

І.Н. Дудар, Б.Б. Корчевський,

Т.Е. Поганова

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

І.Н. Дудар, Б.Б. Корчевський,
Т.Е. Потапова

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Затверджено Вченою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів бакалаврських напрямків 6.0921– "Промислове та цивільне будівництво", 6.0921– "Міське будівництво та господарство". Протокол № 11 від "25" червня 2003р.

Рецензенти:

С.Й.Ткаченко, доктор технічних наук, професор
М.Ф.Друкований, доктор технічних наук, професор
М.П. Берник, кандидат технічних наук, доцент

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

Дудар І.Н., Корчевський Б.Б., Потапова Т.Е.
Д81 **Енергозберігаючі будівлі та споруди.** Навчальний посібник. –
Вінниця: ВДТУ, 2004.- 92 с.

В посібнику проаналізовані основні проблеми енергозбереження в будівництві та житлово-комунальному секторі. Приведені основні заходи, необхідні для реалізації енергозбереження в будівельному секторі і побуті та визначена ефективність від їх впровадження. Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри та програми до дисципліни "Енергозбереження будівель та споруд".

УДК 728.1

| | |
|---|----|
| Вступ | 4 |
| 1. Енергоекономічні будинки з утилізацією тепла | |
| 1.1 Повітряно-променисте опалення..... | 6 |
| 1.2 Конструктивні особливості..... | 7 |
| 1.3 Малоповерхові будинки..... | 9 |
| 1.4 Будинки з вентильованими системами (СУТ)..... | 11 |
| 1.5 Нетрадиційні засоби економії тепла в системах інженерного устаткування..... | 12 |
| 2. Особливості проектування енергоекономічних будинків традиційного типу..... | 15 |
| 2.1 Архітектурні і об'ємно-планувальні рішення..... | 16 |
| 2.2 Регіональні особливості проектування..... | 20 |
| 2.3 Заходи енергозбереження..... | 21 |
| 3. Підвищення теплової ефективності будинків, що експлуатуються | |
| 3.1 Стан проблеми..... | 38 |
| 3.2 Оцінювання доцільності утеплення будинків, що експлуатуються..... | 39 |
| 3.3 Енергозберігаючі заходи..... | 40 |
| 4. Основи архітектурно-будівельного проектування енергоактивних будівель | |
| 4.1 Нетрадиційні поновлювані джерела енергопостачання будинків..... | 50 |
| 4.2 Критерії підвищення енергетичного балансу будинку..... | 53 |
| 4.3 Системи сонячного енергопостачання житлових і суспільних будинків..... | 57 |
| 5. Теплоізоляція зовнішніх огорожень будівель і споруд | |
| 5.1 Теплоізоляційні матеріали..... | 60 |
| 5.2 Оптимальна товщина теплоізоляції..... | 62 |
| 5.3 Способи теплоізоляції будівель..... | 62 |
| 5.4 Економічне оцінювання..... | 72 |
| 5.5 Системи регулювання..... | 74 |
| Література..... | 92 |

ВСТУП

У будівельному секторі економіки витрачається біля 30 % (29,2 %) від споживання в Україні палива. Всього будівельна галузь України споживала до початку економічної кризи (1990 р.) 87,6 млн. т. умовного палива на рік, з яких 74,4 млн. т. (85 %) витрачалось у існуючих будинках. Таким чином, основні резерви енергозбереження знаходяться у сфері реконструкції об'єктів споживання та виробництва енергії. Із загальної кількості, що витрачається існуючим фондом палива, 34,3 % припадає на ТЕЦ, 34 % - на районні котельні, 31,7 % - на місцеві теплогенератори. Це паливо витрачається: на опалення – 79,7 %, постачання гарячої води – 19 %, на вентиляцію – 1,3 % (при цьому витрати при виробництві та транспортуванні теплової енергії досягають 15 – 25 %). З наведеного ми бачимо, що основні резерви економії паливних ресурсів у сфері зниження витрат на системи опалення та постачання гарячої води, а також у сфері виробництва та транспортування теплової енергії.

При цьому є два варіанти розв'язання ситуації з енергозбереженням, які пов'язані з обсягом інвестицій в цю сферу.

Перший варіант оцінює ситуацію, що складається у разі урядових інвестицій, які достатні для реалізації вже розроблених вимог щодо теплозахисту будинків та їх інженерного обладнання тільки для нового будівництва, залишаючи існуючі споруди та об'єкти для вироблення теплової енергії без змін.

Другий варіант передбачає цілеспрямовану роботу державних органів енергозбереження з формуванням державного інвестиційного фонду енергозбереження з тим, щоб обсяг інвестицій був достатнім не тільки для забезпечення відповідності нового будівництва сучасним вимогам, а й для щорічної реконструкції до 2 % існуючого фонду будинків і систем теплопостачання. До 2010 року можливо на 25 – 30 % зменшити витрати палива при одночасному введенні в експлуатацію біля 15 млн. м² житлових та суспільних об'єктів.

Міністерством України у справах будівництва і архітектури, що діяло до середини 1994 року і створеним після нього Держкоммістобудуванням України було видано цілий ряд наказів, що стосувались створення нових нормативів термічного опору захисних конструкцій. Наприклад, “Про впровадження у проектування і будівництво засобів обліку та приладів регулювання систем електро-, водо-, тепло-, та газопостачання” від 8 вересня 1994 р. м. Київ № 33;

Наказ Держкоммістобудування України від 29 грудня 1994 р. м. Київ № 106 “Про внесення змін і доповнень в діючі норми проектування (СНІП 2.08.01–89 “Жилые здания”, СНІП 2.08.02–89 “Общественные здания и сооружения”, СНІП 2.04.05–91 “Отопление, вентиляция,

кондиционирование”, СНиП 2.04.01–86 “Внутренний водопровод и канализация зданий”).

Виконуються завдання по будівництву нових і реконструкції вже існуючих будівель, що відповідають новим теплотехнічним вимогам, для цього здійснюються такі роботи:

1. Теплоізоляція зовнішніх огорожень як новими, так і вже відомими теплоізоляційними матеріалами:

а) теплоізоляція стін всередині приміщень (дещо не вигідно з точки зору роботи – точка роси близько до середини приміщення, але легше технологічне виконання, зменшується простір приміщення);

б) теплоізоляція стін зовні будівлі;

в) використання вже існуючих форм стінових панелей із покращеними теплотехнічними показниками (модернізація в системі виробництва у збірних стінових панелей);

г) виконання колодязної цегляної кладки із ефективними утеплювачами;

2. Ізоляція покриттів і підвалів;

3. Покращення теплозахисних якостей вікон і дверей:

а) ущільнення вікон;

б) потрійне застакнення;

в) встановлення склопакетів (із склопластиків);

г) виконання тепло відбиваючого покриття;

4. Покращення теплозахисних якостей стиків;

5. Відмова від централізованих систем опалення і перехід до індивідуальних (квартирних домових), встановлення автоматичних систем регулювання температури середовища;

6. Встановлення лічильних засобів тепла, води, газу;

7. Використання енергозберігаючих технологій, машин, механізмів, обладнання.

Відомо, що строки окупності деяких енергозберігаючих заходів невеликі. Так, ізоляція зовнішніх стін товщиною 80 мм може окупитися вже через 3 – 3,5 роки, а встановлення додаткових рам на вікно з одним шаром скла – через 2,5 – 3,0 роки. Вкладання шару в 200 мм мінеральної ваги для теплової ізоляції горіща окупається вже через 2 роки.

В даному навчальному посібнику проаналізовані основні проблеми енергозбереження в будівництві та житлово-комунальному секторі.

Приведені основні заходи, необхідні для реалізації енергозбереження в будівельному секторі і побуті та визначена ефективність від їх впровадження.

1 ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ БУДИНКИ З УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛА

1.1 Повітряно-променисте опалення

Щоб поліпшити самопочуття людини, треба збільшити тепловіддачу конвекцією і зменшити її навколишнім оточенням. За кордоном будинки з повітряно-променею системою опалення поширені в США, Фінляндії, Швеції та інших країнах. Системи променею опалення застосовуються з мідними трубами, що різко збільшує їхню довговічність і надійність.

У житлових і громадських будівлях широко використовуються підлоги, що обігріваються електрокабелем. Підігрів підлоги теплоносіями (водою чи електрокабелем) застосовується в будинках з великою площею. В останні десятиліття у Швеції використовуються багатопустотні плити перекриття (з деякою модифікацією) для систем повітряно опалення, з випуском узимку повітря в приміщення з метою вентиляції. У літню пору в приміщення подається спеціально підготовлене повітря. Ці системи застосовують для опалення будинків різного призначення: промислових, адміністративних (одно- і багатопверхових), шкіл, лікарень, житлових будинків, магазинів та ін.

Розглянемо приклад системи повітряно-променею опалення, що передбачена в п'ятиповерховому корпусі панельно-каркасного типу. Корисна площа – 8182 м², висота приміщень 2,7 м, будівельний об'єм – 35318 м³, покрівля - невентильована, сполучена, утеплювач - пінобетон щільністю $\rho=600$ кг/м³. Каркас будинку поперечний із зовнішніми націпними панелями з керамзитобетону $\rho=1200$ кг/м³. Багатопустотні плити перекриття розміщені уздовж будинку і опираються на прямокутні прогони.

Система променею опалення з повітряним теплоносієм складається з плит перекриття, що нагріваються, горизонтальних та вертикальних каналів і теплових камер. Опалення будинку здійснюється нагрітим повітрям, що циркулює по порожнечках в плитах перекриття. При цьому плити нагріваються і тепло віддається в приміщення через поверхні підлоги, і стелі. Нагрівання повітря здійснюється калориферними пристроями, що розміщені в теплових камерах у цокольному поверсі корпусів. Циркуляція повітря в системі опалення здійснюється відцентровими вентиляторами. Зворотні магістральні повітровідводи виконані з листової сталі і розташовані під стелею цокольного поверху за допомогою відводів приєднуються до вертикальних каналів перерізом 200×550мм, що виготовлені з бетонних блоків висотою 1350мм. На рівні кожного перекриття вертикальні канали з'єднуються з горизонтальними каналами перерізом 120×200мм між торцями плит перекриття, які з'єднуються з порожнечками у плитах. Під стелею цокольного поверху

встановлені шабери для регулювання витрат повітря. Для зручності регулювання опалення будівлі обладнуються сіткою автономних систем.

1.2 Конструктивні особливості

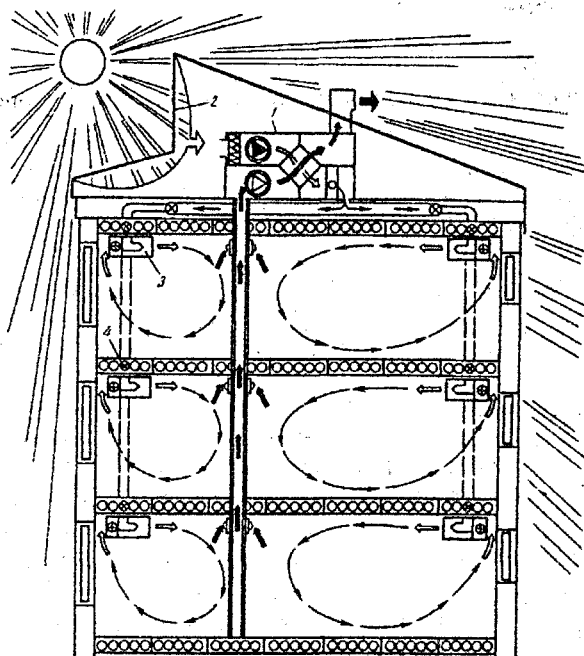
Якщо будинок обладнаний каналами приточно-витяжної вентиляції, то доцільно встановлювати устаткування тепло-регенерації, за допомогою якого відбирається тепло з повітря, що видаляється, та надходить на підігрів приточного повітря. Економічність системи приточного повітря, оснащеної пристроєм тепло-регенерації, залежить від економічності способу будівництва системи приточно-витяжних каналів і ККД пристрою тепло-регенерації.

Використання порожнеч у плитах для транспортування повітря є обґрунтованим, тому що канали розташовані в каркасі будинку формуються одночасно з його зведенням. Пустотілі плити використовуються в цокольних, проміжних і покрівельних перекриттях, а також у якості стінових конструкцій там, де вимагаються вертикальні порожнечі для транспортування приточного чи витяжного повітря. Для одержання гарної вентиляції приточне повітря направляють у кожную кімнату за допомогою порожнеч проміжних перекриттів. Порожнечі стінової панелі з'єднують з горизонтальними порожнечами за допомогою простих стикувальних пристроїв. Щільність з'єднань забезпечується заливанням стиків бетонним розчином і обумовлюється технологією виготовлення плит і якістю бетону. Заслінки для припливного і витяжного повітря встановлюють при опоряджувальних роботах.

Перед зведенням каркасу на робочому майданчику влаштовують отвори для припливного повітря в перекриттях і для витяжного повітря в стінових порожнечах. Пожежотехнічні характеристики повинні бути такими, щоб пожежа не змогла поширюватися через клапани припливного повітря, що видаляється. Крім того, клапан припливного повітря повинний мати властивості повітряного потоку в зону кімнати, щоб там не виникало повітряних потоків, що заважають перебуванню.

У сонячні дні опалювального сезону припливне повітря можна також підігрівати сонячним акумулятором. За допомогою центрального пристрою нагнітають кількість свіжого повітря, необхідну для вентиляції. Повітря очищається і при необхідності підігрівається, а потім надходить у наявні в житлових кімнатах пристрої припливного повітря. Далі повітря через насадки надходить у кімнатне приміщення, і викликає одночасно в пристрої припливного повітря вторинний потік. За допомогою батареї, що встановлена в пристрої припливного повітря, вторинний потік підігрівається і при цьому здійснюється кероване нагрівання кімнати за допомогою циркулюючого через установку припливного повітря. Повітря з квартири видаляється по каналах у центральній пристрій, звідки після

теплорегенерації його видаляють назовні. Принцип роботи показаний на рис. 1.1.



1 - центральний пристрій оснащений апаратурою регенерації тепла і фільтрування повітря; 2 - конструкція водостічного даху, що служить одночасно акумулятором променевої енергії; 3 - пристрій вхідного повітря, що забезпечує циркуляцію і додатковий підігрів кімнатного повітря; 4 - система горизонтальних і вертикальних каналів, утворених пустотілими плитами, що служать одночасно несучими конструкціями.

Рисунок 1.1 - Принцип роботи повітряного опалення

Радіатори в будинках під вікнами відсутні. Пристрій припливного повітря вмонтований в покрівлі. Рух повітря здійснюється через влаштовані всередині корпусу пристрої, куди повітря надходить з порожнини плити. Труби для гарячої води виконуються з пластмаси і встановлюються в сусідню порожнину. Пристрій оснащений устаткуванням тепло-регенерації, фільтром і вентилятором припливного і випускного повітря, а також автоматикою антизледеніння.

На південній стороні даху встановлений акумулятор сонячної енергії. Сонце нагріває зовнішню частину акумулятора, виконану з чорної профільованої жерсті. За нею влаштована повітряна шілина, а над горіщем

будівельна плита. Повітря направляєтся по обох торцях акумулятора в центральний вентиляційний пристрій, звідки воно нагнітається через канали вхідного повітря в квартири. Від акумулятора також надходить тепло в нижнє приміщення даху і при цьому знижуються втрати над верхнім перекриттям. У сонячні морозні дні температура горнища може бути навіть на 5°C вище в порівнянні з зовнішньою температурою.

Приблизно 70% поверхні вікон доцільно орієнтувати на південь, а близько 30% - на північ. Загальна поверхня вікон повинна складати близько 20% від площі підлоги будинку. Сонячна радіація проникає через вікна в досить великій кількості. Одна частина цієї енергії поглинається конструкціями, а інша утилізується пристроями тепло-регенерації.

1.3 Малоповерхові будинки

Система включає теплогенератор, зворотний вертикальний повітровід, перехідний і зворотний горизонтальні канали в багатопустотних плитах перекриття рис. 1.2. Генератор розміщують на кухні чи в топковому приміщенні.

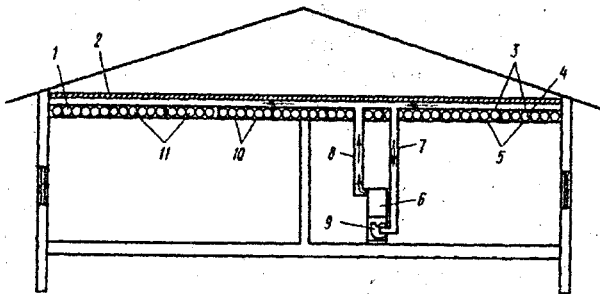
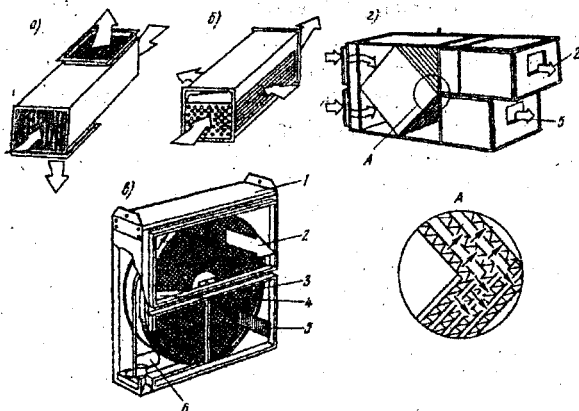


Рисунок 1.2 - Система променистого опалення

Порожнини плит перекриття включають у двоходовий замкнутий контур так, щоб місце примикання порожнеч до горизонтального каналу, приходилося над приміщенням з найбільшими тепловтратами (житлова кутова кімната з найбільшою площею зовнішніх огорожень). Деяку кількість порожнеч як першого, так і другого ходу заглушують. Для усунення тепловтрат, що викликані витоками повітря, систему герметизують. Плити перекриття виготовляють з вертикальними отворами діаметром 30-40мм, що розташовані на відстані 0,2-0,4м від торців плит. Порожнечі в торцях заглушують, а у вертикальних отворах в порожнечі установлюють пробки.

При охолодженні витяжного повітря нижче температури "точки роси" на частині теплообмінної поверхні повітрянагрівачів витяжного

каналу відбувається конденсація водяної пари, що приводить до можливості утворення інею при негативних початкових температурах припливного повітря.



а) пластинчастий утилізатор; б) утилізатор ТКТ; в) обертовий утилізатор; г) рекуперативний; 1 - корпус; 2 - напрям припливного повітря; 3 - ротор; 4 - сектор продувний; 5 - рух витяжного повітря; 6 - привід

Рисунок 1.3 – Теплообмінники

Пристрої утилізації тепла з проміжним теплоносієм можуть працювати або в режимі, що допускає утворення полою на теплообмінній поверхні витяжного повітрянагрівача протягом доби при наступному відключенні і відтаванні (приблизно 1 год. на добу), або, якщо відключення установки неприпустимо, при застосуванні одного з таких заходів захисту повітрянагрівача витяжного каналу від утворення полою: попереднього нагрівання припливного повітря до плюсової температури, створення байпаса на теплоносії припливного повітря, збільшення витрати теплоносія в циркуляційному контурі.

Систему вентиляції і кондиціонування повітря з регенеративним теплообмінником необхідно оснастити засобами контролю й автоматичного регулювання, що повинні забезпечувати режими роботи з періодичним відтаванням та запобіганням утворенню інею, а також підтримувати необхідні параметри припливного повітря. Для попередження утворення інею при припливному повітрі влаштовують обвідний канал: попередньо підігрівають припливне повітря; змінюють частоту обертання насадки регенератора. У системах з плюсовими початковими температурами припливного повітря при утилізації тепла

немає небезпеки замерзання конденсату на поверхні теплообмінника у витяжному каналі.

Рівномірна робота двох насосів у холодний період року забезпечує циркуляцію максимальної витрати проміжного теплоносія, розрахованого з умови запобігання обмерзанню повітрянагрівачів у витяжному каналі. У випадку підвищення температури зовнішнього повітря вище критичної, працює один насос. Відключення і включення другого насоса виконується за датчиком тиску у витяжному каналі.

1.4 Будинки з вентилявальними системами (СУТ)

Оскільки основне охолодження приміщень у зимовий час відбувається через щілини у вікнах, підвищити теплозахисні якості огорожень можна шляхом зменшення повітропроникності вікон за рахунок застосування герметизуючих прокладок. Це, з одного боку, знижує тепловтрати, а з іншого знижує кількість свіжого повітря, що надходить у приміщення, порушуючи необхідну норму.

Нові можливості поліпшення повітряного режиму приміщень відкриває спосіб вентиляції приміщень через вентилявальні зовнішні огороження (СУТ). Ефект такої вентиляції полягає в тому, що зовнішнє холодне повітря, яке проходить через зовнішнє огороження, нагрівається і виходить у приміщення, де воно утилізується. Покриття, аналогічні вентилявальним стінам, можуть також вентилуватися. При відповідних конструктивних рішеннях можна забезпечити вентиляцію більшої частини зовнішніх огорожень.

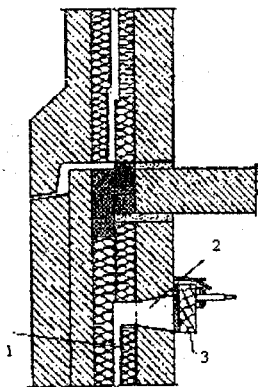
Варіанти зовнішніх вентиляваних стін без додаткового прогріву, що забезпечують необхідний повітрообмін, рекомендується використовувати при розрахунковій температурі зовнішнього повітря -25°C і вище. При більш низькій температурі рекомендується застосовувати для вентиляції похилі в площині огороження каналу і додатковий прогрів, зокрема за допомогою регістрів опалення.

Рекомендується поєднувати роботу систем опалення в опалювальний період для підігріву припливного повітря, а в літню пору в кліматичних районах із середньою температурою липня 21°C і вище використовувати надлишкове тепло припливного повітря.

Припливні отвори в стіні розташовуються на відстані 20-30 см від низу плити перекриття (рис.1.4). Припливний отвір закривається регулювальним клапаном. При відкритих припливних клапанах навантаження на опалення зменшується за рахунок нагрівання в каналах повітря, що надходить. Розміри припливних отворів визначаються розрахунком в залежності від кліматичних умов району будівництва і необхідного повітрообміну приміщень.

Каркас панелей у багатоповерхових будинках рекомендується виконувати з металу чи азбестоцементу. Для поліпшення теплового і

повітряного режимів підпіль, теплозахисту підлог над підпіллями рекомендуються вентилявальні цоколі, при цьому приведена площа проходів складає 1/500 площі поверху. Для посилення тяги рекомендується відокремлювати приміщення підвалу від вентилявальних цокольних панелей екраном, що з'єднується знизу і зверху з приміщенням підвалу і з трубами опалення.



1- вентиляційний канал; 2- отвори, що відводять повітря; 3- клапан

Рисунок 1.4 - Тришарова бетонна вентилявальна панель на гнучких зв'язках

1.5 Нетрадиційні засоби економії тепла в системах інженерного устаткування

У наш час велика увага приділяється проблемі використання нетрадиційних видів енергії, у зв'язку з виснаженням запасів природного палива. Однак з огляду на високу вартість утилізаторів тепла, до основних їхніх переваг варто віднести невичерпність енергії. До найбільш перспективних нетрадиційних джерел енергії можна віднести: утилізацію сонячної енергії в колекторах; мікрохімічне перетворення сонячної енергії; використання геотермальних вод, низькопотенціального тепла верхніх шарів землі, ґрунтових вод, у тому числі за допомогою теплообмінників, розташованих у ґрунті; використання вітрової енергії, біоенергетичних ресурсів, утилізації тепла стічних вод. Перспективними вважаються системи, основані на використанні глибинної теплоти землі. У ґрунті сонячне тепло накопичується майже цілий рік. Тому що найвища температура ґрунту спостерігається восени, на початку опалювального періоду ґрунт має запас теплової енергії, яку можна використовувати в системі геотермального теплопостачання. Для витягання тепла з ґрунту і використання його як теплового джерела теплообмінники виконують із системи труб у вигляді горизонтально вштованих у ґрунті зміювоків, по

яких пропускається теплоносії (найчастіше вода). Матеріалом труб служить корозійностійкий поліетилен чи нержавіюча сталь. Сприятливими є такі параметри: діаметр труб 20 - 25мм, відстань між трубами 0,5 - 1,8м (у середньому 1 м), глибина закладення 0,5 - 3м у залежності від властивостей ґрунту, питоме тепlopостачання 6 - 45 Вт/м² поверхні ґрунту (у середньому 10 Вт/м²), довжина труб кожної галузі 100 м, температура теплоносія 0 - 5°C.

У загальному вигляді система геотермального тепlopостачання містить у собі прокладений у ґрунті на глибині 1,2м пластмасовий трубопровід, у якому циркулює теплоносії. Теплоносії, що нагрівся в ґрунті, надходить у випарник теплового насоса, через який циркулює холодоагент. При надходженні пари фреону, після компресора в конденсатор їхній тиск і температура підвищуються. Унаслідок підвищеного тиску в конденсаторі пари фреону конденсуються, тепло віддається циркулюючому через конденсатор теплоносію систем опалення і гарячого водопостачання. Глибина і крок розміщення труб рекомендуються, відповідно, 1,5 і 2 м. Продуктивність теплового насоса при розміщенні труб на меншій глибині знижується. Специфіка термальних вод як теплоносія вимагає застосування спеціальних конструкцій опалювальних систем.

1.5.1 Найбільш ефективні панельно-промислії конструкції

Відома система підлого-стельового опалення, що працює на низькотемпературній геотермальній воді, де рівномірність прогріву перекриття досягається зустрічними потоками термальної води. Для запобігання шароутворенню в трубопроводах, що транспортують термальну воду, застосовують ультразвук. При досягненні певної інтенсивності ультразвуку відбувається руйнування і запобігання твердим відкладенням. Геотермальне тепlopостачання найбільш ефективне в новому будівництві, однак це не виключає можливість забезпечення геотермальною енергією існуючих будинків і споруд. Складність полягає у високій мінералізації, агресивності через порівняно низький температурний потенціал і необхідності скидання води після охолодження.

При максимальному доборі теплоти від геотермальних вод може бути досягнутий найбільший економічний ефект. Це можливо при глибокому тепловому спрацюванні. Доцільне застосування теплових насосів (ТН), що підвищують температуру низькопотенціальної теплоти до необхідного рівня. Якщо будинок розташований на березі моря чи озера, то вони також можуть служити джерелами низького потенціального тепла для випарників теплонасосних систем опалення. У порівнянні з іншими джерелами тепла водоїми мають таку перевагу, як велика теплоємність.

