівельний килим; 9 – посилення покрівельного килима;

10 – армуючі прокладки зі скломатеріалів; 11 – смуга рулонного покрівельного матеріалу; 12 – плоский азбестоцементний лист; 13 – вентиляційний канал, вирізаний в утеплювачі; 14 – вентиляційний канал з перфорованої азбестоцементної труби.

Якщо утеплювач твердий, то в ньому прорізають канали, глибиною, рівною приблизно половині його товщини, а потім покривають дошками або полосками з плоских азбестоцементних листів.

Варіант реконструкції покриття вибирають у залежності від призначення будинку, конструктивних особливостей і умов експлуатації.

Найчастіше реконструкції підлягають невентильовані з'єднання конструкції покриття, які швидко втрачають необхідні теплотехнічні і експлуатаційні якості. Нерідко такі покриття реконструюють і використовують для горищних, а в ряді випадків і для мансардних приміщень.

При установленні горищних (прохідних або напівпрохідних) і мансардних приміщень повинно забезпечуватися провітрювання і передбачаються зручні виходи на дах. При цьому переважно використовуються індустріальні методи реконструкції.

При реконструкції з'єднаних невентильованих покрить жилих будинків у горищні (рис. 5.3) висота частини, що надбудовується, повинна забезпечувати наскрізний прохід по горищі і бути не менше 160 см.

До початку основних робіт з реконструкції з'єданого покриття в горище після розбирання покрівельного килима, стяжки й утеплювача виконують ряд підготовчих робіт: улаштовують вентиляційні продухи в зовнішніх стінах; ведуть кладку цегельних стовпів або монтують опорні елементи під водозбірні лотки, що виконують одночасно роль прогонів для обпирання верхніх покрівельних плит; виконують при необхідності нарощування вентиляційних блоків і ін.

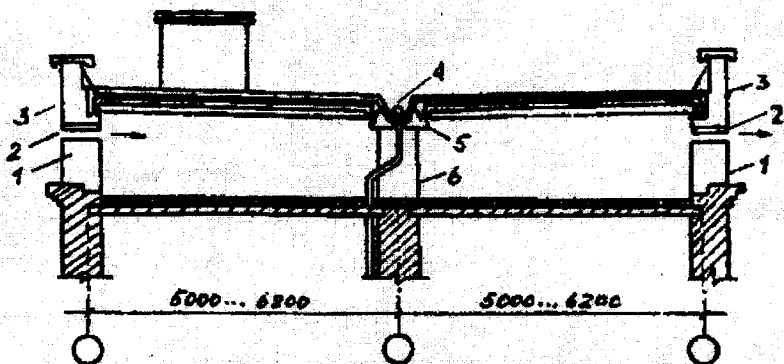


Рисунок 5.3 – Реконструкція з'єднаного неventильованого покриття житлового будинку в залізобетонне горищце: 1 – частина, що надбудовується; 2 – вентиляційний отвір; 3 – парпетний блок; 4 – водоприймальна лійка; 5 – прогін; 6 – цегельний стовп

6 ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДИНКІВ

6.1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ ПРИМІЩЕНЬ

У ХПР (холодний період року) приміщення втрачає тепло через зовнішні конструкції. Теплота приміщення витрачається також на нагрівання повітря, яке інфільтрує через зовнішні захищення або надходить через прорізи дверей чи воріт, на нагрівання матеріалів, транспортних засобів, виробів, одягу, які холодними потрапляють з вулиці у приміщення. Окрім цього, технологічні процеси можуть бути пов'язані з випаровуванням рідин, що супроводжується витратами теплоти приміщення. З іншого боку, теплота надходить у приміщення від технологічного обладнання, джерел штучного освітлення, нагрітих матеріалів і виробів, від людей, які перебувають у приміщенні тощо.

Зведення всіх складових надходжень і втрат теплоти в тепловому балансі приміщення визначає дефіцит або надлишок теплоти. Дефіцит теплоти вказує на необхідність встановлення у приміщенні систем опалення (СО).

Теплову потужність СО будинку з негерметичними вікнами, наприклад житлового, можна визначити, склавши баланс втрат теплоти окремих приміщень для ХПР, у вигляді:

$$Q_{CO} = Q_{зах} + Q_{інф} - Q_{побут}, \text{ Вт}, \quad (6.1)$$

Де $Q_{зах}$ - тепловтрати через захищення приміщення, Вт; $Q_{інф}$ - тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, Вт; $Q_{побут}$ - регулярний тепловий потік, який надходить в кімнату і кухні житлових будинків, Вт, ($Q_{побут} = 21 \text{ Вт/1 м}^2$ підлоги).

Теплову потужність СО будинку з герметичними вікнами можна визначити за таким тепловим балансом:

$$Q_{CO} = Q_{зах} + Q_{вент} - (Q_{побут} + Q_{утиліз}), \text{ Вт} \quad (6.2)$$

Де $Q_{вент}$ - втрати теплоти на нагрівання припливного вентиляційного повітря (кількість вентиляційного зовнішнього повітря приймають з розрахунку однократного повітрообміну за годину), Вт; $Q_{утиліз}$ - кількість теплоти, утилізованої з викидного вентиляційного повітря, Вт.

З врахуванням теплоти сонячної радіації тепловий баланс набуде вигляду:

$$Q_{CO} = Q_{зах} + Q_{вент} - (Q_{побут} + Q_{утиліз} + Q_{рад}), \text{ Вт}, \quad (6.3)$$

Де $Q_{рад}$ - розрахункова кількість теплоти сонячної радіації, що надходить у приміщення будинку, Вт.

Розрахункова теплота потужності СО повинна відповідати максимальному дефіциту теплоти.

Для промислових будинків теплову потужність СО визначають в межах найменших теплонадходжень. Для цього враховують розподілення

температури по висоті приміщення, тепловтрати на нагрівання повітря, яке надходить через прорізи воріт і технологічні прорізи зовнішніх захищень, тепловтрати на нагрівання матеріалів, транспортних засобів тощо.

Тепловтрати через окремі зовнішні захищення завдяки теплопередачі визначають за формулою:

$$Q_{\text{зовн}} = (1/R^{\Phi}_3) \cdot (t_B - t_{X5}) \cdot n \cdot F \cdot \eta, \text{ Вт}, \quad (6.4)$$

де: t_B – розрахункова температура в приміщенні, °С;

t_{X5} – температура холодної п'ятиденки для району будівництва, °С;

n – поправний коефіцієнт на різницю температур ($n < 1$);

F – площа захищення, через яку втрачається теплота, м²;

η – коефіцієнт, який враховує додаткові тепловтрати;

R^{Φ}_3 – фактичний загальний термічний опір теплопередачі захищення, м² · К/Вт.

Тепловтрати $Q_{\text{зах}}$ дорівнюють сумі втрат теплоти через зовнішні захищення приміщення, а також втрат та надходжень теплоти через внутрішні захищення ($Q_{\text{зах}} = Q_{\text{зовн}} \pm Q_{\text{вн}}$); $Q_{\text{вн}}$ враховують, якщо температура повітря у сусідніх приміщеннях нижча або вища за 3°С і більша від температури у даному приміщенні.

Додаткові втрати теплоти враховують як процент додавання до основних тепловтрат:

- на орієнтацію зовнішніх захищень за сторонами горизонту. Приймають для всіх вертикальних і похилих до вертикалі зовнішніх захищень;
- на кутові приміщення. Враховують 5% додавання до основних тепловтрат зовнішніх вертикальних захищень;
- на проникання холодного повітря через прорізи дверей і воріт, які не обладнані повітряно-тепловою завісою, тамбуром чи шлюзом. В промислових будинках для воріт без тамбура і шлюза, якщо вони

відкриті менше 15 хв. на годину, доданок приймають 300%. В громадських будинках з пропускною здатністю 500...600 людей за годину доданок приймають 500%. Оскільки це додавання значне, то з метою його зменшення будинки необхідно передбачити з тамбуром, шлюзом або обладнати обертовими дверима;

- на висоту. Враховують для приміщень громадських будинків висотою понад 4 м. Розрахункові значення тепловтрат всіх зовнішніх захищень збільшують на 2% на кожен метр висоти, що перевищує 4м, але не більше 15%. Сходові приміщення – це переважно високі приміщення, тому для зменшення тепловтрат їх доцільно зонувати (розбивати на ізольовані по висоті зони).

6.2 ВТРАТИ ТЕПЛОТИ НА НАГРІВАННЯ ІНФІЛЬТРАЦІЙНОГО ПОВІТРЯ

Інфільтрація зовнішнього повітря відбувається під впливом вітрового та гравітаційного напорів або розрідження, яке створюється у приміщенні під час роботи систем вентиляції.

Інфільтраційні тепловтрати визначають за формулою:

$$Q_{\text{інф}} = 0,278 \cdot G_{\text{інф}} \cdot c_p \cdot (t_v - t_{x5}), \text{ Вт}, \quad (6.5)$$

Де $G_{\text{інф}}$ – кількість повітря, що інфільтрує за одиницю часу у приміщення через нещільності зовнішніх захищень, кг / год.;

c_p – питома теплоємність повітря ($c_p = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$);

t_{x5} – температура найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю $0,92^\circ\text{C}$.

Кількість інфільтраційного повітря, яке надходить у приміщення через заповнення світлових прорізів вікон і балконних дверей внаслідок їх повітропроникності, визначають за формулою:

$$G_{\text{інф}}^{\text{вік}} = A_{\text{в}} \cdot F_{\text{в}} \cdot \Delta p^{2/3} / R_i, \text{ кг/год.}, \quad (6.6)$$

де: $A_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує вплив зустрічного теплового потоку (для вікон з роздільними рамами $A_{\text{в}} = 0,8$, із спареними рамами $A_{\text{в}} = 1$);

$F_{\text{в}}$ – розрахункова площа віконних прорізів, м^2 ;

Δp – різниця тисків повітря на зовнішній (навітреній) і внутрішній поверхнях світлового прорізу, Па;

R_i – опір повітропроникнення світлових прорізів, $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}^{2/3} / \text{кг}$.

Для будинків, які обладнані природною витяжною вентиляцією, значення Δp визначають за формулою:

$$\Delta p = 9,81 \cdot [(H - h) \cdot (\rho_3 - \rho_{\text{в}}) + 0,05 \cdot \rho_3 \cdot v_s^2 \cdot (K_{\text{н}} - K_3) \cdot k], \text{ Па}, \quad (6.7)$$

де: H – висота будинку від низу землі до верху карниза або викидної вентиляційної шахти, м;

h – висота від поверхні землі до центра вікон відповідного поверху, м; $\rho_3, \rho_{\text{в}}$ – густина зовнішнього (при $t_{\text{к}5}$) і внутрішнього повітря, $\text{кг} / \text{м}^3$;

v_s – найбільша із середніх швидкостей вітру за січень по румбах північного напрямку (Пн, ПнСх, ПнЗх), м/с; $K_{\text{н}}$,

K_3 – аеродинамічний коефіцієнт, відповідно для навітряної і підвітряної поверхонь (для перпендикулярної до навітряної поверхні дії вітру: $K_{\text{н}} = 0,8 \dots 0,5$; $K_3 = -0,6 \dots -0,4$; коли вітер діє під кутом 45° до навітряної поверхні, значення K зменшується на 50%);

k – коефіцієнт, що враховує зміну швидкісного вітрового напору залежно від висоти будинку і типу місцевості (табл. 6.1).

Вищенаведений розрахунок $Q_{\text{інф}}$ придатний для будинків симетричної конфігурації, квадратних або прямокутних в плані, з простим і однаковим поверховим плануванням, з рівномірно розподіленими по фасаду вікнами, що відкриваються. Для будинків складної конфігурації або унікальних будинків необхідний спеціальний аналіз інфільтраційного процесу.

Для приміщень промислових будинків, якщо не виконувати спеціальних розрахунків, тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря допускається приймати 30 % від основних тепловтрат через захисні конструкції (але не менше, ніж потрібно для нагрівання повітря, яке надходить у приміщення внаслідок дисбалансу об'ємів викидного і припливного вентиляційного повітря).

Таблиця 6.1 – Значення коефіцієнта k

Тип місцевості	Висота центра світлового прорізу над поверхнею землі, м				
	10	20	40	60	100
А – відкрита місцевість (степ, лісостеп, пустеля, узбережжя моря, озера, водосховища)	1	1,25	1,55	1,75	2,1
Б – навколишня місцевість, рівномірно вкрита лісовим масивом або іншими перешкодами висотою понад 10м	0,65	0,9	1,2	1,45	1,8

Для наближеного розрахунку тепловтрат будинку на опалення використовують формулу витрат теплоти за укрупненими показниками:

$$Q_{c.o} = A \cdot q_o \cdot (t_{в. \text{ср}} - t_{х5}) \cdot V_{\text{буд}}, \text{ Вт}, \quad (6.8)$$

Де A – коефіцієнт, який для житлових і громадських будинків

визначають за формулою: $A \cong 0,54 + 22 / (t_{в} - t_{х 5})$;

q_0 – питома теплова характеристика будинку, Вт/(м³·К);

$V_{\text{буд}}$ – зовнішній об'єм будинку (або його опаловальної частини), м³;

$t_{в. \text{сер}}$ – середня по об'єму будинку температура внутрішнього повітря, °С.

Значення q_0 будинків будь-якого призначення можна знайти за формулою Єрмолаєва:

$$q_0 = (P/S) \cdot [1/R_{\text{ст}}^{\phi} + A_{\text{вік}}(1/R_{\text{вік}}^{\phi} - 1/R_{\text{ст}}^{\phi})] + 1/H[(0,9/R_{\text{пок}}^{\phi}) + (0,6/R_{\text{пл}}^{\phi})], \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{К},$$

де P , S , H – відповідно периметр будинку, м, площа будинку, м², висота будинку, м;

$R_{\text{ст}}^{\phi}$, $R_{\text{вік}}^{\phi}$, $R_{\text{пок}}^{\phi}$, $R_{\text{пл}}^{\phi}$ – відповідно фактичний опір теплопередачі зовнішньої стіни, вікна, покриття, підлоги, м² · К/Вт;

$A_{\text{вік}}$ – коефіцієнт, який чисельно дорівнює відношенню площі вікон до сумарної площі вертикальних зовнішніх захищень (коефіцієнт засклення).

Для сходових кліток q_0 звичайно приймають з коефіцієнтом 1,6.

Для промислового будинку з системою повітряного опалення, суміщеного з припливною вентиляцією, характерна така наближена структура теплового балансу: тепловтрати завдяки повітрообміну - 85%, тепловтрати через стіни - 7%, через покриття - 6 %, через підлогу - 2%.

Аналіз факторів, які впливають на значення q_0 (2.7), а отже і на величину тепловтрат будинку показує, що для зменшення q_0 необхідно: зменшувати периметр і збільшувати висоту будинку; збільшувати термічний опір теплопередачі захищень, насамперед вікон і стін, а також зменшувати коефіцієнт засклення.

Для зменшення тепловтрат будинку потрібно мінімізувати шорсткість фасадів, уникати виступних елементів фасаду, зокрема лоджій на північних фасадах, а при їх наявності передбачати засклення.

7 СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

7.1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Під час надходження у повітря теплоти, пилу, шкідливих газів, водяної пари та пари інших рідин в кількостях, що створюють їх концентрації вищими за певні границі, гігієнічні показники повітря знижуються, а надлишкові домішки та теплота стають шкідливими виділеннями, тобто шкідливостями.

У житлових і громадських будинках основні шкідливості – це тепловоловиділення і вуглекислий газ (CO_2), а в промислових приміщеннях – ще й газо - і пило виділення.

Вентиляція забезпечує обмін повітря в приміщенні для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих та інших речовин з метою підтримання допустимих метеорологічних і санітарно-гігієнічних умов повітряного середовища.

Вентиляція приміщень здійснюється завдяки вилученню з них забрудненого повітря і заміни його свіжим (зовнішнім) повітрям.

Кондиціювання повітря застосовується з метою забезпечення і автоматичного підтримання необхідних (частіше оптимальних) параметрів повітряного середовища в приміщенні незалежно від внутрішніх і зовнішніх факторів.

Процес кондиціювання полягає в приготуванні припливного повітря, а саме: нагріванні або охолодженні, зволоженні або осушенні повітря і очищенні його від пилу. Крім цього, в деяких випадках потрібно позбутись неприємних запахів, іонізувати повітря, очистити його від шкідливих домішок, надати приємного запаху. Тепловологісне оброблення повітря є основним у процесі його кондиціювання.

7.2 КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

За призначенням вентиляцію поділяють на припливну і витяжну, загально обмінну, місцеву, зональну і зонально-шарову, технологічну, аварійну і протидимову.

Вентиляція, яка забезпечує подавання у приміщення чистого зовнішнього і частково ре циркуляційного повітря, називається припливною (рециркуляційне повітря – вилучене повітря, яке повертається знову у вентилязоване приміщення). Вентиляція, яка забезпечує вилучення забрудненого повітря з приміщення, називається витяжною. Вентиляція, яка забезпечує організований приплив і вилучення повітря у приміщенні, називається припливно-витяжною. Вентилювання всього об'єму приміщення подаванням або вилученням повітря називають загально-обмінною вентиляцією. Вентиляція, завдяки якій повністю вилучається забруднене повітря із зон зосередженого виділення шкідливостей у приміщенні і забезпечуються в прилеглій робочій зоні необхідні метеорологічні і санітарно-гігієнічні умови, називається місцевою. Вентиляція, яка служить для забезпечення необхідних параметрів повітря в обмежених зонах приміщення, називається загальною. Вентиляцію із затопленням робочої зони припливним повітрям та забезпечення температурно-швидкісного градієнта і стабілізацією температурного і газового розшарування окремих зон приміщення називають зонально-шаровою. Створення і підтримання параметрів повітряного середовища у приміщенні або у виділених об'ємах приміщення, які забезпечують якісне здійснення технологічного процесу, називають технологічною вентиляцією. Вентиляцію приміщення у випадку прогнозованого раптового виділення токсичних або займистих речовин у значних кількостях називають аварійною. Вентиляція, яка служить для видалення диму з приміщень і забезпечує можливість евакуації людей в початковій

стадії пожежі, називається аварійною протидимовою.

За способом збудження руху повітря вентиляція поділяється на механічну і природну. Вентиляція, яка забезпечує регульований повітрообмін приміщення незалежно від метеорологічних умов зовнішнього середовища та основним збудником руху в якій є вентилятор, називається механічною. Вентиляція під дією різниці тисків, які зумовлені тепловим і (або) вітровим напором, називається природною. Розрізняють природну неорганізовану вентиляцію (інфільтрація і відкривання вікон) і природну організовану (регульовану) вентиляцію – аерацію (через фрамуги вікон і ліхтарів). Під час цього транспортування повітря може відбуватись мережею каналів – канална система вентиляції або через прорізи зовнішніх захищень – безканална система вентиляції (канал – огорожений будівельними конструкціями простір для транспортування в ньому повітря).

Вентиляційна система – це сукупність пристроїв для оброблення, транспортування, подавання і вилучення повітря.

В окремих випадках застосовують системи вентиляції з частковою рециркуляцією, в яких до зовнішнього повітря підмішують вилучене з приміщення внутрішнє повітря.

Аерація як спосіб природної організованої вентиляції широко застосовується в промислових приміщеннях з великими тепловиділеннями (прокатні і ливарні цехи, кузні тощо).

У ТПР приплив зовнішнього повітря передбачають через нижній ярус вікон з подаванням його у безпосередню зону. У ХПР приплив передбачають через верхній ярус вікон на висоті не менше 4...5 м від рівня підлоги. Для забезпечення стійкого режиму аерації площу фрамуг ліхтаря передбачають на 20...40% меншою за площу фрамуг вікон. Під час розрахунку природної вентиляції враховують гравітаційні і вітрові напори. Вони можуть діяти одночасно і незалежно один від одного.

Дія вітру. Якщо на шляху повітряного потоку є перешкода, наприклад, будинок, то відбувається перетворення енергії: динамічний тиск вітру ($p_{\text{дин}} = \rho v^2_s / 2$) переходить в статичний. Під час цього на навітряній стороні перешкоди створюється надлишковий тиск (0,5...0,8 від тиску вітру), а на підвітряній – розрідження (0,3...0,4 від тиску вітру). Перепад тисків, який при цьому виникає, викликає інфільтрацію через нещільності захисних конструкцій або повітрообмін через вентиляційні створи.

Перед відкритим одиничним будинком утворюється ділянка підвищених тисків (підпір) шириною біля п'яти висот будинку і довжиною, яка дорівнює довжині будинку. Одночасно за будинком утворюється аеродинамічна тінь – ділянка знижених тисків, яка має ширину біля 6...8 висот будинку. Будинок, оточений іншими спорудами, може знаходитись в аеродинамічній тіні цих споруд.

Для прямокутних в плані будинків і під час дії вітру, який спрямований під прямим кутом до одного з боків будинку, наближену кількість зовнішнього повітря, яка інфільтрує через будинок, можна визначити за формулою:

$$L = 0,5k \cdot F_{\text{отв}} \cdot v_s, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.1)$$

Де k – коефіцієнт, який залежить від відношення площі вхідних (інфільтраційних) і вихідних (ексфільтраційних) отворів (табл. 7.1);

$F_{\text{отв}}$ – площа вхідних отворів, м^2 ;

v_s – швидкість вітру, м/с .

Таблиця 7.1 – Значення k залежно від відношення площі вхідних (інфільтраційних) і вихідних (ексфільтраційних) отворів

Відношення площі вхідних і вихідних отворів	0,25	0,5	0,75	1	2	3	4	5
Значення k	0,21	0,38	0,51	0,6	0,76	0,81	0,82	0,83

В іншій залежності враховують дані перепаду тисків під дією вітру:

$$L = 0,827 \cdot \Delta p_v^{0,5} \cdot F_{\text{отв}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.2)$$

Де Δp_v – перепад тиску під дією вітру, Па;

$F_{\text{отв}}$ – площа вхідних отворів, м^2 .

У табл. 7.2 наведені середні значення перепаду повного тиску по висоті будинку.

Таблиця 7. 2 – Середні значення перепаду тиску по висоті будинку під дією вітру, Па

Висота будинку, м	Швидкість вітру, м/с		
	Відкрита місцевість 9,0	Окраїна міста 5,5	Центр міста 3,0
10...30	58...78	21...38	6...15
40...60	85...95	44...55	21...26
70...90	100...107	59...67	31...37

Тепле повітря приміщення завдяки меншій густині піднімається вгору, замінюючись важким припливним (зовнішнім) повітрям. Внаслідок цього тиск повітря в зоні підлоги приміщення стає меншим, а в зоні стелі – вищим від зовнішнього тиску. Під час циркуляції повітря в приміщенні виникає ділянка (площина) рівних тисків, яку називають нейтральною зоною.

Різницею тисків стовпів зовнішнього і внутрішнього повітря, яка виникає завдяки гравітаційним силам, називають тепловим природним напором.

7.3 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОПОСТАЧАННІ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

Сучасний стан та перспективи розвитку енергозбереження в будівлях та системах споруд ТГПІВ

Енергозбереження - це процес, який дає можливість скоротити

потреби в паливно-енергетичних ресурсах /ПЕР/, а також забезпечити максимальну ефективність їх використання.

На сучасному рівні розвитку втрати тепла в будівлях можуть бути зменшені більш ніж на третину. Реалізувати ці резерви в повній мірі можливо за двома основними напрямками:

- утеплення захисних конструкцій будинків;
- модернізація систем теплоспоживання.

Найбільш доцільним є перший напрямок, після реалізації якого можна отримати ефект і для другого. Через захисні конструкції будинку, що опалюється, в атмосферу потрапляє значна кількість теплової енергії. Чим гірші теплоізоляційні якості захищень, тим більша втрата теплової енергії через них.

Можливості модернізації систем ТГПіВ

Доля житлового сектору у загальному споживанні енергії значна. Відсутність зручних засобів регулювання систем опалення призводить до перегрівання, або до недогрівання приміщень. На споживання енергії в будинку впливають такі фактори: клімат, характеристики будинку, системи опалення, ставлення споживачів.

Найбільш сприятливими засобами зниження затрат є: поліпшення теплоізоляції будинків і трубопроводів; запровадження сучасних заходів регулювання систем тепlopостачання і гарячого водopостачання; підвищення ефективності роботи теплогенеруючого устаткування. Сучасне та якісне технічне обслуговування забезпечує економічність експлуатації будинків і систем тепlopостачання протягом всього періоду експлуатації.

