

697
Ю941

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія



А.І. Юхименко

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Навчально-методичний посібник

*для магістрів ЗДІА
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
за освітньою програмою "Промислове і цивільне будівництво"
денної та заочної форм навчання*

**Запоріжжя
2018**

**Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія**

*Затверджено до друку
Рішенням науково-методичної ради ЗДІА
протокол № 8 від 14.06.2018 р.*

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Навчально-методичний посібник

*для магістрів ЗДІА
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
за освітньою програмою "Промислове і цивільне будівництво"
денної та заочної форм навчання*

*Рекомендований до видання
на засідання кафедри ПЦБ
протокол №15 від 04.06.2018 р.*

**Запоріжжя
ЗДІА
2018**

УДК 697
Ю941

А.І. Юхименко, к.т.н., доцент кафедри ПЦБ

Відповідальний за випуск: *завідувач кафедри ПЦБ
д.т.н., професор І.А. Арутюнян*

Рецензенти:

*І.В. Степура, к.т.н., с.н.с., директор ТОВ науково-виробничої фірми «Абріс»;
О.І. Федченко, к.т.н., доцент кафедри МБГ, заст. Декана ФБЦІ Запорізької
державної інженерної академії.*

Ю941 Юхименко А.І.

Енергозбереження та термомодернізація будівель і споруд: навчально-методичний посібник для магістрів ЗДІА спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" за освітньою програмою "Промислове і цивільне будівництво" денної та заочної форм навчання / А.І. Юхименко; Запоріз. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2018. – 90 с.

У навчально-методичному посібнику висвітлені вимоги до розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів та перелічені обов'язкові елементи будівель, які необхідно термомодернізувати. Наведені шляхи модернізації поточних інженерних мереж – систем опалення, гарячого водопостачання, систем освітлення. Даються рекомендації по зміні принципів енергоспоживання. Посібник також містить важливіший розділ по сучасним підходам до модернізації систем теплогенерації, а також передбачені практичні заняття.

ЗМІСТ:

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПРУД.....	6
1.1 Поняття енергоефективності.....	6
1.2 Стан і проблеми експлуатації будівель в Україні.....	7
1.3 Енергоаудит будинків.....	15
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ.....	25
2.1 Загальні вимоги до розроблення переліку заходів з підвищення енергоефективності об'єктів.....	25
2.2 Термомодернізація огорожувальних конструкцій будівель.....	28
2.2.1 Термомодернізація зовнішніх стін.....	29
2.2.2 Термомодернізація перекриття та покриття будинків.....	38
2.2.3 Заміна вікон та входних дверей	42
2.3 Модернізація поточних інженерних мереж.....	44
2.3.1 Системи опалення. Влаштування індивідуального теплового пункту.....	47
2.3.2 Система гарячого водопостачання.....	56
2.4 Система освітлення та електропостачання.....	57
2.5 Зміни в енергоспоживанні.....	58
РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОГЕНЕРАЦІЇ.....	59
3.1 Модернізація з використанням в якості палива природного газу.....	59
3.2 Виробництво енергії за допомогою відновлюваних джерел енергії.....	61
3.2.1 Сонячна енергія.....	61
3.2.2 Теплові насоси.....	64
3.2.3 Енергія вітру.....	71
Питання для самоконтролю.....	74
РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	76
4.1 Практичне заняття №1. Аналіз втрат тепла в будинках.....	76
4.2 Практичне заняття №2. Спрощений розрахунок орієнтованого споживання житловим будинком теплової енергії після термомодернізації.....	76
4.3 Практичне заняття №3. Розрахунок загальних тепловтрат будинку через огорожувальні конструкції.....	81
4.4 Практичне заняття №4. Розрахунок загального коефіцієнту теплопередачі будинку.....	82
4.5 Практичне заняття №5. Визначення інфільтраційного коефіцієнту теплопередачі будинку.....	84
4.6 Практичне заняття №6. Розрахунок теплових надходжень.....	85
4.7 Практичне заняття №7. Розрахунок тепловтрат в системах опалення.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	89

ВСТУП

У сучасному світі наявність і доступність паливно-енергетичних ресурсів, безперебійність постачання й ефективність їх використання багато в чому визначають стійкість та темпи розвитку будь-якої країни. Не є винятком і Україна, де на сьогодні складається все більш напружена ситуація з забезпеченням енергетичними ресурсами, від успішного вирішення якої може залежати швидкість та якість розвитку країни у майбутньому.