1.5.2 Будинки з геліосистемами

Докладно конструктивні рішення будинків з геліосистемами представлені нижче в розділі 2. У даному розділі даються методи теплового розрахунку таких систем. Протягом часу, коли сонячний колектор працює, найбільш інтенсивно тепловтрати будинку компенсуються частиною поглиненої сонячної енергії. Частина поглиненого тепла витрачається на нагрівання поверхні, інша частина віддається в зовнішнє повітря. Збільшення теплової добавки можна домогтися шляхом знижень коефіцієнта тепловіддачі зовнішньої поверхні.

Частина поглиненого тепла, за винятком тепловитрат будинку, знімається з колектора і подається в тепловий акумулятор. Теплонасосні системи опалення використовують як джерела низькопотенціального тепла. Вони являють собою теплоперетворювальний пристрій, що працює за зворотним термодинамічним циклом.

У діючих системах теплопостачання при наявності джерела низькопотенціальної води температурою вище 10°C ТН забезпечують економію палива. Насос включає відцентровий двоступінчастий герметичний компресор з колесами, що насадженні на обидва кінці валу електродвигуна. Регулюється компресор вхідним лопатним апаратом. Дві установки забезпечують річне кондиціонування повітря в чотирьох великих будинках загальною площею приміщень 30 тис. м^2 .

Для проектування рекомендуються два таких варіанти. Варіант 1: дві фасадні системи повітряного опалення житлового будинку проектується з'єднаними з припливною механічною вентиляцією квартир. При цьому припливна камера розміщується в підвалі будинку і складається з двох індивідуальних припливних пристроїв, калорифери яких самостійно підключені до системи теплопостачання об'єкта. Варіант 2: дві фасадні системи водяного опалення житлового будинку з однотрубними (із замикальними ділянками), тупиковими з верхнім розведенням по теплому горищу, із прокладкою зворотної магістралі у підвалі. Нагрівальними приладами систем є конвектори з кожухом типу "універсал" - у житлових приміщеннях і в сходових клітках. Кожна з цих фасадних водяних систем у тепловому вузлі житлового будинку має самостійні підключення до теплотраси за допомогою підживлювальних насосів, що установленні на перемичках. Для регулювання витрати теплоти водяного опалення даного будинку застосована схема зонного пофасадного автоматичного регулювання. Організовується подача припливного повітря в житлові кімнати.

Повітря, що подається в кутові кімнати, повинне зігріватися безпосередньо в магістральному каналі, за допомогою калориферів, підключених до однієї теплової мережі разом з калориферами припливних пристроїв.

2 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДИНКІВ ТРАДИЦІЙНОГО ТИПУ

Енергоекономічним називається будинок, у якому при проектуванні, будівництві й експлуатації здійснено максимальну кількість заходів, спрямованих на економію паливно-енергетичних ресурсів. Енергоекономічними можуть бути як житлові, так і суспільні будинки.

Основними шляхами економії енергії в цивільних будинках є підвищення теплової ефективності будівельних конструкцій, архітектурно-планувальних рішень, інженерних систем; використання нетрадиційних видів енергії.

Домогтися цього можна такими заходами: збільшенням теплозахисту стін, у тому числі стиків, вікон, горищ; поліпшенням режиму вологості зовнішніх огорожень; застосуванням, наприклад, тепловідбивальних покриттів, плівок, ставень і в тому числі на світлових прорізах; зменшення площі зовнішньої поверхні будинку, проектуванням фасадів з урахуванням вітрового захисту, раціональним плануванням приміщень; застосуванням більш удосконалених систем опалення і вентиляції, наприклад, повітряно-променистого, автоматизацією систем опалення з пофасадним регулюванням, автоматизацією керування мікрокліматом будинків; утилізацією тепла витяжного повітря, що виходить через зовнішні огороження.

Критерієм економічної ефективності енергозберігаючих заходів повинний служити мінімум приведених енерговитрат.

Одним з головних напрямків підвищення теплової ефективності будинків є підвищення якості будівельних матеріалів, конструкцій і їхнього монтажу. Важливим є відповідність матеріалів і виробів, що надходять на будівельний майданчик, запропонованим до них технічним вимогам. Наприклад, через завищену, в порівнянні з нормативною вологість і щільність бетону теплозахисні показники стін житлових будинків виявляються в середньому на 20% нижче мінімально допустимих за гігієнічними вимогами. При цьому, природно, знижується температура повітря і погіршується мікроклімат житла.

Для правильного визначення внутрішнього мікроклімату і практичних витрат при проектуванні енергоекономічних будинків необхідно правильно вибрати архітектурно-планувальне рішення. При цьому велике значення має правильна орієнтація будинку, топографія ділянки, ґрунт, кількість сонячної радіації, вітрові характеристики, опади, водойми і рослинність. На внутрішній мікроклімат приміщення впливають сонячна радіація і природна вентиляція, що безпосередньо залежить від орієнтації будинку і переважних вітрів. Остаточний вибір орієнтації будинку може бути зроблений тільки після оцінювання всіх переваг кожного елемента.

2.1 Архітектурні і об'ємно-планувальні рішення

У цивільних енергоекономічних будинках комфортність створюється архітектурними і об'ємно-планувальними конструктивними рішеннями, композиційними рішеннями, орієнтацією, розмірами і ступенем герметичності світлових прорізів, теплоізоляцією огорожень, що визначають експлуатаційну ефективність і економічність опалення, вентиляції.

Процес проектування енергоекономічних будинків повинний починатися з аналізу об'ємно-планувальних рішень.

Для обліку загальних положень по проектуванню будинків, як і для обліку особливостей районів будівництва, забезпечення інсоляції, природного освітлення та ін., варто керуватися положеннями БНІП.

До заходів щодо підвищення теплової ефективності відповідно до вимог норм відносяться: зменшення зрізаності зовнішніх стін будинків зі скороченням показника питомого периметра зовнішніх стін до $0,25 \text{ м/м}^2$ загальної площі і менш (питомий периметр зовнішніх стін визначається як відношення периметра зовнішніх стін до загальної площі поверху); збільшення ширини корпусу будинків за рахунок збільшення глибини кімнат і кухонь; для кухонь допускається зменшення ширини при однорідному розміщенні устаткування до $1,9 \text{ м}$; максимально можливе скорочення площ світлових прорізів (віконних і дверних); розміщення ліфтів у глибині корпусу будинків; створення широтних чи меридіональних будинків (блоків-секцій) з коридорами через 1 - 2 поверхи з 3 - 5 кімнатними квартирами в двох рівнях.

Збільшення меж загальних площ квартир у відповідності з БНІПом допускається на 5 - 7% у тих випадках, коли це веде до зменшення периметру зовнішніх стін, уніфікації архітектурно-конструктивних рішень, сприяє економії матеріалів конструкцій, палива, зменшенню вартісних показників у порівнянні з аналогами чи контрольними показниками.

Лінійні будинки з меридіональною орієнтацією поздовжньої осі мають дворядне блокування квартир, що дозволяє організувати широкий корпус, підвищує теплову ефективність форми будинку. Цьому сприяє також велика довжина корпусів. Дворядне блокування квартир сприяє зменшенню інфільтрації холодного повітря. Удосконалювання форм лінійних будинків із широтною орієнтацією полягає в збільшенні довжини корпусів і застосуванні максимально можливої поверховості.

На теплову ефективність терасового типу будинків впливають крутість схилу, а також конфігурація квартир, розміщення їх уздовж чи поперек схилу, розміри в плані, конфігурація заглиблених у ґрунт і зовнішні стіни. Має значення також і орієнтація схилу. Найбільш сприятливі схили, звернені на південь. У терасових будинків меридіональної орієнтації економія тепла досягається дворядним блокуванням квартир двосторонньої орієнтації, забезпеченням великої

глибини квартир, розміщенням по схилі максимального числа поверхів (до 8 - 9 рівнів), обмеження інфільтрації досягається застосуванням квартир без наскрізного провітрювання.

Найбільша теплова ефективність за об'ємно-планувальним рішенням групи житлових будинків крапкової, лінійної, периметричної і сітчастої схем забудови може бути досягнута за рахунок включення в її склад сукупності елементів (блоків-квартир чи секцій блоків-елементів) з різними видами блокування.

Серед досліджуваних типів житлових будинків найменш комфортні - секційні. Найбільш комфортні - блокованої структури. Перспективні за розмаїтістю об'ємно-просторових рішень житлові будинки комбінованої планувальної структури.

Підвищення комфорту в будинках секційної планувальної структури можна досягти шляхом збільшення площі літніх приміщень (чи лоджій, веранд), організацією при квартирах перших поверхів ділянок з виходами на них із квартири; розширення складу додаткових підсобних приміщень і їхнє розміщення на поверхах (наприклад, у цокольному поверсі).

Усяке збільшення площі зовнішньої поверхні будинку викликає додаткові тепловтрати.

Важливе значення має також розташування приміщень. Так, у квартирах, розташованих у двох рівнях, тепло з приміщень нижнього поверху, передніх, залів разом з теплим повітрям перетікає в приміщення другого поверху.

Є взаємозалежність між площею будинку в плані, площею застеленої поверхні і площею покриття. Найменш енергоекономічними є одноповерхові будинки, що мають у плані складну форму. При малих розмірах будинків оптимальна висота зростає зі збільшенням обсягу, а для великих будинків ступінь збільшення висоти з ростом обсягу значно менше.

У двоповерховому секційному будинку квартира загальною площею 100 м^2 має довжину зовнішніх стін у межах 22 - 28 м і площа охолоджуваних перекриттів, що не перевищує 100 м^2 . В одноповерховому будинку аналогічної площі довжина стін складає не менш 40 м, а площа горішнього перекриття і підлоги по ґрунті чи перекриття над підвалом складає 200 м^2 . Утеплення захисних конструкцій викликає ріст вартості будинку на 5 - 7%, але витрата палива при цьому зменшиться не менше, ніж в 2,5 рази.

Розміщати будинки на ділянці необхідно з урахуванням найбільшої можливості наскрізного провітрювання приміщень. За будинком, розташованим фронтом до напрямку повітряного потоку, утвориться зона вітрової тіні. Важливо, щоб існуючі поруч будинки не попадали в цю зону. Сприятливе розміщення будинків у шаховому порядку на відстані висоти один від одного. З метою продовження дії такої схеми руху

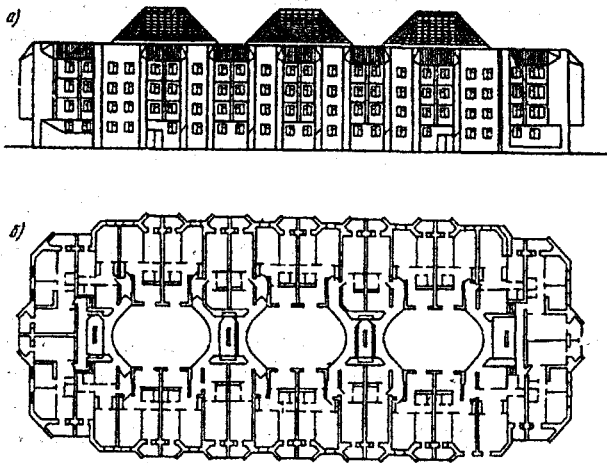
НТБ ВІНТУ
М. ВІННИЦЯ

повітря можливе поєднання теплого горища, дефлектора і пристрою для додаткового підігріву повітря в самій шахті, що створюють зони зниженого тиску усередині шахти; чим сприяють інтенсифікації процесу аерації в потрібному напрямку.

Оптимальне енергетичне рішення може бути прийняте для п'ятиповерхових будинків з деяким порушенням комфортності при ширині корпусу 27м; для триповерхових при ширині корпусу 16м.

Для прикладу на основі приведених вище методик зроблене оцінювання теплової ефективності будинку, для чотириповерхового трисекційного і п'ятиповерхового будинку з атриумом (рис. 2.1).

Горище і підвали теплі, температура повітря на горищі 6°C , температура повітря в підвалі 12°C .



а) фасад; б) план блоку-секції з кухнями, освітленими через засклені двері

Рисунок 2.1 - Будинок з атриумом

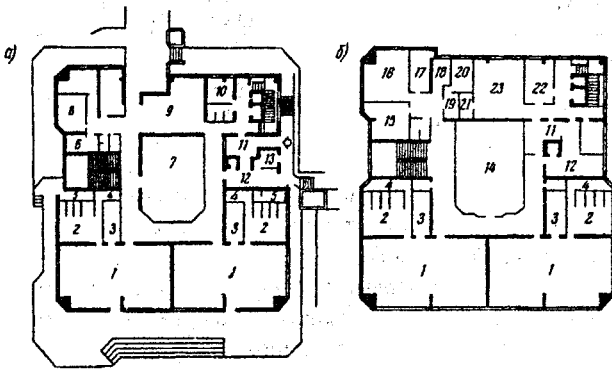
Опір теплопередачі захисних конструкцій будинків визначався згідно з БНіП "Будівельна теплотехніка" при розрахунковій зовнішній температурі 30°C . Опір теплопередачі горищного покриття $1,0\text{ m}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; перекриття над підвалом — $0,56\text{ m}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; вікон з потрійним заскленням — $0,55\text{ m}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Аналіз результатів розрахунку дозволяє зробити такі висновки: 1) тепла ефективність будинків при влаштуванні заскленних лоджій підвищується на 8%, при влаштуванні вентилявальних каналів на 2-3%, при влаштуванні вентилявальних конструкцій заповнення світлових прорізів на 5%. Облік спрямованої дії клімату при визначенні

оптимальних розмірів і орієнтації будинку дозволить знизити встановлювальну потужність устаткування і витрати теплової енергії в холодний період року на 12 - 15% ; 2) при проведенні комплексу заходів з підвищення теплової ефективності будинку питома витрата теплоти знижується на 27,6%, а сумарна витрата теплоти за опалювальний період— на 46%, включаючи економію тепла за рахунок об'ємно-планувальних рішень будинку з атріумом не менш 10%. Крім цього буде додаткова економія тепла за рахунок інтенсивного використання сонячної енергії в зимовий період.

Суспільні будинки. Проектування суспільних будинків (дитячих садів, шкіл та ін.), спрямоване на економію паливно-енергетичних ресурсів, має свої особливості. Так, підвищення теплової ефективності дитячих садів досягається влаштуванням єдиного входу в будинок (на чотири групи дітей). Цей вхід веде у великий вестибюль (рис. 2.2,а).

Іншим прийомом планування є, єдина (на чотири групи), роздягальна (рис. 2.2,б), з якої влаштований безпосередній вихід назовні. Використання такого прийому дозволяє виключити дане приміщення зі складу групового осередку, організувати гарне освітлення та інсоляцію.



а) план першого поверху; б) план другого поверху; 1-зал для занять; 2-санвузол; 3-склад; 4-кладова; 5-туалетна з входом з території ділянки; 6-гардеробна обслуговуючого персоналу; 7-гардеробна дітей; 8- приміщення адміністрації; 9-приймальня; 10-гардеробна персоналу кухні; 11-буфетна; 12- приміщення для миття посуду; 13- приміщення для харчових відходів; 14- зал для рухливих ігор і занять; 15 - кабінет лікаря; 16 - кімната для педагогічного персоналу; 17 - гардеробна педагогічного персоналу; 18-комора чистої білизни; 19-комора брудної білизни; 20- пральня; 21 - допоміжна комора; 22 - кухня-комора; 23 - комора сухих продуктів

Рисунок. 2.2 - Дитячий садок на чотири групи

2.2 Регіональні особливості проєктування

Відповідно до норм рекомендується диференціювати вимоги до теплозахисту будинків у залежності від широти. У районах Півночі, наприклад, рекомендується проводити такі заходи: улаштувати ліфти в будинках з оцінюванням підлоги верхнього поверху від рівня тротуару; приймати площі світлових прорізів (тобто, відношення площі прорізів усіх кімнат і кухонь до площі підлоги) мінімальними відповідно до нормативів; сходові клітки повинні бути опалюваними. Неопалювані сходові клітки допускаються в багатоповерхових будинках (у якості незадимлених), а також у будинках із грубним опаленням.

При входах в опалювані сходові клітки й у квартири малоповерхових будинків на Півночі необхідні вхідні тамбури глибиною не менш 1,2 м. У певних умовах потрібно влаштувати подвійні тамбури. Умови приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Умови для влаштування подвійних тамбурів

| Поверховість | t^0 найхолоднішої 5-ти денки |
|--------------|--|
| 16 і більше | до -20^0C |
| 12 – 16 | від -21^0C до -25^0C |
| 9 – 12 | від -26^0C до -35^0C |
| 4 – 9 | від -36^0C до -40^0C |
| 1 - 4 | -41^0C і нижче |

Замість відкритих приміщень допускається влаштування неопалюваних заскленних приквартирних приміщень, період експлуатації яких у 2 - 4 рази більший, ніж відкритих.

Рекомендується на навітряну сторону будинку планувати не більше однієї житлової кімнати в 2 і 3 кімнатних квартирах і не більше двох кімнат у 4 - 6 кімнатних квартирах. Типові блоки-секції вітрозахисного широтного планування застосовуються в обсязі до 20 - 30% від загального обсягу будівництва.

У будинках висотою в 4 - 5 поверхів I і II ступенів вогнестійкості проєктують природне освітлення сходових кліток через засклення (чи зверху по бічних сторонах) світлового двору на групи квартир. У кожній квартирі 2 - 5-го поверхів варто застосовувати протипожежні переходи через повітряну зону в суміжні секції. З таких сходових кліток видалення диму передбачають через витяжні шахти.

2.3 Заходи енергозбереження

Стіни. Для зниження тепловтрат і підвищення теплової комфортності будинків необхідно удосконалювати зовнішні захисні конструкції. Це вимагає здійснення таких заходів: розробки і застосування ефективних одношарових стінових панелей, у тому числі керамзитобетонних, керамзитозолобетонних і керамзитоперлітобетонних щільністю до 900 кг/м^3 ; панелей з ніздрюватого бетону щільністю до 600 кг/м^3 та ін.; розробки багатошарових конструкцій стін зниженої теплопровідності з ефективними утеплювачами, твердими, і гнучкими металевими зв'язками.

В наш час у світі спостерігається тенденція до підвищення теплозахисту конструкцій огороження. У Фінляндії, наприклад, показник опору теплопередачі стін і покрить "по гладі" досягає $5 \text{ м}^0\text{C/Вт}$, що вважається межею можливого.

Великий інтерес з погляду економії тепла в будинках і приміщеннях представляє збільшення теплоакмуляції-огорожень. Для цього застосовують багатошарові конструкції, що змінюють властивості теплоакмулювання конструкцій огороження. Масу зовнішніх стін рекомендується застосовувати максимально можливою.

Можливий спосіб так званої динамічної теплоізоляції, що дозволяє знизити тепловтрати через конструкції огороження будинку, без використання традиційної посиленої теплоізоляції. В основі методу лежить зменшення температурного градієнта між зовнішньою і внутрішньою стінками теплоізоляції і рециркуляції потоків тепла, що втрачається будинком. Це досягається шляхом пропущення через конструкції огороження зовнішнього чи витяжного повітря.

У багатошарових конструкціях можливі різні технічні рішення з поліпшення їх теплозахисних властивостей: влаштування у зовнішніх огороженнях замкнутих і вентиляваних повітряних прошарків; застосування в зовнішніх стінах вставок з пористих матеріалів; сполучення з колектором сонячної енергії.

Раціональними типами стін монолітних будинків є тришарові стіни з ефективним утеплювачем. Одношарові легкобетонні стіни в зв'язку з низьким термічним опором і високою щільністю в ряді випадків є економічно недоцільними і їх заміняють на шаруваті.

Для підвищення термічного опору стін суспільних і житлових будинків в основному застосовують шаруваті конструкції легкобетонні з термовкладишами, тришарові з твердими і гнучкими зв'язками й утеплювачем з пінополістиролу. Для каркасно-панельних будинків підвищення термічного опору стін необхідно у випадку одношарових панелей (з ніздрюватого і легкого бетонів) шляхом зниження щільності бетонів.

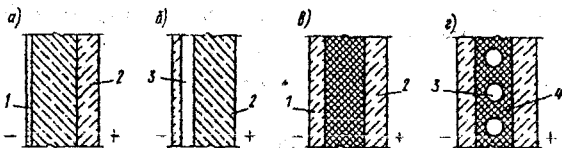
У наш час при проектуванні віконних заповнень житлових будинків

існують тенденції до зменшення розмірів кватирок і клапанів, що служать для провітрювання приміщень. Зі зменшенням розмірів вентиляційних отворів при збереженні їхньої кількості швидкість руху повітря від вентиляційних отворів підсилюється.

Досягти стабільного надходження зовнішнього повітря в приміщення багатоповерхового будинку можна тільки при механічній витяжній вентиляції, повітряному опаленні і кондиціонуванні.

Поряд з перевагами ці системи вентиляції мають істотні недоліки. Якість повітряного режиму приміщень при повітряному опаленні і кондиціонуванні погіршується в зв'язку зі зменшенням необхідних людині негативно заряджених іонів у повітрі, що надходять у приміщення.

Зовнішні стіни багато в чому визначають комфортність житла, витрати на його спорудження й експлуатацію. Часто застосовуються одношарові зовнішні стінові панелі, виконані з легкого бетону і плити суцільного перерізу із прорізом для вікна чи без нього. Вони можуть бути дво- і тришаровими, у тому числі з повітряними прошарками. Так, двошарова панель складається із шару конструктивного бетону і утеплювального шару між якими розташовується повітряний прошарок, а конструктивний бетон служить екраном і розташовується з зовнішньої сторони стіни. Несучий шар виконується з щільного і легкого конструкційного бетону, шар утеплення — з теплоізоляційного бетону щільністю 500 кг/м^3 чи великопористого щільністю не більш 1000 кг/м^3 . При наявності повітряного прошарку несучий шар виконує функції шару утеплення і виготовляється з легкого теплоізоляційного бетону. Теплозахист керамзитобетонних одношарових панелей нижчий багатшарових, але заводські витрати менші.



а) двошарова; б) з повітряним прошарком; в) тришарова; г) тришарова з повітряним прошарком: 1 - зовнішній шар; 2 - несучий шар; 3 - повітряний прошарок; 4 - утеплювач

Рисунок 2.3 - Шаруваті панелі

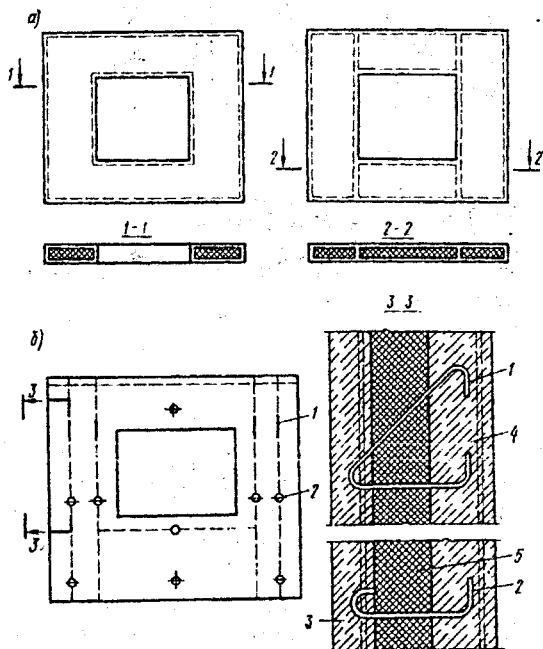
У суворих кліматичних умовах використання одношарових стінових панелей неефективне. Однак збільшення їхньої товщини економічно не вигідно. Підвищувати теплозахист одношарових панелей можна шляхом зменшення щільності бетону, використання матеріалів із кращими теплозахисними властивостями, удосконалення технології,

дотримання проектної складу бетону.

Більш високі теплотехнічні якості мають двошарові панелі, при цьому є можливість раціонального використання гарних теплотехнічних якостей легкого бетону (теплоізоляційного шару) і високих якостей міцності конструкційного бетону. Однак потрібно мати на увазі, що двошарові панелі більш трудомісткі у виробництві ніж одношарові, а отже, дорожчі.

Ще більшу теплоізоляцію мають тришарові панелі із утеплювальними вкладишами. Вони складаються з зовнішніх шарів армованого бетону і теплоізоляційного шару, розташованого між ними (рис. 2.3). Зовнішні шари виконуються звичайно з конструкційного важкого бетону і бетону на пористих заповнювачах.

Тришарові панелі бувають з ребрами і на гнучких зв'язках (рис. 2.4). Панелі на гнучких зв'язках з ефективним утеплювачем дозволяють заощаджувати значну кількість палива при їхньому виготовленні й експлуатації будинків.

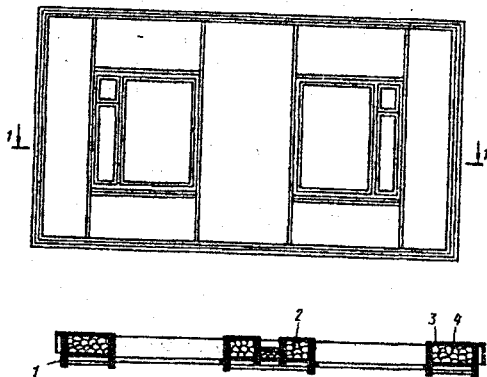


- а) панель з жорсткими ребрами; б) з гнучкими зв'язками:
1 - підвіска; 2 - розпірка; 3 - зовнішній армований шар;
4 - внутрішній армований шар; 5 - утеплювач

Рисунок 2.4 - Тришарова стінова бетонна панель

Гнучкі зв'язки виконуються: з твердими ребрами; з окремих металевих стрижнів, що можуть розташовуватися по контуру утеплювача і по всьому полю плити. Гнучкі зв'язки забезпечують вільне взаємне переміщення шарів у площині стіни при температурних впливах. Чим густіше розташовані зв'язки, тим нижчий теплозахист панелей. При інших умовах і однаковій товщині утеплювача теплозахист панелі з гнучкими зв'язками майже в 2 рази вищий, ніж такої ж панелі, шари якої з'єднані твердими ребрами.

Недоліком тришарових панелей зовнішніх стін у порівнянні з одношаровими є те, що вони на 10 - 15% більш трудомісткі при виготовленні.



1-каркас; 2- утеплювач; 3-листова обшивка; 4-пароізоляція (із шару поліетиленової плівки)

Рисунок 2.5 - Легка начіпна панель

Подовжнє провітрювання може бути застосоване при виготовленні зовнішніх огорожень із шаруватих панелей (зовнішній і внутрішній шари-повітронепроникні, середній - повітропроникний). Для цієї мети придатні, наприклад, двошарові керамзитобетонні панелі, у яких внутрішній - із великопористого керамзитобетону, зовнішній - з цементно-піщаного розчину.