Системи регулювання

Засоби регулювання – це необхідний елемент будь-якої системи опалення, який дозволяє оптимізувати її роботу.

Регулятори і прилади обліку споживання енергії в системах опалення повинні використовуватись разом. Якщо споживач не отримує інформації

про об'єм споживаної ним енергії, то він не зацікавлений в економії енергії і своїх засобів за допомогою пристроїв регулювання.

Індивідуальний облік є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрати тепла залежно від своїх особистих потреб.

Задачею регулювання системи є підтримання постійності, будь-якого фізичного параметра або його зміни у відповідність з програмою, що розроблена. В системах опалення цими параметрами є температура всередині приміщення і температура теплоносія. Подача тепла коригується у відповідності з вимогами. При цьому використовується тільки така кількість тепла, яка потрібна для створення необхідного клімату всередині приміщень.

Використання різних систем регулювання

В системах центрального тепlopостачання теплове навантаження регулюється централізовано на джерелах тепlopостачання або на ЦТП в залежності від температури зовнішнього повітря шляхом зміни температури теплоносія. При такому регулюванні неможливо врахувати індивідуальні вимоги споживачів, які пов'язані, наприклад, з особливими властивостями захисних конструкцій або бажанням мати свій мікроклімат. Якщо обладнати тепловий пункт будинку місцевою системою автоматичного регулювання, то можна буде врахувати перераховані вимоги.

Центральні системи опалення будинку з вбудованими котельнями обладнані лише засобами ручного регулювання. Ефект цих засобів обмежений, тому що мешканці рідко ними користуються. Модернізація систем з влаштуванням засобів автоматичного регулювання дозволить зменшити витрати палива в котельні.

Можливість регулювання температури всередині приміщення мешканцями обмежена кранами, які встановлені на радіаторах, а у випадку з конвекторами – регулюються заслонкою. В більшості випадків ці

пристрої відсутні або не працюють. Обладнавши радіатор автоматичними регуляторами, можна підтримувати необхідну температуру з використанням теплонадходжень. Вартість трудозатрат при такій модернізації залежить від конструкції системи опалення. Для вертикальної однотрубної системи ці затрати будуть більшими, ніж для двотрубної.

Незалежно від того, встановлені регулятори чи ні, необхідними умовами ефективної роботи системи є її гідравлічне ув'язування, яке сприяє економії енергії, забезпечуючи необхідні витрати теплоносія.

В цілому ефективна система управління складається з двох елементів: центрального управління в котельній або тепловому пункті; індивідуальні радіаторні засоби регулювання.

Центральне регулювання

Перевага центрального регулювання: зменшення втрат при розподілі тепла; підвищення ефективності роботи радіаторних терморегуляторів; зменшення часу роботи систем опалення з врахуванням фактичних потреб.

Зменшення втрат при розподілі досягається шляхом зниження температури теплоносія в теплопроводах, вона регулюється в залежності від фактичного теплового навантаження будинку з врахуванням температури зовнішнього повітря і теплозахисних характеристик будинку.

Додаткова економія може бути отримана в результаті зниження температури приміщення шляхом зменшення температури теплоносія або відключення котла в період зниження теплоспоживання, наприклад, в нічний час. Якщо немає небезпеки замерзання системи ефективність роботи систем опалення може бути підвищена шляхом відключення палинкових пристроїв на цей період. Центральне регулювання забезпечує ефективність роботи пристроїв індивідуального регулювання, виконуючи роботу попереднього грубого регулювання з наступним більш точним коректуванням радіаторними терморегуляторами, діапазон індивідуального регулювання яких зменшується. Функції центрального

регулювання виконує блок центрального управління.

За допомогою блока центрального управління можна отримати додаткову економію. Необхідними елементами центрального регулювання є: регулювання температури теплоносія в залежності від природних умов; зниження температури теплоносія або відключення системи в ті періоди часу, коли вона не потрібна (вночі).

Існує декілька способів зміни температури теплоносія в системі центрального регулювання. Перший спосіб полягає в тому, що температура води на виході з котла підтримується на постійному рівні, а температура води в підвідному трубопроводі системи опалення регулюється підмішуванням води із зворотного трубопроводу. Для підтримання постійної температури води на виході з котла необхідно забезпечити відповідне управління роботою пальників. Інший спосіб пов'язаний із зміною температури води на виході з котла при безпосередньому управлінні роботою пальників. В цьому випадку включення і відключення та безперервний контроль роботи пальників здійснюється в залежності від температури зовнішнього повітря. Цей спосіб використовується для низькотемпературних котлів, які можуть працювати при низькій температурі теплоносія. Такий тип управління дозволяє підвищити ефективність роботи котла за рахунок зменшення часу його холостої роботи і витрат теплової енергії на зупинку котла.

При регулюванні у відповідності з погодними умовами на теплових пунктах центрального тепlopостачання в якості виконавчого механізму використовуються регулюючі клапани або елеватори.

Регулювальні клапани використовуються в системах із залежними та незалежними приєднаннями до теплової мережі. Регулювання за допомогою елеватора використовується тільки в системах із залежним приєднанням до теплової мережі без теплообмінників або там, де вода системи центрального тепlopостачання надходить безпосередньо у

трубопровід будинку. За допомогою елеватора зворотна вода змішується з водою із підвідного трубопроводу для отримання необхідної температури. Окрім цього вода в системі опалення будинку циркулює за рахунок різниці тиску в трубопроводах системи центрального теплопостачання і необхідність в додатковому циркуляційному насосі відпадає.

Індивідуальне регулювання

Оскільки центральне регулювання не враховує індивідуальних вимог до змін теплового навантаження в окремих кімнатах, то потрібно, щоб всі радіатори були обладнані індивідуальними регуляторами.

Перевагою індивідуального регулювання є можливе використання теплонадходжень та задоволення індивідуальних вимог споживачів.

Задачею індивідуального регулювання є підтримання температури в приміщенні на постійному заданому рівні за допомогою регулювання витрат теплоносія через радіатор. Так, при використанні термостатичних вентилів замість звичайних можна економити до 10% енергії.

Індивідуальні регулювальні органи, ручні або термостатичні вентиля встановлюються на вході води в радіатор і призначаються для регулювання витрат води в залежності від дійсного теплового навантаження приміщення. Термостатичні вентиля виконують подвійну функцію: по-перше, споживач має можливість регулювати температуру в приміщенні в залежності від своїх потреб; по-друге, термостатичні вентиля підтримують задану температуру в приміщенні.

В однотрубних системах, якщо система опалення має замкнені ланки і крани для ручного регулювання, в яких використовується перехід на автоматичне регулювання температури, регулювання в приміщеннях здійснюється через заміну існуючих вентилів на клапани з великою пропускною спроможністю (RTD-G) (табл.7.3, 7.4) практично без будь-яких додаткових змін у системі.

Таблиця 7.3 – Радіаторні терморегулятори RTD

Тип	Модель	Діапазони температур, °С
RTD4500	Вмонтований датчик	6-26
RTD4502	Дистанційний датчик	6-26
RTD4520	Вмонтований датчик з обмеженою максимальною температурою	6-26
RTD4550	Дистанційний датчик з обмеженою максимальною температурою	6-21
RTD4552	Елемент дистанційного керування	6-21
RTD3562	Елемент дистанційного керування	6-28
RTD3565	Елемент дистанційного керування	6-28
RTD3568	Елемент дистанційного керування	6-26

Таблиця 7.4 – Клапани RTD-G

Тип	Модифікація	Шифр за стандартом ISO 7-1		Максимальний тиск		Випробувальний тиск МПа	Максимальна температура води °С
		вхід R _p	вихід R	робоч.	ΔP		
				МПа	МПа		
RTD-G	Кутовий	1/2	1/2	1,0	0,02	1,6	120
	Прямий	3/4	3/4				

Одноквартирні та малоповерхові багатоквартирні будівлі, що оснащені двотрубними системами опалення, легко піддаються модернізації. З цієї метою потрібно демонтувати всі вентиля з ручним керуванням і оснастити радіаторні терморегулятори фірми Данфос RTD клапанами типу RTD-N (табл. 7.5).

Радіаторні терморегулятори RTD фірми Данфос (Україна) автоматично підтримують задану температуру в приміщенні незалежно від зміни погодних умов та надходження тепла від сонячної радіації, людей, освітлення, електро побутових приладів тощо.

Таблиця 7.5 – Клапани RTD-N

Тип	Модифікація	Шифр за стандартом ISO 7-1		Максимальний тиск		Випробувальний тиск МПа	Максимальна температура води °C
		вхід R _p	вихід R	робоч.	ΔP		
				МПа	МПа		
RTD-N	Кутовий	3/8	3/8	1,0	0,06	1,6	120
	Прямий						
RTD-N25	Кутовий	1	1	1,0	0,06	1,6	120
	Прямий						

За допомогою запірного клапана RLV (табл. 7.6) можна здійснювати виключення окремого радіатора з метою його демонтажу або для технічного обслуговування, не спускаючи води з трубопроводів системи опалення в цілому.

Таблиця 7.6 – Запірний клапан RLV

Тип	Модифікація	Номинальний діаметр	Шифр за стандартом ISO 7-1		Максимальний робочий тиск МПа	Випробувальний тиск МПа	Максимальна температура води °C
			з системою	з радіатором			
RLV	Кутовий	10	3/8	3/8	1,0	1,6	120
	Прямий						
	Кутовий	15	1/2	1/2			
	Прямий						
	Кутовий	20	3/4	3/4			
	Прямий						

Оснащення спеціалізованої системи опалення житлових будинків терморегуляторами Данфоса дає змогу залежно від типу будівлі і

параметрів опалювальної системи заощадити понад 20% енергії, що споживається.

Радіаторні екрани

Правила монтажу радіатора центрального опалення зобов'язують розташовувати їх на зовнішніх стінах під підвіконником. Таке розташування створює корисний тепловий комфорт у приміщенні, забезпечує відповідну циркуляцію повітря та рівномірний у цій системі опалення розподіл температур. Таке розміщення радіатора з огляду на його випромінювання спричиняє підвищення температури внутрішньої поверхні стіни, що сприяє додатковій втраті тепла.

Радіаторний екран – це композитивний матеріал, в якості якого використовують гнучку пінопластову стрічку товщиною – 5 мм; зпінений поліетилен; алюмінієву фольгу тощо.

Алюмінієва фольга відбиває 90-97% тепловипромінювань, які потрапляють на стіну поза радіатором. Пінопласт чи поліетилен підвищує в цьому місці коефіцієнт тепловипромінювання приблизно на 8%.

Випромінювання, відбите від фольги, повертається на поверхню, що його віддала, а також у приміщення. Отже, підвищує інтенсивність тепловипромінювання. Внаслідок встановлення радіаторних екранів значення випромінювання можна підвищити майже на 15%.

Витрати тепла через стіну за радіатором, що екранована фольгою, нижчі на 30-45% від витрат через стіну без екрана. В деяких випадках це приводить до зменшення потужності радіатора на 8%.

Облік теплової енергії

Основна мета енергозберігаючої політики в галузі – довести до раціонального науково-обгрунтованого рівня споживання гарячої води та теплової енергії населенням, знизити питомі витрати палива і електроенергії на виробництво комунальних послуг. Серед найважливіших заходів, що спрямовані на енергозбереження, є впровадження приладів

обліку витрат і регулювання споживання води та теплової енергії.

До першої категорії відносяться споживачі з тепловим навантаженням опалення, що дорівнює або перебільшує 12,6 кДж/год (3 Гкал/год). Також до цієї категорії незалежно від величини теплового навантаження відносяться такі споживачі: промислові підприємства, підприємства комунально-побутового обслуговування, спортивні споруди, центральні й квартальні теплові пункти житлових або адміністративних районів і навчальних комплексів.

До другої категорії належать споживачі з витратою на опалення від 4,2 до 12,6 кДж/год (від 1 до 3 Гкал/год).

До третьої категорії відносяться споживачі з витратою теплоти на опалення меншою за 4,2 кДж/год (1 Гкал/год).

Для обліку кількості теплоти на опалення у споживачів першої категорії рекомендується встановлювати: реєструвальні витратоміри і реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для такого ж обліку у споживачів другої категорії рекомендується: реєструвальні витратоміри (або у випадку їх відсутності – гарячоводяні водоміри); реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для обліку кількості води на опалення у споживачів третьої категорії рекомендується встановлювати: гарячоводяні водоміри та показувальні тепломіри. Для обліку теплоти на гаряче водопостачання у споживачів I і II категорії рекомендується: водоміри (холодноводяні або гарячоводяні в залежності від місця їх встановлення), реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для обліку кількості теплоти на гаряче водопостачання у споживачів III категорії рекомендується встановлювати: водоміри (холодноводяні або гарячоводяні в залежності від місця їх встановлення) та показувальні термометри.

Для точного обліку відпущеного споживачам тепла використовують сучасні електронні теплотічильники TOP і ТУР, які розроблені ВСКТБ

“Тороїд” (м. Вінниця) і НИКТИ ГХ. Вони рекомендуються для автоматичного вимірювання кількості теплоти в закритих водяних системах теплопостачання.

В залежності від діаметра умовного проходу витратоміра теплолічильник TOP має ряд модифікацій: 50, 65, 80, 100, 150, 200. Прилад складається з електричного витратоміра типу ИПРЕ-1, комплексу вимірювання різниці температур КТСП-01 і обліково-реєструвального пристрою на мікропроцесорній основі (теплолічильник).

Теплолічильник має цифрові відлікові пристрої кількості теплової енергії, об'єму і температури теплоносія, часу напрацювання, струмові сигнали 0...5 мА, що пропорційні температурі теплоносія в підвідному і зворотному трубопроводі, а також телеметричні датчики кількості теплової енергії і об'єму теплоносія. Температура може бути від 25 до 150°C в підвідному і від 5 до 10°C в зворотному трубопроводі з різницею температур від 20 до 130°C. Максимальна і мінімальна витрати теплоносія залежать від діаметра умовного проходу трубопроводу з теплоносієм. Похибка вимірювання кількості теплової енергії $\pm 2,5\%$.

Теплолічильник ТУР виконано на базі ультразвукового витратоміра і складається з акустичного перетворювача витрати, комплексу вимірювання різниці температур і теплолічильника, який розроблений на базі однокристального мікропроцесора типу 1816-VE35. Цей теплолічильник призначений для експлуатації на ТЕЦ, котельних, контрольно-розподільних пунктах, центральних теплових пунктах промислових підприємств. Він має цифровий відліковий пристрій: кількості теплоти (вимірюється в ГДж), об'єму теплоносія в (м³), температури теплоносія в підвідному і зворотному трубопроводах (°C), часу напрацювання (год), телеметричні датчики кількості теплоти і об'єму теплоносія.

В залежності від діаметра умовного проходу акустичного

перетворювача витрат передбачається використовувати чотири модифікації теплолічильника ТУР – 200, 300, 400, 600. Прилад встановлюється в підвідному трубопроводі, що відповідає Правилам ПР 34-70-010-85.

Допустима різниця температур 20...130⁰С при зміні температури теплоносія в підвідному трубопроводі 25...160⁰С, а в зворотному трубопроводі від 5 до 7⁰С. Похибка вимірювань кількості теплоти лічильником становить $\pm 2,5\%$, а при зміні об'єму теплоносія $\pm 1,5\%$.

Широкого розповсюдження набули лічильники, які випускає спільне українсько-датське підприємство приладів обліку СП "ДИВАЙС" ОПО "Харківтеплоенерго". Лічильники фірми "ДАНФОСС" (Данія), на основі яких вони розроблені, користуються великим попитом в країнах Європи. Тепловимірювальні системи СП "ДИВАЙС" містять набір температурних датчиків, обчислювач і витратомір (ультразвуковий, турбінний або індукційний) діаметром від 15 до 200 мм, які забезпечують проведення вимірювань від 0,03 м³/год до 1200 м³/год. Ці теплолічильники забезпечують точність вимірювань з повним переліком необхідної інформації й тривалим зберіганням в пам'яті таких даних: повної витрати енергії; повної витрати води; лічильника годин роботи; температури на вході; температури на виході; різниці температур; дійсної теплової потужності; пікової потужності; миттєвої витрати; пікової витрати; кодів помилок; тарифів та інших даних.

Методика розрахунку використання енергії споживачами

Існуючий метод оцінювання споживання теплової енергії, що рекомендований "Нормами и указаниями по нормированию расхода топлива и тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий, а также на хозяйственно-бытовые нужды в Украине", КТМ 204 України 244-94, зорієнтований і ґрунтується на укрупнених показниках. Цей метод не може об'єктивно відобразити споживання теплової енергії для конкретного

споживача. Тому доцільним є використання поквартирного методу розрахунку теплової енергії, що використовується на опалення і гаряче водопостачання.

Визначення кількості теплової енергії, що використовується споживачем на опалення, виконується за такою методикою.

Кількість теплової енергії в будь-якому приміщенні визначається за сумарною поверхнею нагрівальних приладів, що встановлені в цьому приміщенні, а також розгалужень трубопроводів системи центрального опалення в них.

До приладів опалення конвективно-випромінювальної дії відносяться: радіатори чавунні секційні; радіатори сталеві штамповані панельні та литотрубноі; труби чавунні ребристі; труби сталеві гладкі й ребристі; конвектори настінні, плінтусні й інші.

Спочатку виконується розрахунок для укладання договорів із споживачем при розрахунках за теплову енергію щомісячно протягом року.

Розрахункова теплопередача приладів $Q_{пр}$ протягом року:

- для двотрубних водяних систем опалення:

$$Q_{пр}^{р'} = \left[\frac{F_{пр} \cdot k' \cdot \frac{\theta}{t_{ср.пр}^p - t_{в}} \cdot 24 \cdot n_o \cdot Q_{заг}^p}{12 \cdot k'' \cdot \beta_1} \right] \cdot \frac{(t_3^c - t_{в})}{(t_3 - t_{в})}, \text{ Дж/міс} \quad (7.3)$$

- для однотрубних водяних систем опалення:

$$Q_{пр}^{р'} = \left[\frac{F_{пр} \cdot k_2 \cdot k' \cdot \frac{\theta}{t_{ср.пр}^p - t_{в}} \cdot 24 \cdot n_o \cdot Q_{заг}^p}{12 \cdot k'' \cdot \beta_1} \right] \cdot \frac{(t_3^c - t_{в})}{(t_3 - t_{в})}, \text{ Дж/міс} \quad (7.4)$$

де F – площа приміщення споживача (абонента), що опалюється, m^2 ;

$F_{заг}$ – загальна площа приміщень громадського користування, m^2 ;

$Q_{\text{пр}}^{\text{P}}$ – тепловіддача нагрівальних приладів протягом місяця, Дж/міс;

$F_{\text{пр}}$ – поверхня нагрівання приладів протягом місяця, м² або екм;

k' – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі, Дж/(м²·год·°C);

t_3^{c} – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °C;

$t_{\text{ср.пр}}^{\text{P}}$ – середня температура опалювального приладу, °C;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря для опалювання, °C;

θ – температурний напір, °C:

$$\theta = \frac{T_{\text{п}}^{\text{P}} + T_3^{\text{P}}}{2} - t_{\text{в}}; \quad (7.5)$$

$T_{\text{п}}^{\text{P}}$ – розрахункова температура теплоносія в підвідному трубопроводі, °C;

T_3^{P} – розрахункова температура теплоносія в зворотному трубопроводі, °C;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура в приміщенні, °C;

k'' – коефіцієнт, що враховує зміни тепловіддачі в залежності від способу встановлення приладу;

β_1 – коефіцієнт, що враховує зниження температури води відносно розрахункового значення внаслідок охолодження в трубопроводі;

k_2 – коефіцієнт, що враховує зміни тепловіддачі приладу в залежності від відносної витрати води;

n_0 – кількість днів в опалювальному сезоні;

$Q_{\text{заг}}^{\text{P}}$ – розрахункова кількість теплової енергії на опалення приміщень громадського користування (сходові клітки, фойє тощо), Дж/год.

Кількість теплоти, що додатково надходить у приміщення від трубопроводу системи опалення, який прокладено відкрито, оцінюється за формулою:

$$g = \pi \cdot D \cdot l \cdot k^{ср} \cdot b_T \cdot (t_{ст} - t_b) \cdot 24 \cdot n_o, \text{ Дж/міс} \quad (7.6)$$

де D – зовнішній діаметр трубопроводу, м;

l – довжина трубопроводу, м;

$k^{ср}$ – середній коефіцієнт теплопередачі, Дж/м² · год · °С;

b_T – коефіцієнт, що залежить від місцезташування трубопроводу в приміщенні (табл. 4.7);

$t_{ст}$ – температура стінки труби, що приймається рівною температурі теплоносія, °С;

Таблиця 4.7 – Значення коефіцієнта b_T

Місцезташування трубопроводу в приміщенні, що опалюється	b_T
Стояк	0,5
Підвідний трубопровід до приладу	1,0
Зворотні труби, що прокладені біля підлоги	0,75
Гаряча магістраль під стелею	0,25

В кінці сезону опалення здійснюється перерахунок споживання теплової енергії кожним абонентом за формулою:

$$Q^{ср} = (Q_{пр}^p + Q_{заг}^p) \cdot \varphi, \text{ Дж/міс} \quad (7.7)$$

де φ – поправковий коефіцієнт:

$$\varphi = \frac{T_{п}^{ср} - T_{зв}^{ср}}{T_{п}^p - T_{зв}^p}$$

$T_{п}^{ср}$ – середньомісячна температура теплоносія в підвідному трубопроводі, °С;

$T_{зв}^{ср}$ – середньомісячна температура теплоносія в зворотному трубопроводі, °С;

або:

$$\varphi = \frac{\theta^{\phi}}{\theta^p} = \frac{0,5 \cdot (T_{п}^{\phi} - T_{зв}^{\phi}) - t_b}{0,5 \cdot (T_{п}^p - T_{зв}^p) - t_b}, \quad (7.8)$$

де $T_{п}^{\phi}$ – фактична середньомісячна температура теплоносія в

підвідному трубопроводі, °С;

$T_{зв}^{\phi}$ – фактична середньомісячна температура теплоносія в зворотному трубопроводі, °С;

Всі дані щодо опалювальних нагрівальних приладів приймаються за довідковою літературою та за розділом 3 даного навчального посібника.

Визначення кількості теплової енергії, що використовується споживачем на гаряче водопостачання, виконується за такою методикою.

Визначення розрахункового споживання енергії $Q_{гв}$ на гаряче водопостачання за формулою:

$$Q_{гв} = c \cdot G_{гв} \cdot \rho \cdot (t_r - t_x) \cdot 10^3, \text{ Дж/міс} \quad (7.9)$$

де $G_{гв}$ – щомісячна кількість гарячої води, яка споживається абонентом за показами водоміру, м³;

c – теплоємність води, Вт/(кг·°С);

ρ – щільність води, кг/м³;

t_r – температура гарячої води за даними показів приладів в місцевих котельнях, ІТП й ЦТП, °С;

t_x – температура холодної води за даними міськводопроводу, °С.

Ця методика розрахунку теплової енергії абонентами дає можливість визначити фактичні витрати енергії та здійснити розрахунки із споживачами без встановлення в них приладів обліку, що заощадить кошти на їх встановлення та експлуатацію.

Енергозбереження в промисловості

Системи спалювання палива

Природний газ у великих кількостях використовується на промислових підприємствах в різних виробничих процесах з температурами від 70° до 1650°С (нижній діапазон температур використовується для процесів сушіння після пофарбування, попереднього сушіння цегли і облицювальної плитки і для інших виробництв. Верхній

діапазон температур використовується для плавлення металу, скла і матеріалів для виробництва мінерального волокна, а також для нагрівання металу перед тепловою обробкою).

Пальники

На промислових підприємствах використовується значна кількість типів пальників. Це звичайні пальники, які можна розділити на такі категорії:

- дифузійні пальники для обробки вогнем (пальники Бузена);
- пальники низького тиску (пальники з природною тягою);
- пальники з дуттям;
- пальники для форсованого запалювання;
- пальники спеціального призначення;
- інші типи пальників.

Управління роботою пальників для регулювання співвідношення газ-повітря, за оптимальним навантаженням оптимального режиму спалювання найчастіше здійснюється пневматичними або механічними засобами. В основному це виконується вручну.

Регулювання необхідної температури різних типів печей здійснюється за допомогою датчиків, які в свою чергу оптимізують тиск газу та повітря, яке подається. Управління регулюванням за допомогою мікроелектронної апаратури і комп'ютерних моніторів виконується рідко або не виконується взагалі.