Українська промисловість та побутовий сектор у зараз є надзвичайно енерговитратними, при цьому країна є залежною від енергоносіїв, що видобуваються за її межами, та не має можливості суттєво впливати на рівень цін на імпортовані енергетичні ресурси, в першу чергу на природний газ, та суттєво диверсифікувати його постачання. Це відображається і на економічному розвитку кожного з секторів економіки, і на собівартості продукції підприємств, і на життєвому рівні людей, що вимушені з кожним роком платити за опалення та комунальні послуги все більше.

Існуюча наразі ситуація ставить питання економії енергетичних ресурсів в один ряд з ключовими питаннями економічної безпеки держави, а впровадження енергозберігальних заходів на усіх рівнях господарського механізму визначає першочерговим завданням, від термінів та якості вирішення якого залежить функціонування та навіть виживання всієї країни.

Перші кроки щодо підвищення енергоефективності в Україні почали здійснюватися, починаючи з середини 2000-х рр., при цьому майже щороку одним з головних пріоритетів визначалося розв'язання проблем підвищення енергоефективності промисловості та житлово-комунального господарства, шляхи розв'язання цих проблем, розробляли відповідні державні програми, визначали комплекс заходів, які сприяли їх реалізації.

У грудні 2010 р. Верховна Рада України ратифікувала Договір Європейського енергетичного співтовариства (ЕСТ), згідно з яким Україна взяла на себе зобов'язання щодо виконання Директив ЕСТ з питань енергетики, енергозбереження та відновлювальних енергоресурсів, зокрема вимог Директиви про енергетичну ефективність будівель №2010/31/ЄС.

Тому на сьогодні вже є напрацювання, що дозволяють досить активно формувати законодавчу та нормативні бази з забезпечення енергоефективності, у Верховній Раді на останньому етапі проходження перебуває проект закону «Про

енергетичну ефективність будівель», впроваджуються міжнародні проекти, що підтримуються Європейською комісією, програмами Tacis, Thermie, USAID, Німецьким бюро міжнародного співробітництва (GIZ) та іншими.

Проблема підвищення рівня енергетичної ефективності не є новою для органів місцевого самоврядування. Проте заходи зі зменшення енергоспоживання на рівні окремих міст та регіонів все ще не набули в Україні масового характеру. У першу чергу це пов'язано з тим, що вартість енергетичних ресурсів ще декілька років тому була набагато нижчою від ринкової, що не створювало достатньої мотивації для ощадливого споживання енергії або інвестицій в енергозберігальне обладнання, технології або проекти енергозбереження. Це автоматично робило не вигідними будь-які інвестиції у підвищення енергоефективності житла.

По-друге, значний рівень централізації влади в країні, а також відсутність достатніх фінансових ресурсів, якими могла б розпоряджатися місцева влада, значно обмежував можливості місцевих рад впливати на політику енергозбереження на місцях, самостійно визначати пріоритети у розподілі ресурсів. Децентралізація та надання місцевим органам влади України більш широких повноважень, у тому числі й суттєвого збільшення фінансових можливостей, не тільки надасть можливість органам місцевого самоврядування ефективніше вирішувати проблему забезпечення енергоефективності у муніципальному секторі, а й дозволить підвищити їх відповідальність за розвиток власних сіл, селищ та міст, у тому числі у сфері енергоефективності.

Пошук шляхів оптимізації енергоспоживання в муніципальному секторі є актуальним та надзвичайно важливим напрямком розвитку країни, адже вважається, що потенціал енергозбереження у муніципального сектору сягає 40 %.

З огляду на вищезазначене, метою даного посібника є надання практичної допомоги та поширення знань з упровадження найновіших, ефективних енергозберігальних технологій, матеріалів, виробів та конструкцій.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

1.1 Поняття енергоефективності

Проблему енергоефективності будівель, їх утримання, ремонту і термомодернізації необхідно розглядати, в першу чергу, з тієї позиції, що будівля повинен забезпечувати створення штучного середовища для життя і діяльності людей, оскільки природне середовище не відповідає вимогам процесів життєдіяльності людей, їх соціальним і індивідуальним потребам. В усіх кліматичних районах України параметри зовнішнього середовища не відповідають параметрам внутрішнього мікроклімату, за яких забезпечуються комфортні умови перебування людини.