Стикові з'єднання. Стики відіграють важливу роль у забезпеченні теплозахисту стіни. Від правильного виконання стикових з'єднань зовнішніх стін значною мірою залежать експлуатаційні якості стін. Тепловтрати через стики сучасних будинків досягають 20% тепловтрат через глуху частину стіни.

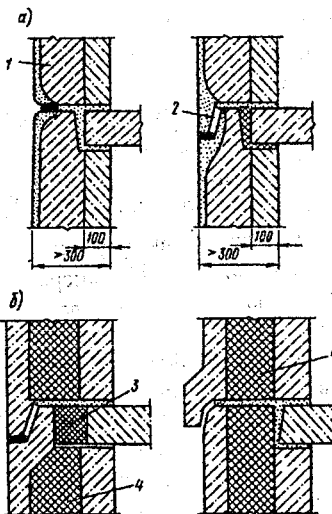
У зимових умовах експлуатації теплозахист стиків характеризується температурою внутрішньої поверхні стіни і кількістю зовнішнього повітря, що проникає через нього в приміщення.

Незадовільний повітряний і водозахист можуть знизити теплозахисні якості стін у зимових умовах. Для боротьби з зайвою повітропроникністю застосовується герметизуюча стрічка «Герлен».

При необхідності в стики встановлюються теплозахисні вкладиші (рис.2.6). Стик може мати достатні теплозахисні властивості й у двошарових панелях при відсутності теплоізоляційного вкладишу. Шар теплоізоляції у ньому нерозірваний теплопровідним включенням, тому що монолітний бетон прилягає до несучого шару стінових панелей і має однакові з ними теплозахисні властивості.

У двошарових бетонних панелях при злитій структурі утеплювального шару з бетону на пористих заповнювачах умови застосування стиків приймаються такими ж, як для одношарових панелей з бетонів на пористих заповнювачах.

Теплозахист стиків між легкими начіпними панелями забезпечується заповненням порожнин утеплювальними пакетами з мінераловатних плит, обгорненими в поліетиленову плівку. Поперечний переріз пакета до установки в порожнину стиків повинний мати розміри трохи більші, для того, щоб шляхом обтиснення була забезпечена щільність його прилягання до поверхонь заповнюваної порожнини.



а) стики між одно- і двошаровими панелями; б) між тришаровими панелями з гнучкими зв'язками; 1-плоский стик; 2-стик із протидошовним бар'єром; 3-теплозахисна прокладка; 4-теплоізоляція

Рисунок 2.6 - Горизонтальні стики

У легких націпних панелях захистом від прямого впливу вітру і проникнення холодного повітря усередину стику служать екрани, з азбестоцементних листів, що у вертикальних стиках прикріплюються до панелей із зовнішньої сторони шурупами, а в горизонтальних — вставляються в пази, передбачені у верхніх і нижніх крайках панелей. Простір між панеллю і конструкціями внутрішніх стін, що прилягають, і перекриттів зашпаровуються з боку приміщення конопаткою з наступним проклеюванням стрічкою із тканини по всьому периметру панелі.

Зовні горизонтальний простір між панеллю і плитою перекриття лоджії зашпаровується герметизувальною мастикою.

Температурні поля стиків. Для встановлення температурних умов на внутрішній поверхні огороження в розрахунковий зимовий період, що характеризує комфорт приміщення, виконується розрахунок температурних полів стиків.

Аналітичні розрахунки теплопередачі через стики, як правило, не враховують фільтрацію зовнішнього повітря, а якщо і враховують, то тільки величину загальної повітропроникності стиків, що умовно приймається одновимірною. Однак вхідні в загальну повітропроникність величини наскрізної і подовжньої повітропроникності по-різному впливають на теплопередачу.

Світлові прорізи. Вікна і балконні двері являють собою в теплотехнічному відношенні найбільш слабку ланку в системі зовнішніх захисних конструкцій будинків. Конструкція і розміри вікон впливають на умови теплового комфорту в приміщеннях і витрати тепла на нагрівання фільтрованого зовнішнього повітря. Частка тепловтрат будинку через них складає приблизно 15 - 25% у південних районах і 50 - 60% в північних. Ефективною енергозберігаючою мірою є зміна розмірів і конструктивного виконання вікон.

Методика розрахунку і вибору конструкції вікон передбачає визначення розрахункових зовнішніх температур і різниці тисків повітря по обох сторонах вікна із врахуванням допустимої питомої повітропроникності. Заходи для збереження енергії, пов'язані з конструктивним виконанням вікон, різні.

Для підвищення опору теплопередачі вікон розробляються нові конструкції, у тому числі зі збільшенням шарів засклення, зі склопакетами і тепловідбивним чи теплопоглинальним склом в дерев'яних, деревометалевих і металевих рамах, що мають високий опір повітропроникненню, що забезпечується ефективними герметиками. Підвищення опору теплопередачі вікон досягається також шляхом удосконалення його окремих конструктивних елементів. Тепловтрати через віконний проріз можна скоротити, якщо розміри підвіконня і висота його розташування над нагрівальним приладом будуть оптимальними.

При використанні металевих плетінь вплив на температурне поле засклення і теплопередачу через вікно в цілому можна трохи зменшити,

застосувавши в плетіннях перфорацію. Наприклад, перфорація стінки плетіння, рівна 80 - 90%, зменшує тепловтрати через плетіння на 25 - 30%. Якщо ще застосувати і термопрокладку з ефективного утеплювача, то середня температура внутрішньої поверхні плетіння підвищиться на 9 - 10°C.

Застосування вікон без коробок має деяку перевагу в порівнянні з традиційними конструкціями віконних блоків. Незважаючи на те, що в таких вікнах тепловтрати через скло на 9% більші, ніж у типових, а також трохи вищі тепловтрати через укоси при відсутності вітру, при швидкості вітру, що перевищує 2 - 3 м/с, тепловтрати через укоси в типовому вікні інтенсивно збільшуються (що обумовлюється наявністю щілин між стіною і віконною коробкою).

Одним з ефективних способів підвищення теплозахисту вікон є також вибір оптимальних меж скляної відстані, що в основному залежить від різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря.

Теплоізоляційні властивості вікон можна поліпшити завдяки використанню скла з тепловідбивним покриттям, що має здатність пропускати короткохвильову ультрафіолетову сонячну радіацію в діапазоні від 0,2 до 2мкм і майже цілком (до 90%) відбивати довгохвильову теплову радіацію в діапазоні від 2,5 до 16мкм (звичайна шибка пропускає останню на 70%).

За кордоном широко застосовується система вікон і стін, у якій витяже повітря надходить через отвори в стіні на рівні стелі в простір між подвійним заскленням вікон і потім видаляється через ґрати в нижній частині вікон. У результаті створюється повітряний потік, що омиває поверхню стіни в літню пору, несе надлишкове тепло, не даючи йому можливості випромінитися усередину будинку. Узимку ця система працює точно так само, згріваючи поверхню стіни.

Один зі шляхів зниження тепловтрат через вікно - використання теплозахисних екранів, штор і ставень, що виконуються з ефективних тепловоляційних матеріалів.

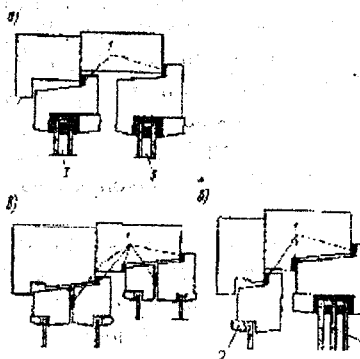
Ведеться розробка засклення, що може змінювати свої теплові характеристики відповідно до змін зовнішніх умов. Так, за кордоном запропонована віконна рама з подвійним заскленням, між яким міститься спеціальний матеріал (засипка), що запобігає тепловтратам теплоостачання. Засипання дозволяє знизити тепловтрати через вікна в 10 разів. Інша система — "Скайлід", що представляє собою ізольовані жалюзійні ґрати, може встановлюватися у вікнах чи великих світлових ліхтарях. Ці жалюзі працюють автоматично при порушенні теплового балансу. Вони бувають закриті в нічний час під час холодної погоди, щоб уникнути тепловтрат.

Застосування непрозорого теплозахисного екрана, влаштованого по всій площі вікна між склом, може дати підвищення температури внутрішньої поверхні засклення на 5 - 7°C.

За кордоном одержали поширення світлопропуски тепловідбивальні штори, виготовлені з тканин на основі прозорих полімерних волокон. Такі штори знижують світловий потік усього на 10%, але значно підвищують опір теплопередачі вікна, що рівнозначно установленню третього скла. Теплова ефективність вікон може бути підвищена вентиляванням простору між склом внутрішнім повітрям. При цьому підвищується температура внутрішньої поверхні застління, що сприяє поліпшенню комфортності теплової обстановки приміщення; а також зменшується теплопостачання від сонячної радіації. Вентильовані вікна можуть бути як з одним, так і декількома вентильованими прошарками, як з побіжним, так і з зустрічним рухом. Існують рішення із забором і витоком повітря з приміщення прошарку за допомогою вентилятора. При цьому вентильється один прошарок. Існують також рішення і з більш складним рухом повітря.

Вентильовані вікна в теплий і перехідний час року дозволяють істотно понизити теплове навантаження на системи охолодження і забезпечують економію енергії на переміщення й охолодження повітря. Такі вікна захищають приміщення від перегріву в теплий час року і підвищують їхню комфортність у холодний час.

Конструкція застленої частини балконних дверей аналогічна конструкції вікна. Для підвищення теплозахисту нижня (глуха) частина балконних дверей утеплюється м'якою деревоволокнистою плитою чи напівтвердими мінераловатними плитами на синтетичному з'єднувачі.



а) вікно з двома однокамерними склопакетами; б) з двокамерними склопакетами і склом; в) з двома спареними плетіннями; 1- ущільнювальні прокладки; 2-штапик; 3-склопакети

Рисунок 2.7 - Переріз енергоекономічного вікна

Підвищити теплозахисну здатність вікон можна застосуванням штор з металізованої плівки. При цьому знизиться на 2,5°C температура зовнішньої і підвищиться температура внутрішньої поверхні вікна. У випадку розташування плівки в міжстікольному просторі тепловий ефект складає 20 - 25%, якщо ж плівка прокладена перед вікном, цей ефект трохи більший.

Стулки вікон і балконних дверей ущільнюються пінополіуретановими прокладками, що приклеюються до нагілаву. Потрійне ущільнення стулочок застосовується при різниці тисків між зовнішнім і внутрішнім повітрям більш 100 Па. Номенклатура типорозмірів вікон з підвищеними теплозахисними властивостями залежить від прийнятого варіанта заклеювання. Номенклатура вікон зі склопакетами (одно-, двокамерними) відповідає номенклатурі вікон з потрійним заклеюванням склопакетами і склом. Номенклатура вікон зі звичайним заклеюванням може бути більш великою, оскільки на неї не накладаються обмеження, пов'язані з типорозмірами склопакетів.

Одним з перспективних напрямків є принцип утилізації тепла викинутого вентиляційного повітря за допомогою горищ двох типів: з отворами в причілках (відкрите горище) і глухими стінами («тепле» горище).

У теплому горищі теплоізоляційний шар з'єднаний з конструкцією перекриття, а у відкритому з конструкцією покриття. Рациональним рішенням також з погляду стабілізації повітрообміну є теплі горища, що дають (приблизно 5%) економію тепла. Через тепле горище проходить одна витяжна шахта на секцію будинку, її висота сприяє збільшенню діючого тиску в системі природної витяжної вентиляції. Крім цього зменшується й утеплення покриття, тому що горище нагрівається повітрям, яке видаляється з будинку. Удосконалені теплі горища в деяких випадках можуть застосовуватися в комплексі з іншими, більш ефективними системами утилізації тепла. Дах з теплим горищем складається з покриття, зовнішніх стін і горищного перекриття.

Конструкції основних елементів теплового горища. У верхній половині зовнішніх стін горища допускається влаштування невеликих світлових прорізів, заповнених склоблоками. Конструкція покриття теплового горища аналогічна конструкції безгорищного даху будинку. Покриття складається з панелей, що поєднують несучі, теплозахисні і гідроізолюючі функції, виконані у вигляді єдиного конструктивного і монтажного елемента.

Панелі покриття з рулонною покрівлею мають постійну товщину і виготовляються з плоскою верхньою поверхнею, їх рекомендується виконувати одношаровими з легкого пористого бетону, або багатшаровими з важкого бетону й ефективного утеплювача. Теплоізоляція безрулонних панелей визначається необхідною величиною теплозахисної і технологічних можливостей виробництва. Утеплені панелі виготовляють, як правило, шляхом укладання теплоізоляційного матеріалу при формуванні панелі.

Для панелей з підвищеним термічним опором варто застосовувати ефективні теплоізоляційні матеріали, які потрібно закривати захисним шаром важкого бетону товщиною не менше 40мм. Для того, щоб стики панелей мали необхідний теплозахист, у середній частині стику встановлюють м'який теплоізоляційний вкладиш; ззовні стик захищається надійними герметизувальними матеріалами (мастики, джгути, стрічки) і бетоном, а зверху закривається залізобетонною насадкою.

Відкрите горище. У південних районах можуть застосовуватися дворежимні відкриті горища. Улітку площа прорізів у зовнішніх стінах повинна бути максимальною, а узимку зменшена до значення, при якому забезпечується необхідний повітрообмін у будинку й автоматично виключається конденсація водяних пар на внутрішніх поверхнях.

Особливість відкритого горища полягає в поєднанні принципових схем теплої і холодної горища - випуску вентиляції в горище і провітрювання його зовнішнім повітрям. Цим визначаються відповідні експлуатаційні характеристики даху. До переваг даху з відкритим горищем відносяться: підвищення надійності і довговічності покрівлі внаслідок усунення численних отворів і прилягання навколо вентиляційних блоків; простота і легкість конструкції покриття, що виконується з тонкостінних панелей без теплоізоляції; можливість застосування будь-яких утеплювачів, що укладаються вільно по горищному перекриттю, вентиляційних блоків і внутрішніх конструкцій.

Дах з відкритим горищем має такі недоліки: незадовільну витяжну вентиляцію верхніх поверхів будинку внаслідок недостатнього напору в системі вентиляції при малій висоті оголовків; можливість замету в горище атмосферних опадів через збільшені отвори в зовнішніх стінах. Така суперечливість властивостей даху з відкритим горищем обумовила, з одного боку, незначний обсяг застосування конструкції, з іншого боку - необхідність визначення областей раціонального їхнього використання.

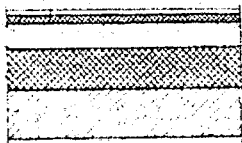
Дахи. Дах будинку, займаючи порівняно невелику його частину, відіграє велику роль у забезпеченні комфортності проживання. У будинках, побудованих за типовими проектами, що передбачає підвищений рівень комфорту, повинні застосовуватися дахи, що мають високі теплозахисні властивості. Нижче розглядаються переважно дахи з горищами, що є основним рішенням при проектуванні збірних залізобетонних дахів житлових і суспільних будинків. Така орієнтація викликана тим, що в конструкціях дахів в останні роки відбулися кардинальні зміни.

З розробкою принципово нових рішень дахів стало можливо зменшити тепловтрати при даху з теплим горищем. Застосування залізобетонних дахів, пов'язане з переходом на масове будівництво великопанельних будинків наприкінці 50-х років, привело до застосування з'єднаних дахів. Переважна частина дахів виконувалася шляхом послідовного укладання шарів конструкції (несуча плита, пароізоляція, утеплювач засипний чи плитний, розчинна стяжка, рулонна покрівля).

Відсутність вентиляції, що осушує, сприяло зниженню теплозахисту, а внаслідок цього й інших експлуатаційних властивостей конструкції. При переході на горіщні дахи нормами передбачалось влаштування горища висотою 1,6м і, як правило, внутрішнього водостоку.

Підлоги підвальних чи напівпідвальних поверхів, коли поверхні підлоги і зовнішнього масиву ґрунту знаходяться на різних рівнях. Розрізняють підлоги цокольних перекриттів над провітрюваними підпіллями підлоги перших поверхів не опалювальних чи слабо опалювальних приміщень. Вибір конструкції підлог підвищеного теплозахисту в конкретних умовах будівництва відбувається в залежності від призначення приміщень, режиму експлуатації, архітектурних вимог, економічної доцільності й умов місцевої будівельної бази.

Застосування стяжок на основі гіпсових в'язучих допускається в приміщеннях із сухим і нормальним вологістними режимами по БНІП «Будівельна теплотехніка». Для цивільних будинків рекомендують підлоги міжповерхових перекриттів і перекриттів над технічними підпіллями із суцільних товщиною 160 мм чи багатопустотних плоских панелей приведеною товщиною 120 мм із важкого бетону з використанням гіпсових основ щільністю 1200 кг/м³. При використанні відмінних від приведених вище панелей перекриттів необхідно визначити товщину стяжки відповідно до вимог БНІП «Захист від шуму». Матеріали в конструкціях підлог повинні задовольняти вимоги, викладені у відповідних розділах БНІПу, стандартах і технічних умовах на окремі види матеріалів і виробів.



1 - плитка перекриття; 2 - ефективний утеплювач; 3 - пароізоляція;
4 - стяжка; 5 - утеплювальний шар; 6 - покриття підлоги

Рисунок 2.8 - Теплі підлоги перекриття першого поверху

Мастихи, що застосовуються в конструкціях підлог, повинні задовольняти певні санітарно-гігієнічні вимоги. Для масового житлового будівництва рекомендуються індустриальні удосконалені типи дерев'яних підлог з дощатими, паркетно-дощатими, паркетно-щитовими покриттями (у тому числі клейової конструкції), а також з покриттями з надтвердих деревоволокнистих плит (рис. 2.8). Паркетні дошки повинні задовольняти вимоги ДСТ «Паркетні дошки. Технічні умови», щити - ДСТ «Паркетні щити. Технічні умови», ОСТ «Щити паркетні одношарові». ТУ «Щити

паркетні з деревини м'яких листяних порід і берези», ТУ «Щити паркетні одношарові шпонкові». Деревостружні плити підлоги повинні задовольняти вимоги ДСТ 10632-77* до плит марки П-3. Вологість деревини паркетних дошок і щитів перед їхнім монтажем на будівлі повинна бути в межах $(12 \pm 3)\%$; вологість лаг не повинна перевищувати 18%, шпунтованих дошок 12%.

Підлоги варто влаштовувати тільки після закінчення будівельних, монтажних і опоряджувальних робіт, при яких вони можуть бути зволожені чи забруднені (штукатурні і облицювальні роботи, фарбування стін і стель, підготовка стін, дверей, вікон під останнє фарбування і т.п.).

Роботи з влаштування підлог варто виконувати з дотриманням вимог розділу БНіП «Техніка безпеки в будівництві», інструкцій з техніки безпеки при роботі з механізованим інструментом і правил пожежної безпеки.

Інженерне устаткування традиційного типу. Оскільки для енергоекономічних будинків, особливо з традиційними конструктивними рішеннями, можливе застосування традиційних систем опалення і вентиляції, нижче розглядаються ті рішення, що ведуть до економії тепла, крім того, виявляються резерви цих систем при їхньому переході в нетрадиційні системи опалення.

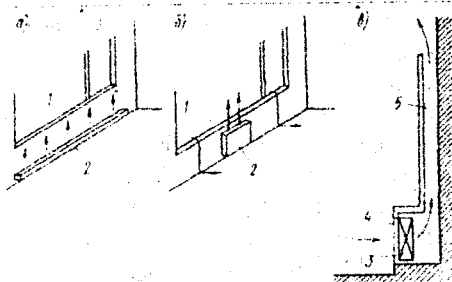
Панелі розташовують у конструкціях захисних приміщень (з'єднувальні панелі) чи приставляють до них (приставні чи підвісні панелі). Коефіцієнт теплопередачі приблизно такий же, як і в конструкціях із гладкою поверхнею. Вони відповідають санітарно-гігієнічним, архітектурно-будівельним і іншим вимогам.

До недоліків відносяться труднощі ремонту, велика теплова інерція, що ускладнює регулювання теплоподачі в приміщення, тепловтрати через зовнішні огороження, що прогріваються додатково, особливо якщо застосовують з'єднанні панелі в зовнішніх стінах. У рідких випадках, коли не можуть бути використані прилади інших видів (наприклад, для опалення теплиць, для обігрівання світлових ліхтарів, при значному виділенні пилу в приміщеннях), застосовуються гладкотрубні прилади з декількох з'єднаних разом сталевих труб, що утворюють канали для теплоносія змієвикової форми. У змійовику труби з'єднані послідовно по напрямку руху теплоносія, що збільшує швидкість його руху і гідравлічний опір приладу.

При рівнобіжному з'єднанні труб у реєстрі потік теплоносія розділяється, швидкість його руху, і гідравлічний опір приладу зменшуються. Гладкотрубні прилади громіздкі, збільшують витрату сталі в системах опалення, неестетичні. Конвектори - прилади конвективного типу, що складаються з двох елементів ребристого нагрівача і кожуха.

У зв'язку з малою тепловіддачею прилади встановлюють у два ряди для одержання необхідної площі нагрівальної поверхні, їх не можна встановлювати в дитячих установах, лікарнях, родильних будинках і інших будинках з підвищеними вимогами до гігієни приміщень. При виборі виду і

типу приладу враховують призначення, архітектурно-технологічне планування й особливості теплового режиму приміщення, місце і тривалість перебування в них людей, вид системи опалення, техніко-економічні і санітарно-гігієнічні показники приладу. Найбільш важливими є санітарно-гігієнічні показники приладу. У випадку підвищених санітарно-гігієнічних, а також протипожежних і противибухових вимог вибирають прилади з гладкою поверхнею. Застосування гладкотрубних приладів повинно бути спеціально обґрунтовано. Для створення сприятливого теплового режиму вибирають прилади, що забезпечують рівномірне обігрівання приміщень. При розміщенні приладів у сходових клітках варто враховувати, що природний рух повітря узимку стає інтенсивніший зі збільшенням висоти. Це сприяє теплопереносу у верхню їхню частину і разом з тим викликає переохолодження нижньої частини, що прилягає до зовнішніх дверей, які відкриваються.



1 - вікно; 2 - опалювальний прилад; 3 - калорифер; 4-грати;
5- канал

Рисунок 2.9 - Розміщення опалювальних приладів

У багатоповерхових будинках опалювальні прилади доцільно розташовувати поруч із входними дверима; при розміщенні приладів на висоті сходових кліток відзначається істотне недогрівання нижньої і перегрівання середньої й іноді верхньої (якщо немає виходу на дах) їхніх частин. У цьому випадку для опалення сходових кліток застосовують високі конвектори KB20.

Вертикальні металеві прилади, як правило, розміщують відкрито в стіни. Можлива установка їх під підвіконнями, у стінних нішах зі спеціальним декодуванням. Якщо за технологічними, протипожежними і іншими вимогами декодування приладів необхідні, то теплопередача укритих приладів по можливості не повинна зменшуватися.

Економія енергії в системах, а також рівномірний розподіл тепла в приміщеннях можуть бути досягнуті за рахунок повної автоматизації підтримки теплового і повітряного режимів із програмним керуванням.

Можливості в економії металу відкриває система повітряного опалення житлових будинків. Система притокових повітроводів утворена в цьому випадку в будівельних конструкціях будинку з пустотілих плит і порожнеч у вертикальному і горизонтальному напрямках. Вторинне повітря перед його видаленням піддається регенерації в центральній вентиляційній установці. Завдяки повторному використанню тепла відпрацьованого повітря можна одержати значну економію енергії, тобто втрати тепла з цим повітрям досягають 40%.

Застосовують також системи опалення і гарячого водопостачання за рахунок акумуляції тепла навколишнього середовища. Як масивні акумулятори, що дозволяють заощаджувати близько 60% рідкого палива, служать, наприклад, вертикальні бетонні поверхні, багатошарові теплоізоляційні плити типу «сандвіч», балконні бетонні огороження, орієнтовані на південь, у які забетоновані пластмасові труби з циркулюючою по них робочою рідиною.

У закордонній будівельній практиці одержали поширення зовнішні конструкції огороження, що з'єднує у собі також і функції сонячних колекторів. Теплоносій (звичайне повітря) сприймає через прозору зовнішню поверхню сонячне тепло, що використовується для нестатків опалення чи підігріву вентиляційного повітря в зимовий час, а в літне - для видалення тепла від поверхні, що нагрівається сонцем, будинку. Для використання, як джерела низькотемпературного тепла для теплопостачання можливі рішення посезонному нагромадженню тепла сонячної радіації в баках з водою й у спеціальних жолобах, заповнених теплоємними матеріалами.

Істотна частка теплових навантажень може бути покрита за рахунок геотермальних вод. Деякі рішення систем геотермального теплопостачання відпрацьовані. Але їхнє поширення викликає утруднення, тому що недостатньо вирішені питання створення дешевих термостійких і корозійно - стійких матеріалів.

Для обігріву будинку за рахунок тепла поверхневих шарів ґрунту застосовують теплові насоси, їх можна ефективно використовувати для малоповерхових сільських будинків. Внутрішнє тепло поверхневих шарів ґрунту служить джерелом тепла, що накопичується за літо.

Економічно доцільно застосовувати електричне опалення у важкодоступних районах. Паралельно з впровадженням у будівництво нових опалювально-вентиляційних систем необхідно планувати модернізацію систем опалення існуючого житлового фонду. Для цього необхідні такі оснóвні заходи: широке використання регульованих елеваторів різної конструкції; організація пооб'єктного обліку витрати тепла з метою створення стимулу для його економічної витрати; заміна грубого опалення в

малоповерхових житлових будинках системами квартирною водяною чи електричного опалення; переклад теплопостачання будинків з місцевих котельень на централізоване теплопостачання (укрупнення котельень); зміна графіка відпустки тепла в системах централізованого теплопостачання з метою використання існуючих систем опалення в якості «фонових» з дообладнанням будинків безінерційними електричними постачальниками (двокомпонентні системи).

Системи опалення, що рекомендуються для застосування в житлових будинках при їхньому автоматичному регулюванні, призначаються з обліком «Рекомендацій із застосування засобів автоматичного регулювання систем опалення і гарячого водопостачання житлових будинків» (ЦНИИЗП інженерного устаткування. М., 1985).

Питома витрата тепла на опалення будинку обчислюється шляхом розподілу теплового навантаження системи опалення на загальну площу будинку m^2 , обумовлену відповідно до вимог СНІП «Житлові будинки».

Автоматизація систем опалення. Автоматизація систем опалення знаходить усе більше застосування в житловому будівництві, вона може забезпечити в середньому по країні не менш 10% економії теплової енергії.

При автоматизації регулювання на різних ступінях теплопостачання можна одержати відчутний ефект. Кількість ступенів регулювання, місця установки регулювальних пристроїв вибираються в залежності від прийнятої технологічної схеми теплопостачання і центрального опалення.