Для економії електроенергії та підвищення ефективності її використання потрібно передбачити такі заходи:

- визначення навантаження і якості спалювання палива, тобто вмісту надлишкового повітря, залишки неспалимих гідрокарбонатів, оксиду вуглецю і відповідне регулювання для оптимальної роботи пальників;
- забезпечення оптимального навантаження на всіх теплових

установках;

- зниження температури відвідних газів шляхом попереднього прогріву повітря, яке нагрівається за допомогою рекуперативних пальників, рекуператорів або регенераторів;

- забезпечення необхідного аеродинамічного режиму роботи теплових агрегатів;

- оптимізація теплообміну в виробничому процесі шляхом заміни існуючих пальників на ті, що більше підходять для даного процесу, а також оптимальне їх розташування;

- зведення до мінімуму витрат енергії шляхом встановлення більш точного для автоматичного регулювання температури часу обробки та інших параметрів.

Мікродифузійна технологія спалювання газу на сьогодні найефективніша серед застосовуваних в промисловості і теплоенергетиці. Порівняно з існуючими газовими пальниками, в яких використовується дифузійний механізм горіння або часткове попереднє змішування, пальники, що працюють за мікродифузійною технологією, дають змогу поліпшити всі характеристики горіння, а також технологічні й екологічні показники об'єктів, у складі яких вони експлуатуються.

Пальники МДГГ – прямоструминного типу. Вони характеризуються зниженою масою, легкістю монтажу, простотою і надійністю експлуатації, підвищеним ресурсом роботи, низьким рівнем шуму, широким діапазоном зміни навантаження, повним згоранням палива при коефіцієнті надлишку повітря в печі $\mu = 1,03...1,05$, коротким факелом. Конструкція пальників МДГГ дозволяє управляти розподілом температури і теплового навантаження в об'єкті. Їх застосування дає істотну економію палива (газу). Абсолютний економічний ефект визначається конкретними умовами. Залежно від об'єкта й області застосування економія газу при застосуванні пальників МДГГ складає 4...20%.

Сучасні технології енергозбереження спрямовані на скорочення теплових втрат з продуктами згорання й оптимізацію температурного поля в печах для зниження теплових втрат через кладку. МД-технології горіння підвищують ефективність використання палива за рахунок зниження коефіцієнта надлишку повітря. Другою складовою підвищення ефективності теплових агрегатів при використанні пальників МДГ є короткий факел.

На цей час завод "Промгазаппарат" опанував випуск мікродифузійних газових пальників серії МДГ потужністю 1,2...25 МВт (табл. 7.8), призначених для високоекономічного й екологічно чистого спалювання природного газу, а також технологічних газів різних виробництв, синтетичних газів, коксодоменних газів тощо. Пальники МДГ застосовуються в котлах серії Е, ДЕ, ДКВР, КВГМ, ПТВМ і т.п., у печах випалу будівельних матеріалів і керамічних виробів, сушарках, у термічних нагрівальних і технологічних печах тощо.

Таблиця 7.8 – Технічні характеристики пальника МДГ

Пальник МДГ	35	75	150	250	500	800	1200	1800	2500
Теплова потужність, МВт	0,35	0,75	1,5	2,5	5,0	8,0	12,0	18,0	25,0
Тиск газу в коробі пальника, Па	1200		1500			2500			
Номінальна витрата газу, м ³ /год	35	75	150	250	500	800	1200	1800	2500
Аеродинамічний опір, Па	500		750			1000			
Коефіцієнт робочого регулювання	5		6			7			

Використання пальників типу МДГ дозволяє підвищити рівень автоматизації і моніторингу регулювальних пристроїв витрат газу та повітря. Автоматика дозволяє роздільно тестувати всі механізми і датчики,

у режимі налагодження записати режимну карту горіння, внести температурні і часові параметри процесу управління агрегатом.

Печі

Оскільки більшість печей, які використовуються у промисловості, мають великі за площею поверхні і працюють 24 години на добу практично круглий рік, то величина витрат енергії в них дуже велика. На сьогоднішній день ці печі знаходяться в незадовільному стані. В деяких випадках це пов'язано з проблемою нестачі запасних частин.

Підтримка оптимальної робочої температури і газового середовища в печі для виробництва певної продукції потребує швидкодійних ефективних контрольно-вимірювальних приладів (КВП). Сучасне обладнання типу обчислювальних систем мікрокомп'ютерів і обчислювальних пристроїв для виробничих процесів використовується на великих установках в поєднанні з лічильниками і датчиками для здійснення технічного регулювання, управління і передачі інформації. Таке обладнання зустрічається рідко або відсутнє повністю на підприємствах.

До можливостей економії енергії, які не потребують особливих затрат, слід віднести:

- локалізацію теплових витрат в печах через технологічні отвори, дверцята та оглядові отвори печей з введенням необхідних змін і веденням ремонтних робіт;

- високий ступінь завантаження для зменшення питомої витрати енергії;

- здійснення безперервного контролю за використанням енергії шляхом встановлення лічильників і регулювального обладнання;

- оптимізацію узгодженості процесів з точки зору споживача енергії, наприклад шляхом розрахунку і управління оптимізацією кривої нагрівання і роботи пальників для оптимізації роботи в цілому.

До інших можливостей економії енергії, які вимагають деяких

капітальних затрат, потрібно віднести:

- зведення до мінімуму рівня теплових витрат розігрітих поверхонь печей шляхом їх ізоляції в максимальному ступені;
- оптимізація конструкції невеликих печей різного типу методом заміни вогнетривкої цегли на легкі ізоляційні матеріали (керамічне волокно). Особливо це стосується печей безпосередньої дії;
- повна заміна або реконструкція застарілих печей і інших елементів установок для теплової обробки;
- використання сучасної концепції управління роботою обладнання, зокрема, методів пропорційного управління, лямбда-датчиків, мікрокомп'ютерів і обчислювальних пристроїв. (Лямбда-датчик - це електричний пристрій, який вимірює концентрацію надмірного повітря під час спалювання або горіння.).

Установки виробництва пари

Конструкція установок виробництва пари на підприємствах містить центральну котельню, яка обладнана двома або більше газовими котлами потужністю 4-6 МВт кожний. Пара, звичайно, подається під тиском 6 Бар з деякими відхиленнями в об'ємі виробництва в літній або зимовий сезон.

Вироблена пара використовується у виробничих потребах, а також для опалення виробничих приміщень, їдалень і адміністративних будинків. В деяких випадках енергію пари перетворюють за допомогою теплообмінників на енергію гарячої води для системи опалення.

В цілому система паропроводів має великі розгалуження через загальноприйнятую методика будівництва центральних бойлерних на великих відстанях від місць використання пари. Як правило, паропроводи проходять поза приміщеннями, в підвішеному стані, на опорах. Від магістралі розгалуження ведуть у напрямках різних цехів.

Пара використовується в різних процесах практично на всіх промислових підприємствах. При цьому для багатьох виробничих ліній

дуже зручно мати в наявності велику кількість енергії при температурі, яка вимагається. Але в багатьох випадках використання пари неефективне з точки зору затрат, оскільки контроль за споживанням енергії організований недосконало, а підтримка температури і тиску невикористаної пари коштує дорого.

Характерною особливістю українських паропроводів є витрати тепла в трубопроводах, які ведуть до цехів, що використовують пару. Трубопроводи погано або взагалі не ізольовані і мають протікання пари у місцях з'єднань протягом усієї мережі.

До можливостей економії енергії і підвищення ефективності її використання для паропроводів слід віднести:

- заміну пари на інші джерела енергії;
- зменшення витрат енергії через неізольовані трубопроводи.
- ліквідування втрат енергії в місцях витоків з фланцевих і різьбових з'єднань, сальників, вентилів, кранів та інше.

Для прикладу, протікання пари, яка виходить зі свистом і створює малу хмаринку, викликає втрати енергії рівні 1 кг пари/год, що приблизно становить 5,5 МВт/год або 800 м³ природного газу в рік; протікання пари, яке створює невелику хмаринку і деякий яскравий шум - це витрати пари, що рівні 5-3 кг пари/рік або 2000-4000 м³ природного газу в рік.

Котли

На більшості підприємств встановлені котли з камерою спалювання великого об'єму і двома (або більше) камерами спалювання меншого об'єму і такою ж кількістю димарів, які виведені через цегляну кладку котла. Ефективність котла такого типу без економайзера не дуже висока через високу температуру відвідних газів на виході і втрат внаслідок випромінювання і віддачі тепла через велику поверхню цегляної кладки.

При частих пусках або зупинках котла значні витрати енергії ідуть на підігрівання великої цегляної кладки. Але більша частина газових

котлів обладнана економайзерами, які значно підвищують ефективність спалювання палива. Звичайна енергія, яка утилізується за допомогою економайзерів, йде на попередній нагрів води, що подається в парові котли.

До можливостей економії енергії і підвищення ефективності її використання для котлів слід віднести:

- усунення витоків різного типу, наприклад, щілин в цегляній кладці для попередження доступу надмірної кількості повітря в камеру спалювання, з використання різних ущільнювачів, шляхом підтягування фланцевих з'єднань та інше;

- ізоляція поверхні котлів для зниження теплових втрат внаслідок конвекції і випромінювання тепла з їх поверхонь. Дана процедура виконується після ретельного вивчення креслень котла, для запобігання порушень роботи окремих вузлів через більш високий температурний режим роботи всіх вузлів;

- при використанні газових котлів потужністю більше 1 МВт необхідним є постійний контроль температури відвідних газів, а також контроль O_2 або CO_2 чи CO для забезпечення максимальної ефективності і якості спалювання палива при будь-якому навантаженні. Отримані дані дозволяють оператору налаштувати пальник на відповідний режим роботи. З цією метою оператор повинен мати в своєму розпорядженні набір контрольно-вимірювальних приладів (КВП) для швидкого контролю;

- в ході планування внесення змін в структуру підприємства або будь-якої іншої реконструкції виробництва раціональним є використання невеликих парових установок в безпосередній близькості до виробництва, яке використовує пар. Потужність таких установок розраховується в залежності від конкретних потреб.

Системи стислого повітря

Виробництво стислого повітря – це неефективний процес. Більше

90% електроенергії, яка витрачається для виробництва стислого повітря, витрачається у вигляді тепла. Менше 10% енергії, яка витрачається, перетворюється в корисну енергію. Погана конструкція і протікання в системі (протікання повітря із трубопроводів розподілення) сприяють подальшому зниженню ефективності ще на 30-50%.

Як правило, на підприємствах використовуються розташовані на загальній компресорній станції об'ємні поршневі компресори для централізації подачі стислого повітря по трубопроводу в будинки і окремі виробничі лінії. Потужність компресорів контролюється за допомогою запобіжного клапана, який призводить до того, що споживання електроенергії компресорами не змінюється навіть тоді, коли відпадає необхідність в подачі стислого повітря на короткий або тривалий період часу. Клапан просто стравлює повітря в атмосферу в той час, як компресор продовжує працювати. Існує також проблема чистоти стислого повітря. На деяких виробництвах актуальною є проблема подачі стислого повітря без домішок води і мастила.

Технічні можливості економії:

- усунення витоків з системи. Для пошуку витоків зручно користуватися ультразвуковими шукачами (портативний напівпровідниковий газовий шукач). Перевірка на наявність течій повинна здійснюватись щорічно. Витікання повітря через отвір діаметром 1,6 мм при тиску в системах 0,7 МПа відповідає 3 дм³/с або додатковій витраті енергії, яка рівна 1 кВт·год;

- якщо навантаження компресора не постійне за часом, то його продуктивність повинна контролюватись і управлятись;

- зниження навантаження шляхом відключення невикористаних інструментів;

- попередження холостої роботи при постійному нульовому навантаженні;

- регулярне чищення всмоктувального фільтра (падіння тиску на кожні 35 МПа через забруднення фільтра знижує ефективність роботи компресора на 2%);

- мережу необхідно розділити на секції, передбачивши можливість відключення окремих секцій за допомогою вентилів;

- якщо в одній системі використовуються різні рівні тиску, то потрібно розглянути можливість розділення цієї системи на дві або більше систем;

- вдосконалення системи управління роботою мережі компресорів для досягнення оптимальної пріоритетності процесів вмикання і вимикання;

- вивчення можливості заміни пневмоінструмента, наприклад, інструментом з електроприводом;

використання можливості відбору (відновлення) тепла при наявності теплового навантаження.

Системи вентиляції

Вентиляційні системи використовують значну кількість від загального споживання енергії на підприємствах. Вони звичайно є елементами технологічних установок і засобами забезпечення в виробничих приміщеннях санітарно-гігієнічних умов. Ці системи значно впливають на споживання енергії системами опалення або охолодження будинків.

Споживання енергії працюючими вентиляторами дуже просто оцінити, виходячи з часу їх напрацювання. Але загальне споживання енергії з врахуванням нагрівання внутрішнього повітряного потоку може бути значно більшим (так споживання електроенергії постійнодіючою вентиляцією при потоці 3000 м³/год становить близько 20 000 кВт·год/рік). Але якщо врахувати і споживання енергії на нагрівання повітря в холодні дні, то загальне споживання енергії буде близько 100 000 кВт·год/рік.

За даними споживання енергії на потреби вентиляції, а також за

статистичними даними споживання електроенергії, можна приймати рішення про заходи, які необхідно впроваджувати для економії енергії.

Спочатку потрібно з'ясувати, яка реальна необхідність у вентиляції, а також чи змінилася ця необхідність з того моменту, коли конструювалася і споруджувалася вентиляційна система. Далі потрібно визначити параметри основного навантаження: теплове навантаження, вологість, наявність викидів різних газів, наявність в повітрі твердих частинок та інше. Необхідно також з'ясувати розподіл цих параметрів за часом протягом дня, тижня, року. Часто системи вентиляції працюють з надмірною продуктивністю.

Модифікація вентиляційного пристрою або процесу може сприяти підвищенню ефективності самого технологічного процесу (заміна застарілих освітлювальних систем в приміщеннях, де працюють кондиціонери, приводить до економії 100 000 кВт·год/рік), а це приводить до додаткової економії близько 30 000 кВт·год/рік на установці кондиціонування повітря, при цьому потік повітря від системи вентиляції може бути зменшений.

При охолодженні або обігріві будинків за допомогою вентиляційних систем великі витрати можуть виникнути за рахунок інфільтрації зовнішнього повітря. Мінімізуючи час, протягом якого двері знаходяться у відкритому стані, використовуючи можливості створення закритих перехідних "камер" на дверях (тамбурів), використовуючи пластикові завіси або інші пристрої, можна ці втрати значно скоротити.

Витоки з вентиляційних повітроводів можуть збільшити втрати і тим самим збільшити навантаження на вентилятори. Протікання повітря може бути значним за рахунок погано з'єднаних повітропроводів прямокутного перерізу.

Важливим є також відключення вентиляторів в нічну пору, коли не здійснюються роботи. Частина вентиляторів також стоїть відключеною на

час перезмін і відведених перерв.

Необхідно узгодити існуючу продуктивність вентиляторів і необхідне навантаження. Після того, як буде знижене навантаження, необхідно знову узгодити продуктивність вентиляторів системи з навантаженням.

Автоматика управління вентиляційними системами повинна враховувати температуру зовнішнього повітря. В багатьох виробничих кімнатах рекомендується, щоб була встановлена одна центральна вентиляційна система, доповнена місцевими витяжними пристроями. Використання місцевих витяжних пристроїв дозволить зменшити навантаження на основну вентиляційну систему.

Поліпшення ефективності вентиляційної системи можна досягти, звернувши увагу на такі аспекти:

- визначаються втрати тиску в системі (втрати на тертя повітря в повітропроводах зменшаться на 75% при збільшенні внутрішнього діаметра на 50%);

- у випадку, якщо продуктивність управляється шляхом дроселювання будь-якої заслінки, потрібно розглянути якісь інші способи управління роботою деяких невеликих вентиляторів, які працюють паралельно (управління шляхом включення або виключення необхідної кількості вентиляторів), управління швидкістю потоку повітря – безперервно або дискретними ступенями;

- ефективно можна управляти роботою вентиляторів шляхом змін частоти їх обертів. Це особливо корисно у випадку, коли вентиляційні системи тривалий час працюють зі зниженою продуктивністю. Якщо продуктивність постійно занадто висока, то потрібно змінити передатне число ремінного приводу вентилятора. Потрібно пам'ятати:

- а) подвоєння швидкості потоку подвоїть продуктивність;
- б) подвоєння швидкості потоку збільшить тиск в 4 рази;

в) подвоєння швидкості потоку збільшить споживання енергії в 8 разів;

- необхідно уникати втрат в системі, які виникають внаслідок неправильного встановлення вентиляторів;

- потрібно замінити ті електродвигуни, які напрацьовують більшу кількість годин в рік, більш енергоефективними моторами;

- потрібно досліджувати, чи нема значних втрат в пасових приводах вентиляторів і в підшипниках.

Для ефективного використання вентиляційної системи її потрібно систематично обслуговувати.

8 ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ ТА СПОРУД

8.1 НАГРІВАЛЬНІ ПРИЛАДИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

В останні роки широко застосовують конвектори – нагрівальні прилади, які передають теплоту переважно конвективним шляхом.

Конвектори „Акорд” призначені для систем опалення житлових, громадських і виробничих будівель.

Конвектор „Ритм” з кожухом підлоговий низький і конвектор острівного типу КВ використовують для опалення громадських і виробничих приміщень. Конвектори типу „Прогрес” і „Комфорт” призначені для житлових, громадських і виробничих будинків. Конвектори з кожухом типу „Універсал” перекривають не менше 60 % довжини підвіконня, що дає змогу нейтралізувати холодні потоки повітря, які рухаються з вікон.

Для повітряного опалення використовують калорифери і опалювальні агрегати.

Для газового опалення застосовують прилади конвективного

(повітрянагрівний „Вогник”) і променево-конвективний (камін „Промінь”) нагрівання, а також газові інфрачервоного випромінювання (типу „НЕП08”) тощо.

Для електричного опалення застосовують бетонні панелі із замоноличеним електрокабелем, електронечі, електроконвектори, електронагрівники з відкритими спіралями і рефлекторами-відбивниками, рулони струмопровідної гуми (гранична температура нагрівання 40°C), які наклеюють на внутрішній поверхні захищень приміщення тощо.

Для електроаккумуляційних систем застосовують прилади типу „Етап”, які здатні „заряджатись” протягом доби.

Нагрівальні прилади систем опалення розміщують у нижній зоні приміщення вздовж зовнішніх захищень переважно під світловими прорізами. З метою зменшення виступу приладів у приміщення в стіні передбачають ніші глибиною до 130 мм.

У приміщеннях з короткочасним перебуванням людей, або в яких робочі місця віддалені від зовнішніх стін, нагрівальні прилади допускається встановлювати біля внутрішніх захисних конструкцій.

Під час вибору типу нагрівальних приладів потрібно враховувати: призначення будинку і архітектурно-планувальні рішення його приміщень; тип систем опалення: вид і параметри теплоносія; техніко-економічну доцільність.

У сходових приміщеннях нагрівальні прилади встановлюють в нижній або підвальній частині. Не допускається встановлення нагрівальних приладів в перших вхідних тамбурах, а також біля вхідних одинарних дверей. Нагрівальні прилади не повинні виступати з площини стін на рівні руху людей і скорочувати ширину маршів та майданчиків. Сходові приміщення п'ятиповерхових будинків і вище рекомендується опалювати повітрянагрівниками конвекторного типу (оребрені чавунні труби, конвектори), які приєднуються до трубопроводу

високотемпературної води.

У приміщеннях значної висоти при наявності ліхтарів або другого ярусу вікон інколи 13 – 14 нагрівальних приладів встановлюють у верхній зоні приміщення, що пов'язано із запобіганням утворенню конденсату на захисних конструкціях.

Нагрівальні прилади не потрібно заставляти меблями, оскільки це знижує їхню тепловіддачу і затруднює очищення їх від пилу.

Декоративні екрани (гратки) допускається встановлювати біля нагрівальних приладів (окрім конвекторів з кожухами) в громадських будинках, забезпечуючи вільний доступ до нагрівальних приладів для їх очищення від пилу.

8.2 КЛАСИФІКАЦІЯ КОТЛІВ

За видом палива, яке використовується, котли поділяються на:

- електричні;
- газові (природний або зріджений газ);
- рідкопаливні (мазут, дизельне паливо);
- твердопаливні (практично всі види твердого палива: дрова, вугілля, торф);
- комбіновані (різні види палива).

Всі вони мають принципово однакову будову.

За видом теплоносія на виході до котла:

- парові (нагрівають воду до стану пари);
- водонагрівні (вода на виході з котла залишається в рідкому стані).

За кількістю контурів з теплоносієм:

- одноконтурні (котел має в корпусі одну трубну систему з теплоносієм (вода або спеціальний антифриз) і слугує тільки для опалення приміщення);

- двоконтурні (котел має в одному корпусі дві трубні системи), звичайно незалежні, слугують для опалення приміщення і нагрівання проточної води (тієї, що йде в водопровід).

Всі типи котлів мають свої переваги і недоліки.

8.3 ОПАЛЮВАЛЬНІ ПЕЧІ

Опалювальні печі повинні відповідати таким вимогам: бути економічними і забезпечувати у приміщенні розрахункову температуру при незначних витратах палива; добре прогріватися по всіх поверхнях, особливо у нижній частині; віддавати теплоту приміщенню рівномірно у часі; забезпечувати максимальну температуру на поверхні печі 90-95 °С; мати просту конструкцію; бути простими в експлуатації і пожежонебезпечними; бути міцними і довговічними (термін служби печей 20 – 30 років); мати гладку поверхню без тріщин; не погіршувати інтер'єр приміщення.

Опалювальна піч містить: паливник, в якому згорає паливо; газоходи-канали і порожнини печі, якими проходять продукти спалювання; робоча частина – масив печі з тепловіддавальною поверхнею; основа (фундамент); димохід – для виведення продуктів спалювання в атмосферу і створення тяги; пічні прилади (колосникова ґратка, дверцята, трубний шибер).

В опалювальних печах полум'я і гарячі гази, обтікаючи внутрішню теплосприймальну поверхню, нагрівають стінки і внутрішній масив, який через зовнішню поверхню віддає теплоту опалюваному приміщенню.

У печах короткочасного нагрівання (1 – 3 години) масив печі акумулює значну кількість теплоти потім тривалий час віддає її приміщенню. У таких печах тепловіддача нерівномірна, її тривалість

залежить від акумулювальної маси кладки.

У печах тривалого опалення, горіння продовжується тривалий час або безперервно. Для цих печей не потрібен значний акумулюючий масив і тому вони мають менші розміри порівняно з печами короткочасного опалення. Їх тепловіддача рівномірна протягом усього часу горіння палива.

Рух димових газів димоходами і димовою трубою відбувається під впливом тяги, дія сили якої полягає в тому, що вона, з одного боку змушує підніматись вгору гарячі гази, а з іншого – змушує повітря проходити в паливник для підтримання горіння палива. Сила тяги тим вища, чим більша різниця температур між димовими газами в трубі та зовнішнім повітрям і чим вища димова труба. Середня температура димових газів у трубі близька до 140 °С.

Щоб збільшити тягу, потрібно збільшити висоту труби або підвищити температуру викидних газів, що не завжди доцільно. Тому конструкція печі повинна бути такою, щоб опір руху газів димоходами був якомога меншим. Для цього необхідно, щоб димоходи печі були незначної довжини і мали незначну кількість поворотів; площа перерізу димової труби повинна бути достатньою для відведення димових газів; температура димових газів на вході в трубу не повинна бути нижчою 120 °С; висота димової труби від рівня колосникової ґратки повинна бути не менша ніж 5 м (для одноповерхових будинків).

Паливник печі повинен мати достатній об'єм топкового простору. Він повинен забезпечувати достатній і рівномірний приплив зовнішнього повітря до палива і високу температуру в зоні горіння.

Силу тяги регулюють прикриванням піддувальних дверцят і димового шибера.

Колосникову ґратку вмонтовують на 70 – 140 мм нижче завантажувальних дверцят, щоб частина палива не випадала на підлогу

приміщення.

Властивість печі поглинати і накопичувати теплоту в період спалювання палива та поступово віддавати його в подальшому називають акумулювальною здатністю печі.

Кількість печей і димових труб у будинку повинна бути якомога меншою. Встановлення печі у кожній кімнаті дає можливість підвищити гнучкість її експлуатації, тобто в теплий і перехідний період року палити не всі печі кожного дня, а по чергово.