Зовнішні огороження будинку є передусім бар'єром для створення відокремленого об'єму зі штучним мікрокліматом. Оскільки такі огороження знаходяться на межі двох середовищ, в них безперервно проходять процеси перенесення теплоти, вологи і повітря. Такі процеси мають активний вплив на параметри мікроклімату в приміщенні.

Протікання таких процесів матиме місце завжди, поки існує різниця потенціалів по одну і іншу сторону огороження. Так, для прикладу, перенесення теплоти буде відбуватись, поки існує різниця температур зовнішнього і внутрішнього повітря. Направлений такий тепловий потік в сторону меншої температури, а величина його прямо пропорційна перепаду температур. Коли мова йде про енергозбереження, то зазвичай такий тепловий потік ми називаємо втратами теплоти. Важливо зрозуміти, що наявність таких втрат є неминучою, оскільки перервати процес тепломасопереносу неможливо згідно з законами термодинаміки.

Такі процеси можна лише регулювати за рахунок створення огорожень з більшим або меншим опором тепломасопереносу. Закони економіки вимагають, щоб вирішення такої проблеми було економічно виваженим і ефективним. Тому створення таких огорожувальних конструкцій пов'язано з вирішенням не тільки технічних питань, але і з оцінкою економічних можливостей, які необхідні для їх здійснення: збільшення опору спричиняє зростання економічних витрат на їх забезпечення, але при цьому зменшуються експлуатаційні витрати і покращуються показники мікроклімату.

Отже, прийняття рішення про поліпшення теплозахисних характеристик огорожень в будинку і його термомодернізації – це завжди проблема техніко-економічної доцільності рішень, які будуть прийматись співвласниками будинку.

1.2 Стан і проблеми експлуатації будівель в Україні

У період стрімкого зростання цін на енергоносії єдиною можливістю стабілізації енергетичного ринку через управлінські рішення стає введення обмежень на споживання енергії (лімітування). Цей підхід дозволяє зменшити споживання енергії, у тому числі за рахунок усунення марнотратства. Тож лімітування споживання енергії можна розглядати лише як тимчасовий захід на шляху до вирішення проблеми управління енергоспоживання, але одночасно і як необхідний захід щодо формування ощадливої поведінки споживачів енергетичних послуг. Лімітування обсягів спожитих енергоресурсів необхідно проводити у розрізі кожної окремої будівлі для кожної галузі. Це складний і трудомний процес, який в результаті забезпечує скорочення споживання енергоресурсів бюджетними будівлями за умов дотримання санітарно-гігієнічних норм.

За роки незалежності України стала актуальною проблема енергетичної залежності від Росії. Наша держава достатньо забезпечена енергетичними ресурсами, тут працює політика тому виникла життєва неористовуються енергоресурси як в промисловості, так і в житлово-комунальному комплексіобхідність у впровадженні енергозберігаючих заходів. Нераціонально вик. Наша країна щорічно витрачає на придбання, видобуток і переробку основних видів енергоносіїв (нафти, природного газу та вугілля) величезні матеріальні і фінансові засоби. У таких умовах нераціональне використання ресурсів неприпустиме. Підвищення ефективності використання й економії енергоресурсів є найважливішим завданням кожної розвинутої держави. Нині питання енергозбереження, обліку енергоресурсів і управління їх витратою стоять як ніколи гостро.

В умовах гострої економічної кризи дбайливе використання енергоносіїв є важливим пріоритетним завданням економічної політики України. для досягнення максимального ефекту. Слід відзначити, що істотного зменшення витрати палива можна досягнути лише при комплексному підході до розв'язання поставленої задачі, оскільки необхідно враховувати ще ряд таких факторів, як перегрів приміщень в перехідний період року, надмірні втрати теплоти у зв'язку з

низькою ефективністю теплоізоляції зовнішніх трубопроводів, завищений дійсний повітрообмін у приміщеннях, втрати експлуатаційного та організаційного характеру, а також втрати теплоти, зумовлені непередбаченими чинниками.