Найбільше поширення одержало тріступінчасте регулювання: центральне в генераторів тепла, місцеве в пунктах перетворення енергоносіїв. Центральне регулювання виконується відповідно до опалювального графіка, що враховує сезон, час доби, робочі і святкові дні, прогноз погоди і т.п.

У наш час найбільш розповсюдженим є абонентське опалювальне введення з водоструминним елеватором і регулятором витрати РР, що забезпечує регулювання до нижньої оцінки опалювального графіка. При зміні параметрів теплоносія в теплообмінниках, змішання теплоносіїв різних енергій на контрольно - розподільних, центральних і індивідуальних теплових пунктах здійснюється місцеве регулювання.

Чим ближче до споживача по мережах теплопостачання й опалення здійснюється місцеве регулювання і менша група споживачів, що знаходяться в однакових погодних умовах, тим більш високій комфорт створюється в споживача і більша економія теплової енергії. З урахуванням економічних факторів у залежності від технологічних вимог регулювання може здійснюватися як шляхом зміни кількості теплоносія, що подається в нагрівальні прилади в одиницю часу, так і зміною температури теплоносія при постійній витраті.

При кількісному регулюванні, однак, важко досягти різниці між найбільшим і найменшим споживанням тепла. Крім того, виникає

нерівномірність подачі теплоносія приєднаним споживачам і від'єднаним від джерела тепла. Розповсюджений також змішаний спосіб кількісно-якісного регулювання, при якому в залежності від конкретних умов переважає кількісне чи якісне регулювання. У залежності від поставлених завдань і місця установлення датчиків, за допомогою останніх виробляється стабілізація заданої для даних приміщень температури, тому що датчики сприймають зміни погодних умов і впливають на регульовану систему. Автоматизований центральний тепловий пункт (ЦТП) укомплектовується двома автоматичними регуляторами, один із яких регулює температуру теплоносія в залежності від зовнішньої температури, а інший призначений для підтримки постійної витрати теплоносія в квартальних мережах.

Аналіз закономірностей зміни параметрів мікроклімату протягом доби дозволяє намітити такі режими вмикання і вимикання системи і зміни в часі їхньої потужності, при яких скорочується споживання енергії. Режим переривчастого опалення повинен бути організований таким чином, щоб забезпечити підтримку заданої температури протягом робочої доби. При цьому температура повітря повинна знижуватися в неробочий час. За рахунок зниження температури повітря в неробочий час забезпечується ефект економії тепла при переривчастому опаленні.

Можливість переривчастого опалення полягає в тому, що при відсутності опалення в перервах між включеннями і значним зниженням можливий відчутний спад радіаційної температури в приміщенні, а отже - зниження комфортності теплової обстановки в ньому.

Поширення мають системи, де повітря подається пристінним чи стельовими повітророзподільниками у верхню зону. У приміщеннях великої площі, але невеликої висоти можуть використовуватися перфоровані підвісні стелі чи панелі, через які випускають притокове повітря.

При розподілі великих кількостей повітря в обідніх залах, спортзалах і інших приміщеннях застосовують повітроводи рівномірної роздачі змінного перерізу, але з отвором постійної висоти перерізу і з отвором змінної висоти. Притоково-витяжні пристрої можна з'єднувати з електроосвітлювальною апаратурою, елементами архітектурного оформлення, вбудованими меблями.

Для забезпечення раціонального повітрообміну в будинках необхідно враховувати такі рекомендації: планувальні рішення будинків повинні передбачати мінімальне число ліфтових, сходових, санітарно-технічних шахт, включених в основний обсяг будинку, їхнє групування. При природній вентиляції зміна повітря в приміщеннях відбувається і при нещільності в огорожених завдяки різниці тисків, що виникають зовні й усередині приміщень (неорганізована вентиляція).

Зазначений повітрообмін залежить від випадкових факторів - сили і напрямку вітру, температур зовні й усередині будинку та інш. Крім того, неорганізована вентиляція здійснена в невеликому обсязі.

Притоково-втяжною називають вентиляцію, що забезпечує організований приплив і видалення повітря. У холодний час року притокове повітря підігрівають. З метою скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляції з частковою рециркуляцією, у яких до повітря, що надходить ззовні, підмішують внутрішнє.

Основними параметрами повітряного середовища в приміщеннях будинку є температура, вологість, рухливість повітря в зоні, що обслуговується, які повинні забезпечувати відповідні гігієнічні вимоги до стану повітряного середовища кожної квартири.

Екологія і вентиляція. Потреба у вентиляції цивільних будинків залежить від місцевих і тимчасових факторів. Сучасні вентиляційні системи, особливо в житлових будинках, погано враховують специфіку приміщень. Вони часто працюють за централізованим принципом. З іншого боку, низька якість навколишнього середовища приводить до погіршення здоров'я, зниження працездатності. На погіршення навколишнього середовища впливають багато факторів. У зв'язку з цим представляється доцільним знизити витрати тепла на ці недоліки за рахунок зниження температури гарячої води.

3 ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ

3.1 Стан проблеми

В останні роки в нашій країні почалась реалізація довгострокових програм, спрямованих на подальше поліпшення технічної експлуатації, ремонту, модернізації й раціонального використання існуючого фонду. В цій області витрачається до 20% паливно-енергетичних ресурсів країни. Для рішення цієї задачі необхідне проведення енергозберігаючих заходів при капітальному ремонті. У наш час розробляються науково обґрунтовані норми теплоспоживання будинків, що експлуатуються, відповідно до яких доцільність енергозберігаючих заходів щодо утеплення будинків може бути оцінена шляхом порівняння величин фактичного й нормативного теплоспоживання системами опалення.

При вирішенні питання про доцільність підвищення теплової ефективності будинків, що експлуатуються, важливого значення набуває економічний розрахунок. Як правило, він повинний бути підтверджений розрахунком оптимального вологорозподілення для забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов внутрішньої поверхні конструкцій огороження, а також їх довговічності.

Утеплення панелей зовнішніх стін з метою доведення рівня їхнього розрахункового теплоспоживання до нормативних вимог рекомендується здійснювати двома способами - ззовні, в залежності від вказаних вище особливостей їхніх теплофізичних властивостей й конструкції зовнішніх стін, обробки їхньої лицьової сторони, технічних і матеріальних можливостей регіону. Якщо додаткова теплоізоляція розміщується з внутрішньої сторони стіни (тобто з боку приміщення), то можливе порушення вологого режиму стіни. Для поліпшення фізичної функції стіни необхідне розміщення додаткової теплоізоляції на її зовнішній стороні.

При опорі паропроникності цього шару, а також шару зовнішнього облицювання повинно бути менше опору до утеплення. До переваг утеплення стін зсередини відносяться: вибіркоче виробництво ремонтних робіт; виробництво ремонтних робіт протягом всього року; можливість застосування великої розмаїтості ефективних теплоізоляційних матеріалів; теплоізоляція не має потреби в захисті від атмосферних впливів.

Недоліками є: наближення зони конденсації до внутрішньої поверхні конструкцій; необхідність боротьби зі зволоженням конструкцій; необхідність у деяких випадках виселення мешканців; скорочення житлової площі (незначне).

Перевагами утеплення стін ззовні є: поліпшені вологісний й тепловий режими конструкцій; механізація ремонтно-будівельних робіт; більш інтенсивне сушіння матеріалу панелі і відповідно більш високі теплоспоживальні властивості (за винятком режимів з підвищеною вологістю);

зниження температурних навантажень на стіни; проведення будівельних робіт без виселення мешканців; захист зовнішніх стін від шкідливого впливу атмосферної вологи; можливість оновлення фасаду будинку; підвищення теплозахисту без зменшення житлової площі; відсутність можливості появи містків холоду.

До недоліків відносяться: необхідність суцільного утеплення, а не вибіркового, в залежності від технічного стану; сезонність виконання деяких видів ремонтно-будівельних робіт; зміна зовнішнього вигляду фасадів будинків; необхідність вживання серйозних заходів по захисту шарів теплоізоляції від атмосферних впливів. Такі питання, як застосування додаткових рядів засклення, доцільність ремонту систем тепlopостачання, установка утилізаторів-теплообмінників і інші, повинні зважуватися відповідно до величини приведених витрат на ремонт і строком окупності.

Необхідно особливу увагу приділяти ремонту стиків, тому що тепловтрати через них досягають 20% і більше. На стадії експертних експлуатаційних якостей будинків варто проводити вибірковий контроль наскрізної повітропроникності стикових з'єднань у відповідності з ДСТУ 25831-83. Енергозберігаючі заходи повинні передбачати утеплення стін, підлог перших поверхів, горищ, вікон, систем вентиляції, тепло-, водо- і електропостачання. У першу чергу варто здійснити заходи, що не вимагають великих капітальних вкладень, ущільнення віконних і дверних притворів, утеплення вхідних дверей, устаткування дверей автоматичними приладами закривання, налагодження систем опалення, оснащення теплових пунктів вимірювальною і регулювальною апаратурою і т.д.

3.2 Оцінювання доцільності утеплення будинків, що експлуатуються

БніП "Будівельна теплотехніка" містить вимоги до теплофізичних властивостей захисних конструкцій (опору теплопередачі, теплопривокності, повітропроникності, паропроникності) і до показника теплоусвоєння підлог, що повинні дотримуватися при проектуванні нових будинків і тих, що реконструюються. Їхнє нормування проводиться з метою забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов проживання, з урахуванням можливостей у відношенні витрати як будівельних матеріалів для виготовлення захисних конструкцій, так і паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) для опалення будинків. Фактичні затрати на опалення фонду, який експлуатується, дуже великі і значно перевищують нормативні, як через неякісне виготовлення огорожень (у результаті чого їхній фактичний опір теплопередачі на 20 - 25% нижче проектного), так і недостатньо високих нормативних вимог до теплозахисту.

3.3 Енергозберігаючі заходи

Питання про підвищення теплової ефективності будинків, що експлуатуються, доцільно розглядати, якщо теплозахист несучих захисних конструкцій не відповідає нормативним економічно доцільним вимогам; показники фактичного теплоспоживання будинку нижче нормативних значень; фактичний теплозахист нижче необхідних санітарно-гігієнічних умов.

При експертизі проектних рішень необхідно визначати приведений опір теплопередачі будинку. Його порівнюють із приведеним економічно доцільним і необхідним опором теплопередачі. Під значенням приведенного опору теплопередачі в даному розділі розуміється значення опору теплопередачі, розраховане з урахуванням теплопровідних включень і нормованої повітропроникності стиків. У цьому випадку при визначенні навантаження на опалення тепловитрати через стики за рахунок повітропроникності не враховуються. Приведений опір теплопередачі захисних конструкцій з урахуванням наскрізної повітропроникності (визначається при розрахунку загальних і питомих тепловтрат).

Заходи щодо підвищення теплової ефективності будинків різноманітні і нижче вони розглядаються для різних елементів будинків.

Дахи. Вибір енергозберігаючих заходів для дахів і покриттів експлуатованих житлових будинків залежить від конструктивних рішень дахів, що бувають безгорищні, з'єднаної чи роздільної конструкції, горищні з холодним чи теплим горищем, рулонною чи безрулонною покрівлею. Для безгорищних дахів рекомендується перебудова їх у горищні з холодним чи теплим горищем, у дахи з теплим горищем; невентильованих у вентильовані; утеплення дахів ініціюванням пластмас.

Для горищних дахів, у першу чергу, рекомендується забезпечити нормальний температурно-вологісний режим, при якому не відбувається підтаювання снігу і утворення бурульок і полоїв. При наявності полоїв і бурульок необхідно установити джерела постачання тепла в горищне приміщення, якими можуть бути: неякісна теплоізоляція горищного перекриття; незадовільна теплоізоляція трубопроводів чи опалення, гарячого водопостачання, повітрозбірників, розширювальних баків, вентиляційних шахт, каналізаційних стояків та інших елементів устаткування будинку, що розташовані у горищному приміщенні; недостатня вентиляція горищного приміщення.

У процесі передпроектних інженерних вишукувань для будинків з горищним дахом (з холодним горищем) визначають фактичну товщину насипного утеплювача. При невідповідності її розрахунковим значенням варто збільшити товщину утеплювача до норми. Теплоізоляцію горищних перекриттів влаштовують з пухких плитних чи засипних матеріалів і укладають між балками по верху настилів, захищають кіркою з пористого

глиняного чи цементного розчину. Для додаткового утеплення рекомендуються тільки легкі матеріали: керамзит, мінеральна вата, мінеральна повсть, ефективні полімерні матеріали, дозволені органами пожежного і санітарного нагляду до застосування в будівництві.

Стіни. У процесі проектування додаткового утеплення зовнішніх стін рекомендується при призначенні матеріалу утеплювача, його розташування і товщин шарів, а також пристрої пароізоляції, виходити з умов недопущення нагромадження вологи в річному циклі в товщі конструкції стіни. Принципові схеми технічних рішень утеплення будинків приведені на рис. 3.1.

При утепленні зовнішніх стін зсередини проводяться такі підготовчі роботи: розкриття підлог уздовж стін, що утеплюються, зняття фарби чи шпалер, просушка чи ремонт сирих місць, розкриття стиків, що промерзають; при необхідності – сверління отворів і установка пробок для кріплення теплоізоляції.

Перед утепленням стін зовні роблять підготовку поверхні фасаду: видаляють бруд, при необхідності свердять отвори і встановлюють кріпильні вироби.

Утеплення зсередини рекомендується застосовувати в такій послідовності: на внутрішню поверхню стінової панелі встановлюють теплоізоляційний шар, пароізоляцію (у разі потреби, визначається розрахунком) і потім оздоблювальні шари. При відповідному розрахунковому обґрунтуванні рекомендується застосовувати піносилікатні чи інші плитні теплоізолювальні матеріали, що у залежності від конкретних умов можуть встановлюватися або впритул до кладки, або з відступом від неї на 30мм і створювати повітряний прошарок.

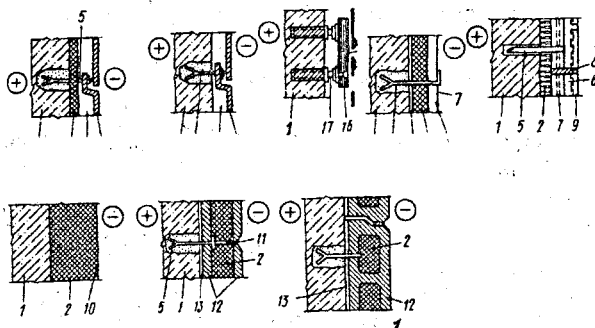
Способи застосування плитного утеплювача залежать від матеріалу плит і їхніх розмірів. Пароізоляція в конструкції додаткового утеплення призначається за розрахунком. Рекомендується застосовувати плівку поліетиленову, паронепроникне фарбування за 2 рази синтетичними емалями. При утепленні зовнішніх стін зсередини товщина додаткового шару утеплювача не повинна перевищувати розрахункову.

Пароізоляційний шар (при необхідності його застосування) наноситься після теплоізоляційного. Шар, що утеплює, необхідно заводити на укiс віконного блоку до коробки.

Утеплення напиленою теплоізоляцією з полімерних чи інших матеріалів має ряд переваг – монолітність покриття, відсутність швів і містків холоду, механізація проведення робіт, простота виконання, стійкість до вібрації і струсів. Пристрій додаткової теплоізоляції стін із зовнішньої сторони стін житлових будинків і конструктивне виконання цього заходу залежать від матеріалів, що застосовуються і систематизовані за двома основними групами.

Перша група - це тверді плити (полімерні чи іншого походження). Крім високих теплозахистних властивостей вони не піддаються усадці і

тому в місцях з'єднання не утворюються містки холоду. Внаслідок невеликої щільності, кріплення плит не представляє труднощів.



1-зовнішня стіна; 2-теплоізоляційний шар; 3-повітряний прошарок; 4-декоративний екран; 5-анкер з корозійно-стійкої сталі, забитий у стіну; 6-штукатурний шар; 7-сітка штукатурна на арматурному каркасі; 8-деформаційний шов, заповнений герметиком; 9-облицювальна плита; 10-фарбування кремнієорганічною фарбою; 11- гернит з мастикою; 12-екструзійна плита; 13-фактурний шар; 14- шуруп; 15-заставний профіль; 16-дошка підстави; 17 - розпірний дюбель

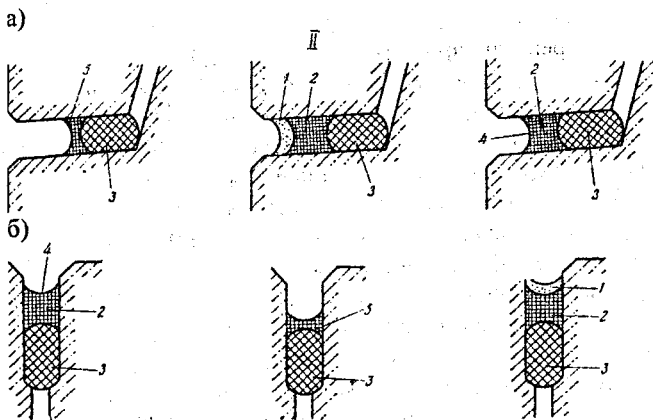
Рисунок 3.1 - Схеми технічних рішень утеплення будинків

Друга група це теплозахисне покриття, яке наноситься на експлуатовані будинки індустріальними методами (традиційна штукатурка, пінополіуретан, перлітоцементна штукатурка). Зовнішня додаткова теплоізоляція повинна мати протипожежні пояси, виконані з відповідних матеріалів висотою не менше 10 - 15см і товщиною, що відповідає товщині шару конструкції. Розташування зазначених поясів допускається через поверх житлового будинку.

Підвищення теплової ефективності стикових з'єднань (рис.3.2) полягає у відновленні їх водо- і повітрязахисної здатності, тобто в проведенні повторної ізоляції (утеплення) стикових з'єднань. Роботи з ремонту стиків виконують із застосуванням полімерних герметизуючих матеріалів, що ущільнюють в теплий час року й у суху погоду. Матеріали, що застосовуються для ізоляції стиків і умови їхніх нанесень (установки) повинні відповідати вимогам діючих ДСТ і ТУ. При використанні пінополіуретанів необхідно дотримуватися технології їх нанесення. Забороняється нанесення цих матеріалів, якщо зовнішня температура повітря нижче -10°C для однокомпонентного ППУ і нижче $+10^{\circ}$ для двокомпонентного ППУ.

Стикові з'єднання повинні утеплюватися та ізолюватися у випадках, коли температура їхньої внутрішньої поверхні нижча допустимої, а

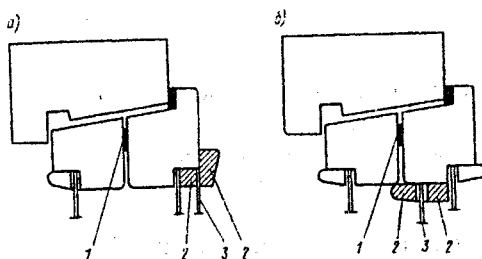
наскрізна повітропроникність вища, якщо має місце водопроникність стиків.



а) – горизонтальних; б) – вертикальних; 1 – полімерцементний розчин; 2 – нетвердіюча мастика, 3 – ущільнювальна прокладка; 4 – ПВХ, бутадіонстирольні і кумаронокаучукові фарби; 5 – затвердіваючі мастики

Рисунок 3.2 - Розташування ізолювальних матеріалів в стиках

Ремонт закритих стиків (відновлення водо- і повітрозахистної здатності), як правило, варто виконувати з застосуванням тих же видів ізолювальних матеріалів, що були застосовані раніше при влаштуванні цих стиків. Ущільнювальні прокладки (рис.3.2), що встановлюються в стиках, повинні бути обтиснуті на 25 -50% діаметра (ширини) їхнього поперечного перерізу, для чого зазначені розміри прокладок, що встановлюються у стики варто вибирати так, щоб вони перевищували ширину стикового зазору не менш ніж на 25%.



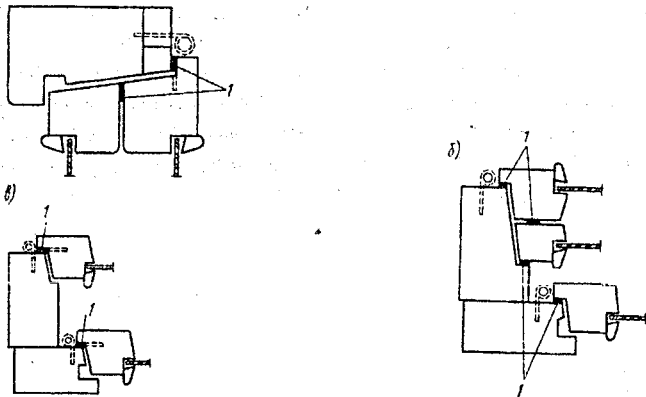
1 - ущільнювальна прокладка; 2 – штапик; 3 – додаткове скло

Рисунок 3.3 - Варіанти посилення теплозахисту вікон шляхом установки додаткового скла

Світлові прорізи. В залежності від стану дерев'яних елементів вікон і балконних дверей, який виявляється в процесі інженерних вишукувань у будинку, що підлягає ремонту, проект ремонту може передбачати: повну заміну віконних блоків і блоків балконних дверей на нові; частковий (вибірковий) ремонт дерев'яних елементів вікон і балконних дверей (як правило, у нижній їхній частині); заходи щодо підвищення теплозахисних властивостей вікон і балконних дверей; заходи щодо збільшення їхнього опору повітропроникності.

Найбільш розповсюджений спосіб підвищення теплозахисних властивостей вікна полягає в збільшенні числа повітряних прошарків у заксленій його частині. Технічні рішення, що забезпечують збільшення числа повітряних прошарків у вікнах з подвійним заксленням шляхом влаштування додаткового ряду скла у внутрішньому плетінні з внутрішньої чи зовнішньої сторони основного скла, приведені на рис.3.3, а) і б) для вікон зі спареними і з роздільними плетіннями.

Для вікон, у яких в процесі вимірювань виявлена ексфільтрація повітря, особливо в районах із сильними вітрами, на завітраних фасадах і верхніх поверххах будинків підвищеної поверхховості з метою зниження можливості утворення інею і полоїв на внутрішній поверхні зовнішнього скла рекомендується встановлювати додатковий ряд скла в зовнішньому плетінні з внутрішньої сторони основного скла.



а) – з роздільними плетіннями; б) – зі спареними плетіннями; в) – з потрійними роздільно-спареними плетіннями; 1 – прокладка

Рисунок 3.4 - Влаштування у вікнах прокладок ущільнення

Системи теплопостачання. Показником ефективності опалення є наявність постійного температурного режиму у всіх житлових приміщеннях будинку, що опалюються. Цей режим є результатом дії таких факторів, як стан зовнішніх захисних конструкцій дане приміщення

(особливо віконних прорізів і балконних дверей) і робота опалювальних (нагрівальних) приладів.

В основному всі системи опалення житлових будинків забезпечуються тепловою енергією через теплові мережі від зовнішніх джерел – теплових електростанцій (ТЕЦ) і котелень різної теплової потужності. Нормальна робота систем опалення може бути забезпечена в тому випадку, якщо режим джерел теплоти і теплових мереж буде погоджений з режимом роботи споживачів. Для цього необхідно створити розрахункові умови. До них відносяться температура води (відповідна поточній температурі зовнішнього повітря) і розрахункові витрати циркулюючої води, що при сучасних графіках регулювання повинні бути практично постійним протягом всього опалювального періоду.

Для зниження температури води в тепловому пункті системи установлюється водяний насос (елеватор), у якому відбувається змішування гарячої води зі зворотного водою із системи опалення. При температурі води в тепловій мережі 150°C і в системі опалення 95 і 105°C необхідні коефіцієнти змішування в елеваторі відповідно складають 2,2 і 1,3. Щоб одержати такі коефіцієнти змішування, у тепловому пункті перед елеватором повинна бути забезпечена необхідна різниця напорів між подавальним і зворотним трубопроводами, що крім коефіцієнта змішування залежить також від розрахункової втрати напору в самій системі опалення.

Нормальне функціонування системи опалення рекомендується забезпечувати насамперед вірним (розрахунковим) розподілом теплоносія (гарячої води) по стояках і опалювальних приладах системи опалення. Головною умовою для цього є гідравлічна стійкість системи. Така стійкість може бути досягнута або при проектуванні і монтажі системи, або при наступному налагодженні після монтажу. Розрахунковий розподіл теплоносія по стояках повинен забезпечуватися за рахунок вибору правильного співвідношення між втратами напору в стояках і розвідній мережі: чим це співвідношення більше, тим стійкіша мережа.

При централізованому теплопостачанні і подачі теплоносія в системи опалення з метою економії теплової енергії доцільне автоматичне регулювання. Для підвищення його ефективності доцільне пофасадне регулювання систем опалення. Його варто виконувати по відхиленню регульованої величини (температурі повітря в житлових приміщеннях за принципом компенсації зовнішніх впливів) з корекцією по відхиленню внутрішньої температури в житлових приміщеннях.

Число датчиків температури повітря в житлових приміщеннях повинне бути не менше чотирьох на кожному фасаді будинку. Їх встановлюють у квартирах другого поверху при системах опалення з верхньою подачею теплоносія й у квартирах другого, середнього і верхнього поверхів – при інших системах опалення. Для скорочення втрат теплоти системами гарячого водопостачання житлових будинків варто застосовувати ефективну ізоляцію стояків, прокладених у каналах

санітарно-технічних кабін, розвідних і магістральних трубопроводів у підвалах і на горищах будинків. З метою зменшення втрат води при надлишковому тиску в системі встановлюються регулятори тиску "після себе" на подавальному трубопроводі за підігрівником гарячого водопостачання. Для житлових багатоповерхових будинків, що приєднуються до закритої теплової мережі через індивідуальні теплові пункти, рекомендується застосовувати системи гарячого водопостачання з природною циркуляцією.

Підвищення ефективності роботи системи опалення. Принципи незадовільної роботи систем опалення поділяються на три групи. До першої групи відносяться фактори, пов'язані з роботою джерела тепла – котельні.

Друга група причин: 1) значне відхилення від проекту при монтажі; 2) невідповідність поверхні нагрівання опалювальних приладів, передбачених проектом і фактично встановлених в натурі; 3) зміна схеми приєднання приладів до розвідних магістралей (проектом передбачається компоунвання нагрівальних приладів групами з використанням найбільш простої гідравлічно-стійкої проточної схеми з послідовним приєднанням приладів по ходу теплоносія); 4) зміна місць установалення нагрівальних приладів, викликана частковим переплануванням приміщень; 5) значне збільшення кількості запірнорегулювальної арматури на підводках до приладів на відміну від проекту, де арматура розрахована на групу приладів, що приводить до збільшення гідравлічного опору системи.