Найдоцільніше встановлювати одну піч для опалення двох суміжних приміщень. Для цього дверцята потрібно передбачити в коридорі. У квартирі для однієї сім'ї можна встановлювати піч на дві кімнати.

Розташування печей повинно забезпечуватись відповідністю тепловіддачі печі тепловитратам приміщення, рівномірністю температури у приміщеннях, а також зручністю обслуговування. Розташування загальних печей на 2 – 3 кімнати в прорізах стін і перегородках повинно бути таким, щоб тепловіддача печі розподілялась пропорційно тепловитратам кожної кімнати.

Для вирівнювання температури в кімнаті бажано ставити печі поблизу зовнішніх стін. Встановлення печі в кутку кімнати з відступами (ширина 150 – 200 мм) з двох боків не рекомендується як за санітарними вимогами, так і за теплотехнічними вимогами.

Для зручнішого обслуговування рекомендується встановлювати печі ближче до дверей, щоб не носити паливо і золу через всю кімнату.

Шибери в печах потрібно розташовувати в тих самих приміщеннях, що і завантажувальні дверцята. Шибери газових печей повинні мати центральний отвір для вентиляції паливника.

Одночасно з опаленням приміщення необхідно передбачити вентиляцію приміщень, особливо кухні, санвузла чи підвалу через витяжні канали, які розташовані поряд з димовою трубою.

Розрахунок пічного опалення виконують у такій послідовності:

- підраховують тепловитрати приміщення;
- розраховують теплосприйняття печі (перевіряють відповідність дійсного теплосприйняття печі необхідному);
- визначають швидкість руху газів у каналах печі;
- розраховують теплоаккумуляцію печі (перевіряють відповідність дійсної теплоаккумуляції масивом печі необхідній);
- перевіряють відповідність дійсної тепловіддачі печі середній необхідній (попередньо встановленій), (допустиме відхилення до $\pm 15\%$).

8.4 КАМІНИ

Камін – це найпростіша піч, що нагріває приміщення виключно завдяки променевій енергії. Тепловіддача у приміщення становить 10–12%, а решта теплоти потрапляє в трубу.

Паливники камінів широкі і неглибокі, а верхні стінки – з розвалом або розширенням в бік приміщення, що збільшує променевий потік у бік приміщення.

Каміни виконують вбудованими в прорізи стін (товщина стіни не менша ніж в дві цегли), приставними або окремо стоячими.

Найбільшу кількість теплоти віддає та частина екрана топки, яка знаходиться напроти паливника, менше віддають укоси, що обернені до паливника, а бокові частини – ще менше.

Камін складається з паливника і димової труби. У нижні частині труби встановлюють колію (перевали, виступ, дашок). Поворот диму, його завихрення за каміном запобігають вилітанням з труби іскор і сажі, „перекиданню” тяги (затворна тяга) задимлення приміщення і виключають

попадання в камін атмосферних опадів. На газовому порозі (зубі) каміна (рівного і лоткоподібного) встановлюють лист, а на проти нього – чистку, яка закривається герметичними дверцятами.

Ширина газового порогу повинна рівнятися передньою стінкою, а його виступ повинен бути на одному рівні з нею або дещо ширшим (на 10 – 20 мм), що дає можливість повністю затримувати сажу. Газовий поріг будь-яких конструкцій камінів не повинен звужувати димову трубу, чим попереджається задимлення.

Тяга в камінах незначна, тому димові труби обладнують з шахтами або дефлекторами, що не тільки покращує тягу, але й захищає каміни від потрапляння атмосферних опадів.

Димова труба непрацюючого каміна повинна перекриватись шибером або перекидним клапаном, що запобігає переохолодженню приміщення.

Щоб підвищити відбивальні властивості топкового простору, його задню і бокові стінки облицьовують листовою бронзою або нержавіючою сталлю. Періодично металеві поверхні очищають від кіптяви і натирають до блиску.

Форма і розміри камінів, а також матеріали для їх виготовлення можуть бути різноманітними. Для кладки переважно використовують звичайну цеглу, а стінки футерують вогнетривкою цеглою. Для облицювання стінок паливника металом, футерування можна виконувати у чверть вогнетривкої кладки. Стінки камінів можна класти з будь-якого каменю, окрім вапняку. Каміни можуть бути виконані з вогнетривкого бетону, кераміки, металу.

Каміни масою 750 кг встановлюють на самостійному фундаменті, з меншою масою – на бетонній плиті чи міцній підлозі.

Вимоги щодо кладки камінів ті ж самі, що й для кладки опалювальних печей, тобто щодо підбору матеріалів, розчинів,

перев'язування і розшивання швів. Для облицювання поверхонь застосовують кахлі (гладкі і візерунчасті), клеєві фарби на крейдяному або вапняному розчині. Тинькують каміни тими ж розчинами, що і печі.

Каміни необхідно розташовувати так, щоб вони гармоніювали з інтер'єром приміщення. Каміни мають окрему димову трубу, але їх можна поєднувати з димоходами опалювальних печей при відповідному розрахунку тяги. Переріз труб каміна не менший ніж 1x0,5 цегли. Мінімальна висота труби – 5 м від зуба.

Під час кладки камінів перемички, склепіння і арки паливника бажано робити з цегли. Сталеві профілі деформують кладку внаслідок високого коефіцієнта лінійного розширення. При необхідності застосовують чавунні балочки, попередньо обґрунтувавши їх 1 – 2 шарами азбестового матеріалу.

Для роботи каміна використовують будь-які дрова, надаючи перевагу березі, вільсі, осиці. Осикові дрова не тільки не коптять, а й горять рівним білим полум'ям. До осикових дров можна додавати дрова вишні, яблуні тощо.

Найрозповсюдженіша конструкція каміна з прямим димоходом. Висота фундаменту під камін для одноповерхового будинку – 0,5 м для двоповерхового – 0,7 м (враховуючи високу димову трубу). Камін на другому поверсі встановлюють на двотаврових балках, які вмонтовують у капітальній стіні не менше як на 1,5 цегли. По рівному верху фундаменту влаштовують гідроізоляцію з двох шарів руберойду (толї).

9 ТЕПЛІ ПІДЛОГИ ТА ПІДВАЛИ

Підлога може служити основним джерелом тепла, а може використовуватись як додатковий обігрів.

Існує кілька варіантів утеплення підлог. Звичайний, стандартний варіант – на бетон або дерев'яну підлогу кладеться нагрівальний елемент

(труба, по якій тече гаряча вода температурою 30°C, або тонкий електричний нагрівальний кабель). Зверху це заливається бетоном – загальним шаром 3 – 4 см. Попередньо на підлогу, що утеплюється, необхідно поставити теплоізоляцію. Це може бути пінопласт, а для дерев'яних підлог – мінеральна або скловата. Потрібно урахувати, що після утеплення і теплоізоляції рівень підлоги підніметься на 7 см. А далі можна стелити лінолеум, килим, класти плитку, кахель.

Для утеплення підлоги використовують електричні килими з підігрівом. Вони зручні і прості у встановленні. Настилають їх в такий спосіб: на старий бетон або кахель кладуть теплий килим, зазори скріплюють скетчем, заливають клеєм для кахлю, можна самовирівнювальною сумішшю і наверх кладуть новий кахель. Сдиний мінус килима – це великі тепловитрати.

Утеплюють підлоги водяними трубами. Але їх набагато складніше встановити. Крім того необхідно встановлювати газовий котел. На цьому складності не закінчуються, якщо немає газу, то потрібно отримати дозвіл на його проведення і провести його.

Переваги: на витратах води це не позначиться, система замкнена; витрати на газ все одно менші, ніж витрати на електроенергію при встановленні електричного підігріву; можна зовсім відмовитись від центрального опалення. Такий підігрів звичайно ставлять коли потрібно опалювати все приміщення. Якщо потрібен частковий обігрів, то краще застосовувати електричний кабель.

Системи напільного водяного обладнання

Системи напільного водяного обладнання застосовуються для адміністративних, складських, виробничих, виставочних і інших громадських приміщень. Розроблено спеціальні системи і для спортивних підлог. Аналогічна система опалення застосовується і для підігріву відкритих майданчиків (автостоянок, стадіонів, аеродромів, тротуарів, і

ін.), при цьому на поверхні спостерігається плюсова температура і створюються умови, які запобігають утворенню льоду, а сніг легко очищається з поверхні.

У розглянутій системі „теплої підлоги” роль нагрівального елемента виконують трубки з циркулюючою по них гарячою водою, що укладаються під поверхнею підлоги. Низька температура – принципова відмінність систем напільного опалення від традиційних радіаторних систем. Для нормальної роботи теплої підлоги потрібен теплоносій з температурою всього 30 – 35° С.

У систему напільного опалення крім труб включається також комплект колекторів і стояків, до яких ці труби підключаються. Пропонована фірмами виробниками систем „тепліх підлог” розподільна, запірні і регулювальні арматура в комплекті з приладами автоматичного регулювання дозволяє компонувати будь-які системи опалення і таким чином підтримувати в приміщеннях необхідні кліматичні параметри.

У рамках програм з енергозбереження становить інтерес застосування кімнатних термостатичних регуляторів температури, які монтуються у контур, що обігріває приміщення. З їхньою допомогою відбувається автоматична підтримка температури, що задається за бажанням мешканців, у приміщенні. Такий пристрій являє собою невеликий компактний блок, що може бути встановлений у будь-якому місці, наприклад, під електровимикачем при вході в кімнату.

Кабельна система обігріву

Це система обігріву, основними елементами якої є електричний нагрівальний кабель і термостат. Обігрів приміщення відбувається за рахунок виділення тепла в кабелі з певним опором при протіканні по ньому електричного струму. Кабельні системи призначені для основного або додаткового обігріву приміщень. Кабель має нагрівальну частину і „холодні” кінці підключення до електричної мережі. Ці частини з'єднані

між собою спеціальною герметичною муфтою. Якісний кабель крім подвійної ізоляції має ще й екран у вигляді металевого решетування. Призначення екрана – заземлення, необхідне з погляду електробезпеки, а також захист від перешкод електромагнітного поля, що утворилося при протіканні електричного струму. Кабель у вигляді зміювика, що укладається на підлогу в цементну стяжку, поверх якої укладається будь-яке покриття. Для регулювання потужності кабельної системи застосовується електронні або механічні термостати, що працюють або від розміщеного в стяжці датчика температури пола, або від убудованого в термостат датчика температури повітря. Термостат періодично включає і відключає кабель із досягненням в приміщенні заданої температури.

Утеплення підвальних приміщень за системою Ceresit

Три шари різних матеріалів, що використовують при утепленні за системою Ceresit, повинні складати добре припасовану теплоізоляційну систему, яка перешкоджає механічним ушкодженням і проникненню атмосферних опадів. Для цього слугує армований 3 мм шар клеючого розчину Ceresit СТ 85.

Для того щоб армуючу тканину розмістити точно посередині розчину, його потрібно наносити двома шарами. Перший, товщиною 1 – 2 мм, його вирівнюють штукатурною теркою. Потім теркою або лопаткою втискуємо в нього тканину зі скловолкна. Потрібно слідкувати за тим, щоб тканина ніде не виступала над розчином. Викладений шар зашпакльовують тонким шаром 1 – 1,5 мм клеючого розчину. Важливо щоб це було зроблено, доки розчин під тканиною ще не затвердів.

Полоси укладаються зверху вниз, з накладкою приблизно 10 см. При закріпленні третьої полоси необхідно зашпаклювати раніше приклеєну першу. Готовий, затверділий шар з тканиною, заґрунтовують ґрунтлаком Ceresit СТ 16, відповідно до інструкції. Потім наноситься фасадна штукатурка будь-якого типу штукатурок Ceresit з групи СТ, для зовнішніх

робіт.

Житлове підвальне приміщення

Якщо ви бажаєте використати підвал для житлового приміщення, потрібно ще на етапі оздоблювальних робіт до його зовнішньої стіни приклеїти теплоізоляцію. В будівлі, що вже була в експлуатації, стіну потрібно відкрити. Для цього навколо фундаменту викопують котлован. Наносять два шари – теплоізоляційний і вологонепроникний. Дуже важливо навколо фундаменту викласти дренаж, який буде відводити атмосферні опади.

У випадку викладення ізоляції з водогерметичного розчину, наносимо на стіну три рази за допомогою щітки Ceresit CP 65, коли розчин висохне і затвердіє приклеюємо плити із стиропору. У даному випадку використовують суміші Ceresit CM 16 і емульсії Ceresit CC 83, яка покращує приставаність і еластичність покриття. На поверхню цієї ізоляції за допомогою анкерів кріпимо до стіни сталеву армовану сітку. Потім до неї дротом прив'язуємо основу для штукатурки із сітки різано-тягнутої.

Потім наносять перший шар штукатурного розчину (співвідношення цементу до піску як 1:3), замішаного на 1 частині емульсії Ceresit CC81, розчиненого в 4 частинах води. Наносячи розчин, його необхідно продавлювати через штукатурну основу.

Після затвердіння першого шару штукатурки, наносять другий. Розчин замішують на 1 частині ущільнювальної домішки Ceresit CC 91 і 15 частинах емульсії Ceresit 81 з 45 частинами води. Свіжовикладений розчин зтягують і зтирають. Коли затвердіє, цоколь можна пофарбувати або покрити смолистою штукатуркою Ceresit CT 77 або клінкерною викладкою, прикріпленою клеючим розчином Ceresit CM 16.

Сучасні норми енергозбереження, що діють в Україні, максимально наближені до європейських стандартів, і впровадження їх у практику внесло якісні зміни у конструкції зовнішніх стін, покриттів, вікон і

підвалів.

Пінобетон

Цей будівельний матеріал виготовляється змішуванням цементного тіста зі спеціальною стійкою піною, що отримується з вторинних продуктів деревообробної промисловості, та деяких недефіцитних домішок. Із водної суміші цих компонентів, приготованої за спеціальною технологією, відливаються плити або блоки, що твердіють у низькотемпературних камерах. Унікальною властивістю пінобетону є його мінеральна структура із закритими дрібними порами, у які не проникає вода. Зразки матеріалу можуть необмежено довго перебувати у воді і не тонути в ній. Матеріал легко ріжеться пилюкою на потрібні розміри, тешеться, пробивається цвяхами.

Пористий бетон

Цей матеріал можна віднести до розряду місцевих завдяки сировині, що застосовується при виготовленні пористого бетону. Це один з небагатьох матеріалів, який при спорудженні індивідуального житлового будинку може виконувати одночасно роль і конструктивного і теплоізоляційного матеріалу. Пористий бетон, завдяки своїм фізичним властивостям, дозволяє створювати масивну стіну з суцільного матеріалу і не застосовувати додаткового утеплення.

Виконання робіт для теплового підвалу

- утеплення починають з нижнього кінця стіни підвалу укладкою цокольного профілю. Необхідність відступу по вертикалі на 30 – 40 см від проектного рівня ґрунту обумовлена запобіганням підйому ґрунтових вод по матеріалах систем теплоізоляції та надмірному зволоженню. Ці умови формують нижній край системи.

- на поверхню теплоізоляційного матеріалу наносять суцільний шар клейового розчину і додатково декілька згустків в центрі і по периметру плит і прикріплюють його до основи.

- теплоізоляційні плити закріплюють на поверхні спеціальними дюбелями.
- зубчастим шпателем наносять суцільний шар клейового розчину по зовнішній поверхні плит та вдавлюють в нього скловолокнисту сітку. гладким шпателем вирівнюють поверхню клейового розчину.
- скловолокнисту сітку для надання жорсткості, особливо для термоізоляційних матеріалів з низькою адгезією та когезією, додатково механічно зафіксують на теплоізоляційному матеріалі. Після завершення деформації тверднення клейового розчину приступають до остаточного оздоблення поверхні.
- в залежності від фактури та кольору поверхні використовують безпіщані накривки ПНЦ-027 (біла) і ПНЦ-029 (сіра), що дають гладеньку і рівну поверхню або фактурна шпукатурка ПШЦ-008, завершують оздоблення фарбуванням поверхні.

10 ВІКНА

Матеріали віконних блоків

Віконні блоки можуть виготовлятися з різноманітних матеріалів (деревини, металів і сплавів, полімерних матеріалів). Відповідно до діючих стандартів звичайно виділяють:

- дерев'яні віконні блоки;
- полівінілхлоридні віконні блоки;
- віконні блоки з алюмінієвих сплавів;
- сталеві віконні блоки;
- склопластикові віконні блоки;
- комбіновані віконні блоки (дерев'яно-алюмінієві віконні блоки, дерев'яно-полівінілхлоридні віконні блоки).

Теплоізоляція дерев'яних віконних блоків характеризується такими

величинами приведенного опору по теплопередачі:

- Віконні блоки з однокамерним склопакетом: $0,37-0,65$ ($\text{м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт}$);
- Віконні блоки з двокамерним склопакетом: $0,51-0,58$ ($\text{м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт}$);
- Віконні блоки з двокамерним склопакетом з тепловідбивальним покриттям: $0,59-0,74$ ($\text{м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт}$).

Теплоізоляція віконних блоків із ПВХ-профілей характеризується такими величинами приведенного опору з теплопередачі:

- Віконні блоки з однокамерним склопакетом: $0,35-0,63$ ($\text{м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт}$);
- Віконні блоки з двокамерним склопакетом: $0,49-0,56$ ($\text{м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт}$);
- Віконні блоки з двокамерним склопакетом з тепловідбивальним покриттям: $0,57-0,72$ ($\text{м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт}$).

Склопакети для віконних блоків

Склопакети в залежності від числа камер поділяються на однокамерні і двокамерні. В залежності від заповнення камер розрізняють склопакети з осушеним повітрям, з інертним газом, склопакети із шестифтористою сіркою.

За призначенням склопакети поділяють на:

- склопакети загальнобудівельного призначення;
- склопакети будівельного призначення зі спеціальними властивостями;
- ударостійкі склопакети;
- енергозберігаючі склопакети;
- сонцезахисні склопакети;
- морозостійкі склопакети;
- шумозахисні склопакети.

Матеріал:

Ангарська сосна 1 сорту, радіального розпилу. Вологість 10-12 %. Коробка і стулка дерев'яного вікна виготовляються з тришарового клеєного бруса, що має більш високу міцність у порівнянні з одним

брусом того ж перерізу, і дозволяє досягти оптимального тепло- і шумозахисту. При виготовленні тришарового бруса застосовується двокомпонентний водостійкий клей класу Д4 Ренокол (Німеччина), що виключає деформацію виробів. При склеюванні бруса не допускається зрощування зовнішніх ламелей по довжині для запобігання прояву швів склеювання з-під лакофарбового покриття. Також можливе виготовлення віконних блоків з модрина, дуба і червоного дерева. Профіль вікна пристований до суворих кліматичних умов. Товщина коробки і стулки - 78 мм. Примикання ущільнювача тільки до дерева. Застосовується склопакет до 42 мм товщиною. Два контури ущільнення. Можливе використання алюмінієвих зовнішніх накладок.

Пластик забезпечує гарний теплозахист і звукоізоляцію. Він краще підходить для житлових приміщень. Алюмінієвий профіль – краще рішення для застосування великих площ, громадських і комерційних будівель, різноманітних дверних систем, фасадів і зимових садів; виготовлення складних конструкцій. Пластик не вимагає ніякого спеціального догляду. Пластикові вікна добре захищають від холоду в умовах суворих зим; у процесі експлуатації не вимагають фарбування і ремонту. Вони герметичні, у силу чого мають прекрасні теплозахисні і шумоізолювальні властивості. Полівінілхлорид – скорочено ПВХ – це синтетичний полімер, що виробляється з натуральних матеріалів: повареної солі і нафтопродуктів. ПВХ є найрозновсюдженішим видом пластмаси, що відрізняється заданою міцністю, а також універсальний і економічний у застосуванні. Завдяки своїй довговічності ПВХ знайшов широке застосування у виготовленні віконних рам.

Профіль

Профіль ПВХ гарний тим, що дозволяє виготовляти з нього конструкції необхідної конфігурації і розмірів. Для зменшення ваги виробу й економії матеріалу внутрішній простір Пвх-профілю заповнений

поперечними перемичками, що служать ребрами жорсткості усередині конструкції. Вони утворюють безліч відсіків, заповнених повітрям. Ці повітряні камери усередині профілю забезпечують високий теплозахист. До вибору профілю варто віднестися серйозно. Від нього багато в чому залежить якість готової конструкції. Необхідно звернути увагу на безперервність ущільнювачів по периметрі рами і стулок, конфігурацію металевого підсилювача усередині профілю.

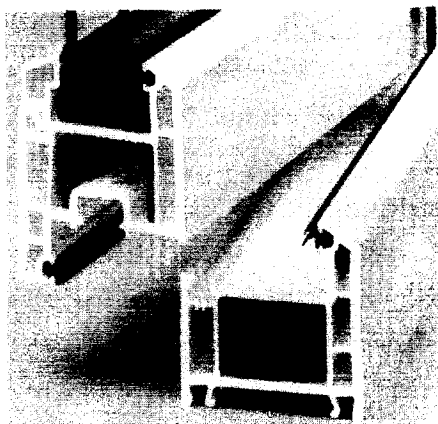


Рисунок 10.1 – Металопластиковий профіль

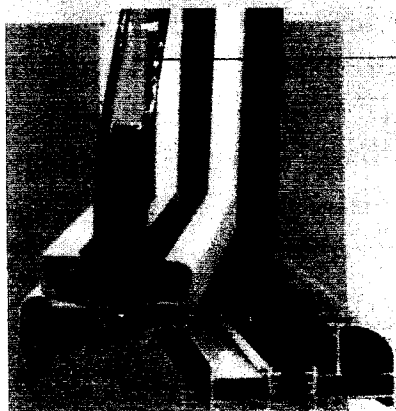


Рисунок 10.2 – Металевий профіль

Перемички усередині профілю, подібно стінам у квартирі, поділяють на кілька відсіків, у яких повітря служить додатковою теплоізоляцією. Чим більше порожнин у віконному профілі, тим краще він буде зберігати тепло. Тому усе залежить від того, якого рівня теплозахисту Вам потрібно досягти. Необхідних параметрів можна також домогтися правильним підбором скла, ущільнювачів і т.д. Фахівці-будівельники вважають, що у виробництві вікон для клімату України оптимальний дво-трикамерний профіль.

Покриття

Усі просочення, ґрунти і фарби виготовлені на натуральній основі. Акрилові фарби не змінюють кольору під впливом світла й атмосферних впливів, не мають запаху, стійкі до вологи і лугів, мають найвищі адгезійні властивості (не відшаровуються) і здатні служити понад 20 років без профілактичного ремонту. Такі покриття дають дереву "дихати", що зберігає його природні властивості, які сприятливо впливають на людину. Тришарове покриття захищає дерево від гниття, цвілі, робить поверхню вікна водостійкою і зручною для доглядання. Ущільнювач на основі збірних елементів, виготовлених з термопласт-еластоміра. Ущільнювач забезпечує абсолютну герметичність вікон протягом довгого терміну служби. Елементи ущільнювача легкозамінні, з'єднання з рамою безклеєве - на основі пружного розклинення в пазу під ущільнювач. Дана ущільнювальна система спеціально випробувана і сертифікована для російських умов, зберігає працездатність в інтервалі температур від -65°C до +80°C без втрати фізико-механічних властивостей. Подвійний контур ущільнень повністю виключає продування вікон.

Безпека

ПВХ є екологічно чистим матеріалом.

Пластик є важкозаймистим і не підтримуючим горіння матеріалом.

Випробування, проведені з пластиковими вікнами в гранично критичних умовах, показали, що протягом півгодини вони витримують температуру $+150^{\circ}\text{C}$ без появи тріщин, пузирів або лущення, і 3 години при $+80^{\circ}\text{C}$.

Для прикладу: температура запалення ПВХ від зовнішнього джерела – $330 - 400^{\circ}\text{C}$, деревина займається від зовнішнього джерела при $210 - 270^{\circ}\text{C}$.

Що стосується samozапалювання цих матеріалів, те тут цифри такі: для ПВХ - 450°C , для деревини - 260°C .

Конструкція вікна

У конструкції металопластикового вікна для збільшення твердості профілю застосовується металеве посилення. Сучасні пластикові вікна можуть бути квадратними, прямокутними і трикутними, трапецієподібними, арочними, круглими, вузькими і високими, широкими і низькими. Вони можуть відкриватися усередину, назовні, наполовину, повністю, праворуч ліворуч і навпаки, зверху вниз.