Вплив цих причин на роботу системи опалення укладено в зміні розрахункової витрати води, що циркулює в елементах системи, і відповідно зміні гідравлічного опору цих елементів, який приводить до повного розбалансування системи.

Третя група причин – неможливість регулювання і налагодження системи, для досягнення розрахункових гідравлічних і теплових режимів нагрівальних приладів. Вона викликана схованою прокладкою магістральних приладів у недоступних підпільних каналах і в стробах стін, а також відсутністю будь-яких пристроїв регулювання на відгалуженнях магістралей.

Проект автоматизації теплових вузлів може бути розроблений з використанням: «Рекомендацій із застосування засобів автоматичного регулювання систем опалення і гарячого водопостачання житлових будинків ЦНІСП інженерного устаткування» (1985 р.); «Типових вузлів автоматизованих індивідуальних теплових пунктів для житлових і суспільних будинків ЦНІСП інженерного устаткування» (1986 р.).

Найбільш прийнятною з запропонованих у цих роботах функціональних схем є схема з використанням електронного приладу регулювання для системи опалення Т48М-2. Він дозволяє регулювати відпуск теплоти на опалення шляхом зміни різниці температури води в зворотному і трубопроводі подачі при постійній витраті води, тобто

служить для реалізації опалювального графіка і додатково регулює відпуск теплоти в залежності від температури всередині приміщень, усередненої по декількох (до 8) датчиках температури, тобто регулювання з автокорекцією по температурі зовнішнього повітря і усередненій температурі повітря усередині приміщень з роздільною установкою коефіцієнтів автокорекції для температур вище і нижче заданої.

Ширина приміщення теплового вузла повинна бути прийнята з урахуванням норм виробництва, монтажу, ремонту й експлуатації, а ширина проходів між устаткуванням і будівельними конструкціями складає не менш 0,7м. Умови для устаткування розглянутих у даній роботі будинків систем автоматичного регулювання нерівнозначні. При реконструкції системи опалення необхідно вишукати можливість виділення в будинку приміщення площею 4 - 5м² для розміщення в ньому вузла керування системою опалення і засобів автоматики. Для застосування можна використовувати регулятори температури РЛ-2010. Ці регулятори призначені для підтримки температури повітря в опалювальному приміщенні шляхом зміни витрати теплоносія через опалювальний прилад системи водяного опалення.

Налагодження теплової мережі і систем опалення.

Регулювання теплових мереж є першим етапом налагоджувальних робіт. Завдання регулювання полягає в тому, щоб у працюючій тепловій мережі досягти розрахункових гідравлічних і теплових режимів і нормального тепlopостачання всіх підключених будинків. Регулювання чи налагодження після закінчення монтажу опалювальних систем іноді не виконуються.

Після реконструкції систем опалення рекомендується проводити налагодження систем у такому порядку: 1) цілком відкрити всю запірнорегульовальну арматуру на введеннях, магістралях, гілках, стояках і в нагрівальних приладах; 2) заповнити всю систему водою, перевірити її заповнення за показниками манометрів на введенні; 3) випустити повітря з усіх пристроїв; 4) відповідним чином прикриваючи запірнорегульовальну арматуру на тепловому введенні і відгалуженнях від магістралі, довести температуру зворотної води до необхідної.

Вимірювання температур на введенні і гілках виконуються термометрами, гільзи яких повинні знаходитися в потоці води, чи термошупами. Після закінчення першого регулювання перевіряється робота всієї системи в цілому, і в разі потреби проводиться повторне повне регулювання в тій же послідовності. Налагодження роботи системи вважається закінченим після того, як буде досягнутий рівномірний прогрів всіх опалювальних приладів із допустимими відхиленнями в температурному перепаді $\pm 20\%$.

При виконанні налагоджувальних робіт повинна складатися технічна документація, що фіксує: 1) стан системи до моменту початку будь-якої стадії налагодження; 2) температуру повітря (зовнішнього і в

приміщеннях), параметри теплоносія; 3) дефекти системи, як ті, котрі підлягають негайному усуненню, так і ті, котрі можна усунути після закінчення даної стадії налагодження; при наявності в системі дефектів, що не дозволяють робити налагодження. Після закінчення кожної стадії налагодження налагоджувальною групою складається короткий звіт про виконану роботу.

Експлуатація систем опалення. Для підтримки в справному стані системи опалення необхідно проводити своєчасний огляд і ремонт. Обхід системи здійснювати за графіком не рідше одного разу в два тижні протягом опалювального сезону. При обході перевіряють затягування болтів усіх фланцевих з'єднань, стан спускових і повітряних кранів і вентилів, випускають повітря із системи, перевіряють стан контрольно-вимірювальних приладів (термометрів, манометрів).

Дефекти, що не можуть бути усунені без відключення системи, але не представляють безпосередньої небезпеки для надійної експлуатації, заносять у журнал ремонтів для ліквідації в період найближчого огляду чи ремонту. Дефекти, що можуть викликати аварію системи, усувають негайно.

Для попередження наднормативних гідравлічних втрат у системі проводять регулярне промивання й очищення трубопроводів. Вміст кисню у воді не повинен перевищувати 0,05 мг/кг. Систематичний контроль за витоками теплоносія роблять у залежності від величини підживлення. При витокі теплоносія, що перевищує встановлені норми, вживають термінові заходи до виявлення місця витoku й усувають нещільність.

Відповідно до "Правил механічної експлуатації" середньорічний витік із системи тепlopостачання не повинен перевищувати в 1год 0,25% обсягу води в системі. Для усунення наднормативних втрат теплоти необхідно вчасно відновлювати зруйновану ізоляцію трубопроводів.

Необхідна систематична перевірка стану утеплення опалювальних будинків (горищ, сходових кліток, підвалів), а також ущільнення притворів вікон і дверей.

Утилізація тепла. В числі енергозберігаючих заходів, спрямованих на економію ТЕР в житлових повнозбірних будинках, рекомендується враховувати досягнення вітчизняного і закордонного науково-технічного прогресу. Рекомендується підвищення теплозахисних властивостей захисних конструкцій житлових будинків застосуванням із зовнішньої сторони утеплених екранів з вентиляльованими прошарками і вентиляційними пристроями, що утилізують відпрацьоване трансмісійне тепло.

У цьому випадку модернізація експлуатованих житлових будинків може бути здійснена шляхом застосування утеплювального екрана із прошарком між ним і основною зовнішньою стіною так, щоб вона з'єднувалась з атмосферою і приміщенням за допомогою отворів в екрані і стіні (рис.3.5,а). При цьому товщина екрана, прошарку і стіни, розміри

отворів і каналів повинні визначатися розрахунком і забезпечувати необхідний повітрообмін приміщення і температуру приточного повітря.

Варіантом, що сприяє рішенню вищезгаданих задач є застосування вентилюваних клапанів вікон. Конструкція клапану повинна бути такою, щоб забезпечити надходження необхідного для повітрообміну приміщення повітря з достатнім його нагріванням (рис.3.5,б).

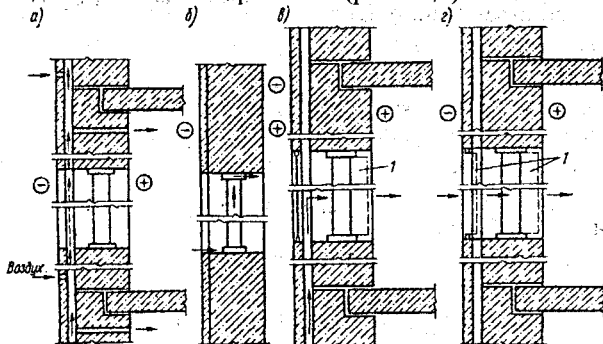


Рисунок 3.5 - Принципова схема провітрювання приміщень при вентилюваних і невентилюваних зовнішніх огороженнях з утепленими екранами

Представляється можливим рішення по утепленню будинку екраном з виконаним у ньому заздалегідь (перед монтажем чи після нього) заповненням світлового прорізу з одинарним (або подвійним) заскленням.

Якщо вікно, розташоване в екрані, закрите (рис.3.5,в), то провітрювання приміщення може відбуватися через повітряний прошарок і відкрите внутрішнє. Якщо вікно (у літню пору), розташоване в екрані, відкрите (рис.3.5,г), то провітрювання здійснюється через вікно в стіні, і через вікно в екрані. У якості одного з засобів підвищення теплозахисних якостей у світлопрозорих огороженнях рекомендуються теплозахисні екрани. Для установлення зовні можуть застосовуватися жалюзі і дерев'яні ставні. При установленні жалюзей на вікно з подвійним спареним плетінням його теплозахист збільшується майже на 20%, якщо те ж вікно закрити ставнями, то майже вдвічі.

Велика частина теплоти при опаленні (20 - 50%) витрачається на вентиляційну систему. Як відомо, в будинках повітрообмін може здійснюватися методом природної чи штучної вентиляції. Механічною системою вентиляції оснащуються нові багатоповерхові житлові будинки в багатьох країнах. Обмежити споживання теплоти в нічний час у житлових будинках, обладнаних механічною системою вентиляції, можна шляхом відкличення вентиляційного устаткування у певні години за допомогою реле часу. Видалене системою вентиляції повітря містить велику кількість теплоти, яку можна витягти і використовувати для нагрівання припливного повітря.

4 ОСНОВИ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

4.1 Нетрадиційні поновлювані джерела енергопостачання будинків

Досвід з експлуатації показує можливість широкого їх застосування. Використання поновлюваних нетрадиційних джерел енергії забезпечує значне зниження витрати органічного палива (вугілля, нафти, газу) і зменшує забруднення навколишнього середовища.

У нашій країні одержує все більш широке використання первинних природних (сонце, вітер) і вторинних джерел енергії для забезпечення енергопостачання житлових і суспільних будинків: систем гарячого водопостачання й охолодження будинків, освітлення, вентиляції, кондиціонування повітря та ін.

До первинних природних нетрадиційних джерел енергії відносяться сонячна радіація, енергія вітру; теплота повітря, води, ґрунту землі. Вторинними джерелами енергії можуть служити біомаса природних відходів, що переробляються (теплота сміття, що спалюється, побутових відходів виробництва, в тому числі сільськогосподарського), тепло-, електро-, і атомних станцій, промислового і сільськогосподарського виробництва.

Енергія сонця використовується в усьому світі як одне з важливих джерел економії викопних паливних ресурсів.

Фахівці відзначають, що впровадження геліосистем, а також вітроагрегатів найбільш ефективно в малоповерховій забудові, особливо в сільській місцевості, де теплопостачання в основному децентралізоване і відмовлення від недостатньо ефективних традиційних джерел теплоти дозволяє одержати максимальну економію палива. Це особливо важливо при соціальній перебудові сільських селищ і збільшенні потреби в енергопостачанні.

Сонячна енергія, що акумулюється крім забезпечення різних видів енергопостачання, дає також можливість балансу необхідної комфортної температури в приміщеннях будинків.

Для оптимізації енергетичного балансу цивільних будинків дуже перспективне застосування комплексних інтегральних систем, що сполучають енергію сонця, вітру, геотермальну та інших природних енергоносіїв.

Тепловий комфорт характеризується фізіологічним станом людини, при якому центральна нервова система одержує найменшу кількість зовнішніх роздратувань, а механізми терморегуляції випробують найменшу напругу. Вплив кліматичних умов на мікроклімат і типологію цивільних енергоактивних будинків має найбільш важливе значення.

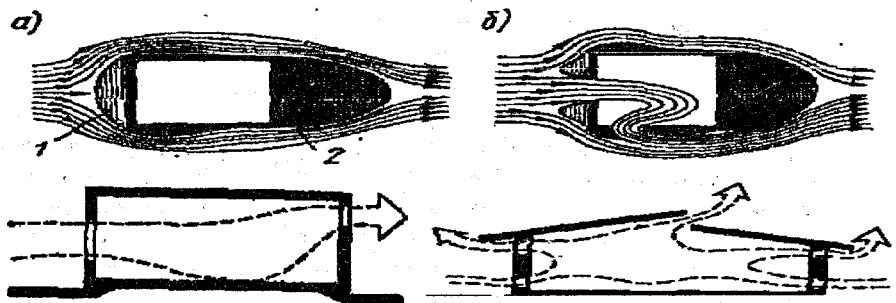
Інсоляція і сонячна радіація. Інсоляція - опромінення земної поверхні, а також усіх розташованих на ній будівельних об'єктів прямою

і розсіяною сонячною радіацією. При інсоляції предмети висвітлюються у горизонтальній, вертикальній і похилій площинах, а при сонячній радіації об'єкт не тільки висвітлюється, але і нагрівається. Природне світло підвищує тонус фізіологічних процесів в організмі, впливає на його життєдіяльність. Для достатнього бактерицидного ефекту необхідно інсолювати житлові приміщення не менше трьох годин на день. Звичайна одинарна шибка пропускає при цьому ультрафіолетове випромінювання.

Сонячна радіація - потік випромінювання сонця, що включає світлові видимі і невидимі ультрафіолетові й інфрачервоні промені. Буває сонячна радіація пряма і розсіяна. Якщо інсоляція забезпечує проникнення бактершидно діючих сонячних променів, необхідних для здоров'я людини в мікрокліматичному комфорті приміщень будинків, то сонячна радіація, що має величезне значення для енергоактивності будинків, може викликати їхній зайвий перегрів. Рациональне використання енергії сонця досягається орієнтацією будинку по сторонах світу, а також застосуванням сонцезахисних засобів.

Аерація і провітрювання. До факторів енергії навколишнього середовища поряд з інсоляцією і сонячною радіацією відноситься також стан повітряного середовища: температура і вологість зовнішнього повітря, швидкість вітру та ін.

Напрямок і швидкість вітру істотно змінюють тепловий режим будинку, що варто враховувати при плануванні приміщень. З боку пануючого напрямку зимових вітрів доцільно передбачати захисні екрани (пагорби, височини, зелені насадження). Бажано, щоб напрямок зимових вітрів збігався з поздовжньою віссю будинків. Дверні прорізи краще розміщувати з південної чи східної сторони. Це забезпечує зменшення теплових втрат узимку.



а) зона високого 1 і низького 2 тисків перед будинком і за ним; б) інерція повітряного потоку

Рисунок 4.1 – Аерація будинків

Ступінь провітрювання залежить також від рослинності ділянки будівництва, тому що форма зелених насаджень має вплив на характер повітряного потоку. Вітрові тіні залежать значною мірою також від геометричних характеристик будинку, висоти і довжини навітряного фасаду, ширини будинку і його орієнтації, форми даху (рис.4.1).

Рельєф місцевості і водойми. Топографія значно впливає на вибір ділянки, тому що місцевість з увігнутим рельєфом звичайно холодніша в порівнянні із сусідніми ділянками. Холодне повітря тяжче від теплого і воно переміщається зі схилів на плоскі рівнини. Природні або штучно створені перешкоди для стоку холодного повітря можуть впливати на розподіл нічних температур.

Для будівництва цивільних будинків цілеспрямованіше використовувати схили пагорбів крутістю до 30°. Дороги при цьому трасують без порушення природних форм рельєфу місцевості, а будинки на гірському ландшафті мають мінімальне число уступів фундаментів.

Місцеві природні умови впливають на величину одноразових і експлуатаційних витрат і у випадках несприятливих характеристик створюють істотне їхнє збільшення. Наприклад, при значних ухилах місцевості (5-12%) будівельні витрати зростають на 2-7%, а експлуатаційні на 2-10%, при великих ухилах витрати збільшуються. Низька несуча здатність ґрунтів, мокрі ґрунти збільшують витрати на будівництво на 8-9%.

Освоєння для забудови несприятливих територій створює можливість збереження земельних угідь. В кожному конкретному випадку роблять оцінювання цих факторів і виявляють найбільш економічно обґрунтовані варіанти рішення. Природні і штучні водоймища сприяють зменшенню температури на ділянці на 2°C.

Благоустрій. Благоустрій доріг і проїздів, пішохідних доріжок з влаштуванням покриттів з теплосмних матеріалів чи ґрунтових доріг і площадок замість асфальтованих знижує температуру на 1°C. Шляхом поливу території чи застосування водорозбризкуючих установок також можна поліпшити мікроклімат ділянки.

Озелення. Озелення території ділянок будівництва житлових і суспільних будинків робить також великий вплив на раціональне використання прямої і відбитої сонячної радіації. Правильно виконане озеленення деревами, чагарниками і травою стосовно будинків зменшує тривалість інсоляції і може знизити температуру сонячної зони на 4°C і більше. При цьому варто враховувати зміну довжини падаючої тіні протягом дня, у різний період року.

Зелені насадження різного функціонального призначення загального користування ділянок суспільних будинків, мікрорайонних садів-дворів, індивідуального користування, спеціального призначення утворюють комплексні багатofункціональні системи, що регулюють екологічні, мікрокліматичні та інші особливості району. Озеленення ділянки має

великий вплив, на використання променистої енергії сонця для енергопостачання будинків.

4.2 Критерії підвищення енергетичного балансу будинку

Енергетичний баланс цивільного будинку із сонячним енергозабезпеченням залежить від ряду супутніх факторів, що пов'язані як з параметрами навколишнього середовища ділянки будівництва, так і з будівельними параметрами самого будинку.

Вибір ділянки і розміщення будинку. При виборі ділянки для зведення енергоактивного цивільного будинку необхідно враховувати такі розглянуті раніше фактори, як інсоляція й освітленість, напрямок і швидкість вітру, топографія і рельєф місцевості, наявність природних і штучних водойм, озеленення ділянки. Розміщення будинку на ділянці з урахуванням орієнтації його по сторонах світу та інших факторів (вітри, рельєфи) дуже впливає на його сонячне енергопостачання.

Орієнтація будинків на конкретній ділянці залежить від сукупності факторів, топографії ділянки, наявності водойм і рослинності, характеристики і висоти над рівнем моря. Раціональна орієнтація вікон по сторонах світу дає можливість збільшити надходження теплоти через захисні конструкції.

Правила орієнтації будинків, що відіграють величезну роль у проектуванні об'ємно-планувального рішення геліоспоруд, були сформульовані ще в давні часи Сократом, який вважав, що в будинку, орієнтованому на південь, сонячні промені проникають усередину будинку взимку, а влітку шлях сонця вище дахів, так що утворюється тінь; якщо потім лобувати горище з південної сторони, щоб взяти взимку сонячне тепло, то для приміщень північної сторони взимку знизиться холод. Ці правила справедливі і сьогодні, тому геліоприймачі, що акумулюють енергоактивність будинків, влаштовуються на південній стороні:

У санітарних нормах і правилах по інсоляції житлових і суспільних будинків, а також житлової території населених місць існують такі вимоги: забезпечити в теплий період року (з березня по вересень) не менше 3-х годин на день безупинне пряме сонячне опромінення приміщень і території житлової забудови, обмежити (при потребі) пряме сонячне опромінення приміщень і території житлової забудови в районах, розташованих південніше 50° п.ш. При цьому інсоляція повинна бути забезпечена не менше ніж в одній житловій кімнаті — в одно-, дво- і трикімнатних квартирах; не менш двох кімнат — у чотирикімнатних квартирах. Для умов нашої країни північніше 50° п.ш. бажано орієнтувати кімнати на південь, південний схід і схід, а південніше 50° п.ш. — на південь і південний схід.

Перевага південної сторони виражається гарною інсоляцією кімнат взимку та у перехідні сезони. Так, у південних районах країни, де влітку можливий перегрів приміщень, при південній орієнтації сонце майже не

проникає в приміщення. Однак надмірна орієнтація на південь може обмежити містобудівну "маневреність" будинків.

У нас в країні нормами проектування житлових будинків не допускається північна орієнтація квартир, в яких всі кімнати виходять на одну сторону будинку. Це викликано тим, що північні фасади будинків у холодну половину року зовсім не опромінюються сонцем, а влітку одержують небагато ранкових і вечірніх "ковзних" променів, що майже не проникають у приміщення. У південних районах країни приміщення, в яких всі кімнати виходять на одну сторону, не можна орієнтувати на захід і південний захід у зв'язку з можливим надмірним їх перегрівом. Адже квартири, орієнтовані на схід, південний схід і навіть на південь, інсолюються в першу половину дня, коли зовнішнє повітря прогріте ще незначно. Приміщення, звернені на західну і південно-західну частини обрію, опромінюються в другу половину дня, коли температура повітря максимальна.

Як показують дослідження фахівців, максимальна кількість сонячної енергії на середній географічній широті 50° падає на вертикальну поверхню стіни в лютому, березні і квітні (а не влітку). Кількість сонячної енергії в січні майже ідентична липню, а в березні в 1,5 рази більше. Наприклад, у січні при температурі повітря -15°C в зв'язку з прямим кутом падіння променів, поверхня стіни, спеціально пофарбована в чорний колір із шаром скла на її поверхні, нагрівається до 35%.

Об'ємно-планувальне рішення будинку. Застосування геліосистеми активно впливає на об'ємно-планувальну структуру цивільних будинків.

Оптимальна форма геліоспоруд повинна забезпечувати мінімум тепlopостачання у приміщення влітку і сприяти мінімальним тепловтратам узимку. Тому природно, що об'ємно-планувальне рішення будинку повинне змінюватися в залежності від кліматичного району будівництва.

Проектуючи геліоспоруду, варто прагнути до раціональної архітектурно-планувальної організації, скорочення периметра зовнішніх стін, компактної форми плану, збільшення довжини південного фасаду будинку в I і II кліматичних районах, розміщуючи тут основні опалювальні приміщення і приєднуючи засклені простори літніх приміщень.

Горизонтальна поверхня (плоский дах), у порівнянні з вертикальними стінами одержує в середньому в 2-3 рази більше сонячної радіації. Приміщення, орієнтовані на південь, з великими вікнами варто захищати від перегріву шляхом застосування сонцезахисних пристроїв (козирки над вікнами, жалюзі, що відбивають сонячні промені). У зимовий період, коли Сонце не піднімається високо, захисні пристрої не перешкоджають проникненню сонячних променів у приміщення.

У III і IV кліматичних районах доцільно об'ємно-планувальне рішення малоповерхових житлових будинків здійснювати з внутрішнім двором — атриумом при максимальному скороченні площі підлоги,

розміщенні приміщень поперек будинку з метою організації наскрізного провітрювання і розкриття атріумної композиції.

У вологих районах доцільна форма будинків у вигляді вузького, витягнутого паралелепіпеда, що сприяє нейтралізації високого тиску водяної пари. Для зниження термічного впливу навколишнього середовища раціонально блокувати окремі будинки, розташовуючи їх в ряд у вигляді протязних єдиних масивних блоків, а також підвищувати поверховість будинків.

У жарких сухих районах зі значними зовнішніми тепловими впливами доцільно створювати масиви великих обсягів будинків, що дає можливість використовувати переваги теплової інерції.

Найбільш раціонально проектувати будинки кубічної форми злегка витягнуті з вузьким корпусом у напрямку осі схід-захід.

Несучий каркас будинку. Основний принцип проектування геліобудинку — максимальне поєднання функцій конструктивних і захисних елементів з функціями елементів сонячної системи. Визначення вимог необхідного комфорту й ефективності споживання енергії будинком залежить від властивостей його світлонепроникного кістяка, термічного опору, термічної потужності. Взаємодія між ними й іншими елементами будинку — важливий резерв збереження енергії. При цьому можна виділити два види резервів збереження енергії в будинку: структури, що збільшують термічний опір будинку і змінюють теплову потужність і термічне відображення. Для цієї мети дуже важливо також раціональне рішення планування інтер'єра будинку, конструкції стін і покрить.

Структура несучого кістяка будинку, рішення його конструктивно-планувальних елементів, параметри мікроклімату приміщень, типи систем енергопостачання — необхідний комплекс заходів, що повинен враховуватися при проектуванні геліоспоруд.

Акумулююча сонячна енергія дає можливість балансу необхідної комфортної температури в приміщеннях, а також може забезпечувати інші види енергопостачання будинку: освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря. При конструюванні покрить доцільне зниження нахилу даху, а також використання будівельних матеріалів, що підвищують здатність покрівлі, що відбиває, і сприяють максимальній акумуляції сонячних променів. У конструкціях стін рекомендується передбачати значні площі зашклення віконних прорізів і застосовувати матеріали, що збільшують коефіцієнт відображення поверхні стінових огорожень.

В інтер'єрі варто прагнути до раціонального розміщення систем інженерного устаткування, що підвищує ефективність енергопостачання будинків. Особливої уваги вимагає влаштування вхідних вузлів і віконних прорізів.

Групування будинків. Групування житлових будинків із сонячним забезпеченням дають можливість перерозподілу тепла в залежності від потреб кожної структурної одиниці споживача.

При проектуванні геліокомплексів житлових і суспільних будинків раціонально передбачати: централізовану систему енергозабезпечення для компактного комплексу з колективними територіями, що обслуговуються, а при окремому розташуванні суспільного центра і забудови індивідуальними будинками при кожному будинку. Над вертикальними вікнами будинків потрібно встановлювати сонцезахисні пристрої.

При проектуванні об'єктів необхідно передбачати заходи щодо захисту будинків від дії сонячної радіації, тому що витрати електроенергії на їхнє вентилявання влітку дуже великі. Зниження перегріву в теплий період року досягається за рахунок фарбування дахів і стін. Тепловий ефект на світлій поверхні залежить від температури зовнішнього повітря, а не від кута падіння сонячних променів, як це має місце на поверхні, пофарбованій в темні тони. У холодних районах колір покрівлі і стін вибирають темний, а на півдні - світлий.

Комфорт приміщень будинків визначається відповідністю архітектурно-планувального рішення природно-кліматичним особливостям району будівництва з обліком місцевих народних традицій. Однак наявність значного надходження тепла від прямої і відбитої сонячної радіації дає можливість використовувати сонячну енергію для теплопостачання цивільних будинків, оскільки середня кількість тепла, що надходить від сумарної сонячної радіації, є достатньою.

В районах зі спекотним кліматом в архітектурно-планувальній організації приміщень варто передбачати з метою захисту від сонячної радіації відповідну орієнтацію по сторонах світу, наскрізне чи кутове провітрювання квартир, сонцезахисні архітектурні засоби у світлоприймальний пристрій літніх приміщень, озеленення. Доцільно використовувати будівельні матеріали огорожень з високими теплоізолювальними властивостями. Основним критерієм, що визначає об'ємно-планувальні параметри геліоспоруд, є співвідношення між площею поверхні геліоприймача й опалювальним обсягом, при якому забезпечується теплопостачання. Раціональна організація зимового саду-оранжереї, що примикає до південної стіни будинку, з зовнішнім огороженням у вигляді вітражу з подвійним заскленням; циркуляція повітря забезпечує комфортний вологий режим приміщення.

4.3 Системи сонячного енергопостачання житлових і суспільних будинків

Освоєння сонячної енергії в проектуванні і будівництві цивільних будинків здійснюється в двох аспектах: використання теплофізичних властивостей самого будинку для накопичення і збереження тепла; створення спеціальних технологічних пристроїв у межах будинку, що перетворюють енергію Сонця в теплову чи електричну.