Використовується спеціальне енергозберігаюче скло. Це дозволяє знизити втрати на випромінювання в десятки разів. Додаткову економію тепла забезпечує заповнення проміжку між внутрішнім та зовнішнім склом інертним газом, що приводить до додаткового збільшення опору теплопередачі.



Рисунок 10.3 – Приклади конструкцій віконних блоків

Важливим значенням у конструкції вікна є рівень його герметизації. Вирішується це наявністю контурів ущільнення в профілі. У випадку, коли значення опору теплопередачі склопакета більше або дорівнює $0,55 \text{ (м}^2\text{C}^{\circ} \text{)}/\text{Вт}$, а опір теплопередачі пластику більший, ніж у склопакеті,

мова йде про дуже гарні показники теплозахисту.

Монтаж

Почнемо з того, що обмірювання – перший крок до конструювання й установлення. Монтаж – не менш важливий компонент заміни вікон, ніж власне їх виготовлення на виробництві. Тому важливо, щоб не тільки установлення, але й обмірювання проводилося фахівцем. Він врахує тепловий і звуковий режим кожної кімнати, інші важливі моменти.

Кожне вікно індивідуальне і неповторне. При монтажі робітники постійно зіштовхуються з такими специфічними складностями, як різниця геометричних форм прорізів (навіть для стандартних житлових будинків), нерівномірність товщини стін та інше. Технологія монтажу пластикових вікон відрізняється від установлення інших типів вікон, які також мають свою специфіку в установленні, наприклад, конструкції з дерева або алюмінію. У будь-якому випадку найкраще це зроблять професіонали. Якщо не хочете мати проблем ні з монтажем, ні з виробом, – запросіте для проведення обмірювання фахівця.

При обробці укосів варто постійно враховувати більше ніж в інших матеріалів лінійне розширення ПВХ. З'єднання штукатурки з пластиком не повинне бути твердим. Зазор між ними потрібно обов'язково заповнювати еластичним герметиком. У протилежному випадку цей простір буде постійно збільшуватися за рахунок руйнування штукатурки, що призведе до втрати теплоізоляції. Обробка укосів ПВХ – вікон вимагає особливої обережності й акуратності. Штукатурний розчин ні в якому разі не повинний потрапити усередину замикального пристрою і петель, тому що це приводить фурнітуру в неробочий стан.

Склопакет

Склопакет — це окремий елемент вікна, де кілька пластин скла герметично з'єднані одна з одною. Площа склопакета складає практично всю площу вікна, тому від його якості виготовлення, закладених

характеристик, багато в чому залежить довговічність усієї віконної конструкції: зовнішній вигляд вікна, комфорт у приміщенні, його захищеність і Ваші витрати на опалення.

Склопакети в залежності від числа камер поділяються на однокамерні і двокамерні. В залежності від заповнення камер розрізняють склопакети з осушеним повітрям, з інертним газом, склопакети із шестифтористою сіркою.

За призначенням склопакети поділяють на:

- склопакети загальбудівельного призначення;
- склопакети будівельного призначення зі спеціальними властивостями;
- ударостійкі склопакети;
- енергозберігаючі склопакети;
- сонцезахисні склопакети;
- морозостійкі склопакети;
- шумозахисні склопакети.

Склопакети можуть мати різні форму, площу, товщину і, відповідно, різний коефіцієнт теплопередачі і звукопоглинання. У залежності від кількості стекол склопакети бувають одно - і двокамерними. Камери склопакета заповнюються сухим повітрям або інертним газом для поліпшення показників теплоізоляції. Оптимальні результати досягаються при застосуванні інертного газу в поєднанні з теплозберігаючим склом. Відстань між склом в склопакеті на його теплозахисні властивості практично не впливає і може коливатися від 6 до 16 мм.

Нарізання здійснюється на столі з програмним керуванням. Нарізане скло надходить на мийку, де використовується майже дистильована вода. У склопакетах використовується дистанційна рамка з наповненням спеціальним молекулярним ситом для осушення повітря між стеклами. Можливі різні види розкладання: під золото, коричнева,

біла й інші.

Правильно виготовлений і встановлений склопакет, є гарним захистом від шуму, що особливо актуально в будинках, розташованих уздовж магістралей з інтенсивним рухом. Сучасні технології виробництва рам і скла дозволяють знайти індивідуальне рішення при різних рівнях шумового навантаження.

Перш ніж вирішити, яке вікно вибрати, обов'язково порадьтеся з фахівцями. Ефективність звукоізоляції залежить від типу і товщини скла, від відстані між стеклами в склопакеті і правильного встановлення готового вікна, зокрема, важливо, щоб вікно було надійно ізольоване від несучої конструкції.

Наприклад, встановлення в склопакети як зовнішнє (6 або 8) мм скло триплекса значно поліпшує звукоізоляційні властивості склопакета. Триплекс, крім того, є склом безпеки. При його руйнуванні осколки залишаються на спеціально нанесеній плівці. Крім цього уникається можливість порізів і травм.

Скло

Вибір скла залежить від тих вимог, які замовник висуває до склопакета. Для виготовлення склопакета підходять майже всі типи стекол. Причому, асортимент скла, що випускається, настільки великий, що для того, щоб зорієнтуватися в цій різноманітності, необхідно чітко уявляти, у яких умовах буде експлуатуватися склопакет. Базовим склом у більшості фірм, що виготовляють склопакети, є вітчизняне. Максимальні розміри вітчизняного скла – 1600 x 2400 мм.

Застосування енергозберігаючих, броньованих, тонованих стекол дозволяє додати Вашим вікнам нові додаткові можливості. Використання енергозберігаючих стекол значно поліпшить теплозахисні характеристики склопакета.

Флоат-скло – розповсюджений у наш час тип листового скла,

виготовлений флоат-методом. При цьому процесі скло виходить з печі плавлення у вигляді плоскої стрічки і проходить на охолодження і подальшу обробку через ванну з розплавленим оловом. Флоат-скло характеризується стабільною товщиною скла, винятковою рівністю і відсутністю оптичних дефектів. Флоат-метод дозволяє ще на стадії виробництва додавати склу необхідні властивості.

Енергозберігаюче (Low E, I) скло розроблене для зменшення втрат тепла за рахунок зниження теплового випромінювання – одним з різновидів так званого “теплого” скла. Додаткові теплоізоляційні властивості пов'язані з нанесенням на скло спеціальних покриттів, що перешкоджають виходу з приміщення довгохвильового теплового випромінювання від опалювальних приладів.

11 РЕЗЕРВИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Реалізація основних задач щодо енергозбереження в багатьох країнах, у тому числі й у нашій країні, здійснюється на основі єдиної державної програми.

Державна програма енергозбереження в країні є комплексним документом і містить у собі багатогалузеві підходи.

В області архітектури і будівництва державна програма передбачає:

- подальше удосконалювання роботи з кліматичного районування території країни і більш ретельне врахування клімату при проектуванні і будівництві будинків, споруджень і забудови населених місць;
- удосконалювання об'ємно-планувальних рішень будинків і приміщень;
- удосконалювання методів теплотехнічних розрахунків елементів будинків і розробку нормативних документів (ДСТУ, Сніп і ін.) на основі енергозберігаючого підходу;

- розробку і впровадження в будівництво нових ефективних будівельних матеріалів і конструкцій, що відповідають підвищеним теплозахисним вимогам у першу чергу для зовнішніх стін, віконних і балконних заповнень і покрить;

- підвищення ефективності роботи систем опалення і вентиляції;
- використання нетрадиційних видів енергії для опалення, гарячого водопостачання й охолодження приміщень;
- реконструкцію огорожень будинків, а також систем опалення, вентиляції й ін.

Методи рішення багатьох складових цієї програми були розглянуті вище. Виділимо найбільш актуальні.

Використання нетрадиційних (поновлюваних) видів енергії для нестачі опалення, гарячого водопостачання й інших комунальних цілей оснований на освоєнні енергії сонячної радіації і вітру, тепла атмосфери, водою, поверхневих і глибинних шарів землі, опадів.

У нашій країні використання сонячної енергії для теплопостачання будинків вважається перспективним в районах аж до 60-ї паралелі.

Сонячне теплопостачання будинку може бути улаштоване за двома принциповими схемами - пасивною або активною.

Принцип пасивного використання сонячної енергії полягає в безпосередньому нагріванні захисних конструкцій сонячною радіацією і передачею тепла в приміщення, що обігріваються.

Способи використання пасивного принципу досить різноманітні. Вибір способу залежить від багатьох факторів, серед яких головними є призначення і тип будинку, географічне місце будівництва й орієнтація будинку по сторонах світу, а також ціль поставленої задачі (опалення, гаряче водопостачання й ін.).

Звичайно головним елементом пасивної системи є стіна, яка орієнтована на південну сторону світу і виконує функцію

теплоаккумулятора, а іноді і функцію опалювального приладу.

У світовій практиці найбільше застосування одержала система нагродження і передачі тепла сонячної радіації в приміщення у вигляді "масивної стіни" (рис. 11.1).

Система "масивна стіна" може функціонувати за двома схемами теплообміну: неконвективною і конвективною.

За неконвективною схемою тепло на внутрішню поверхню стіни, а потім і в приміщення надходить із повільним прогріванням конструкції стіни. Процес поглинання і передачі тепла сонячної радіації відбувається шляхом проходження потоку тепла через 1-2 шари світлопрозорого матеріалу (скло, шлівка) і нагромадження його в повітряному прошарку товщиною 100... 120 мм, чому сприяє чорна поверхня стіни (рис. 11.1,а).

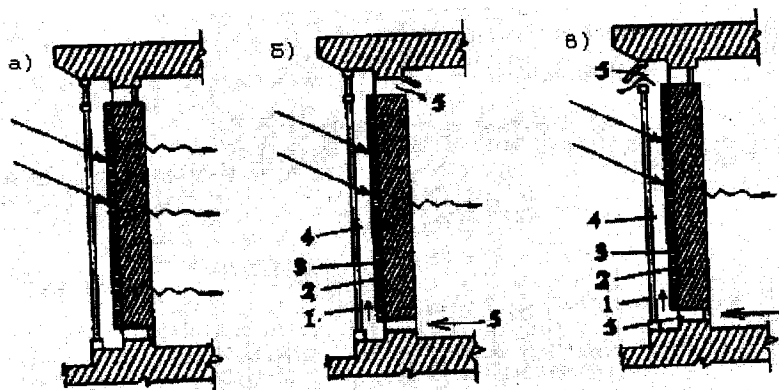


Рисунок 11.1 – Конструкція масивної зовнішньої стіни (за Ф.Тромбі): а – в неконвективному режимі функціонування; б, в – те ж у конвективному режимі; 1 – скло; 2 – чорна поверхня; 3 – масивна стіна; 4 – вентиляований повітряний прошарок; 5 – продухи

При конвективній схемі забезпечується більш швидке прогрівання приміщення і зменшуються втрати тепла через світлопрозорий шар. Ще швидше прогрівання забезпечують системи продухів (рис. 11.1,б,в). У продухах можна передбачати стулки, що регулюють роботу системи за

конвективною або неконвективною схемами.

Активний принцип використання сонячної енергії припускає передачу теплового потоку із зони поглинання в акумулятор тепла або безпосередньо в приміщення будинку шляхом його механічного спонукання (вентилятором, насосом). Теплоносії переміщається у вигляді нагрітого повітря по каналах або рідини по трубах (рис. 11.2,а).

Для підвищення ефективності пасивного використання сонячної енергії, особливо у випадках незручної орієнтації будинку або затіненості зовнішніх стін, звертаються до додаткових технічних пристроїв - сонячних колекторів.

Сонячні колектори можуть бути плоскими і концентрувальними.

Плоскі колектори, основані на використанні парникового ефекту, можуть поєднуватися з конструкцією зовнішнього опорядження або бути самостійними і розташовуватися за межами будинку. В останньому випадку поліпшуються умови його опромінення і підвищується інтенсивність циркуляції теплоносія. Основним елементом плоского колектора (рис. 11.2,б) є абсорбуюча поверхня, виконана у вигляді пластини з металу з високою теплопровідністю (алюміній, мідь, сталь) і пофарбована в чорний колір або із селективним покриттям. Поглинене тепло передається теплоносію, що циркулює в трубах. Як теплоносії може використовуватися повітря, вода, антифриз. Для зниження тепловтрат у повітряному прошарку колектора його покривають одним або декількома шарами світлопрозорого матеріалу.

Концентрувальні колектори, у порівнянні з плоскими дозволяють одержувати більш високі температури в системах опалення або гарячого водопостачання. Це досягається фокусуванням сонячних променів лінзами, що мають сферичні або параболічні поверхні (рис. 11.2, в).

Пасивні системи використання сонячної енергії на відміну від активних потребують значно менших витрат на їх улаштування, тому що,

по суті, є органічною частиною самого будинку.

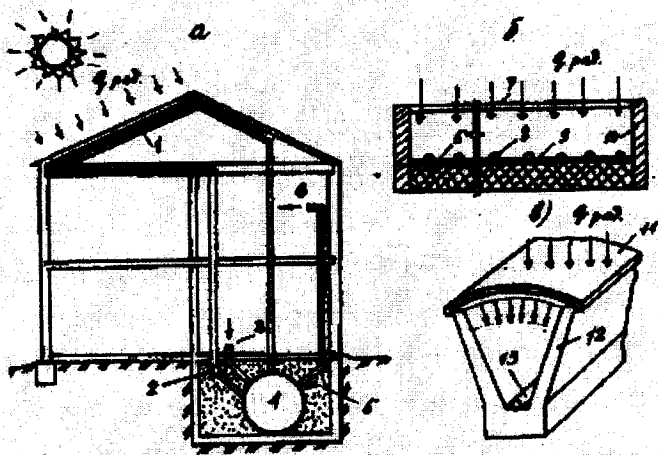


Рисунок 11.2 – Система активного використання сонячної енергії: а – для опалення будинку; б – пристрій плоского водяного колектора; в – пристрій концентрувального колектора фірми "Носрап"; 1 – плоский сонячний колектор; 2 – циркуляційний насос; 3 – вхід холодного повітря; 4 – тепловий акумулятор; 5 – теплоізоляція; 6 – вихід теплого повітря; 7 – подвійне застіблення; 8 – мідні труби; 9 – металевий лист, пофарбований у чорний колір або із селективним покриттям; 10 – рама; 11 – лінза; 12 – корпус з оцинкованого заліза; 13 – сплюснена мідна трубка з хромовим покриттям

Спосіб утилізації низькопотенціального тепла повітряних потоків в атмосфері, опадів і води з незамерзаючих водойм – це комплексне використання теплофізичних властивостей захисних конструкцій і технічних можливостей інженерного устаткування будинку, спрямованих, у першу чергу, на нестачу опалення.

Основними елементами таких систем є захисні конструкції (абсорбери тепла), теплові насоси і низькотемпературне опалення. Захисна

конструкція, або один з її конструктивних шарів у цих системах, повинна задовольняти цілком визначені вимоги - складатися з матеріалу, який має одночасно високу теплопровідність і теплоємність, що забезпечує інтенсивне підведення тепла до теплоносія (антифризу). Щонайкраще такій вимозі відповідають бетони великої щільності (важкі бетони). У товщі захисних конструкцій, можуть бути закладені труби, по яких повинен циркулювати теплоносій, що поглинає теплову енергію з нагрітої стіни і передає цю енергію до теплового насоса. Зовнішню поверхню захисної конструкції для кращого тепловбирання зафарбовують у темний колір.

Визначені резерви щодо економії теплової енергії є в підземній частині будинку, енергоефективність якої можна підвищити, використовуючи тепло верхніх шарів землі і теплоізоляційні властивості ґрунту. Масив ґрунту, що оточує підвальне приміщення або підземний поверх, має значну теплоакумулявальну здатність і теплову інерцію. На ці властивості ґрунту впливають енергоємні процеси прихованої теплоти фазових переходів вологи фізичного і хімічного зв'язку, а також тепловиділення з надземної частини будинку через підлогу першого поверху. В зв'язку з цим для підвищення ефективності утилізації тепловиділення із приміщень першого поверху потрібний пристрій спеціальної теплоізоляції в зовнішніх захисних конструкціях підземної частини будинку.

Використання глибинного тепла землі має велику перспективу в районах, багатих термальними водами (Краснодарський край, Дагестан і ін.). Термальні води можуть бути використані в такий спосіб: при пароводяній суміші, що самовиливається (парогідротерми) або внаслідок подачі тепла самовиливів гарячої води (гідротерми). Температура термальних вод звичайно складає 50...60°C, що дозволяє застосовувати геотермальне теплопостачання в низькотемпературних опалювальних

системах.

Розробку і впровадження в будівництво енергоекономічних і енергоактивних будинків нового покоління по суті варто вважати головною задачею сучасної архітектури.

Під енергоекономічним варто мати на увазі будинок, у якому об'ємно-планувальне і конструктивне рішення разом із системою інженерного устаткування щонайкраще забезпечують вимоги економії енергоресурсів. Вся ідея проектного рішення такого будинку націлена на найощадливішу протидію несприятливим умовам зовнішнього середовища.

Прикладом житлового будинку з енергоекономічним об'ємно-планувальним рішенням може служити варіант, зображений на рис. 11.3. Цей варіант - багатоповерховий ширококорпусний будинок, який відрізняється великою компактністю форми і значно меншими тепловтратами в порівнянні з вузькокорпусними будинками.

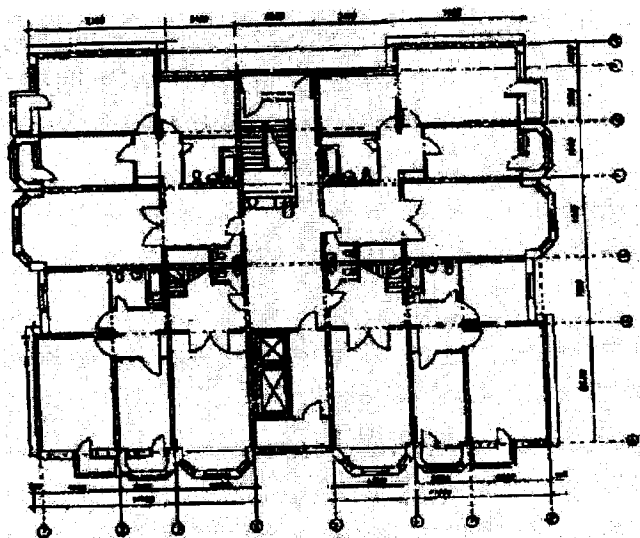


Рисунок 11.3 – Приклад планувального рішення енергоекономічного багатоповерхового ширококорпусного житлового будинку

Поняття енергоактивного будинку пов'язано з уловлюванням, нагромадженням і використанням енергії природних поновлюваних джерел: сонячної радіації, вітру, тепла верхніх шарів землі, геотермальних, гідротермальних і інших видів джерел.

На рис. 11.4 як приклад приведені принципи рішення енергоактивного будинку, який оснований на використанні енергії природного середовища за допомогою сонячного і геотермального колектора і систем труб у ґрунті.

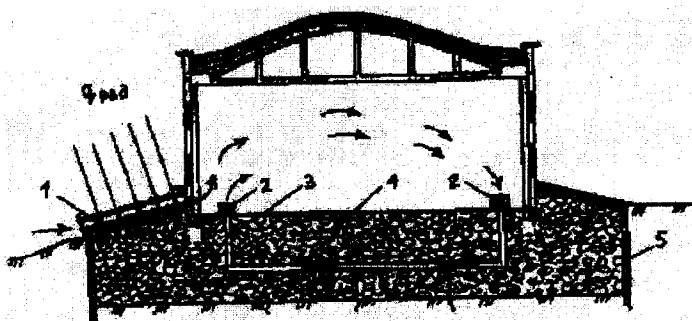


Рисунок 11.4 – Приклад енергоактивного будинку; 1 – сонячний колектор; 2 – блок вентиляторів; 3 – система перфорованих труб; 4 – засипка матеріалом з великою теплоємністю (щебінь, галька); 5 – теплозахисна стінка

У проектному рішенні будинку можуть поєднуватися ознаки енергоекономічного і енергоактивного типів будинків. Наприклад, на поверхні зовнішньої захисної конструкції, енергоекономічного будинку може бути передбачена ділянка у вигляді "сонячної стінки", здатна накопичувати і передавати у внутрішнє повітряне середовище тепло сонячної радіації.

Найбільш ефективні заходи, що впливають на енергозбереження, приведені в табл. 11.1.

Таблиця 11.1 – Енергозберігаючі ресурси і їхня ефективність

Заходи щодо енергозбереження	Економія теплової енергії, %
1	2
Використання зовнішніх захисних конструкцій з підвищеними теплозахисними властивостями	до 40
Додаткове утеплення зовнішніх захисних конструкцій	15-20
Відновлення герметичності стиків і ущільнень у віконних і дверних прорізах	до 60-70
Застосування захисних конструкцій (стін, дахів, світлопрозорих ділянок), які утилізують тепло повітря, що виходить	10-12
Застосування захисних конструкцій призначених для використання нетрадиційних видів енергії на опалення	14-17
Використання енергоекономічних форм у об'ємно-планувальному рішенні будинку	до 35
Оптимальна орієнтація окремо розташованого будинку або груп будинків	3...18
Блокування окремо розташованих будинків	10... 15
Ущільнення міської забудови	до 40
Оптимізація розмірів світлопрозорих ділянок захисних конструкцій	10 і більше
Удосконалювання методів теплотехнічного розрахунку	6... 8

Безперечно, кожен проект будинку повинен бути енергоекономічним. Однак, можна лише передбачити в ньому можливість використання поновлюваних джерел енергії в поєднанні з традиційними, що буде ще більш сприяти підвищенню енергетичної ефективності будинку.

У процесі розробки проекту енергоекономічного або енергоактивного

будинку враховують вплив на економію енергоресурсів різних конструктивних і об'ємно-планувальних факторів.

Як правило, енергоекономічність проектного рішення будинку забезпечують спільним використанням декількох заходів. Тому при комплексному оцінюванні енергоекономічності проекту можливо, що відносний внесок кожного з окремих заходів табл.11.1 може бути трохи меншим.

12 ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ ТА ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

12.1 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТУ В ПРИМІЩЕННІ

Таблиця 12.1 – Рівень комфорту прийнятий в західноєвропейських країнах

Кімната	Температура °С	Різниця температур °С, між повітрям і стіною і за висотою приміщення	Відносна вологість %	Швидкість повітряного потоку, м/с
Житлова кімната	21	< 3	30 – 70	Взимку < 0,15 Влітку < 0,25
Спальня	18			
Ванна	22			
Туалет	18			
Сходова клітка	16			

Основним параметром, що забезпечує тепловий комфорт, є температура повітря, однак не завжди вказані в таблиці значення температури забезпечать задовільні умови. Відомо, наприклад, що, коли температура поверхні будь-якого тіла має температуру, відмінну від температури навколишніх поверхонь, то теплообмін проходить шляхом випромінювання тепла від більш нагрітого тіла. Тому, коли людина сидить біля холодного вікна чи холодної стіни, то вона відчуває протяг,

незважаючи на те, що повітря навколо неї зовсім нерухоме. Щоб не допустити цього неприємного відчуття, опалювальні прилади зазвичай розміщують під вікнами, але це не завжди допомагає, і для усунення дискомфорту часто призводить до підвищеного споживання енергії. Якісно і правильно ізольовані зовнішні стіни і вікна дозволяють знизити температуру повітря в середині приміщення без порушення теплового комфорту. Незадовільний тепловий режим може бути зумовлений також зайвою різницею температури повітря по висоті приміщення, а також підвищеною вологістю і рухомістю повітря. Для того, щоб відчуття людини були комфортними, ці параметри не повинні перевищувати значень, вказаних в табл. 12.1, вимоги до теплового комфорту визначають фізіологічною потребою людини, і у всіх країнах світу вони практично збігаються, відрізняючись лише в деталях, які відображають кліматичні особливості регіонів чи звички громадян.

Головним критерієм теплового комфорту є температура повітря в приміщенні, оптимальне значення якої для зимового періоду визначене гігієністами на рівні 20...22°C, в той час, як діючими нормами проектування встановлено, що система опалення повинна бути забезпечена у більшості приміщень житлових і громадських будівель температура 18°C. Не зважаючи на те, що всі люди задовільно сприймають цю температуру, складна енергетична ситуація не дозволяє сьогодні прийняти цю температуру до комфортних значень. Разом з тим збільшення термічного опору зовнішніх конструкцій будівель дозволить покращити комфорт всередині приміщень без підвищення температури повітря, оскільки при цьому підвищується радіаційна температура приміщення. Під радіаційною температурою t_r розуміють середньозважену температуру всіх поверхонь приміщення:

$$t_r = S_{F1} t_1 / S_{F1}, \quad (12.1)$$

де F_1 – площа елемента поверхні, m^2 ;

t_1 – температура поверхні елемента, $^{\circ}C$.