Перший аспект відомий з найдавніших часів у народній традиційній архітектурі. Наприклад, у південному житлі свідомо розвиваються якості об'ємно-планувального і конструктивного рішення будинку з метою поліпшення його мікроклімату: влаштування масивних стін, плоского даху, групування приміщень навколо замкнутого внутрішнього двору.

Другий аспект одержав поширення в сучасному будівництві, обумовленому прискореним ростом науково-технічного прогресу на рівні високого розвитку інженерного устаткування будинків. Кожна із сонячних енергосистем, тобто сукупності пристроїв і елементів, що забезпечують потреби житлових і суспільних будинків в енергопостачанні, включає три основних елементи: приймач сонячного тепла (колектор), сховища тепла (акумулятори) і систему розподілу тепла всередині будинку.

Для перетворення сонячної енергії в теплову застосовують конструкції (геліоприймачів) із застосуванням скляних чи пластикових поверхонь, у яких використовується явище "парникового ефекту", тобто властивість скла затримувати теплове інфрачервоне випромінювання, тим самим підвищувати температуру всередині простору, що огорожується склом. Однак застосування тільки пасивних чи активних систем не завжди доцільне.

До числа компонентів цих систем відносяться: освітлення приміщень прямими сонячними променями; нагрівання води в резервуарах, що розташовані у верхній частині будинку; використання трубопроводів, прокладених по зовнішніх поверхнях стін, освітлюваних сонцем; використання систем, у яких акумулятором теплової енергії служить заповнення віконних прорізів, жалюзійні пристрої, зовнішні стіни будинку і покриття.

У пасивних системах колекторами й акумуляторами є зовнішні огороження будинків, що мають підвищену теплоємність (рис.4.2).

Перетворення сонячної енергії в теплову може бути здійснене безпосереднім обігрівом сонячними променями і накопиченням тепла в масивному зовнішньому огороженні, що акумулює це тепло і поступово повертає його в приміщення. До систем, що використовують безпосередній обігрів приміщень, відносяться традиційні типи сонцеприймачів: сонячні вікна, теплиці, оранжереї, ліхтарі верхнього світла.

Основними методами пасивного сонячного опалення широко розповсюдженими на практиці є: пряме сонячне нагрівання; метод заскленої масивної стіни; метод приєднаного сонячного простору.

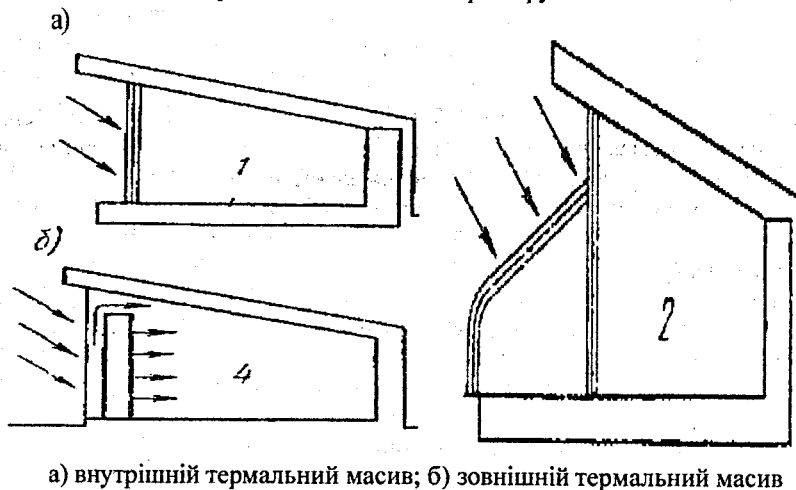


Рисунок 4.2 - Типи колекторів пасивних систем

Пряме сонячне нагрівання — простий і дешевий метод. Його раціонально здійснювати через великі віконні прорізи з подвійним чи потрійним заскленням; при цьому сонячні промені нагрівають стіни і підлогу приміщення; доцільна велика площа герметичної скляної поверхні вікна.

Метод приєднаного сонячного простору характеризується влаштуванням з південного фасаду будинку прибудови-солярію (оранжереї) із суцільним заскленням, що виконує роль акумулятора сонячного тепла, передачу якого в приміщення регулюють відкриванням дверей. Будинок може мати довільну орієнтацію при використанні інтер'єра з зимовим садом і верхнім світлом у покритті. Метод дуже теплоефективний. В результаті “парникового ефекту” температура за склом різко підвищується. Надлишкове тепло поглинається масою підлоги, стін, каміну — пасивних акумуляторів, що у нічний час віддають накопичене тепло в приміщення.

Активні енергосистеми. Активні системи використання енергії Сонця, які ще називають енергоактивними чи геліоконструкціями, з'єднують із зовнішніми огороженнями будинків. В активних сонячних опалювальних системах теплоносії перекачується насосом.

Конструктивне рішення геліоконструкцій може бути різним: нерегульованим чи з регульованим термічним опором і акумуляцією сонячної енергії.

Сонячний колектор, що включає у свій склад теплоелемент і теплоносій, призначений для безпосереднього сприйняття сонячних променів, а також передачі теплової енергії в акумулятор споживачу

Колектори можуть бути плоскі, трубчасті і фокусуєчі.

Трубчасті колектори виготовляють із труб: сталевих та алюмінієвих. Колектори поперемінно сприймають сонячну енергію протягом дня. Оптимальний кут нахилу визначають в залежності від широти місцевості і характеру сонячної радіації.

Для дифузійної радіації оптимальне положення колектора - горизонтальне, для прямої - кут нахилу приймається рівним широті місцевості плюс 10 - 15°. У курсовому проєкті кут може бути прийнятий від 45 до 70°. Практично площа колектора може дорівнювати половині площі підлоги будинку.

Найпростішим пристроєм концентрування служать плоскі дзеркала, розташовані під кутом до основного теплоприймача, як і всі інші типи відбивачів. Лінійні концентратори мають поверхню, що відбиває, вигнуту в одному напрямку. Випромінювання фокусується в рефлексній трубці, що покрита прозорою плівкою з метою зменшення тепловтрат. Теплоносієм є рідина, точка кипіння якої вище передбачуваної температури в колекторі. Сферичний концентратор має форму півсфери, у фокусі якої знаходиться поглинач. Рідина-теплоносій переносить тепло в акумулятор.

Для збереження тепла в активних системах використовують спеціальні ємності, де в якості матеріалів акумуляування використовують воду, бетон, гравій. Колектор, акумулятор і опалювальні приміщення зв'язують системою повітроводів чи трубопроводів. Водяні акумулятори звичайно застосовують у взаємодії з водяними чи рідинними колекторами, гравійні — з повітряними.

Експериментально застосовують хімічні акумулятори, що використовують "сховану теплоту" деяких хімічних речовин, що виділяється при їхньому переході з твердого в рідкий стан.

У будинку акумулятор звичайно займає частину підвалу чи підвального поверху з відповідною теплоізоляцією.

В геліобудинках застосовують гідравлічну і повітряну системи розподілу тепла в будинках. Повітряне опалення найбільш раціональне в низькотемпературних системах. Припливні отвори розміщують, як правило, у верхній частині приміщення, витяжні — внизу.

Гідравлічна система використовується при колекторах високої продуктивності. Вода надходить по трубах і радіаторах з водяних акумуляторів.

Принцип роботи системи тепlopостачання такий: від колектора теплоносій по трубах подається до акумулятора всередині будинку, що з однієї сторони з'єднується з ємністю домашнього гарячого водopостачання, з іншого боку — виводиться відпрацьований теплоносій у колектор.

5 ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖЕНЬ

5.1 Теплоізоляційні матеріали

Існує велика кількість теплоізоляційних матеріалів, до властивостей яких зазвичай висувають такі вимоги: низька теплопровідність; стійкість до коливань температур при експлуатації; однорідність властивостей; оптимальна щільність; низький рівень займання і вибухобезпечність; міцність при транспортуванні і укладанні; волого- і водостійкість; стійкість до атмосферної дії; стійкість до дії комах; хімічна стійкість; безпечність для людини.

Здатність утримувати повітря – одна із найбільш важливих характеристик теплоізоляційного матеріалу, оскільки повітря має низький рівень теплопровідності.

Таблиця 5.1

| Матеріал | Щільність, ρ (кг/м ³) | Теплопровідність, λ (Вт/м·К) |
|-----------------|--|--------------------------------------|
| Скловолокно | 100-150 | 0.045-0.060 |
| Мінеральна вата | 15-300 | 0.05 |
| Пінополістерол | 10-45 | 0.05 |
| Пінополіуретан | 20-80 | 0.036 |
| Деревина | 300-900 | 0.10-0.23 |
| Цегла | 980-2000 | 0.45-0.90 |
| Легкий бетон | 300 | 0.10 |
| | 600 | 0.20 |
| | 900 | 0.35 |
| Важкий бетон | 1000 | 0.38-0.60 |
| | 1500 | |
| | 2000 | 1.18 |
| | 2400 | 1.80 |

Пінополістирол виготовляється у вигляді плит або блоків різної щільності. Це горючий матеріал і, відповідно, він повинен бути захищений (наприклад, бетоном) зі всіх сторін.

Пінополістирол має гарні конструктивні характеристики, але ці характеристики зникають при температурі 80-90⁰С, а при температурі 100⁰С він плавиться. Матеріал водостійкий. При тривалій дії сонячного світла він набуває жовтого кольору і стає крихким.

Пінополіуретан виготовляють у формі листового матеріалу, плит і блоків. Він не гігроскопічний, легкий і хімічно стійкий. В якості піноутворювальних добавок використовують фреони.

Для виробництва пінополістироду і пінополіуретану витрати енергії значно вищі ніж при виробництві інших теплоізоляційних матеріалів.

Скловолокно – це матеріал, що характеризується незаймистістю і гарними конструктивними властивостями. Скловолокно паронепроникне, не вбирає вологу і тому є хорошим матеріалом для внутрішньої теплоізоляції стін, де потрібно перешкодити проникненню в конструкцію водяного пару. Скловолокно використовують для звукоізоляції.

Мінеральна вата складається з волокон гірських порід, шлаку або скла. Матеріал має гарні звукоізоляційні характеристики. Він пластичний і абсолютно не горить. Виготовляється в формі прошивних теплоізоляційних матів або плит, легко ріжеться на будь-які потрібні форми.

В якості плитного утеплювача для стінових панелей найбільшого розповсюдження в Україні отримав пінополістирол ПСБ-С щільністю 15-40 кг/м³ з коефіцієнтом теплопровідності 0,04-0,05 Вт/м·К. Істотним недоліком цього утеплювача є займистість, що потребує його спеціального вогнезахисту.

Вказаного недоліку не мають мінераловатні і базальтові плити і мати (щільність 50-125 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності 0,052-0,07 Вт/м·К), однак через екологічно шкідливе фсольне в'язуче, заборонено до використання в Україні, цей матеріал, який широко використовується в усьому світі, у нас при будівництві житлових будинків не використовується. В теперішній час на виробництвах будіндустрії України ведуться роботи із впровадження мінераловатних плит на екологічно чистому (бентонітовому) в'язучому.

Можуть знайти використання і інші, менш ефективні теплоізоляційні матеріали, що мають щільність до 200-300 кг/м³ і коефіцієнт теплопровідності до 0,10 Вт/м·К- перлітопластбетон, полістиролбетон, пеногіпс, склопор та інші, а також конструктивно-теплоізоляційні матеріали типу ячеїстого бетону щільністю до 400 кг/м³ з коефіцієнтом теплопровідності до 0,15 Вт/м·К.

В якості засипного утеплювача в колодязних кладках можуть використовуватися щебінь та пісок із спученого перліту щільністю до 200 кг/м³, а в горищних перекриттях – керамзитовий гравій щільністю до 300 кг/м³.

Для утеплення перекрить над підвалами (знизу) можуть використовуватися поліуретанові піни, при затвердінні яких утворюється шар утеплювача щільністю 20-50 кг/м³ з коефіцієнтом теплопровідності 0,03-0,05 Вт/м·К. Цікаві горизонти відкриває використання розробленого в Україні легкого заповнювача для бетонів,- "кремнезита" щільністю 200-300 кг/м³, і створеного на основі утеплювача "кремнепора".

5.2 Оптимальна товщина теплоізоляції

Під оптимальною товщиною теплоізоляції слід розуміти товщину, що дозволяє отримати максимально економічну енергію при мінімальних інвестиціях. Ця товщина залежить від кліматичних умов і теплотехнічних характеристик матеріалу, його ціни, трудомісткості його укладання і тарифів на його енергоносії. Залежність загальної вартості теплоізоляційної конструкції від її товщини носить нелінійний характер, оскільки трудомісткість укладання матеріалу залежить від площі конструкції, а вартість матеріалу – від його товщини. Таким чином, вартість укладання першого сантиметра ізоляції вища, ніж наступного.

Втрати енергії залежать від товщини ізоляційного матеріалу і кліматичних умов. Величина втрат енергії також має нелінійний характер. Оптимальна товщина теплоізоляції, з економічної точки зору, буде досягнута там, де сума витрат на енергію і на теплоізоляцію буде мінімальною.

При розробленні нових українських нормативів з опору теплопередач був прийнятий принцип енергетичної оптимізації, при якій досягався мінімум сумарних енерговитрат на виробництво виробів і на опалення приміщень за весь термін служби конструкції. Тому ті товщини теплоізоляції, які забезпечують нормативне значення опору теплопередачі, є оптимальними в наш час:

На теплоізоляційні якості конструкції крім товщини і властивостей утеплювача впливають теплопровідні включення, які можуть істотно зменшити приведені опір теплопередачі. Тому оптимальна товщина теплоізоляційного шару залежить від характеру теплопровідних включень.

Виходячи з такого розуміння оптимуму, при використанні в стінових конструкціях житлових і громадських будівель ефективних утеплювачів (пінополістирол і мінеральна вата) рекомендуються такі товщини теплоізоляційних стін: для виробів з ребрами жорсткості - $15 \div 20$ см; для виробів на гнучких зв'язках - $12 \div 16$ см; при зовнішньому утепленні - $10 \div 12$ см.

5.3 Способи теплоізоляції будівель

Стіни можуть бути теплоізолюваними всередині приміщень і ззовні будівлі.

Теплоізоляція стін всередині приміщень. Цей спосіб використовується переважно для старих будівель там, де фасад повинен бути збережений, де жильці зацікавлені в індивідуальних рішеннях.

Перевагами такого методу є відносно низькі витрати на виконання робіт, але при цьому можуть виникати такі проблеми:

- трубопроводи, які проходять по зовнішніх стінах, потрібно перемістити, щоб вода в них не замерзла;

- погіршаться умови експлуатації несучих стін, в яких можуть виникнути тріщини і деформації;
- перед влаштуванням теплоізоляції необхідно видалити із стін вологу;
- радіатори, які розташовані біля зовнішньої стіни, потрібно встановити на новому місці;
- електропроводка в зовнішніх стінах також повинна бути замінена;
- в конструкції стін буде утворюватись точка роси, що може призвести до значних пошкоджень, пов'язаних з конденсацією вологи;
- в стіновій конструкції утворюються теплопровідні включення.

Велика кількість недоліків проведення ізоляційних робіт всередині приміщень говорить про те, що не слід використовувати цей метод якщо є інші можливості.

Теплоізоляція стін зовні будівлі. Використовуючи цей метод, можливо зменшити існуючі в стінах теплопровідні включення і значно збільшити строк служби будівель. При цьому повністю зникають проблеми, пов'язані з конденсацією вологи, оскільки конструкція стіни залишається сухою.

Перед вкладанням зовнішньої теплоізоляції всі несучі елементи будівлі повинні бути обстежені, а існуючі пошкодження і тріщини усунуті.

Збірна вентиляційна теплоізоляція включає в себе такі елементи: теплоізоляція; кріплення; повітряний простір і зовнішній захисний шар.

Ізоляційний матеріал кріпиться до стіни дерев'яними або металевими деталями. Повітряний простір не дозволяє накопичуватися волозі в конструкції.

Теплоізоляція вкладається також біля вікон і дверей. Місця примикання торцевих стін, покрівлі і стиків панелей повинні бути теплоізолюваними для перешкодження утворення теплопровідних включень.

Недолік складеної вентиляційної теплоізоляції - важкість влаштування в місцях примикання вікон, покрівлі і інших елементів будівлі.

Суцільна теплоізоляція без пустот утворюється при наклеюванні ізоляційного матеріалу на стіну з наступним кріпленням захисного гіпсокартонного листа на теплоізоляційний матеріал по сітці. Такий метод не рекомендується для панельних будинків, де деформації в панелях можуть потягнути за собою утворення тріщин в теплоізоляційному матеріалі з наступним проникненням вологи і руйнуванням будівлі. Крім того, в захисному шарі внаслідок теплообміну можуть виникати напруження з утворенням тріщин, і в кінцевому результаті руйнування захисного шару, строк служби будівлі значно скоротиться.

Тришарові стінові панелі можуть бути з жорсткими і гнучкими зв'язками шарів. Наявність жорстких зв'язок і ребер із залізобетону приводить до зниження коефіцієнта теплотехнічної однорідності

панельних стін до 0,4-0,7, за рахунок чого на таку ж величину знижується їх приведений опір теплопередачі і збільшуються тепловтрати. Підвищити коефіцієнт теплотехнічної однорідності до 0,75-0,95 можливо в панелях на гнучких зв'язках, що виготовляються із нержавіючої сталі, яка є в Україні дефіцитним матеріалом, що має високу вартість.

Щоб зменшити площу теплопровідних включень, конструктивні ребра роблять переривчастими. Такі зв'язки називаються дискретними.

Товщина ізоляційного шару залежить від конструктивного рішення панелі.

Для покращення теплоізоляційних властивостей стінових панелей необхідно вкладати теплоізоляцію двома шарами із швами, які взаємно чергуються, з метою виключення затікання бетону між швами плит.

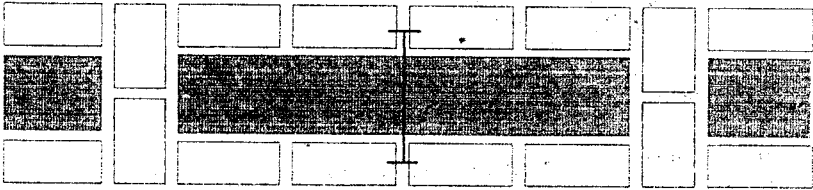
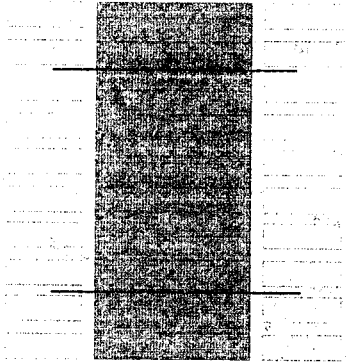
Зовнішні стіни, виконані з традиційної цегляної кладки, мають дуже низький опір теплопередачі. При використанні колодязної цегляної кладки забезпечується більш висока теплова ефективність (рис.5.1).

В цьому випадку стіна складається із двох поздовжніх стінок з мінімальною товщиною $\frac{1}{2}$ цеглини кожна, розташованих на відстані 14-27см і з'єднаних між собою через 65-120см цегляними ребрами, жорсткими або гнучкими зв'язками. Простір між поздовжніми стінками заповнюється ефективним утеплювачем: пінополістиролом, мінеральною ватою, перлітопластбетоном щільністю $100..200 \text{ кг/м}^3$, щебенем і піском із спученого перліту з щільністю $100-200 \text{ кг/м}^3$, керамзитовим гравієм із щільністю $200-300 \text{ кг/м}^3$. Для передбачення усадки утеплювача через 50-100см по висоті влаштовують горизонтальні діафрагми із армованого цементно-піщаного розчину або рядів цегли.

При зведенні зовнішніх стін будівлі з монолітного залізобетону для підвищення теплоізоляційних якостей - огорожень повинні використовуватися ефективні утеплювачі і облицювання з різних матеріалів (рис.5.2). Відсутність стиків і бетонних ребер в конструкції стін монолітних будівель може істотно покращити теплоізоляційні якості монолітних огорожень. З теплотехнічної точки зору, найбільш перспективні - багатшарові конструкції з монолітним несучим шаром з бетону і утеплювача, розташованих з зовнішньої або внутрішньої сторони, або з несучими шарами з бетону і засипкою або заливанням між ними утеплювача.

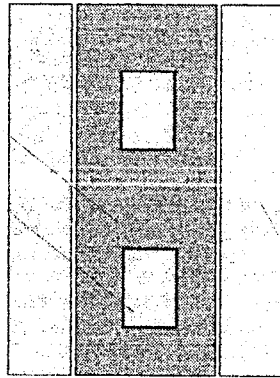
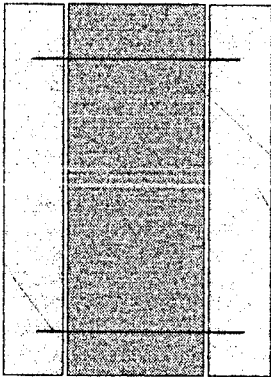
Ізоляція покриттів і підвалів. Плоскі сумішені покрівлі характеризуються тим, що між існуючою ізоляцією і покрівлею немає ніякої повітряної порожнини. Ізолувати покриття з внутрішньої сторони не рекомендується. Краще вкладати полістирольні плити безпосередньо на існуючий гідроізоляційний шар покрівлі з влаштуванням вирівнювального шару з гравію товщиною не менше товщини шару полістиролу.

Плоскі вентилязовані покрівлі характерні тим, що між існуючими шарами теплоізоляції і гідроізоляції є порожнини, які вентилуються, а всередині конструкції покриття є пароізоляційний шар. Для влаштування



1 – стіна; 2- теплоізоляція; 3 – зв'язки

Рисунок 5.1 – Схема теплоізоляції цегляних стін



1 – монолітний залізобетон; 2- теплоізоляція; 3 – зв'язки; 4- облицювання

Рисунок 5.2 – Схема теплоізоляції бетонних стін

додадкової теплоізоляції необхідно видалити існуючу пароізоляцію, а потім вкласти шар утеплювача і новий пароізоляційний шар.

Скатні покрівлі утеплюються мінераловатними плитами, вкладеними між дерев'яними балками з влаштуванням пароізоляційного шару з внутрішньої сторони (рис.5.3).

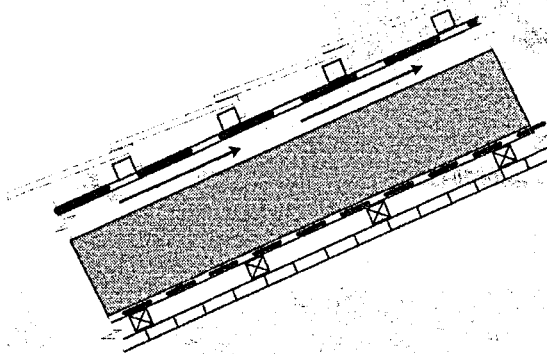


Рисунок 5.3 – Схема теплоізоляції скатної покрівлі

Ізоляція підвалів. Для запобігання великих тепловтрат через підвал будинку необхідно теплоізулювати стелю підвального приміщення, або продовжити теплоізоляцію зовнішніх стін на глибину не менше, ніж на 50 см нижче відмостки.

Покращення теплозахисних якостей вікон і дверей. Втрати тепла через вікна можна розділити на трансмісійні і вентиляційні. Трансмісійні втрати через засклення в 4-6 разів вище ніж через стіни. Крім того в місцях примикання віконних рам до стіни часто виникають теплопровідні вклучення. Вентиляційні втрати також можуть бути дуже великі, якщо вікна не ущільнені або тоді, коли вони використовуються для тривалого провітрювання. При двошаровому заскленні трансмісійні втрати через вікна знижуються. В наш час є скло з коефіцієнтом теплопередачі біля $1.2 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$, однак роботи в цьому напрямку ще знаходяться в стадії розвитку.

Ущільнення вікон (спінені матеріали, стрічка і вітош) може значно знизити вентиляційні втрати, а для усунення теплопровідних вклучень необхідно відремонтувати або замінити ізоляційний матеріал між рамою і стіною (рис.5.4).

Заміна конструкції вікон на більш прогресивні типи дозволяють не лише зменшити тепловтрати, але й позбавитись протягів, підвищуючи рівень комфортності, що дозволить знизити температуру всередині приміщення. Після ретельного ізолювання вікон збільшиться необхідність в достатньому провітрюванні приміщення. Решітка, встановлена під вікном, забезпечить потрібний повітрообмін і дозволить знизити вологість

повітря, а в результаті правильно організованої вентиляції тепловтрати зменшаться.

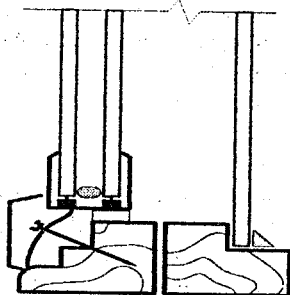


Рисунок 5.4 – Схема уцілення вікон

Теплоізулювати горишне перекриття можливо насипним або плитним утепленням по поверхні панелі або заповненням пустот багатопустотних панелей. Пустоти найкраще заповнювати насипним пінополістиролом.

В якості плитного утеплювача по поверхні панелі можна використовувати пінополістирол, мінераловатні і скловолокнисті мати і плити. Поверх плитного утеплювача влаштовується запобіжна стяжка.

В якості насипного утеплювача рекомендується керамзитовий ґравій щільністю 300 кг/м^3 з товщиною шару 200-250мм. Сипучі утеплювачі необхідно рихлити один раз в п'ять років. У зовнішніх стін шар утеплювача повинен бути товщим. Утеплення перекриття над підвалом виконується, як правило, зі сторони підвалу і передбачає влаштування захисного підтримувального шару, який утримує утеплювач у дотику до плити перекриття. Цей шар в свою чергу кріпиться до панелі перекриття металевими клямерами, рейками, пластинами або сіткою (рис.5.5).

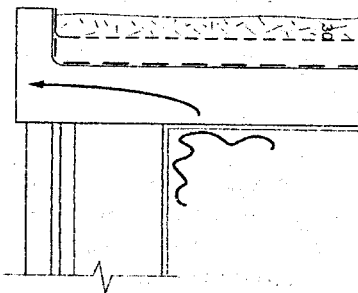


Рисунок 5.5 – Схема теплоізоляції горишнього перекриття

Для збільшення теплозахисних якостей вікон слід, перш за все, збільшити теплоізоляційні якості засклення. Це можна зробити, наприклад, за рахунок збільшення повітряних прошарків. Відомо, що опір теплопередачі вікон з одинарним заскленням складає $0,16-0,20 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, а з подвійним заскленням $0,32-0,38 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, з потрійним заскленням $0,46-0,60 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Вікна з потрійним заскленням мають високі теплозахисні якості, однак використовуються рідко, оскільки вони пропускають світла на 22% менше, і для забезпечення необхідної освітленості доводиться збільшувати площу вікон, що знижує теплоізоляційний ефект потрійного засклення. Крім того, в таких вікнах витрачається на 40% більше деревини, а мити їх дуже незручно.