В будівлях з низьким рівнем теплоізоляції зовнішніх стін і вікон радіаційна температура понижена. Тому для збереження теплового комфорту доводиться додатково підвищувати температуру повітря в приміщенні, що призводить до збільшення використання теплової енергії.

Діапазон зв'язку температури повітря $t_{1п}$ і радіаційної температури $t_{1Н}$, $^{\circ}C$, що обумовлюють комфортні умови для холодного періоду року в приміщеннях житлових та громадських будівель, виражається рівняннями:

$$t_R = 29 - 0,57t_n \pm 1,5. \quad (12.2)$$

Таким чином, підвищення радіаційної температури приміщення на $1^{\circ}C$ при покращенні теплотехнічних характеристик зовнішніх конструкцій дозволить досягти такого ж рівня теплового комфорту, який би можна було забезпечити при збільшенні температури повітря в приміщеннях на $2^{\circ}C$.

В табл. 12.2 наведені параметри теплового комфорту в житлових і громадських будівлях за діючими в Україні нормами. В дужках наведені допустимі параметри.

Таблиця 12.2 – Параметри теплового комфорту

Пора року	Температура, $^{\circ}C$	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Тепла	20...25 (не нормується)	60...30 (не нормується)	0,3 (не нормується)
Холодна і перехідні умови	20...22 (не менше 18)	45...30 (не більше 65)	0,2 (0,2)

12.2 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ

Виконати розрахунок тепловтрат у кутовому приміщенні 1-го поверху житлового будинку у м. Львові. Приміщення має зовнішню стіну площею $F_{ст1} = 16,22 \text{ м}^2$ південної орієнтації з вікном площею $F_{в} = 2,56 \text{ м}^2$, зовнішню стіну площею $F_{ст2} = 18,78 \text{ м}^2$ західної орієнтації та підлогу площею $F_{п} = 33,06 \text{ м}^2$. Коефіцієнти теплопередачі зовнішніх стін $k_{ст} = 0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, вікна $k_{в} = 2,38 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, напівпідвального перекриття $k_{перекр} = 0,39 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Температура зовнішнього повітря для найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю $0,92t_{х5} = -19\text{С}$ (дод. А). Температура внутрішнього повітря для кутової житлової кімнати $t_{в} = 20\text{С}$

Розв'язування:

Розрахунок тепловтрат приміщення (для кожної конструкції) проводимо за формулою:

- для основних тепловтрат

$$Q_{втр.осн} = kF(t_{в} - t_{х5})n, \text{ Вт};$$

де n – поправковий коефіцієнт на різницю температур (дод. Е);

F – площа конструкції; k – коефіцієнти теплопередачі;

$t_{в}$, $t_{х5}$ – внутрішня температура і температура найбільш холодної п'ятиденки.

з врахуванням додаткових тепловтрат

$$Q_{втр} = Q_{втр.осн} \cdot m, \text{ Вт};$$

де m – поправковий коефіцієнт на додаткові тепловтрати (на орієнтацію, куткове приміщення, інфільтрацію (дод.С)).

Результати розрахунків зводимо у таблицю (12.3).

Таблиця 12.3 – Розрахунок тепловтрат приміщення

Приміщення	Назва приміщення і внутрішня температура $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Захищення				Різниця температур $(t_{в}-t_{с}) \cdot n, ^\circ\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі $k, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Основні тепловтрати $Q_{\text{пр.осн}}, \text{Вт}$	Додаткові тепловтрати			Тепловтрати $Q_{\text{пр.дод}}, \text{Вт}$	
		Назва	Орієнтація	Розміри, м					Площа $F, \text{м}^2$	на орієнтацію, %	на кутове приміщення, %		Коефіцієнт n
				ширина	висота								
101	Житлова кімната, 20°C	ЗС	Пл	6,26	3,0	16,22	$[20-(-19)] \cdot 1 = 39$	0,42	266	-	5	1,05	279
		В	Пл	1,6	1,6	2,56	39	2,38	238	-	5	1,05	250
		ЗС	Зх	6,26	3,0	18,78	39	0,42	308	5	5	1,1	338
		Пл	-	5,75	5,75	33,06	$39 \cdot 0,75 = 29,3$	0,39	378	-	-	1,0	378
$\Sigma Q_{\text{пр}} = 1245 \text{ Вт}$ Домішки на інфільтрацію 15% від $\Sigma Q_{\text{пр}} : 0,15 \cdot 1245 = 187 \text{ Вт}$ Сумарні тепловтрати приміщення : $1245 + 187 = 1432 \text{ Вт}$													

Примітка . ЗС – зовнішня стіна; В – вікно; Пл – підлога (над підвальним перекриттям)

12.3 ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ

Визначити фактичний термічний опір теплопередачі і коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни будинку, який будується у м. Львові.

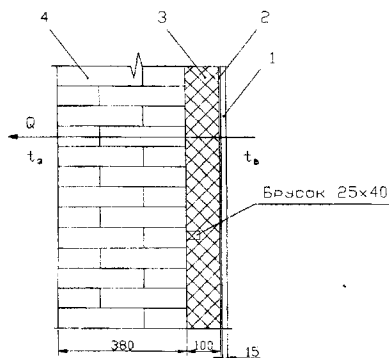


Рисунок – 12.1 Переріз зовнішньої стіни будинку: Q - тепловий потік;

t_3 - температура зовнішнього повітря;

$t_в$ - температура внутрішнього повітря.

Розв'язування:

Прийнято, що вологісний режим приміщень житлового будинку нормальний.

Визначаємо зону вологості району будівництва (дод.Н). Зона вологості – нормальна.

Залежно від вологісного режиму приміщення і зони вологості за дод.Н.1 визначаємо, що умови експлуатації зовнішньої стіни .

Знаходимо з додатка II характеристики конструктивних шарів зовнішньої стіни:

- | | |
|--|---|
| 1. Гіпсокартон Вт/(м·К); | - $\rho_0 = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,21$
$R_n = 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$. |
| 2. Пароізоляція м ² ·год·Па/мг.
(поліетиленова плівка) | - $\delta = 0,16 \text{ мм}$; $R_n = 0,12$ |
| 3. Мінеральна вата на Вт/(м·К);
бітумному (синтетичному)
вя'жучому | - $\rho_0 = 200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,08$
$\mu = 0,49 \text{ мг/(м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па)}$. |
| 4. Цегляна кладка під Вт/(м·К);
розшиття | - $\rho_0 = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,58$
$\mu = 0,16 \text{ мг/(м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па)}$, |

де ρ_0 – густина сухого матеріалу;

λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу;

μ – коефіцієнт паропроникності матеріалу;

R_n – опір паропроникності конструктивного шару ($R_n = \delta/\mu$).

Визначаємо температурну зону, в якій знаходиться м.Львів, за кількістю градусо-днів опалювального періоду, що розраховується за формулою:

$$\text{КГД} = (t_{\text{в}} - t_{\text{о.п.}}) \cdot z_{\text{о.п.}} = [18 - (-0,2)] \cdot 191 = 3476 \text{ Г.д.}, \quad (12.5)$$

де КГД – кількість градусо-днів;

$t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря;

$t_{\text{о.п.}} = -0,2^{\circ}\text{C}$ – середня температура опалювального періоду (з середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$) (дод.А);

$z_{\text{о.п.}} = 191$ доба – тривалість опалювального періоду (з середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$) (дод.А).

За кількістю градусо-днів встановлюємо, що м.Львів знаходиться у II температурній зоні України, де для цегляної повнотілої зовнішньої стіни з утеплювачем нормований термічний опір теплопередачі (дод.М) повинен бути:

$$R_3^{\text{норм}} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}. \quad (12.6)$$

Підрозраховуємо фактичний загальний термічний опір теплопередачі стіни із запропонованою товщиною утеплювача 100 мм за формулою:

$$\begin{aligned} R_3^{\phi} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,21} + \frac{0,1}{0,08} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{1}{23} = \\ &= 2,135 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_3^{\text{норм}} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (12.7) \end{aligned}$$

де $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (дод.Ж) – коефіцієнт тепловіддачі на внутрішній поверхні стіни;

$\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (дод.К) – коефіцієнт тепловіддачі на зовнішній поверхні стіни.

Під час розрахунку знехтуємо термічним опором теплопровідності другого шару.

Оскільки $R_3^{\phi} = 2,135 > R_3^{\text{норм}} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то зовнішня стіна відповідає сучасним будівельним вимогам. Якщо б нерівність не виконувалась, то потрібно було б змінити товщину утеплювача.

Визначимо коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни:

$$k = 1/R_{\phi}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$k = 1/1,135 = 0,468. \quad (12.8)$$

12.4 РОЗРАХУНОК ТОЧКИ РОСИ

В повітрі завжди присутня водяна пара. Чим більша температура його, тим більше в повітрі може міститися водяної пари (рис. 12.2)

В більшості випадків повітря містить менше пари ніж може в ньому міститись.

Конденсація виникає коли $t_{\text{ср}}$ різко падає або холодна поверхня знаходиться в теплому приміщенні. Візьмемо, наприклад, приміщення з температурою повітря $+20^{\circ}\text{C}$, відносно вологістю 80%. При цьому повітря містить $0,8 \cdot 17,5 \text{ г}/\text{м}^3$ вологи в 1 м^3 повітря і при похолоданні температура знизиться біля вікна до 0°C . Повітря біля вікна може містити тільки максимум $1,8 \text{ г}/\text{м}^3$ води; $\epsilon 14 \text{ г}/\text{м}^3$ – таким чином спостерігається конденсація водяної пари.

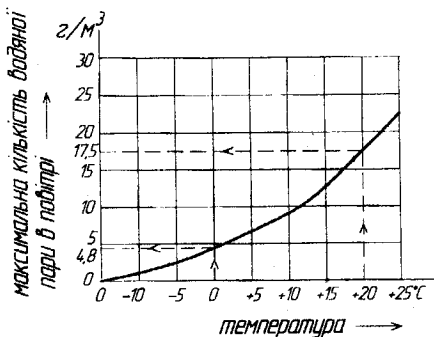


Рисунок 12.2 – Діаграма вмісту пари у повітрі в залежності від температури

Температура, при якій починається конденсація, називається точкою конденсації.

Виникнення конденсації шкідливе, оскільки вона може провокувати пошкодження конструкції, ізолююча властивість матеріалу знижується. Вологі середовища, крім того, шкідливі для здоров'я.

Приклад 1.

Чи буде конденсація на поверхні шару штукатурки?

Рішення:

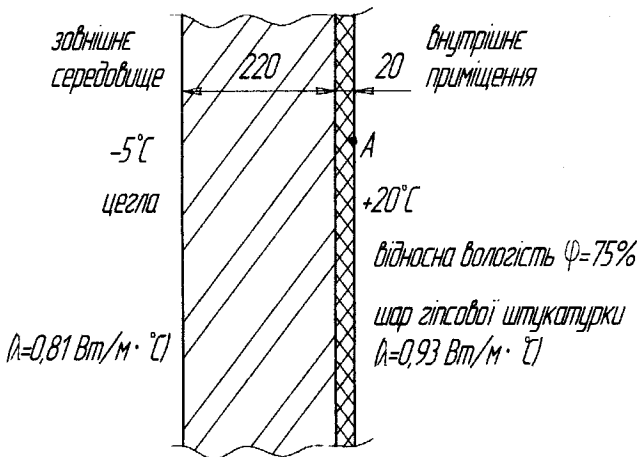


Рисунок 12.3 – Переріз стіни

$$R_{\text{заг}}=R_{\text{ц}}+R_{\text{к}}+R_{\text{шт}}+R_{\text{i}} \quad (12.9)$$

$$R_{\text{заг}}=(0,04+0,22/0,81+0,02/0,93+0,15)=0,48 \text{ м}\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$$

Температура в точці А:

$$T=20^{\circ}\text{C}-0,15/0,48\cdot 25^{\circ}\text{C}=12,2^{\circ}\text{C}$$

Повітря всередині приміщення містить $0,75\cdot 17,5=13 \text{ г/м}^3$ вологи значить є конденсація.

Приклад 2.

Встановити поверхню де спостерігається конденсація в захисній конструкції.

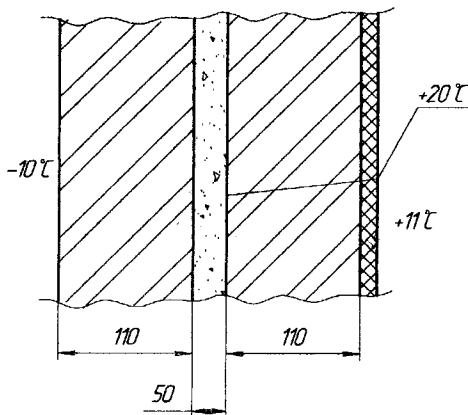


Рисунок 12.4 – Переріз стіни

Для пустотілої стіни заповненої шаром цементного розчину $R_{\text{обш}}$ дорівнює:

$$R_{\text{зар}} = R_{\text{ц}} + R_{\text{мерт}} + R_i \quad (12.10)$$

$$R_{\text{зар}} = 0,04 + 0,11/0,9 + 0,05/1,16 + 0,11/1,0 + 0,15 = 0,46 \text{ м} \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Температура на внутрішній поверхні дорівнює:

$$t_{\text{в.п.}} = t_{\text{в.с.}} - R_i \cdot \Delta t_{\text{в.п.}} / R_{\text{зар}} \quad (12.11)$$

$$t_{\text{в.п.}} = 20 - 0,15 \cdot 30 / 0,46 = +11 \text{°C}$$

Ця температура більш низька ніж в точці конденсації, розрахованій в прикладі 1.

12.5 ПРИКЛАД ПІДБОРУ ПЕРЕРІЗУ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО КАНАЛУ

Підібрати переріз внутрішньостінового вентиляційного каналу природним спонуканням руху повітря і жалюзійну ґратку для вилучення забрудненого повітря з адміністративного приміщення з внутрішнім об'ємом 54 м^3 .

Нормативна кратність повітрообміну приміщення $K = 1 \text{ 1/год}$ (дод. Ф). Висота вентиляційного каналу від центра жалюзійної ґратки до

площини виходу повітря в атмосферу $h = 4,8$ м.

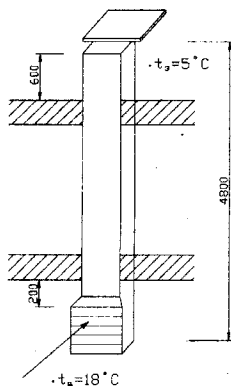


Рисунок 12.5 – Схема вентиляційного каналу

Розв'язування:

Густину повітря визначаємо за формулою:

$$\rho_t = \frac{353}{273 + t}, \text{ кг/м}^3; \quad (12.12)$$

- для зовнішнього повітря

$$\rho_t = \frac{353}{273 + 5} = 1,270 \text{ кг/м}^3;$$

- для внутрішнього повітря

$$\rho_t = \frac{353}{273 + 18} = 1,213 \text{ кг/м}^3.$$

Визначаємо перепад гравітаційного тиску, завдяки якому виникає рух повітря у вентиляційному каналі:

$$\Delta p_{\text{гр}} = h(\rho_z - \rho_v)g, \text{ Па}, \quad (12.13)$$

$$\Delta p_{\text{гр}} = 4,8 \cdot (1,270 - 1,213) \cdot 9,81 = 2,68 \text{ Па}$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Розраховуємо повітрообмін приміщення за нормативною кратністю:

$$L = K \cdot V, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (12.14)$$

$$L = 1 \cdot 54 = 54 \text{ м}^3/\text{год},$$

де K – кратність повітрообміну, 1/год;

V – внутрішній об'єм приміщення, м^3 .

Приймаючи внутрішньостіновий канал розміром $a \times b = 140 \times 140$ мм (у цегляній стіні), визначаємо середню швидкість повітряного потоку в його перерізі:

$$v_x = \frac{L}{3600 \cdot f_x} \text{ , м/с,} \quad (12.15)$$

$$V_k = \frac{54}{3600 \cdot (0,14 \cdot 0,14)} = 0,77 \text{ м/с,}$$

яка знаходиться у рекомендованих межах.

Передбачаємо на вході у вентиляційний канал регульовану жалюзійну ґратку РР 100 x 200 мм з живим перерізом для проходу повітря $f_{ж.п.} = 0,0126 \text{ м}^2$.

Визначаємо середню швидкість повітряного потоку в живому перерізі ґратки:

$$v_{гр} = \frac{L}{3600 \cdot f_{ж.п.}}$$

$$V_{гр} = \frac{54}{3600 \cdot 0,026} = 1,19 \text{ м/с,}$$

яка знаходиться у рекомендованих межах.

12.6 – Варіанти завдань до практичних занять

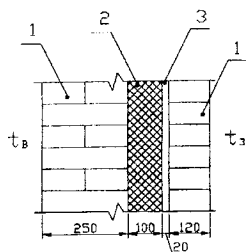
Таблиця 12.4 – Варіанти завдань на розрахунок тепловитрат приміщень

Варіант	Місто	Зовнішня стіна 1			Зовнішня стіна 2		Площа підлоги, $F_{\text{пд}}, \text{м}^2$	Пере- криття підлоги	Коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$		
		Площа стіни, $F_{\text{ст1}}, \text{м}^2$	Орієнтація	Площа вікна, $F_{\text{в}}, \text{м}^2$	Площа стіни, $F_{\text{ст2}}, \text{м}^2$	Орієнтація			Зовнішні х стін, $k_{\text{ст}}$	Вікна, $k_{\text{в}}$	Напів- підвал ь- ного пере- криття , $k_{\text{підперк}}$
1	Кіровоград	20,1	Пд	2,18	18,2	Сх	29,2	Пере- крит- тя над неопалю- вальними підвалами зі світло- вими про- йомами у стінах	0,48	2,89	0,21
2	Житомир	13,5	Зх	1,86	20,3	Пн	38,2		0,38	1,98	0,52
3	Євпаторія	10,3	Пн	1,69	22,6	Зх	48,3		0,62	1,16	0,33
4	Вінниця	28,5	Зх	3,02	28,0	Пн	21,6		0,46	2,56	0,29
5	Запоріжжя	20,0	Сх	2,98	22,1	Пд	17,8		0,30	2,39	0,46
6	Конотоп	13,8	Пд	2,11	21,3	Сх	40,0		0,28	3,02	0,23
7	Хмельниць- кий	28,1	Зх	1,96	32,0	Пд	46,1	Пере- крит- тя над неопалов. тех. підпіл- лями, роз- ташовани- ми нижче рівня землі.	0,37	2,35	0,63
8	Чернівці	10,2	Сх	3,12	21,8	Пн	39,6		0,29	2,98	0,18
9	Київ	12,8	Пн	1,69	19,6	Зх	25,4		0,50	1,99	0,36
10	Ялта	29,1	Пд	1,75	30,2	Зх	17,2		0,36	3,06	0,87
11	Керч	17,8	Сх	2,99	22,2	Пд	22,6		0,24	3,9	0,96
12	Чернігів	25,3	Пд	2,18	16,3	Сх	38,6		0,51	2,03	0,29
13	Севастополь	30,0	Зх	2,36	20,0	Пд	42,0	Пере- крит- тя над холод- ними підвалами, які сполу- чені із зовнішнім повітрям.	0,42	2,69	0,36
14	Черкаси	18,5	Пн	3,06	13,2	Зх	33,3		0,69	3,22	0,57
15	Рівне	12,1	Сх	2,58	17,4	Пн	51,9		0,38	2,01	0,36
16	Полтава	18,3	Пн	1,65	22,0	Сх	29,8		0,72	1,55	0,63
17	Умань	13,3	Пд	3,23	17,5	Зх	40,2		0,62	3,28	0,52
18	Суми	21,5	Сх	2,09	23,5	Пн	48,3		0,54	2,66	0,27
19	Тернопіль	22,8	Пд	2,36	29,4	Зх	52,1	0,29	2,22	0,33	
20	Миколаїв	16,4	Зх	2,44	19,9	Пн	25,9	Пере- крит- тя над неопалов. підвалами без світл. пройомів у стінах, роз- ташованих вище рівня землі.	0,33	1,25	0,69
21	Харків	13,2	Сх	3,33	30,8	Пд	19,4		0,51	2,66	0,92
22	Херсон	25,8	Пд	1,99	15,3	Сх	22,9		0,64	2,00	0,57
23	Одеса	31,2	Пн	2,22	13,4	Зх	42,5		0,71	2,39	0,34
24	Івано- Франківськ	19,8	Сх	3,00	22,8	Пд	32,3		0,39	3,92	0,47
25	Львів	13,2	Зх	2,38	35,2	Пд	26,5		0,47	4,06	0,52

Таблиця 12.5 – Варіанти завдань на розрахунок термічного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій

Варіант	Місто	Вологісний режим приміщень житлового будинку	Варіант конструкції стіни			Розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення		
			1	2	3	1	2	3
1	Кіровоград	Сухий	1	6	5	19	28	22
2	Житомир	Нормальний	2	7	4	22	25	18
3	Євпаторія	Вологий	3	8	2	17	25	19
4	Вінниця	Мокрий	4	9	1	16	19	21
5	Запоріжжя	Вологий	5	10	9	18	24	25
6	Конотоп	Нормальний	6	1	8	21	22	25
7	Хмельницький	Сухий	7	2	6	20	20	19
8	Чернівці	Мокрий	8	3	5	22	22	18
9	Київ	Сухий	9	4	3	23	20	20
10	Ялта	Вологий	10	5	2	20	21	19
11	Керч	Нормальний	1	6	10	18	18	22
12	Чернігів	Вологий	2	7	9	16	24	13
13	Севастополь	Мокрий	3	8	7	25	18	20
14	Черкаси	Сухий	4	9	6	15	24	12
15	Рівне	Вологий	5	10	4	10	10	17
16	Полтава	Нормальний	6	1	3	18	16	25
17	Умань	Мокрий	7	2	1	16	19	18
18	Суми	Вологий	8	3	10	15	20	12
19	Тернопіль	Сухий	9	4	8	20	17	14
20	Миколаїв	Нормальний	10	5	7	25	22	22
21	Харків	Мокрий	1	6	5	10	23	1
22	Херсон	Вологий	2	7	4	16	15	21
23	Одеса	Нормальний	3	8	2	15	19	25
24	Івано-Франківськ	Сухий	4	9	1	22	17	18
25	Львів	Вологий	5	10	9	16	12	17

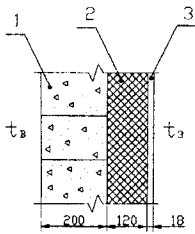
Варіанти конструкції стін



Варіант 1

1. Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині
2. Пінопласт
3. Повітряний прошарок

Варіант 2

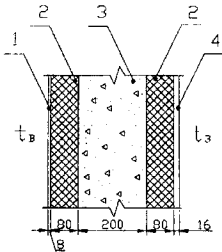


1. Пемзобетон

2. Плити м'які, напівжорсткі і жорсткі мінераловатні на синтетичному і бітумному сполучниках

3. Штукатурка із складного розчину (пісок, вапно, цемент)

Варіант 3



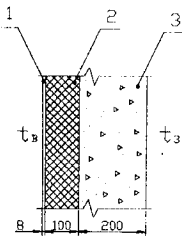
1. Листи з гіпсу обшивні (сухий тиньк)

2. Пінополістирол

3. Бетон на гравію або щебеню з природного каменю

4. Облицювання вапняком

Варіант 4

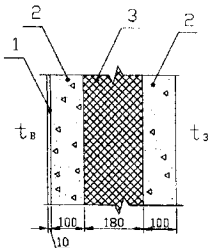


1. Штукатурка на вапняно-піщаному розчині

2. Пінополіуретан

3. Перлітобетон

Варіант 5



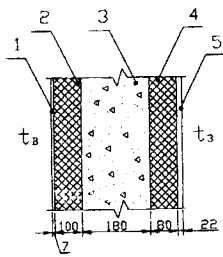
1. Штукатурка на цементно-піщаному розчині

2. Керамзитобетон на перлітовому піску

3. Пінопласт

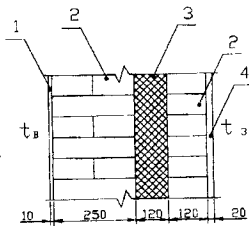
Варіант 6

1. Картон облицовальний
2. Пінопласт
3. Залізобетон
4. Мати мінераловатні прошивні на синтетичному сполучнику
5. Облицювання мрамором



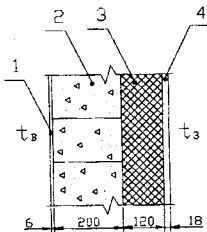
Варіант 7

1. Плити з гіпсу
2. Цегляна кладка із суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині
3. Пакля
4. Облицювання гранітом



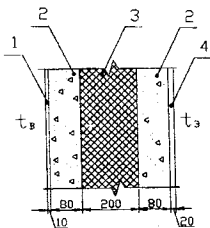
Варіант 8

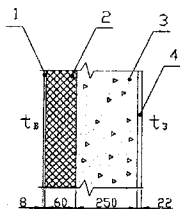
1. Фанера клеєна
2. Пінозобетон
3. Пінополіуретан
4. Листи азбоцементні плоскі



Варіант 9

1. Штукатурка на вапняно-піщаному розчині
2. Перлітобетон
3. Пінопласт
4. Облицювання туфом





Варіант 10

1. Плити з гіпсу
2. Пінополістирол
3. Пінобетон
4. Облицювання базальтом

Таблиця 12.6 – Варіанти завдань на розрахунок точки роси

Варіант	Місто	Розрахункова вологість внутрішнього повітря, %	Варіант конструкції стіни			Розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення		
			1	2	3	1	2	3
1	Кіровоград	75	1	6	5	19	28	22
2	Житомир	60	2	7	4	22	25	18
3	Євпаторія	55	3	8	2	17	25	19
4	Вінниця	80	4	9	1	16	19	21
5	Запоріжжя	64	5	10	9	18	24	25
6	Конотоп	73	6	1	8	21	22	25
7	Хмельницький	95	7	2	6	20	20	19
8	Чернівці	44	8	3	5	22	22	18
9	Київ	91	9	4	3	23	20	20
10	Ялта	35	10	5	2	20	21	19
11	Керч	50	1	6	10	18	18	22
12	Чернігів	66	2	7	9	16	24	13
13	Севастополь	78	3	8	7	25	18	20
14	Черкаси	83	4	9	6	15	24	12
15	Рівне	94	5	10	4	10	10	17
16	Полтава	52	6	1	3	18	16	25
17	Умань	41	7	2	1	16	19	18
18	Суми	80	8	3	10	15	20	12
19	Тернопіль	65	9	4	8	20	17	14
20	Миколаїв	47	10	5	7	25	22	22
21	Харків	70	1	6	5	10	23	1
22	Херсон	90	2	7	4	16	15	21
23	Одеса	69	3	8	2	15	19	25
24	Івано-Франківськ	53	4	9	1	22	17	18
25	Львів	41	5	10	9	16	12	17

Визначити, де саме буде знаходитись точка роси і у випадку, коли вона буде знаходитись у шарі утеплювача або на його грані дати рекомендації щодо зміни конструкції стіни.