При утепленні вікон існуючих будинків може бути рекомендовано установка склопакета замість внутрішнього скла без заміни віконної рами. Спеціальна конструкція склопакета і пластикової рами дозволяє виконувати цю операцію оперативно і без великих витрат. Теплоізоляційні якості склопластиків можна збільшити приблизно на 10-15% шляхом заповнення простору між склом газом або сумішшю газів з меншою ніж у повітря теплопровідністю і здатністю до конвекції (аргон, вуглекислий газ).

Більш істотно можна збільшити теплоізоляційну здатність склопакетів шляхом нанесення на скло тепловідбивального покриття, яке прозоре для видимого світла, але в той же час має високий коефіцієнт відбиття в інфрачервоному діапазоні випромінювання, що є основним компонентом теплових втрат. Тепловідбивальні покриття можуть наноситися як на саме скло, так і на плівкові підкладки, які потім наклеюються на скло або вставляються всередину склопакета. Для захисту покриття від зовнішніх факторів їх розташовують, як правило, в склопакетах зі сторони повітряного прошарку.

Комбінація різних способів підвищення теплозахисту може істотно підвищити теплозахисні якості склопакетів.

Таблиця 5.2 - Порівняння різних варіантів ефективних склопакетів

| Типи засклення | Опір теплопередачі, $\text{м}^2\text{К/Вт}$ |
|--|---|
| Однокамерний склопакет зі звичайного скла | 0,35 |
| Те ж, із заповненням газами | 0,42 |
| Однокамерний склопакет з відбивальним покриттям на склі | 0,54 |
| Те ж, із заповненням газами | 0,69 |
| Двокамерний склопакет | 0,5 |
| Те ж, з тепловідбивальним покриттям | 0,76 |
| Те ж, з тепловідбивальним покриттям і заповненням газами | більше 1,0 |

Теплопровідні включення і стики. Теплопровідні включення являють собою ділянки огорожувальних конструкцій будівлі, через які відбуваються тепловтрати з відносно більш високою інтенсивністю, що сприяє підвищеному використанню енергії. Теплопровідні включення сприяють пошкодженню конструкцій будівлі.

В кутах зовнішніх стін зниження температури їх поверхні обумовлено тим, що площа цієї поверхні всередині менша, ніж зовні, тому в цих місцях буде більша втрата тепла, а при недостатній вентиляції існує небезпека конденсації вологи.

У випадку, коли будь-який матеріал зовнішнього огороження примикає до матеріалу з іншим коефіцієнтом теплопередачі, тепло втрачається переважно через матеріал, який має більший коефіцієнт теплопередачі.

Зниження теплоізоляційних якостей конструкції в стикових з'єднаннях викликано такими основними причинами: заповнення стиків теплопровідним цементним розчином і бетоном; наявність в стиках бетонних ребер; теплопровідність плит балконів і лоджій, що виступають зовні; повітропроникність стиків.

Вплив цих факторів може більше ніж на 10% збільшити тепловтрати будівлі. Щоб не допустити цього, використовують теплоізолюючі вкладиші з плитних утеплювачів (полістирол, мінеральна вата) товщиною 40-80 мм.

Для зменшення повітропроникності стиків використовують пружні герметизуючі прокладки (бутапор, вілатерм та інші), а також герметизуючі мастики (гермобутил) і клейову ізоляцію.

Останнім часом все більшого розповсюдження набув захист стиків поліуретановими пінами різних закордонних фірм. Особливо добре ці піни проявляють себе при герметизації швів між стіною і віконною коробкою.

Для врахування теплопровідних включень введений коефіцієнт технічної однорідності виробів, який визначає зниження приведенного опору теплопередачі виробу, за рахунок теплопровідних включень порівняно з опором теплопередачі конструкції поза зоною їх впливу.

Таблиця 5.3 - Коефіцієнт технічної однорідності виробів

| Вид стін і матеріали, які використовуються | Коефіцієнт технічної однорідності |
|---|-----------------------------------|
| Тришарові залізобетонні панелі з ефективним утеплювачем і гнучкими зв'язками | 0,75-0,85 |
| Те ж, з залізобетонними шпонками або ребрами з керамзитобетону | 0,70-0,80 |
| Те ж, з залізобетонними ребрами | 0,50-0,65 |
| Тришарові металеві панелі з утеплювачем з пінопласту без облямівки в зоні стику | 0,85-0,95 |
| Те ж, з облямівками в зоні стику | 0,65-0,80 |

Для зменшення негативного впливу включень на теплозахисні якості огорожень рекомендується: по можливості зменшувати площу теплопровідних включень; виконувати їх з матеріалів з якомога меншою щільністю; переходити на конструкції виробів з гнучкими зв'язками; утеплювати стіни з зовнішньої сторони будинку.

Стики панелей в збірних будинках часто є причиною додаткових тепловтрат. Іноді вони більш широкі ніж це було запроектовано. В старих будинках стики виконувались з розчину, в той час коли в більш нових будинках використовується матеріал на основі резини. При додатковій теплоізоляції стін ззовні будівлі тепловтрати через стики можна значно зменшити (рис.5.6).

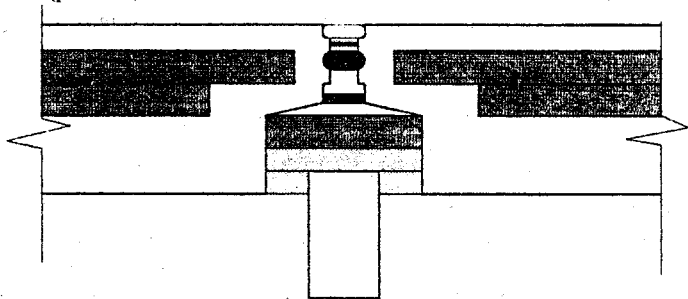


Рисунок 5.6 – Схема влаштування стиків панелей

Конденсація вологи. В вологих приміщеннях можлива конденсація пару на холодних поверхнях. У звичайному житлі щоденно випаровується 10-20 літрів води. При недостатній вентиляції волога конденсується всередині захисних конструкцій або на їх внутрішній поверхні, якщо ці поверхні мають низьку температуру. При конденсації вологи в матеріалі теплоізоляції ефект буде знижений. Конденсація вологи в бетоні може призвести до корозії арматури або пошкоджень при заморожуванні.

Конденсація на внутрішній поверхні огорожень. При обстеженні великопанельних будинків, побудованих в Україні, встановлено, що найчастіше волога випадає: у внутрішніх кутах зовнішніх стін; на поверхні стін, всередині яких є теплопровідні включення; на поверхні нижньої частини стін перших поверхів при недостатньому утепленні цоколя; в місцях примикання плит балконів і лоджій; на поверхні верхньої частини стін останнього поверху при недостатньому утепленні горіщого перекриття по периметру;

В процесі будівництва або реконструкції будівель для усунення випадання конденсату необхідно використовувати більш легкі матеріали, з яких виконуються конструктивні зв'язки в багатошарових огороженнях, додаткове утеплення стиків. Радикальним засобом усунення випадання конденсату в існуючих будинках є теплоізоляція зовнішньої поверхні стін.

Конденсація в товщі конструкції. Зустрічаючи на своєму шляху холодні поверхні, пар може конденсуватися всередині стіни.

В кліматичних умовах України конденсація вологи всередині огорожень можлива лише в зимові місяці, а в теплий час року волога випаровується. Тому конденсація небезпечна лише тоді, коли волога випадає в такій кількості, що теплозахисні якості утеплювача помітно знижуються. Це відбувається, якщо зимою вологи випадає більше, ніж випаровується літом, і з року в рік відбувається постійне вологонакопичення. Тому захисні конструкції, особливо багат шарові стіни, повинні у відповідності з нормами проектування розраховуватись на паропроникність.

При ущільненні вікон важливо забезпечити вентиляцію, щоб не виникло проблем, пов'язаних з конденсацією.

Деталі ізоляційних конструкцій. Помітну дію на споживання енергії будівлею робить виконання окремих деталей конструкції. Велику роль відіграє не лише вірна теплоізоляція будівлі, але і герметичність захисної конструкції.

Особливості визначення теплових втрат. Теплові втрати через матеріал огорожень будівлі характеризуються величиною коефіцієнта теплопередачі огороження (K або U ; Вт/м²К), яка характеризує тепловий потік, що проходить через 1 м² огороження при різниці температур в один градус, а термічний опір огороження R , м²К/Вт, є оберненою величиною по відношенню до коефіцієнта теплопередачі K . Чим більший коефіцієнт теплопередачі огороження, тим більші втрати тепла через його поверхню, а високе значення величини термічного опору говорить про хорошу теплоізоляцію.

Тепловтрати через огороження розраховують, помноживши величину K на площу поверхні огороження і на різницю температур повітря, яке знаходиться по різні його боки. Ця різниця міниться протягом опалювального сезону. Будівельними нормами для кожного географічного пункту визначена розрахункова температура зовнішнього повітря, яку використовують для розрахунку максимальної годинної витрати тепла в найхолодніший час зими.

Для визначення потреби енергії за весь опалювальний сезон необхідно знати середню за цей сезон температуру зовнішнього повітря і кількість днів, протягом яких необхідно опалювати приміщення. Якщо перемножити ці дві величини, то отримаємо характеристику клімату місцевості, яка називається кількістю градусо-днів (DD) опалювального періоду.

Можливо отримати наближену картину, маючи лише дані по середній за опалювальний сезон температурі зовнішнього повітря, які є в кліматичних довідниках. При цьому за базову приймається температура 18°C.

Кількість градусо-днів розраховують лише для тих періодів року, коли температура зовнішнього повітря нижча 18°C . За місяць (30 днів) із середньою температурою зовнішнього повітря $+7^{\circ}\text{C}$ кількість градусо-днів складає $(18-7)^{\circ}\text{C} \times 30 \text{ днів} = 330 \text{ градусо-днів}$, а тепловтрати Q одного квадратного метра стіни за місяць складуть:

$$Q_{\text{місяць}} = (DD_{\text{місяць}} \times K \times 24) / 1000 \quad (1)$$

При коефіцієнті теплопередачі $1,0 \text{ Вт/м}^2\text{-К}$ це дасть величину теплових втрат з одного квадратного метра стіни за місяць:

$$330 \times 1,0 \times 24 / 1000 = 7,92 \text{ кВт-г/м}^2$$

Таким чином визначають річні витрати теплової енергії в результаті тепловтрат через захисні конструкції.

5.4 Економічне оцінювання

Інвестиційні витрати на підвищення енергетичної ефективності будівель можна розділити на первинні і поточні витрати.

Первинні витрати – це вартість проектних робіт, закупка матеріалів, монтаж і пусканалагоджувальні роботи.

Поточні витрати – це експлуатаційні витрати на укладену теплоізоляцію.

В деяких випадках поточні витрати можуть перевищувати первинні, і тому важливо виконати оцінювання цих витрат вже на стадії проектування.

Отримана економія також може бути розділена на річну економію енергії, пов'язану з цінами на енергоносії, і на економію поточкових експлуатаційних витрат.

Найбільш простим способом оцінювання інвестицій в енергозберігаючих заходах є строк їх окупності, що вказує на період часу, за який інвестиції будуть повернені. Для визначення строку окупності загальна сума інвестицій ділиться на загальну річну економію.

Цей спосіб не враховує відсоток інфляції, зміну цін на енергоносії, збільшення строку служби будівлі і інші переваги такого роду інвестицій.

Економічна ефективність переходу до захисних конструкцій, виконаних за новими нормативами опору теплопередачі, оцінена на прикладі житлового будинку серії 96 – одна із найрозповсюдженіших в Україні. В будівлі замінені одношарові керамзитобетонні зовнішні стінові панелі на тришарові, вікна з подвійним заскленням замінені на потрійне засклення, збільшений теплозахист горіщного перекриття і перекриття над підвалом. При цьому опір теплопередачі всіх захисних конструкцій істотно збільшено (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 - Опір теплопередачі, м²К/Вт огорожень будівлі

| Огородження | До реконструкції | Після реконструкції |
|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Вікна | 0,42 | 0,50 |
| Стіни | 0,83 | 2,5 |
| Горишне перекриття | 1,15 | 2,7 |
| Перекриття над техпід- піллям | 0,92 | 2,3 |

Теплова потужність системи опалення 9-поверхового 143-квартирного житлового будинку загальною площею 7760 м² при розрахунковій зовнішній температурі – 22⁰С до реконструкції складала 684,9 кВт, а після утеплення огорожень 434,4 кВт. При цьому річні втрати теплової енергії до і після реконструкції характеризуються величинами, наведеними в таблиці (табл.5.5).

Таблиця 5.5 - Результати розрахунку річної економії теплоти, кВт×г/рік, від підвищення теплозахисних якостей зовнішніх огорожень

| Огородження | Втрати теплоти, кВт×г/рік | | Економія |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| | До реконструкції | Після реконструкції | |
| Вікна | 308600 | 259200 | 49400 |
| Стіни | 580000 | 192500 | 387500 |
| Горишне перекриття | 88600 | 37700 | 50900 |
| Перекриття над техпідпіллям | 44300 | 17700 | 26600 |
| Всього | 1021500 | 507100 | 514400 |
| Втрати на вентиляцію | 447600 | 447600 | - |
| Всього | 1469100 (100%) | 954700 (64,9%) | 514400 (35,1%) |

В таблиці 5.6 наведено оцінювання (в доларах США) подорожчання будівлі, пов'язаного з утепленням захисних конструкцій.

Таблиця 5.6 - Оцінювання подорожчання утепленого в процесі будівництва житлового будинку

| Огородження | Відносне подорожчання, US \$/м ² | Площа, м ² | Подорожчання, US \$/м ² |
|--------------------------------|---|-----------------------|------------------------------------|
| Вікна | 20 | 1400 | 28000 |
| Стіни | 7 | 5200 | 36400 |
| Горишне перекриття | 2 | 1100 | 4400 |
| Перекриття над техпідпіллям | 6 | 1100 | 6600 |
| Всього | | | 75400 |

Таким чином, період окупності витрат на утеплення житлового будинку оцінюється в $75400/6440=11,7$ року.

5.5 Системи регулювання

Задачею будь-якої регульованої системи є підтримання постійного будь-якого фізичного параметра або його зміни у відповідності до існуючої програми. В системах опалення цими параметрами зазвичай є температура всередині приміщення і температура теплоносія. Подача тепла корегується у відповідності з потребами, при цьому використовується лише така кількість тепла, яка потрібна для створення сприятливого клімату всередині приміщення.

На рис.5.7 відображений принцип роботи системи регулювання. Для підтримки бажаної кімнатної температури, користувач регулює вручну теплове навантаження радіатора за допомогою терморегулятора.

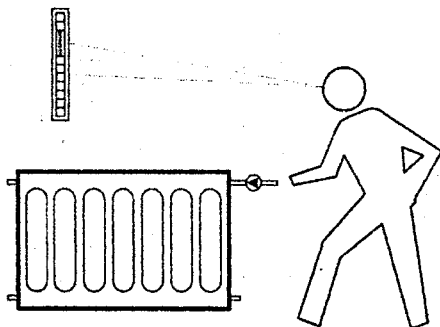


Рисунок 5.7 – Схема ручного регулювання температури

Можливість регулювання теплового навантаження дуже потрібне, так як потреба в теплі в приміщенні постійно змінюється в залежності від погодних умов і потреб користувача. Зазвичай замість ручного управління використовується автоматичне управління (рис.5.8). На теплове навантаження здійснюють вплив теплові витрати і теплопостачання. Величина тепловитрат залежить від стану захисних конструкцій будівлі і від різниці температур зовнішнього повітря і повітря приміщення. Теплопостачання включає в себе сонячне тепло, а також тепло від джерел світла або іншого обладнання і людей. Порівнюючи величину бажаної кімнатної температури з фактичною, при її регулюванні можливо цю різницю температур звести до мінімуму.

Область застосування різних систем регулювання. В країнах Центральної і Східної Європи широко використовуються системи

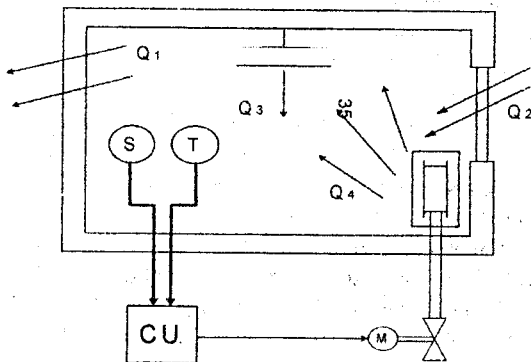


Рисунок 5.8 – Схема автоматичного регулювання температури

централізованого теплопостачання поряд з системами центрального опалення будівель з вбудованими котельнями.

В системах централізованого теплопостачання теплове навантаження регулюється централізовано, на джерелі теплопостачання або на центральному тепловому пункті в залежності від температури зовнішнього повітря шляхом зміни температури теплоносія. При такому регулюванні неможливо врахувати індивідуальні вимоги користувачів, пов'язані, наприклад, з особливими властивостями огорожуючих конструкцій або бажанням мати свій мікроклімат.

Центральні системи опалення будівлі з вбудованою котельнею зазвичай оснащені лише засобами ручного регулювання. Ефективність цих засобів обмежена через те, що пожильці рідко ними користуються. Модернізація систем з установленням засобів автоматичного регулювання дозволить зменшити витрати палива в котельні.

Можливості регулювання температури всередині приміщення пожильцями обмежені кранами, встановленими на радіаторах, а у випадках з конвекторами – регульовальними засувками. В більшості випадків ці пристрої або відсутні, або не працюють. Зокрема, однотрубні системи не завжди оснащені кранами, що приводить до перегріву приміщень, єдиний спосіб пониження температури – це відкривання вікон.

Оснастивши радіатор автоматичним регулятором, можливо підтримувати бажану температуру з використанням теплонадходжень.

Вартість і рівень трудовитрат при такій модернізації більшою мірою залежить від конструкції системи опалення. Для вертикальної однотрубною системи ці витрати будуть більшими, ніж двотрубною.

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

При модернізації системи опалення засобами регулювання рекомендується проводити автоматизацію системи гарячого

водопостачання, яка включає в себе обмеження температури води і управління циркуляційним насосом.

Сучасні пристрої для регулювання систем опалення і гарячого водопостачання, встановлені в котельнях або на тепловому пункті системи централізованого теплопостачання, зазвичай об'єднуються в одному регуляторі, який включає в себе накопичувач даних (напр., вибір температурного графіка, заданої температури в приміщеннях), програми включення і відключення обладнання за часом, записом параметрів вимірювання (наприклад температури) і програмою введення команд (управління вентилями, насосами), виконаних мікропроцесорами.

В цілому, ефективна система управління складатиметься з двох елементів: центральне управління в котельні або тепловому пункті; індивідуальні радіаторні засоби регулювання. Таблиця 5.7 може використовуватись як допоміжний засіб з користування різними типами регулювального обладнання для систем опалення.

Таблиця 5.7 - Порівняння регулювального обладнання для систем опалення житлових будинків

| Регулювальне обладнання | Забезпечення баланують температурою всередині приміщ. | Використання теплонакопичувачів в приміщенні | Зниження втрат при розподіленні тепла | Зниження температури в нічний час | Область використання |
|--|---|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Ручне регулювання | -- | -- | -- | - | не рекомендується |
| Ручне регулювання температури теплоносія на тепловому пункті або в котельні плюс радіаторні терморегулятори | + | + | - | - | використовується тільки для невеликих систем опалення при умові, що користувачі регулярно користуються терморегуляторами |
| Автоматичне регулювання температури теплоносія на тепловому пункті або в котельні в залежності від погодних умов плюс додаткове ручне регулювання радіаторними кранами (при умові, що споживачі регулярно ними користуються) | - | - | + | ++ | використовується у випадках, коли теплонакопичувачі сонячне і від внутрішніх джерел не здійснюють суттєвого впливу на теплове навантаження приміщень |

Продовження таблиці 5.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---------------|----|----|-----------------|---|
| Автоматичне регулювання температури теплоносія на тепловому пункті або в котельні в залежності від погодніх умов з коригуванням за температурою приміщення плюс ручне регулювання радіаторними кранами (при умові, що користувачі регулярно ними користуються) | + | - | ++ | ++ | рекомендується для невеликих систем опалення з незначними відхиленнями за тепловим навантаженням різних приміщень |
| Автоматичне регулювання температури теплоносія на тепловому пункті або в котельні в залежності від погодніх умов плюс регулювання радіаторними терморегуляторами | + | ++ | ++ | ++ | рекомендується як стандартна система для житлових будинків |
| Автоматичне регулювання температури теплоносія в залежності від погодніх умов з коригуванням за температурою приміщення плюс регулювання радіаторними терморегуляторами | ++ | ++ | ++ | ++ | високоякісна система регулювання, рекомендується для всіх типів житлових будинків |
| Центральне регулювання температури всередині приміщення плюс регулювання радіаторними терморегуляторами | ++ | ++ | ++ | ++ | рекомендується лише для квартирних систем опалення і для односімейних будинків |
| Ключ: | ++ дуже добре | | | - задовільно | |
| | + добре | | | -- незадовільно | |

Центральне регулювання. Перевагами центрального регулювання є: зменшення витрат при розподіленні тепла; підвищення ефективності роботи радіаторних терморегуляторів; зменшення часу роботи системи опалення з урахуванням фактичних потреб.

Зменшення витрат при розподіленні тепла досягається шляхом зниження температури теплоносія в трубопроводах, яка регулюється в

залежності від фактичного теплового навантаження будівлі з врахуванням температури зовнішнього повітря і теплозахисних характеристик будівлі.

Додаткова економія може бути отримана в результаті зниження температури приміщення шляхом зменшення температури теплоносія або відключення котла в період пониження теплоспоживання, наприклад, в нічний час. Якщо немає небезпеки заморозжування системою, ефективність роботи системи опалення може бути підвищена шляхом відключення палинкових пристроїв в ці періоди часу. Центральне регулювання забезпечує ефективність роботи пристроїв індивідуального регулювання, виконуючи попереднє більш грубе регулювання з наступним більш точним корегуванням радіаторними терморегуляторами, діапазон індивідуального регулювання яких, таким чином, зменшується. Функції центрального регулювання виконує блок центрального регулювання.

За допомогою блока центрального регулювання можна отримати додаткову економію. Наприклад, при необхідності він може виконувати функцію управління роботою циркуляційного насоса і, тим самим, економити електроенергію шляхом відключення насоса в періоди зниження теплового навантаження. Необхідними елементами центрального регулювання є: регулювання температури теплоносія в залежності від погодних умов; зниження температури теплоносія або відключення системи в ті періоди часу, коли вона не потрібна (наприклад, вночі).

Існує два типи регульовальних пристроїв для зміни температури теплоносія в системі центрального опалення.

Перший спосіб полягає в тому, що температура води на виході із котла підтримується на постійному рівні, а температура води в трубопроводі системи опалення регулюється підмішуванням води із зворотного трубопроводу. Для підтримки постійної температури води на виході із котла необхідно забезпечити відповідне управління роботою палинників.

Другим способом є зміна температури води на виході із котла при безпосередньому управлінні роботою палинників. В цьому випадку включення, відключення і безперервний контроль роботи палинників здійснюється в залежності від температури зовнішнього повітря. Для реалізації цього способу необхідна спеціальна конструкція котла, однак при цьому можна отримати додаткову економію. Цей спосіб використовується для низькотемпературних котлів, що можуть працювати при низькій температурі теплоносія. В цих котлах температура газів що відходять, не опускається нижче температури роси, якщо непередбачений захист від корозії внаслідок дії конденсата, що випадає з продуктів згорання. Такий тип управління дозволяє підвищити ефективність роботи котла за рахунок зменшення часу його холостої роботи і втрат теплової енергії внаслідок зупинки котла. Таким чином, другий спосіб дозволяє отримати більшу економію порівняно з першим.

При регулюванні у відповідності з погодними умовами на теплових пунктах систем централізованого теплопостачання в якості виконавчого механізму використовуються регулювальні клапани або елеватори.

Регулювальні клапани можуть використовуватися як в системах з залежним, так і з незалежним приєднанням до теплової мережі. Подача теплової енергії корегується в залежності від фактичного теплового навантаження на тепловому пункті шляхом зміни витрат теплоносія в системі централізованого теплопостачання.

Регулювання за допомогою елеватора використовується лише в системах із залежним приєднанням до теплової мережі без теплообмінників, тобто там, де вода системи централізованого теплопостачання надходить безпосередньо в трубопровід будівлі.

За допомогою елеватора зворотна вода змішується з водою трубопроводу по якому вона подається в систему опалення (для отримання необхідної температури теплоносія). Крім того, вода в системі опалення будівлі циркулює за рахунок різниці тиску в трубопроводах системи централізованого постачання, і необхідність в додатковому циркуляційному насосі відпадає.

Майже всі опалювальні системи житлових і громадських будівель, збудованих в Україні протягом останніх десятиліть, приєднані до системи централізованого теплопостачання, в якій центральне якісне регулювання повинно забезпечуватись на джерелі теплопостачання.

Було б правильно підтримувати температуру теплоносія на потрібному рівні саме на джерелі, однак і раніше реальний температурний графік теплової мережі помітно відрізнявся від теоретичного.

В наш час температурний графік практично не витримується. В 1994 році верхня зрізка опалювального графіка Київської теплової мережі у зв'язку з дефіцитом палива була директивно встановлена на рівні 95°C , а фактична температура води в трубопроводі теплової мережі за зиму 1994-1995 років не перевищувала 85°C .

Центральне регулювання за температурою приміщення
Центральне регулювання за температурою приміщення дозволяє регулювати температуру теплоносія в залежності від кімнатної температури в одному з приміщень будівлі. При цьому в якості регулювального органу може використовуватись палиник котла або змішувальний клапан на трубопроводах.

Регулювання палиника котла проводиться в залежності від теплового навантаження контрольного приміщення (рис.5.9), зазвичай це вітальня.