Таблиця 12.7 – Варіанти завдань на підбір перерізу вентиляційного каналу

Варіант	Розміри приміщення, м			Призначення приміщення	Висота вентканалу, м	Розрахункова температура внутрішнього повітря, °С			Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С		
	l	b	h			1	2	3	1	2	3
1	15	6	3	Зал їдальні	6,9	19	25	22	15	12	-1
2	4	3	2,2	Гараж	8,6	10	12	8	14	9	-5
3	5	4	2,8	Лабораторія	10,0	17	25	19	22	-6	13
4	3	2	2,6	Туалет	2,5	16	19	21	28	-23	-5
5	7	7	3	Зал засідань	3,5	18	24	21	12	5	-1
6	8	4	2,9	Пральня	5,6	21	22	25	16	-28	22
7	20	6	3,2	Навчальна аудиторія	2,2	20	21	19	-10	6	-17
8	3	3	2,5	Гардероб	6,5	22	23	18	4	12	-5
9	6	5	2,6	Готельне приміщення	6,7	23	20	22	-6	3	22
10	8	4	3,4	Зал медичних операцій	2,2	20	21	19	22	2	-25
11	10	8	2,8	Конференційний зал	3,8	18	17	22	13	25	-15
12	30	15	5	Зал театру (без дозволу на куріння)	5,0	18	24	21	24	4	10
13	12	12	2,6	Бібліотечний читальний зал	6,7	25	18	20	-9	-20	6
14	8	7	3	Баня	2,7	25	28	32	-13	12	-1
15	4	4	2,5	Кабінет	3,9	20	21	18	10	22	-30
16	16	7	3,2	Зал спеціалізованого магазину	8,1	18	16	25	15	-3	2
17	40	25	6	Зал кінотеатру (з дозволом на куріння)	7,6	21	19	18	22	-8	14
18	5	3	2,7	Лабораторія	5,1	15	20	12	-26	12	-10
19	10	10	3,4	Конференційний зал	2,8	20	17	22	8	-6	29
20	5	3	2,0	Гараж	3,6	9	16	13	-1	13	-33
21	12	6	2,5	Навчальна аудиторія	3,3	19	23	21	0	22	-7
22	6	4	2,6	Гардероб	2,9	16	15	21	23	-7	17
23	6	3	2,8	Службове приміщення	4,0	17	19	24	18	22	-14
24	16	8	3,5	Зал засідань	9,6	22	17	18	-6	13	-6
25	6	4	2,6	Готельне приміщення	7,7	19	22	17	5	-2	21

Література

1. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий - М.: Высшая шк. 1991.- 225с.
2. Проектирование энергоэкономичных общественных зданий, С. Терной и др.-М.: СИ. 1990.-336с.
3. Ржеганск Я., Яноуш А. Снижение теплопотерь в зданиях. - М.: СИ. 1988.-168С.
4. Селиванов Н.П. Мелуа А.И., Заколей СВ. Энергоактивные здания. М., 1988.
5. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю. Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций и сооружений. М., 1986
6. Хохлова Л.П. Проектирование гражданских зданий для села. М., 1988.
7. Хохлова Л.П. Основы проектирования сельских зданий. М., 1990.
8. МГСН 2.01-99 Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению.
9. Пособие к МГСН 2.01 -99 "Энергосбережение в зданиях".
10. В.И. Ливчак "Расчет теплозащиты общественных и административных зданий при разработке раздела «Энергоэффективность» проектов: Москва. Информационный бюллетень. №3. 2001.
11. Алексеев М.И., Дмитриев В.Д., Быховский Е.М., Ким А.Н., Лялинов А.Н. Городские инженерные сети и коллекторы. - Л.: Стройиздат, 1990.- 384 с.
12. Артюшенко Н.М. Отопление индивидуальных домов. - К.: Будівельник, 1985.-176С.
13. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1982. - 415 с.

14. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков Б.Д., Титов В.П. Отопление и вентиляция: Ч. 11. Вентиляция. - М.: Стройиздат, 1976.-439 с.
15. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов В.Н. Отопление и вентиляция. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 295 с.
16. Богуславский Л.Д. Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции. - М.: Стройиздат, 1985. 336 с.
17. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция: Учеб. пособие для строит, вузов и фак. по спец. "Теплогасоснабжение и вентиляция". В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция. - М.: Высшая школа, 1984. - 263 с.
18. Дэвис А., Шуберт Р. Альтернативные природные источники энергии в строительном проектировании. /Пер. с англ. А.С. Гусева. Под ред. Э.В. Сарнацкого. - М.: Стройиздат, 1983. - 190 с.
19. Енин П.М., Семенов М.В., Тохмамыш Н.И. Газоснабжение жилищно-коммунальных объектов. - К.: Будівельник, 1981. -134 с.
20. Инженерное оборудование з даний и сооружений /Под. ред. Табунц-икова Ю.А. - М.: Высшая школа, 1989. - 238 с.
21. Ионии А.А. Газоснабжение. - М.: Стройиздат. 1989. - 439 с.
22. Карпис Е.Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. - М: Стройиздат, 1986. - 268 с.
23. Крум Д., Роберте Б. Кондиционирование воздуха и вентиляция зданий. - М.: Стройиздат, 1980. - 399 с
24. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. -М: Стройиздат, 1988.-191 с.

Додаток А - Температура зовнішнього повітря

Варіант	Назва міста	Температура зовнішнього повітря, °С						Період з середньодобовою температурою повітря <8°С		Середня температура найбільш холодного періоду, °С	Тривалість періоду з середньодобовою температурою <0°С, дб	Кількість градусоднів опаловального періоду, Г-Д	Температурна зона
		Середньорічна	Абсолютна мінімальна	Абсолютна максимальна	Середня максимальна найбільш теплого місяця	Найбільш холодної доби забезпеченість 0,92	Найбільш холодної п'ятиденної забезпеченість 0,92	Тривалість, дб	середня температура, V				
1	Бердянськ	9,6	-29	39	27,7	-22	-19	168	0	-7	98	3024	П
2	Вінниця	6,7	-36	38	24,6	-26	-21	189	-1,1	-10	116	3610	I
3	Джанкой	10,5	-30	41	29,6	-21	-17	160	1,5	-5	65	2640	III
4	Дніпропетровськ	8,5	-34	40	28,2	-26	-23	175	-1	-9	109	3325	II
5	Донецьк	7,5	-37	40	27,6	-27	-23	183	-1,8	-10	122	3623	I
6	Євпаторія	11	-28	40	28,6	-20	-16	149	2,4	-3	38	2324	IV
7	Житомир	6,8	-35	38	24,9	-25	-22	192	-0,8	-9	116	3610	I
8	Запоріжжя	9	-34	41	28,9	-25	-22	174	-0,4	-8	102	3202	II
9	Івано-Франківськ	7,3	-34	37	24,6	-24	-20	184	-0,1	-9	102	3330	II
10	Ізмаїл	9,8	-28	37	29,0	-17	-14	165	1,0	-5	65	2805	III
11	Керч	11,7	-25	38	27,8	-19	-15	144	2,9	-4	56	2174	IV
12	Київ	7,2	-32	39	25,6	-26	-22	187	-1,1	-10	118	3572	I
13	Кіровоград	7,5	-35	40	23,5	-26	-22	185	-1	-9	116	3515	I
14	Конотоп	6	-36	38	25,8	-28	-24	195	-2,1	-11	125	3920	I
15	Луганськ	8	-42	41	29,1	-29	-25	180	-1,6	-10	117	3528	I
16	Луцьк	7,2	-34	38	24,4	-24	-20	187	-0,2	-8	105	3403	II
17	Львів	6,7	-33	37	23	-23	-19	191	-0,2	-9	106	3476	II
18	Льобанівка	8,2	-34	38	27,2	-24	-20	178	-0,6	-9	108	3311	II
14	Маріуполь	7,5	-37	40	28,4	-27	-23	168	-1,4	-9	114	4259	II
20	Миколаїв	9,8	-30	40	29,3	-23	-20	165	0,4	-7	31	2904	III
21	Одеса	9,8	-28	37	26,9	-21	-18	165	1	-6	78	2805	III
22	Полтава	7	-37	38	26,5	-27	-23	187	-1,9	-11	124	3721	I
23	Рівне	6,9	-36	38	24,2	-25	-21	191	-0,5	-9	112	3534	I
24	Севастополь	12,4	-20	39	26,8	-14	-11	140	3,6	0	8	2016	IV
25	Сімферополь	10,2	-29	40	28,2	-20	-16	158	1,9	-4	56	2544	III
26	Слав'янськ	7,5	-37	40	28,9	-27	-23	183	-1,6	-10	122	3587	I
27	Суми	6	-36	38	25,4	-28	-24	195	-2,5	-12	131	3998	I
28	Тернопіль	6,9	-34	37	24,1	-24	-21	190	-0,5	-9	112	3515	I
29	Ужгород	9,6	-28	40	26,1	-22	-18	162	1,6	-6	70	2657	III
30	Умань	7,2	-37	38	25,9	-26	-22	188	-1	-9	117	3572	I
31	Феодосія	11,7	-25	38	28,1	-19	-15	144	2,9	-2	16	2174	IV
32	Харків	6,9	-36	39	26,7	-28	-23	189	-2,1	-11	126	3799	I
33	Херсон	9,8	-32	39	29,4	-23	-19	167	0,6	-7	87	2906	III
34	Хмельницький	6,8	-32	36	24,7	-25	-21	191	-0,6	-9	113	355,3	I
35	Черкаси	7,2	-37	38	26,3	-26	-22	189	-1	-9	117	3591	I
36	Чернівці	7,8	-32	38	25,6	-24	-20	179	-0,2	-9	102	3258	II
37	Чернігів	6,5	-34	39	25	-27	-23	191	-1,7	-10	126	3763	I
38	Ялта	13	-15	39	27,9	-8	-6	126	5,2	1	0	1613	IV

Примітка. Кількість градусоднів опаловального періоду вказано для приміщень з температурою +18 °С. Для приміщень з іншою температурою слід приймати коефіцієнти $k = (t_w - t_{o.n}) / (18 - t_{o.n})$, де t - температура повітря в приміщенні, °С; $t_{o.n}$ - середня температура опаловального періоду, °С.

Додаток Б - Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Назва міста	Розрахункова географічна широта, град. півш	Барометричний тиск, гПа	Період року	Категорія А			Категорія Б			Середньодобовий перепад температури, °С
				Температура, °С	Питома енергійність, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с	Температура, °С	Питома енергійність, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бердянськ	46	1010	Теплий Холодний	7,5 -7	53,9 -2,5	1 5,0	30,5 -19	63 -17,6	1 5,0	12,5
Вінниця	48	970	Теплий Холодний	23 -10	53,6 -6,7	2,8 7,1	27,3 -21	56,9 -19,4	2,8 5,2	11,9
Джанкой	46	1010	Теплий Холодний	27,8 -5	58,9 0	1 6,3	32,4 -17	63 -15,5	1 6,3	14
Дніпропетровськ	48	1010	Теплий Холодний	26,5 -9	54 -5,4	1 7	31 -23	57,4 -22	1 5,7	11,3
Донецьк	49	1010	Теплий Холодний	25,3 -10	54,7 -6,7	1 6,2	30,4 -23	53,9 -22,2	1 6,2	13,9
Євпаторія	45	1010	Теплий Холодний	26,8 3	63 -2,7	4 7,1	31,4 -16	67 -14,2	4 7,1	8,4
Житомир	48	990	Теплий Холодний	23,1 -9	50,5 -5,2	1 5,4	27,7-22	54,7-21	1 5,4	10,8
Запоріжжя	48	1010	Теплий Холодний	27,1 -8	55,7 -5,4	1 7,8	31,2 -22	58,6 -21,2	1 7,1	12,5
Івано-Франківськ	48	970	Теплий Холодний	22,8 -9	54,7 -5,4	1 5,8	27,4-20	58,9- 18,9	1 5,8	11,2
Ізмаїл	44	1010	Теплий Холодний	27,2 -5	58,6 0	1 9	31,8 -14	61,5- 11,7	1 7	11,8
Керч	44	1010	Теплий Холодний	26 -4	60,7 1,3	4,1 10,2	30,3-15	62,8-13	4,1 9	11
Київ	51	990	Теплий Холодний	23,7-10	53,6 -6,7	1 5,3	28,7 -22	56,1- 20,7	1 4,2	10,8
Кіровоград	48	990	Теплий Холодний	25,8 -9	55,3 -5,4	1 6,7	29,7-22	57,4- 20,7	1 5,7	12,9
Конотоп	52	990	Теплий Холодний	24 -11	52,3 -8	1 5	28 -24	55,7- 22,2	1 4,3	11,6
Луганськ	48	1010	Теплий Холодний	27,4-10	55,3 -6,7	1 6,7	31,8 -25	58,6 -24,3	1 5,2	13,9
Луцьк	52	970	Теплий Холодний	22,6 -8	50,5 -4,2	1 6,3	27,2-20	54,7- 18,9	1 6,3	10,3
Львів	48	970	Теплий Холодний	22,1 -9	53,2 -2,5	1 7,1	26,4-19	57,4- 17,6	1 5,1	10,6
Любашівка	49	990	Теплий Холодний	25,4 -9	54,7 -5	1 7,4	30-20	58,9- 18,9	1 7,4	11,1

Продовження додатку Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Маріуполь	48	1010	Теплий Холодний	26,6 -9	57,8 -5,4	3,6 12	31,8 -23	60,7 -22,2	3,6 8	11,4
Миколаїв	48	1010	Теплий Холодний	27,9 -7	58,2 -2,9	3,2 11	31 -20	62 -18,6	3,2 10	12,5
Одеса	48	1010	Теплий Холодний	25 -6	59 -1,3	3,3 12	28,6 -18	62 -16,3	3,3 11	8,8
Полтава	48	990	Теплий Холодний	24,5 -11	53,6 -8	4,4 6,8	29,4 -23	56,5 - 21,9	4,4 6,2	11,5
Рівне	52	970	Теплий Холодний	22,6 -9	51,5 -5,4	1 6,8	25,1 -21	55,3 - 19,7	1 5,1	10,7
Севастополь	44	1010	Теплий Холодний	25 0	60,7 - 7,1	2,3 10,2	29,4 -11	64,5 -8,4	2,3 9	8,5
Сімферополь	44	970	Теплий Холодний	26,1 -4	59,5 1,3	1 3,2	31,8 -16	63,2 - 14,2	1 8	14
Слав'янськ	48	990	Теплий Холодний	27,1 -10	54,4 - 6,7	1 6,8	31,2 -23	58,2 - 24,3	1 5,2	13,2
Суми	52	990	Теплий Холодний	23,6 -12	50,5 -9,2	1 5,9	28,2 -24	54,3 - 23,7	1 5,9	10,7
Тернопіль	48	970	Теплий Холодний	22,1 -9	52,8 -5	1 7,1	26,8 -21	57,4 - 19,7	1 5,1	11,8
Ужгород	48	990	Теплий Холодний	24,2 -6	54,4 -1,3	1 6	28,1 -18	58,6 - 16,3	1 4,3	11,1
Умань	48	990	Теплий Холодний	24,1 -9	53,6 -5	1 7,1	28,7 -22	57,8 - 19,7	1 5,7	12,7
Феодосія	45	1010	Теплий Холодний	26,3 -2	63 1,3	1 6	30,9 -15	67 -13	1 6	8,2
Харків	50	990	Теплий Холодний	25,1 -11	52,8 -8	1 6,7	29,4 -23	56,1 -22,2	1 6,1 1	11,6
Херсон	48	1010	Теплий Холодний	29 -7	57,8 -2,9	1 9,9	30,6 -19	61,5 - 17,3	1 8	12,7
Хмельницький	48	970	Теплий Холодний	22,9 -9	54,7 -5,2	1 5,7	27,5 -21	53,9 - 20,1	1 5,7	10,9
Черкаси	50	990	Теплий Холодний	24,5 -9	54,7 -5,2	1 6,0	29,1 -22	58,9 - -21	1 6,0	11,2
Чернівці	48	970	Теплий Холодний	23,8 -9	54,7 -5,4	1 5,4	28,4 -20	58,9 - 18,9	1 5,4	10,6
Чернігів	52	990	Теплий Холодний	23,2 -10	51,5 -6,7	1 4,2	27,8 -23	54,4 - 21,9	1 3,8	11
Ялта	44	1010	Теплий Холодний	26,3 1	61,1 8	1 9	30,5 -6	64,5 -2,5	1 8,7	8,4

Примітки :

- Для інших міст розрахункові параметри зовнішнього повітря слід приймати за найближчим з вказаних у додатку міст.
- Системи опалення розраховують за категорією Б в ХПР. Системи вентиляції за категорією А в ТПР і за категорією Б в ХПР. Системи кондиціонування — в ТПР I класу (технологічні СКП) за категорією Б; II класу (комфортні і комфортно-технологічні СКП) за категорією Б₂, для якої $t_{362} = t_{36} - 2, ^\circ\text{C}$, $I_{362} = I_{36} - 2, \text{кДж/кГ}$; III класу (вентиляційні СКП) за категорією А; в ХПР будь-якого класу за категорією Б.

Додаток В – Нормативи опору теплопередачі зовнішніх захисних конструкцій житлово-цивільних будівель і споруд для нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту

Найменування захисних конструкцій	Нормативні значення опору теплопередачі захисних конструкцій $R_{норм}, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$			
	Температурні зони України			
	1 зона >3501 Г-Д	2 зона 3001-3500 Г-Д	3 зона 2501-3000 Г-Д	4 зона <2500 Г-Д
А. НОВЕ БУДІВНИЦТВО				
ЗОВНІШНІ СТІНИ				
1. Великопанельні, монолітні та об'ємноблокові з утеплювачами: а) із полімерних матеріалів б) із мінераловати або інших матеріалів	2,5 2,2	2,4 2,1	2,2 1,9	2,0 1,8
2. Блокові: а) із відріюватого бетону б) з пористими заповнювачами	2,0 1,8	1,9 1,7	1,7 1,5	1,5 1,3
3. Цегляні, з керамічних каменів та дрібних блоків: а) повнотілі з утеплювачем б) багатощільні	2,2 1,6	2,1 1,5	1,9 1,4	1,7 1,2
ПОКРІВЛІ ТА ПЕРЕКРИТТЯ				
4. Покрівлі та перекриття горіщ (крім «теплих» горіщ)	2,7	2,5	2,4	2,0
5. Перекриття над проїздами та холодними підвалами, сполученими із зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,0
6. Перекриття над неопалювальними підвалами: а) із світловими отворами в стінах б) без світлових отворів в стінах	2,5 2,3	2,4 2,2	2,2 2,0	2,0 1,8
ВІКНА ТА БАЛКОННІ ДВЕРІ	0,50	0,42	0,42	0,39
Б. РЕКОНСТРУКЦІЯ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ				
1. Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2. Покрівлі та перекриття горіщ	2,5	2,4	2,2	2,0
3. Перекриття над проїздами та підвалами	Як для нового будівництва			
4. Вікна та балконні двері				

Примітки :

1. Визначення температурних зон заданого району будівництва та реконструкції виконується за схемою температурних зон України (дод.А). При необхідності температурна зона може бути визначена за кількістю градусодіб опалювального періоду відповідно формулі: $KГД = (t_n - t_{o,n}) \cdot Z_{o,n}$

де КГД - кількість градусодіб; $t_n=18^{\circ}\text{C}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря; $t_{o,n}$ - середня температура опалювального періоду, $^{\circ}\text{C}$; $Z_{o,n}$ тривалість опалювального періоду, діб.

2. Якщо розрахункова температура внутрішнього повітря більше (менше) $t_n=18^{\circ}\text{C}$, то для всіх захисних конструкцій (крім вікон та балконних дверей) табличні величини збільшуються (зменшуються) в розмірі 5% на кожний градус.

3. Опір теплопередачі захисних конструкцій «теплих» горищ визначається тепловим розрахунком згідно з «Рекомендаціями з проектування залізобетонних дахів з теплим горищем». - М.: ЦПДІЕП житла, 1977.

Додаток Г – Значення потрібних термічних опорів теплопередачі віконних прорізів і ліхтарів

Будинки і приміщення	Різниця температур $(t_n - t_{x5}), ^{\circ}\text{C}$	Потрібний термічний опір теплопередачі $R_3^{\text{потр}}, \text{м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$		
		Вікон і балконних дверей	ліхтарів	
			П-подібних	зенітних
1. Житлові будинки, лікарняні заклади, будинки-інтернати для престарілих та інвалідів, школи, дитячі заклади	До 25	0,2	-	0,18
	25...44	0,4	-	0,36
	44...49	0,44	-	0,36
	більше за 49	0,6	-	0,56
2. Громадські будівлі, крім вказаних в п.1, а також допоміжні будинки і приміщення промислових підприємств, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом	До 30	0,18	-	0,18
	30...49	0,36	-	0,36
	більше за 49	0,56	-	0,56
3. Виробничі будівлі, а також приміщення громадських будівель і промислових підприємств з вологим або мокрим режимами	До 30	0,18	0,18	-
	Більше 30	0,36	0,36	-

Додаток Д – Термічний опір теплопередачі стіни із силікатної цегли з утеплювальними вставками, $m^2 \cdot K / Bt$

Назва утеплювача і його марка	Товщина несучої частини стіни «В» в мм /вієї стіни в мм				
	250/510	380/640	510/ 770	640/900	770/1030
1.1 Плити мінераловатні на синтетичній основі М-125 товщ. 140 мм.	2,72	2,89	3,06	3,23	3,40
1.2 Те саме, М-125 товщ. 80 мм +гравій керамзит. М-500 товщ. 60 мм.	2,2	2,37	2,54	2,71	2,88
2.1 Те саме, М-200 товщ. 140 мм.	2,47	2,64	2,01	2,90	3,15
2.2 Те саме, М-200 товщ. 60мм. +гравій керамзит. М-500 товщ. 80 мм.	1,93	2,10	2,27	2,44	2,61
3.1 Плити мінераловатні на бітумній основі М-100 товщ. 140 мм.	2,76	2,93	3,10	3,27	3,44
3.2 Те саме, М-100 товщ. 100 мм +гравій керамзит. М-500 товщ. 40 мм.	2,40	2,57	2,74	2,91	3,08
4.1 Те саме, М-200 товщ. 140мм.	2,40	2,57	2,74	2,91	3,08
4.2 Те саме, М-200 товщ. 100 мм +гравій керамзит. М-500 товщ. 40 мм.	2,15	2,32	2,49	2,66	2,83
5. Плити мінераловатні прошивні М-100 товщ. 140мм.	2,91	3,08	3,25	3,42	3,59
6.1 Плити із пінополістиролу марки 15-50 товщ. 140 мм.	3,18	3,33	3,52	3,69	3,86
6.2 Те саме, М- 15-50 товщ. 100 мм. +гравій керамзит. М-500 товщ. 40 мм.	2,47	2,64	2,81	2,98	3,15
6.3 Те саме, М- 15-50 товщ. 80 мм -гравій керамзит. М-500 товщ. 60 мм.	2,47	2,64	2,81	2,98	3,15
6.4 Те саме, М- 15-50 товщ. 60 мм. гравій керамзит. М-500 товщ. 80 мм.	2,23	2,40	2,57	2,74	2,91
7. Плити з пінополіуретану товщ. 140 мм.	3,18	3,35	3,52	3,69	3,86
8. Щебінь перлітовий М-100 товщ. 140мм.	2,64	2,81	2,98	3,15	3,32
9. Те саме, М-200 товщ. 140 мм.	2,24	2,41	2,58	2,75	2,92
10. Те саме, М-300 товщ. 140мм.	1,98	2,15	2,32	2,49	2,66
11. Те саме, М-400 товщ. 140 мм.	1,90	2,07	2,24	2,41	2,58
12. Те саме, М-500 товщ. 140 мм.	1,82	1,99	2,16	2,33	2,50
13. Гравій керамзитовий, М-400 товщ. 140мм.	1,65	1,82	1,99	2,16	2,33
14. Те саме, М-500 товщ. 140мм.	1,51	1,68	1,85	2,02	2,19
15. Те саме, М-600 товщ. 140мм.	1,42	1,59	1,76	1,93	2,10

Примітки:

1. В таблиці приведений термічний опір теплопередачі ефективної кладки при кроку поперечних діафрагм 1170 мм.

2. На несучу здатність перевіряється тільки внутрішня частина цегляної кладки.
3. Для стін з пройомами термічний опір теплопередачі перераховується з врахуванням проценту застосування і термічного опору теплопровідності матеріалу, що заповнює проріз.
4. При конструюванні стін обов'язково виконувати всі вимоги розд. 5 «Технічні рішення і рекомендації...» № 466.93-94.
5. При застосуванні двох утеплювачів, товщина яких відрізняється від показників таблиці, термічний опір теплопередачі стіни визначається розрахунком.

Додаток Е – Значення поправкового коефіцієнта n на різницю температур

Захисні конструкції	Коефіцієнт n
1. Зовнішні стіни і покриття (в тому числі вентилявані зовнішнім повітрям), горищні перекриття (з покрівлею зі штучних матеріалів) і над проїздами.	1
2. Перекриття над холодними підвалами, які сполучені із зовнішнім повітрям.	0,9
3. Перекриття над неопалювальними підвалами зі світловими пройомами у стінах.	0,75
4. Перекриття над неопалювальними підвалами без світлових проїмів у стінах, розташованих вище рівня землі.	0,6
5. Перекриття над неопалювальними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі.	0,4

Додаток Ж – Значення коефіцієнти тепловіддачі α_n на внутрішній поверхні захисних конструкцій

Внутрішня поверхня захисних конструкцій	Сумарний коефіцієнт тепловіддачі конвекцією і випромінюванням α_n , Вт/(м ² · К)
1. Стін, підлог, гладких стель, стель з виступними ребрами при відношенні висоти h ребер до відстані a між гранями сусідніх ребер $h/a \leq 0,3$.	8,7
2. Стель з виступними ребрами при відношенні $h/a > 0,3$.	7,6
3. Zenітних ліхтарів.	9,9

Додаток И – Середня температура внутрішнього повітря деяких будинків в холодний період року для опалення

Призначення будинку	t , °С	Призначення будинку	t , °С
Житлові будинки, готелі, гуртожитки, адміністративні будівлі	18	Кінотеатри	14
Навчальні заклади, лабораторії, підприємства громадського харчування, клуби і будинки культури	16	Гаражі	10
Театри, магазини, пральні, пожежні депо	15	Дитячі садки і яслі, поліклініки, амбулаторії, диспансери і лікарні	20
		Бані	25

Додаток К – Значення коефіцієнта тепловіддачі α_n на зовнішній поверхні захисних конструкцій для зимових умов

Зовнішня поверхня захисних конструкцій	Сумарний коефіцієнт тепловіддачі конвекцією і випромінюванням α_n , Вт/(м ² • К)
1. Зовнішніх стін, покрить, перекрить над проїздами.	23
2. Перекрить над холодними підвалами, які сполучені із зовнішнім повітрям.	17
3. Горищних перекрить і перекрить над неопалювальними підвалами зі світловими пройомами у стінах, а також зовнішніх стін з повітряним пропарком, вентильованим зовнішнім повітрям.	12
4. Перекрить над неопалювальними підвалами без світлових проїмів у стінах, розташованих вище рівня землі і над неопалювальними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі.	6

Примітка. Коефіцієнт тепловіддачі на зовнішній поверхні захисних конструкцій для літніх умов визначають за формулою:

$$\alpha_3 = 5,8 + 11,6 \sqrt{V_{36}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де V_{36} – швидкість вітру за категорією Б, але не менша 1 м/с.

Додаток Л – Ефективний коефіцієнт запасу r_{ef} для потрібного опору теплопередачі захисної конструкції R_3

Захисні конструкції будинків	r_{ef}
Стіни	
1. Одношарові з бетонів на пористих заповнювачах, а також одношарові зі штучних матеріалів.	1,1
2. Одношарові з ніздрюватих бетонів.	1,3
3. Багатошарові з утеплювачем на основі мінеральних волокон або вспісневих пластмас.	1,8
4. Те саме, з обшивками з листових матеріалів.	2,0
5. Інші.	1,1
Покриття і горищні перекриття	
6. З утеплювачем з легких і ніздрюватих бетонів.	1,3
7. З утеплювачем на основі мінеральних волокон або вспісневих пластмас.	1,6
	2,2
8. Те саме, по настилах з листових матеріалів.	1,3
9. З насипним утеплювачем.	1,3
10. Інші	

Примітка. Для захисних конструкцій приміщень з вологим або мокрим режимом, а також для внутрішніх захисних конструкцій r_{ef} слід приймати рівним 1.

Додаток М - Режим вологості приміщень

Режим вологості приміщень	Вологість внутрішнього повітря, % при температурі		
	до 12 ⁰ С	12...24 ⁰ С	вище 24 ⁰ С
Сухий	До 60	До 50	До 40
Нормальний	60...45	50...60	40...50
Вологий	Вище 75	60...75	50...60
Мокрий	-	Вище 75	Вище 60

Додаток Н - Зони вологості території України

Територія України знаходиться в нормальній і сухій зонах вологості.

Наближена лінія поділу на дві зони проходить через міста Чернівці, Вінницю, Київ, Суми, які знаходяться у нормальній зоні вологості . Вище цієї лінії нормальна зона вологості, нижче – суха.

Додаток Н,1 – Умови експлуатації захисних конструкцій залежно від вологісного режиму приміщень і зон вологості

Вологісний режим приміщень (з дод. М)	Умови експлуатації А і Б у зонах вологості		
	до 12 ⁰ С	12...24 ⁰ С	вище 24 ⁰ С
Сухий	А	А	Б
Нормальний	А	Б	Б
Вологий або мокрий	Б	Б	Б

Додаток II – Коефіцієнт теплопровідності будівельних матеріалів і конструкцій

Матеріал	Густина матеріалу в сухому стані $\rho_0, \text{кг/м}^3$	Коефіцієнт теплопровідності (при умовах експлуатації з дод. 0) $\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	
		А	Б
1	2	3	4
1. Залізобетон	2500	1,92	2,04
2. Бетон на гравію або щебеню з природного каменю	2400	1,74	1,86
3. Туфобетон	1800	0,87	0,99
4. Те саме	1200	0,41	0,47
5. Пемзобетон	1600	0,62	0,68
6. Те саме	800	0,22	0,26
7. Керамзитобетон на керамзитовому піску і керамзитопінобетоні	1800	0,80	0,92
8. Те саме	500	0,17	0,23
9. Керамзитобетон на кварцевому піску з пористістю	1200	0,52	0,58
10. Те саме	800	0,29	0,35
11. Керамзитобетон на перлітовому піску	1000	0,35	0,41
12. Те саме	800	0,29	0,35
13. Перлітобетон	1200	0,44	0,50
14. Те саме	600	0,19	0,23
15. Шлакопемзобетон	1800	0,63	0,76
16. Те саме	1000	0,31	0,37
17. Газо- і пінобетон, газо- і піносілікат	1000	0,41	0,47
18. Те саме	300	0,11	0,13
19. Газо- і пінозолобетон	1200	0,52	0,58
20. Те саме	800	0,35	0,41
21. Цементно-піщаний розчин	1800	0,76	0,93
22. Складний розчин (пісок, вапно, цемент)	1700	0,70	0,87
23. Вапняно-піщаний розчин	1600	0,70	0,81
24. Плити з гіпсу	1200	0,41	0,47
25. Те саме	1000	0,29	0,35
26. Листи з гіпсу обшивальні (сухий тиньк)	800	0,19	0,21
27. Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	1800	0,70	0,81
28. Цегляна кладка із суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	1800	0,76	0,87
29. Цегляна кладка із суцільної трепельної цегли на цементно-піщаному розчині	1200	0,47	0,52
30. Цегляна кладка із суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	1500	0,64	0,70
31. Облицювання гранітом, гнейсом, базальтом	2800	3,49	3,49
32. Те саме, мрамором	2800	2,91	2,91
33. Те саме, вапняком	2000	1,16	1,28
34. Те саме	1400	0,56	0,58
35. Те саме, туфом	2000	0,93	1,05
36. Те саме	1000	0,24	0,29

Продовження додатку П

1	2	3	4
37. Сосна поперек волокон	500	0,14	0,18
38. Те саме, вздовж волокон	500	0,29	0,35
39. Дуб поперек волокон	700	0,18	0,23
40. Те саме, вздовж волокон	700	0,35	0,41
41. Фанера клесна	600	0,15	0,18
42. Картон облицювальний	1000	0,21	0,23
43. Плити дерево-волокнисті і дерево-стружкові	1000	0,23	0,29
44. Те саме	200	0,07	0,08
45. Плити фібролітові на портландцементі	800	0,24	0,30
46. Те саме	300	0,11	0,14
47. Пакля	150	0,06	0,07
48. Мати мінераловатні прошивні на синтетичному сполучнику	125	0,064	0,07
49. Те саме	50	0,052	0,06
50. Плити м'які, напівжорсткі і жорсткі мінераловатні на синтетичному і бітумному сполучниках	350	0,09	0,11
51. Те саме	50	0,052	0,06
52. Пінополістирол	150	0,052	0,06
53. Те саме	40	0,041	0,05
54. Пінопласт	125	0,06	0,064
55. Те саме	100	0,05	0,052
56. Пінополуретан	80	0,05	0,05
57. Те саме	40	0,04	0,04
58. Гравій керамзитовий	800	0,21	0,23
59. Те саме	200	0,11	0,12
60. Гравій шунгізитовий	800	0,20	0,23
61. Те саме	400	0,13	0,14
62. Пісок для будівельних робіт	1600	0,47	0,58
63. Піноскло або газоскло	400	0,12	0,14
64. Те саме	200	0,08	0,09
65. Листи азбоцементні плоскі	1800	0,47	0,52
66. Те саме	1600	0,35	0,41
67. Бітум нафтовий будівельний і покрівельний	1400	0,27	0,27
68. Те саме	1000	0,17	0,17
69. Асфальтобетон	2100	1,05	1,05
70. Руберойд	600	0,17	0,17
71. Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий	1800	0,38	0,38
72. Те саме	1600	0,33	0,33
73. Сталь стержнева арматурна	7850	58	58
74. Чавун	7200	50	50
75. Алюміній	2600	221	221
76. Мідь	8500	407	407
77. Скло віконне	2500	0,76	0,76

Додаток Р – Приведений термічний опір теплопередачі вікон, балконних дверей і ліхтарів

Заповнення світлового пройому		Приведений термічний опір теплопередачі R_3^B , м ² ·К/Вт
1.	Одинарне засклення у дерев'яній рамі	0,18
2.	Одинарне засклення у металевій рамі	0,15
3.	Подвійне засклення у дерев'яній спареній рамі	0,39
4.	Подвійне засклення у дерев'яних окремих рамах	0,42
5.	Подвійне засклення у металевих окремих рамах	0,34
6.	Подвійне засклення вітрин у металевих окремих рамах	0,31
7.	Потрійне засклення у дерев'яних окремо-спарених рамах	0,55
8.	Потрійне засклення у металевих окремих рамах вікон	0,46

Примітка. Значення приведених термічних опорів теплопередачі заповнень світлових проїмів у дерев'яних рамах наведені для випадків, коли відношення площі засклення до площі заповнень світлових проїмів становить 0,75...0,85.

При відношенні площі засклення до площі заповнення світлового пройому у дерев'яних рамах, рівному 0,6...0,74, вказані у додатку значення R_3^B слід збільшити на 10%, а при відношенні площі, рівному 0,86 і більше, відповідно зменшити на 5%.

Додаток С – Додаткові тепловтрати:

- на орієнтацію
- Пн, Сх., ПнСх, ПнЗх – 10%
- Зх, ПдСх -50%
- на куткове приміщення – 5%
- на нагрівання повітря, яке інфільтрує в приміщенні житлових громадських і допоміжних будівель

Кількість поверхів будинку	Розрахунковий поверх							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Значення додавання, %							
3	5	-	-	-	-	-	-	-
4	10	5	-	-	-	-	-	-
5	10	10	5	-	-	-	-	-
6	15	10	5	5	-	-	-5	-
7	20	15	10	5	-	-	-	-
8	20	15	10	10	5	-	-	-5

Додаток Т– Питомі опалювальні характеристики деяких промислових і адміністративно-побутових будівель ($t_5=30^{\circ}\text{C}$)

Назва будівлі (цеху)	Будівельний об'єм, $V_{\text{буд}}$ тис. м ³	Питома опалювальна характеристика $\text{Вт}/(\text{м}^3 \times \text{K})$
Гарячий (термічний)	≤ 10	0,47...0,35
	10...30	0,35...0,29
Зварювальний	≤ 10	0,47...0,35
	10...50	0,35...0,29
Механічний	5...10	0,64...0,52
	10...50	0,52...0,47
Деревообробний	≤ 5	0,70...0,64
	5...10	0,64...0,52
	10...50	0,52...0,47
Гальванічний	≤ 2	0,76...0,70
	2...5	0,70...0,64
	5...10	0,64...0,52
Побутові й адміністративні будівлі	1...2	0,45...0,4
	2...5	0,4...0,33
	5...10	0,33...0,3

Додаток У – Технічні характеристики сталевих водогазопровідних труб (ДСТ 3262-75*)

Діаметр умовного проходу D_y , мм	Труба різь дюймовою	Труби звичайні (середньоважкі)					Труби посилені (важкі)				
		Зовнішній діаметр d_1 , мм	Зовнішня поверхня S , мм	Товщина стінки S , мм	Внутрішній діаметр d_2 , мм	Площа живого перерізу A , см ²	Зовнішній діаметр d_1 , мм	Зовнішня поверхня S , мм	Товщина стінки S , мм	Внутрішній діаметр d_2 , мм	Площа живого перерізу A , см ²
6	1/8"	10,2	0,0320	2,0	6,2	0,302	10,2	0,0320	2,5	5,2	0,212
8	1/4"	13,5	0,0424	2,2	9,1	0,650	13,5	0,0424	2,8	7,9	0,490
10	3/8"	17,2	0,0540	2,2	12,8	1,286	17,2	0,0540	2,8	11,6	1,056
15	1/2"	21,3	0,0669	2,8	15,7	1,935	21,3	0,0669	3,2	14,9	1,743
20	3/4"	26,8	0,0842	2,8	21,2	3,528	26,8	0,0842	3,2	20,4	3,267
25	1"	33,5	0,1052	3,2	27,1	5,765	33,5	0,1052	4,0	25,5	5,104
32	1-1/4"	42,3	0,1328	3,2	35,9	10,117	42,3	0,1328	4,0	34,3	9,235
40	1-1/2"	48,0	0,1507	3,5	41,0	13,196	48,0	0,1507	4,0	40,0	12,560
50	2"	60,0	0,1884	3,5	53,0	22,051	60,0	0,1884	4,5	51,0	20,418
65	2-1/2"	75,5	0,2371	4,0	67,5	35,767	75,5	0,2371	4,5	66,5	34,715
80	3"	88,5	0,2779	4,0	80,5	50,870	88,5	0,2779	4,5	79,5	49,614
100	4"	114,0	0,3580	4,5	105,0	86,546	114,0	0,3580	5,0	104,0	84,906
125	5"	140,0	0,4396	4,5	131,0	134,714	140,0	0,4396	5,5	129,0	130,632
150	6"	165,0	0,5181	4,5	156,0	191,038	165,0	0,5181	5,5	154,0	186,171

Додаток Ф – Кратність повітрообміну деяких приміщень (дані Німеччини)

Призначення приміщення	Кратність повітрообміну, 1/год
Бібліотечні читальні зали	3...5
Бані	20...30
Службові приміщення (кабінети)	3...6
Гаражі	4...5
Гардероби	3...6
Готельні приміщення	5...10
Навчальні аудиторії	8...10
Зали їдалень	6...8
Зали спеціалізованих магазинів	4...6
Зали театрів і кінотеатрів (заборона куріння)	4...6
Те ж, з дозволом куріння	5...8
Лабораторії	8...15
Зали медичних операцій	15...20
Зали засідань	6...8
Туалети	4...6
Конференційні зали	5...10
Пральні	

Додаток Х – Виділення CO₂ дорослою людиною (дитиною 70...80%) .

Стан людини	Виділення CO ₂ , л/год
Під час відпочинку у лежачому стані	10. ..12
Під час відпочинку у позиції сидячи	12. ..15
Легка праця в кабінеті (аудиторії)	19. ..24
Праця середньої важкості, гімнастика	33. ..43
Танець, теніс	55. ..70

Додаток Ц – Кількість тепла і вологи, що виділяється дорослими чоловіками

Показник	Кількість тепла, Вт. і вологи, г/год, що виділяється чоловіком при температурі повітря в приміщенні, °С					
	10	15	20	25	30	35
В стані спокою						
Тепло:						
$q_{ч}^a$ - явне	140	116	87	58	41	12
$q_{ч}^n$ - повне	163	145	116	93	93	93
Волога, $w_{ч}$	30	40	40	50	75	115
Під час легкої роботи						
Тепло:						
$q_{ч}^a$ - явне	151	122	99	64	41	6
$q_{ч}^n$ - повне	180	157	151	145	145	145
Волога, $w_{ч}$	40	55	75	115	150	280
Під час роботи середньої важкості						
Тепло:						
$q_{ч}^a$ - явне	163	134	105	70	41	6
$q_{ч}^n$ - повне	215	209	204	198	198	198
Волога, $w_{ч}$	70	110	140	185	230	280
Під час важкої роботи						
Тепло:						
$q_{ч}^a$ - явне	198	163	128	93	52	12
$q_{ч}^n$ - повне	291	291	291	291	291	291
Волога, $w_{ч}$	135	185	240	295	355	415

Додаток III – Теплонадходження від сонячної радіації через вікна для систем вентиляції

Конструкція вікна	q_s , Вт/м ² , при орієнтації вікна географічній широті, град. пн. ш.															
	ПД				ПдСх і ПдЗх				Сх і Зх				ПнСх і ПнЗх			
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Подвійні вікна з рамами:																
дерев'яними	128	145	145	170	100	128	145	170	145	145	170	170	75	75	75	70
металевими	165	185	185	210	128	165	185	210	185	185	200	210	95	95	95	95
Ліхтарі подвійні з рамами:																
дерев'яними	140	170	170	175	115	145	175	175	170	170	185	185	87	87	87	80
металевими	150	185	185	200	128	165	200	200	185	185	210	210	100	100	100	95

Примітка. Для вікон, орієнтованих на північ $q_s = 0$.

Додаток Щ – Теплонадходження від сонячної радіації через покриття для систем вентиляції

Покриття	q_n Вт/м ² . при географічній широті, град. пн. ш.			
	34	45	55	65
Плоске безгорищне	24	21	17	14
З горищем	6	6	6	6
Коефіцієнт теплопередачі Вт/(м ² -К)	1.0	1,0	1.0	1,0

Додаток Ю – Теплонадходження від сонячної радіації через вікна для систем кондиціонування повітря

Конструкція вікна	q_n Вт/м ² , при орієнтації вікна географічній широті, град. пн. ш.															
	ПД				ПдСх і ПдЗх				Сх і Зх				ПнСх і ПнЗх			
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Подвійні вікна з рамами:																
дерев'яними	420	47	47	55	38	49	56	65	50	500	590	59	35	35	35	330
	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	
металевими	540	60	60	68	49	63	71	80	64	640	700	73	44	44	44	440
	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	
Ліхтарі подвійні з рамами:																
дерев'яними	450	55	55	57	44	56	67	67	59	590	640	64	41	41	41	370
	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	
металевими	490	60	60	65	49	63	77	77	64	640	730	73	47	47	47	440
	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	

Додаток Я – Теплонадходження від сонячної радіації через покриття для систем кондиціонування повітря

Покриття	q_n Вт/м ² . при географічній широті, град. пн. ш.			
	34	45	55	65
Плоске безгорищне	180	160	130	110
З горищем	50	50	50	50
Коефіцієнт теплопередачі. Вт/(м ² -К)	1.0	1,0	1.0	1,0

Додаток А1 – Значення коефіцієнта пропускання вікна Ав

Конструкція вікна, його стан і сонцезахист	Ав
Подвійне застелення в одній рамі	1.02
Одиарне вікно	1.04
Звичайне забруднення	0,95
Сильне забруднення	0,9
Забілення вікон	0.6
Вікно з матовим застеленням	0.7
Зовнішнє зашторювання вікон	0,25
Внутрішні жалюзі	0,63
Зовнішні жалюзі	0,33

Додаток А2 – Нормативні розміри повітропроводів

В цегляних стінах		Азбестоцементні короби, мм	Із шлако-гіпсових і шлакобетонних плит, мм	Із листової сталі, мм	
цегла	мм			круглі	прямокутні
0,5x0,5	140x140	200x150	200x150:250; 350; 450	140	100x150: 200; 250
1x0,5	140x270	300x150	320x150:250; 350; 450	160	150x150: 200; 250
1x1	270x270	200x200	420x150; 250; 350; 450	180	200x200; 300; 400
1,5x1	400x270	300x200	520x150:250; 350; 450	200; 250	250x300; 400; 500
2x1	530x270		620x150:250; 350; 450	315	300x300; 400; 500
				355	800x800; 1000; 1200
				400	
				500	

Дудар Ігор Никифорович, Потапова Тетяна Едуардівна

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ ЧАСТИНА 2

Оригінал-макет підготовлено Потаповою Т. Е.

Редактор В.О.Дружиніна

Коректор З. В. Поліщук

Навчально-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку 22.05.06р Гарнітура Times New Roman
Формат 29,7x42¼ Папір офсетний
Друк різнографічний Ум. друк. арк. 9.58
Наклад 75 прим.
Зам. № 2006-101

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