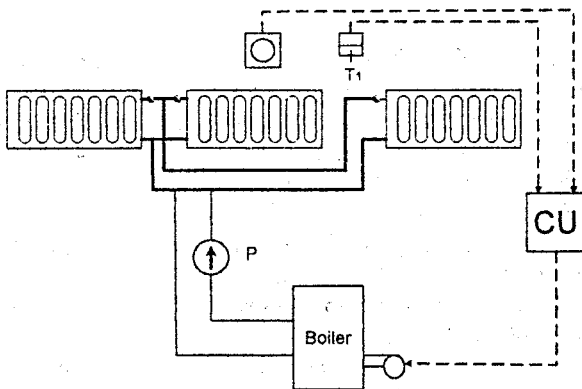


Рисунок 5.9 – Схема регулювання за температурою приміщення

Кімнатний термостатичний регулятор влючас, відключас або безперервно контролює роботу пальника в залежності від температури, вимірної в контрольній кімнаті. Значення бажаної температури встановлюється на термостаті. Якщо температура в кімнаті падає нижче встановленої, вмикається пальник, і навпаки, якщо вона підвищується, то пальник вимикається. Це означає, що опалення інших кімнат регулюється в залежності від температури всередині контрольного приміщення. Бажано, щоб вони були оснащені радіаторними терморегуляторами або, хоча б, ручними кранами для використання теплонадходжень і компенсації різниць від контрольного приміщення. Температура води в котлі рівна температурі теплоносія, яка зазвичай міняється в межах від 40 до 75 °С.

Такий відносно легкий спосіб регулювання зазвичай використовують для систем опалення односімейних будинків або для квартирних систем опалення, в яких зазвичай використовують малогабаритні газові котли, що займають небагато місця в квартирі. Часто ці котли використовуються і для гарячого водопостачання. Управління роботою пальника може проводитися лише для низькотемпературних котлів, в яких не має автоматики для підтримання мінімальної температури води.

При використанні змішувального клапана в якості регулювального органу (рис.5.10) температура теплоносія регулюється в залежності від температури контрольного приміщення, однак, на відміну від попереднього прикладу, котел працює при постійній температурі води, наприклад 75°С. Температура теплоносія в системі опалення постійно регулюється змішувальним вентилям, який змішує зворотну воду з водою від котла для отримання необхідної температури теплоносія.

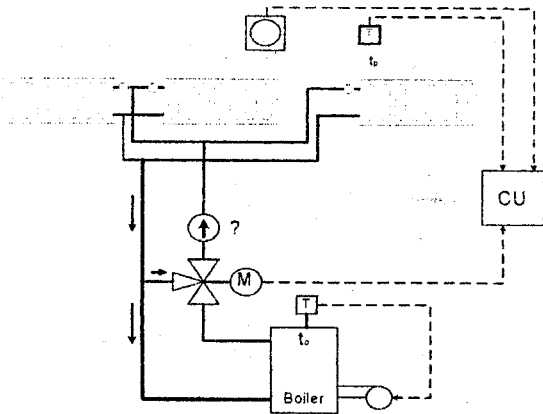


Рисунок 5.10 – Схема регулювання при використанні змішувального клапана в якості регулювального органу

Область застосування схеми – та ж, що й в попередньому прикладі, однак вона може використовуватись і для звичайних котлів, в яких повинна підтримуватись мінімальна температура води для перешкодження корозії. Постійна температура води на виході з котла підтримується при влаштуванні додаткового вузла регулювання.

Регулювання температури приміщень в залежності від погодних умов. Таке регулювання передбачає зміну температури теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря. В якості регулювального органу може використовуватись паливник котла або змішувальний клапан на трубопроводах.

В першому випадку температура води в котлі регулюється у відповідності з температурою зовнішнього повітря шляхом регулювання роботи паливника. Температура теплоносія в системі опалення рівна температурі води на виході з котла і коливається в межах 40-75^oC. Регулювання температури теплоносія виконується у відповідності з температурним графіком.

Такий спосіб регулювання переважно використовується в односімейних будинках і в малоповерхових будівлях. Управління роботою паливника може використовуватись лише для низькотемпературних котлів, що не потребують підтримки мінімальної температури води в котлі. Цей спосіб регулювання достатньо сучасний і оптимальний з точки зору економії енергії.

При використанні змішувального клапана в якості регулювального органу (рис.5.11), температура теплоносія регулюється в залежності від температури зовнішнього повітря, однак котел працює при постійній температурі води, наприклад 75^oC. Температура теплоносія постійно

контролюється за допомогою змішувального клапана, який змішує зворотну воду з водою від котла для отримання бажаної температури.

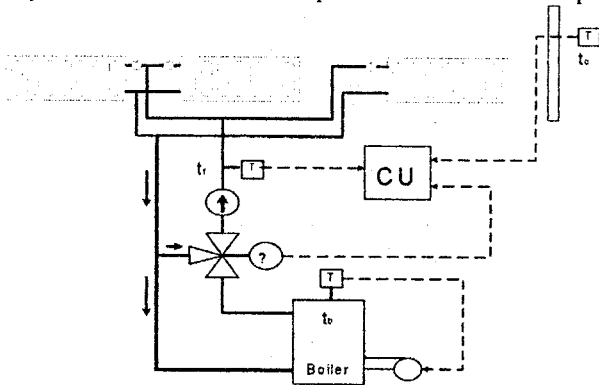


Рисунок 5.11 – Схема регулювання в залежності від температури зовнішнього повітря

Цей спосіб регулювання придатний для односімейних і малоповерхових житлових будинків, оснащених звичайними котлами.

Регулювання температури приміщень в залежності від погодних умов з корегуванням за температурою в приміщенні. Цей спосіб об'єднує в собі переваги регулювання температури в залежності від погодних умов і за температурою в приміщенні.

Крім регулювання температури приміщень в залежності від погодних умов реєструється температура в одній з кімнат з використанням для корегування заданої температури теплоносія. При такому способі регулювання температурний графік автоматично корегує у відповідності з фактичним тепловим навантаженням будівлі. В якості регулювального органу може використовуватись паливник або змішувальний клапан.

Такий прогресивний і зручний спосіб регулювання використовується в будівлях з великим коливанням теплового навантаження, як, наприклад, в будівлях із значним надходженням сонячного тепла через великі вікна. Якщо необхідно регулювати температуру в декількох кімнатах, то важливо вірно вибрати контрольну кімнату.

Регулювання в котельні будівлі і загальні проблеми використання автономних котелень. Діючими в Україні будівельними нормами і правилами проектування і будівництво вбудованих в житлові і громадські будівлі або прибудованих до них котелень не допускається, і тому у вітчизняній практиці не має пристроїв, на основі роботи яких можна було б зробити коментарі до цього розділу. Разом з тим, спеціальною зміною до норм з 1994-го року дозволено використання дахових газових котелень в будівлях з кількістю поверхів не більше 9-ти, що не лише відкрило альтернативу системам централізованого

теплопостачання в містах, але й породило тенденцію на поступове закриття централізованих систем і заміну їх місцевими газовими котельнями.

У зв'язку з альтернативою централізованому теплопостачанню є необхідність вірно зорієнтувати замовників, органи управління і теплопостачальні організації України в питанні оптимального вибору джерела теплопостачання в тих випадках, коли є альтернатива.

Найбільш дієвим засобом ефективного використання первинної енергії палива є сумісна виробітка електричної і теплової енергії, в процесі якої в Україні щорічно економиться біля 10 млн. т умовного палива, і централізоване теплопостачання ТЕЦ залишається у всіх випадках оптимальним, для суспільства в цілому, технічним рішенням.

При наявності в достатній кількості природного газу централізоване теплопостачання від районних котелень, на відміну від теплофікації, яка вигідна завжди, може використовуватися при техніко-економічному доведенні, із врахуванням порівняння цього способу подачі енергії з приладами автономного теплопостачання від дахових газових котелень.

Уявлення багатьох людей про надмірні, наприклад до 40% втрати тепла в теплових мережах, засновані на зовнішніх ознаках, не відповідають дійсності. Хоча, дійсної величини втрат ніхто точно не знає через відсутність приладів врахування у всіх споживачів, однак розрахунки показують, що навіть при повній відсутності ізоляції на теплопроводах, прокладених всередині непрохідних підземних каналів, їх втрати не перевищили б 7%, а реальні втрати можуть бути оцінені в 3-4%. Це, однак, не так вже й мало, і в масштабі України через теплові мережі втрачається енергія еквівалентна 1.5 млн. т умовного палива в рік. Тому при влаштуванні централізованих систем теплопостачання рекомендується використати зусилля для рішучого покращення якості теплової ізоляції трубопроводів.

Автономні джерела тепла на природному газі можуть скласти конкуренцію системам централізованого теплопостачання від районних котелень, лише при використанні сучасних газових теплогенераторів з коефіцієнтом корисної дії більше 90%. Використання малоефективних місцевих котлів вітчизняного виробництва, що працюють в складі морально застарілих нерегульованих систем опалення з природним збудником циркуляції, приводить до істотних перевитрат палива порівняно з іншим видом централізованого теплопостачання і тому не може бути рекомендований у випадках, коли є вибір між централізованим і місцевим теплопостачанням.

При виборі системи теплопостачання, якщо є альтернативи, для кожного конкретного випадку повинні виконуватись техніко-економічні обґрунтування. Узагальновальні розрахунки показують, що переважне використання централізованого теплопостачання може бути рекомендоване в містах і селах з відносно високою щільністю теплового

навантаження, відповідній забудові будинками з кількістю поверхів 4 і більше. Для сіл, забудованих 1-2-поверховими будинками, при теперішньому рівні розвитку вітчизняної техніки будівництва теплотрас рекомендується переважне використання автономного теплопостачання, однак при наявності існуючих джерел централізованого теплопостачання необхідно вивчити доцільність підключення до них споживачів, розташованих в будівлях будь-якої поверховості.

Незалежно від цих рекомендацій, задачею органів державного управління на сучасному етапі розвитку ринкової економіки України є всебітнє заохочення будівництва будівель з автономними джерелами теплопостачання з єдиною метою - замінити державне фінансування теплопостачання із збільшених бюджетних джерел інвестиціями замовників.

Для цього необхідно розширити область дозволеного використання вбудованих і прибудованих котельнь, в тому числі на рідинному паливі, стимулювати виробництво ефективних теплогенераторів, поступово зменшити використання і нарешті заборонити виробництво неефективної опалювальної техніки, що широко виготовляється вітчизняними виробниками для потреб автономного теплопостачання односімейних будинків.

В той же час невідкладною стратегічною задачею органів державного управління є створення господарського механізму приваблення на взаємовигідних умовах засобів замовників в розвиток і модернізацію діючих систем централізованого теплопостачання і утворення умов, при яких організації теплопостачання були б зацікавлені в розширенні сфери своєї діяльності, незалежно від обставин, пов'язаних, наприклад, з недостатніми тепловими потужностями, необхідністю перекладки окремих ділянок теплотрас або складностями ремонту з тим, щоб можна було в подальшому реалізувати переваги централізованого теплопостачання там, де ці переваги доведені техніко-економічними розрахунками.

Регулювання в індивідуальному тепловому пункті (ІТП) будівлі. При регулюванні в ІТП використовуються ті ж принципи, що й при регулюванні систем опалення будівель з вбудованими котельнями. Температура приміщень регулюється в залежності від погодних умов, однак в ІТП використовуються інші регулювальні органи.

ІТП з залежним присиднанням до теплової мережі. В таких ІТП вода теплової мережі надходить в опалювальну систему, а регулювання виконується за допомогою клапана на трубопроводі або регулювального елеватора.

При регулюванні витрат води з мережі, за допомогою регулювального клапана, температура теплоносія в системі опалення встановлюється в залежності від температури зовнішнього повітря. Характер цієї залежності закладають в блок регулятора. При збільшенні

температури зовнішнього повітря вентиль зменшує витрати води з мережі і тим самим знижує температуру теплоносія в системі опалення. Циркуляційний насос підтримує постійні витрати води в системі опалення.

Цей спосіб регулювання може використовуватись в ГТП всіх типів будівель. Установлення регулювальних приладів замість елеватора на існуючих теплових пунктах не потребує великих витрат. Сучасні циркуляційні насоси, що необхідні при такому регулюванні, практично не потребують технічного обслуговування, вони малошумні і економічні з точки зору споживання електроенергії.

При використанні регулювальних елеваторів змінюється коефіцієнт змішування, і температура води в системі опалення встановлюється в залежності від температури зовнішнього повітря.

Цей спосіб регулювання може використовуватись на ГТП всіх типів будівель. Елеватор виконує одночасно функції змішувача і циркуляційного насоса. Перевагами способу є низькі експлуатаційні витрати і відсутність необхідності у встановленні насоса з електроприводом, однак недоліків більше. До них відносяться складність регулювання і пуску, невеликий діапазон регулювання і недостатня гідравлічна стійкість (рис. 5.12).

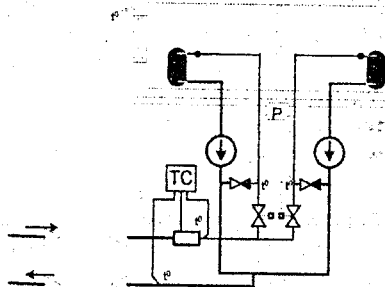


Рисунок 5.12 – Схема регулювання при використанні регулювальних клапанів

ГТП з незалежним присланням до теплової мережі. На теплових пунктах такого типу вода з мережі ізолювана від води, яка циркулює в системі опалення. Теплова енергія від первинного контуру у вторинний передається через поверхню теплообмінника. Така конструкція забезпечує незалежність якості води, що циркулює в будівлі, від якості води в мережі. Крім того, перепади тиску в системі централізованого тепlopостачання не здійснюють впливу на циркуляцію води в будівлі.

При регулюванні витрат води з мережі регулювальним клапаном температура теплоносія в системі опалення встановлюється в залежності від температури зовнішнього повітря.

Цей спосіб регулювання може бути використаний на теплових пунктах всіх типів будівель. Можливе використання насоса з

регульованою кількістю обертів, що дозволить отримати додаткову економію як теплової, так і електричної енергії.

У вітчизняних системах централізованого тепlopостачання системи опалення, як правило, приєднані до теплової мережі за залежною схемою. Основним обладнанням ІТП в будівлях залишається елеватор, і однією з актуальних задач енергозбереження є переоснащення ІТП з використанням сучасних пристроїв обліку і регулювання.

Таке переоснащення буде більш ефективним, якщо регулювання температури води в подаючому трубопроводі системи опалення буде виконуватися окремо для кожної пофасадної гілки системи.

Для того, щоб система пофасадного регулювання працювала ефективно, датчики температури зовнішнього повітря повинні встановлюватися окремо для кожного фасаду всередині так званого погодного боксу у зоні, яка не підлягає дії прямого сонячного випромінювання.

При такому установленні датчика система опалення зменшує теплову потужність практично одночасно з початком дії на фасад будівлі сонячного випромінювання, подібно тому як кімната починає прогріватися з першим сонячним променем, що проник через вікно.

Аналогічно може бути виконана система автоматичного пофасадного регулювання теплової потужності систем опалення з регульованими елеваторами.

ІТП з незалежним приєднанням до теплової мережі. Незалежне приєднання систем опалення до теплової мережі використовується в Україні, як правило, за вимогами підприємства теплових мереж для будівель з числом поверхів 12 і більше. Не дивлячись на цей ряд експлуатаційних переваг, влаштування систем з незалежним приєднанням було швидше винятком, ніж правилом, тому що зазвичай шумні насоси і великі кожухотрубні теплообмінники потребували спорудження спеціальної будівлі технічного призначення, центрального теплового пункту (ЦТП), завдяки чому подорожчало будівництво.

З появою на ринках України імпортованих безшумних циркуляційних насосів, а також пластинчастих теплообмінників вітчизняного виробництва можливості використання систем з незалежним приєднанням при розташуванні всього необхідного обладнання в межах ІТП всередині будівлі значно розширюються.

Регулювання теплової потужності таких систем буде більш ефективним, якщо воно буде виконуватися окремо для кожного фасаду.

Системи опалення з незалежним приєднанням до теплової мережі повинні заповнюватися водою теплових мереж, яка, як правило, пом'якшується і знекиснюється на джерелі тепlopостачання. Для цього передбачують підживлювальний трубопровід з насосом, якщо він потрібен, з врахуванням висоти будівлі і тиску в трубопроводах теплової

мережі. Подачу води через підживлювальний трубопровід в систему рекомендується автоматизувати.

Підживлювальний трубопровід повинен присднуватися після витратоміра теплолічильника. При великому об'ємі підживлення за вимогою підприємства теплових мереж для можливості врахування витраченої на підживлення води може бути встановлений водолічильник на зворотному трубопроводі в доповнення до витратоміра теплолічильника.

Індивідуальне регулювання. Оскільки центральне регулювання не враховує індивідуальні вимоги і зміни теплових навантажень в окремих кімнатах, важливо щоб всі радіатори були оснащені індивідуальними регуляторами.

Перевагами індивідуального регулювання є: можливість використання теплонадходжень; задоволення індивідуальних потреб споживача.

Задачею індивідуального регулювання є підтримка температури в приміщенні на постійному заданому рівні за допомогою регулювання витрат теплоносія через радіатор.

Термостатичні або ручні вентиля дозволяють використовувати теплонадходження від людей в приміщенні, від освітлення, електрообладнання, а також сонячного тепла. Крім цього, виникає можливість економити енергію, знижуючи температуру в приміщенні, і встановлювати температуру в залежності від своїх потреб.

Досвід західноєвропейських країн показує, що при використанні термостатичних вентилів замість звичайних можливо зекономити до 10% витрачуваної енергії. Значно більша економія може бути отримана при встановленні термостатичних вентилів на радіаторах, не обладнаних раніше будь-якими засобами регулювання, що змушувало мешканців відкривати вікна для зниження температури в приміщенні.

Індивідуальні регулювальні органи, - ручні або термостатичні, - вентиля встановлюють на вході води в радіатор і призначаються для регулювання витрат води в залежності від дії теплового навантаження приміщення.

Термостатичні вентиля виконують подвійну функцію. Насамперед, споживач має можливість регулювати температуру в приміщенні в залежності від своїх потреб, незалежно від інших мешканців і центрального регулювання. По-друге, термостатичні вентиля автоматично підтримують задану температуру в приміщенні. Автоматичні регулятори забезпечують найбільш ефективне управління температурою в приміщенні, однак за допомогою вентилів ручного регулювання також можна отримати задовільні результати, і вони широко використовуються.

При ручному регулюванні споживачу доводиться часто корегувати температуру в залежності від теплонадходжень в приміщення. Якість

регулювання і економія енергії в цьому випадку цілком залежить від споживача.

Автоматична підтримка температури повітря в кожному приміщенні на бажаному рівні – це, імовірно, найкраща можливість для будь-якого споживача, що цінує комфорт при оптимальних витратах.

Головною перешкодою для широкого використання термостатичних вентилів в існуючих системах опалення є те, що ці системи раніше проектувались на підтримку недостатньої для більшості людей температури 18⁰С. Хоча перевищення цієї температури в експлуатаційних умовах в деякі короткочасні періоди можливо, але оскільки більшу частину часу люди намагаються підняти температуру, ніяка автоматика з цією задачею не справиться, якщо в систему надходить мало води або її температура недостатня. У випадках, коли для дитини або хворого необхідна більш висока температура в приміщенні, широко практикується догрівання електронагрівачами, які будуть непотрібними при використанні термостатичних вентилів на радіаторах основного опалення.

Не дивлячись на загальний дефіцит тепла в системах централізованого теплопостачання міст, є достатньо багато будівель, які опалюються добре, навіть з надлишком. Здавалося б, в цих будинках установка індивідуальних автоматичних регуляторів опалення була б доцільна, однак є великі сумніви в тому, що при безконтрольних витратах тепла споживачі захочуть обмежити температуру в своєму будинку.

Виходячи з цих посилянь, можна рекомендувати установаження термостатичних вентилів при будівництві нових і реконструкції старих будівель в системах опалення, розрахованих з врахуванням гідравлічних характеристик термостатичних вентилів, які забезпечують підтримку оптимальної температури в приміщеннях при обов'язковій умові установаження квартирних приладів витрат тепла.

Індивідуальне регулювання в однотрубних системах опалення. В країнах Центральної і Східної Європи багатопверхові будинки обладнані, як правило, однотрубними системами опалення з триходовими кранами, які на практиці інколи не встановлюють.

У зв'язку з тим, що використання прохідних регулювальних вентилів в однотрубних системах неможливо, були розроблені триходові термостатичні вентиля, що розподіляють потік теплоносія між радіатором і байпасом.

Великий досвід по оснащенню однотрубних систем опалення (в випадках, якщо однотрубну систему неможливо замінити на двотрубну) термостатичними вентилями в колишній ГДР, і ці регулятори користуються зараз великим попитом.

Регулювання систем гарячого водопостачання. Так звані відкриті системи централізованого теплопостачання, що використовуються в країнах, в яких вода з мережі береться для гарячого водопостачання, рекомендується в подальшому не використовувати, оскільки вони не

можуть бути оснащені ефективними засобами регулювання. Необхідною умовою ефективної роботи регуляторів є гідравлічна стійкість системи, яка не може бути забезпечена через непередбачене споживання гарячої води для побутових потреб.

Використовувати в таких системах чутливі прилади регулювання не передбачається можливим, не говорячи вже про те, що гаряча вода в цих системах забруднена і непридатна для пиття.

Системи гарячого водопостачання обладнані швидкісними водонагрівачами, а також можуть мати баки-акумулятори. Швидкісні водонагрівачі не потребують великих капіталовкладень, на відміну від баків-акумуляторів, які рекомендуються для житлових будинків, оскільки при цьому знижується теплова потужність ІТП і котла.

Гаряче водопостачання від опалювального котла. Засоби регулювання системи гарячого водопостачання повинні виконувати такі функції: пріоритетне для системи гарячого водопостачання регулювання; регулювання температури гарячої води в баку-акумуляторі; управління насосом бака-акумулятора; управління циркуляційним насосом за часом.

При найбільшому водорозборі регулятор забезпечує пріоритетну подачу тепла в бак-акумулятор, при цьому насос бака-акумулятора вмикається, а насос системи опалення вимикається. Протягом відносно малого проміжку часу радіатори не отримують достатньої теплової енергії, однак, завдяки тепловій інерції будівлі, температура всередині приміщень залишається незмінною. Температура води в резервуарі не повинна бути більшою 60°C для запобігання утворенню накипу і для зниження теплових втрат. У нічний період часу, коли гаряча вода не потрібна, реле часу вмикає циркуляційний насос, знижуючи споживання електроенергії і зменшуючи втрати тепла. Управління всією системою опалення і гарячого водопостачання здійснюється одним регулятором, - блоком центрального управління.

Гаряче водопостачання від ІТП. Система гарячого водопостачання може використовуватись в ІТП при цьому для регулювання температури води в баку замість насоса може використовуватись триходовий змішувач або прохідний вентиль, що регулює витрати води з мережі. Ця система широко використовується в країнах Центральної і Східної Європи, при цьому водонагрівач підключається послідовно до системи опалення приміщень. Температура води регулюється клапаном, встановленим на трубопроводі води з мережі.

Гаряча вода для побутових потреб житлових і громадських будівель готується, як правило, в центральних теплових пунктах (ЦТП), де встановлюються підвищувальні і циркулювальні насоси і швидкісні водопідігрівачі, з'єднані трубопроводами за двоступеневою змішаною схемою, при якій в гріючий контур водонагрівача першого ступеня подається вода, що віддала своє тепло у водонагрівачі другого ступеня, змішана з водою із зворотного трубопроводу системи опалення.

Двоступенева змішана система дозволяє більш широко використовувати температурний потенціал води з мережі, яка завдяки цьому повертається на ТЕЦ або в районну котельню з відносно невисокою температурою, що сприяє зменшенню втрат в мережах і більш економічному виробництву електричної енергії на ТЕЦ.

Ефективне приготування гарячої води можливо, якщо буде справно працювати регульовальний клапан, а циркуляційний насос буде подавати достатній об'єм води в будь-який період доби.

В ЦТП зазвичай встановлюють найпростіші регулятори температури прямої дії, що працюють від тиску води в трубопроводах теплової мережі за зливною і беззливною схемою. При добрій експлуатації такі регулятори працюють досить надійно, хоча точність регулювання бажає кращого. На практиці, однак, беззливна схема майже не використовується, а схема із зливом води, що викликає помітні втрати води з мережі, теж працює не завжди. В цих умовах робота системи гарячого водопостачання стає причиною значних втрат теплової енергії.

Іншою причиною втрат є недостатня або надмірна циркуляція води в системі гарячого водопостачання. Автоматика тут не передбачається навіть при проектуванні, а на практиці циркуляційні насоси дуже часто взагалі не включають, і люди змушені зливати в каналізацію багато холодної води, перед тим, як піде тепло. Разом з тим, саме через шумні циркуляційні насоси гарячу воду готують в досить дорогій окремо розташованій споруді ЦТП, а не в підвалі будинку, якому ця вода потрібна.

Зараз, коли є технічна можливість використання компактних пластинчастих теплообмінників і безшумних імпорتنних насосів, можливе встановлення бойлерних гарячого водопостачання в підвалах, що було б набагато дешевше, ніж будувати ЦТП і прокладати до них 4-трубну теплову мережу, яка є найуразливішим місцем при експлуатації, оскільки саме воно в найбільшій мірі підлягає корозії. Накопичений в останні роки досвід влаштування бойлерних в декількох десятках київських житлових будинків підтверджує ефективність такого технічного рішення, тим більше, що в цих бойлерних взагалі немає циркуляційного насоса, а постійний рух води в циркуляційному контурі гарячого водопостачання організовано при природному збудженні.

Такі схеми використовуються при будівництві нових або реконструкції старих будинків, однак існуючі ЦТП повинні модернізуватися, їх обладнання повинно замінюватися сучасними виробами, спроможними зменшити використання енергії і підвищити загальну ефективність систем централізованого тепlopостачання. В цьому плані було б доречно поступово замінити існуючі кожухотрубні водонагрівачі компактними пластинчастими теплообмінниками, а на площах, що звільнилися, встановити теплоізольовані ємності гарячої води, включивши їх в систему таким чином, щоб зменшити найбільші навантаження на теплову мережу.

Розрахунки показують, що при модернізації всіх київських ЦТП за схемою з акумуляторами гарячої води, можна було б зменшити найбільш навантаження на теплову мережу і джерела централізованого теплопостачання на стільки, що будівлі, які плануються збудувати в місті протягом найближчих 6-7 років, забезпечувалися б теплом без збільшення потужностей на ТЕЦ і в котельнях і без збільшення пропускної здатності магістральних теплових мереж.

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 С.В. 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 тепловодоэлектрооснащению.
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.

Навчальне видання

Ігор Никифорович Дудар
Богдан Болеславович Корчевський
Татьяна Едуардівна Потапова

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Навчальний посібник

Оригінал макет підготовлено І.Н.Дударем

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 12.03.04
Формат 29,7×42₁
Друк різнографічний
Наклад 100 прим.
Зам. № 2004-66

Гарнітура Times New Roman
Папір офсетний
Ум. друк. арк. 5.08

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