Втрати теплової енергії будівлею можна розподілити таким чином (рис. 1.1):

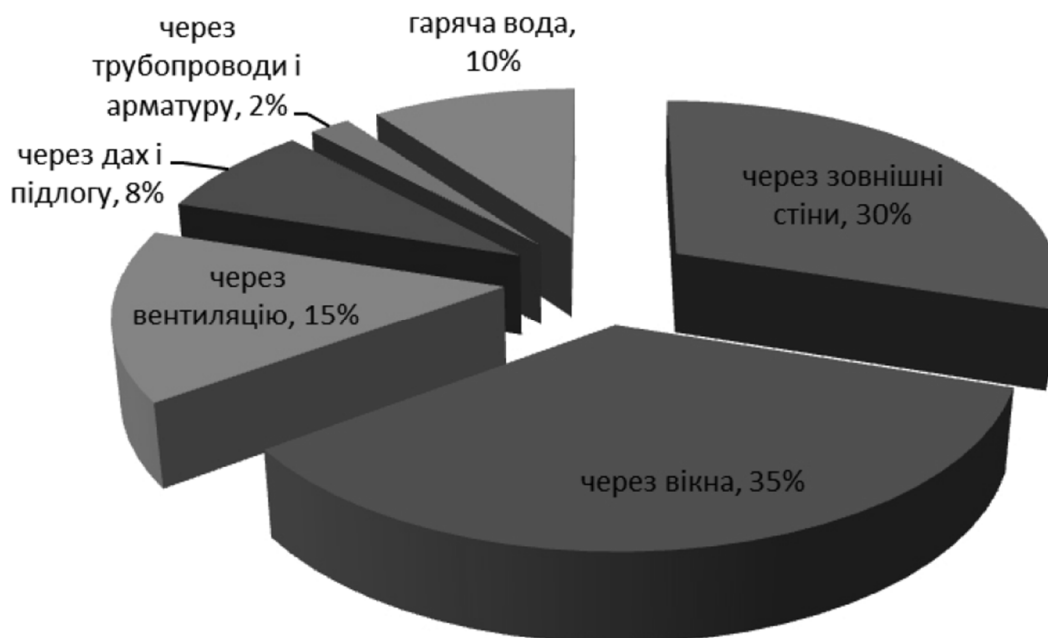


Рис.1.1. Структура втрат теплової енергії будівлею

З врахуванням вищесказаного, заслуговують уваги такі визначальні термомодернізаційні заходи (ТМЗ):

- 1) Утеплення зовнішніх стін (по сторонах горизонту окремо).
- 2) Утеплення горищного перекриття.
- 3) Утеплення перекриття над підвалом.
- 4) Ущільнення вікон та зовнішніх дверей.
- 5) Заміна вікон.
- 6) Зменшення площі заскління зовнішніх огорожуючих конструкцій.
- 7) Повне заскління балконів та лоджій.
- 8) Екранування радіаторних ніш.
- 9) Пофасадне регулювання системи опалення.
- 10) Регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів встановленням терморегуляторів.
- 11) Зниження температури внутрішнього повітря у нічний та неробочий час.

- 12) Встановлення ефективного теплообмінного обладнання в теплових пунктах.
- 13) Заміна старих котлоагрегатів сучасними котлоагрегатами з високим ККД, в т.ч. конденсаційними.
- 14) Встановлення теплових завіс.
- 15) Утилізація теплоти витяжного вентиляційного повітря.
- 16) Зменшення втрат теплоти у зовнішніх теплових мережах за рахунок застосування попередньо ізольованих труб.

А. Енергоефективність будівлі

Проблему енергоефективності житлового будинку, його утримання, ремонту і термомодернізації необхідно розглядати, в першу чергу, з тієї позиції, що будинок повинен забезпечувати створення штучного середовища для життя і діяльності людей, оскільки природне середовище не відповідає вимогам процесів життєдіяльності людей, їх соціальним і індивідуальним потребам. В усіх кліматичних районах України параметри зовнішнього середовища не відповідають параметрам внутрішнього мікроклімату, за яких забезпечуються комфортні умови перебування людини. Зовнішні огороження будинку є передусім бар'єром для створення відокремленого об'єму зі штучним мікрокліматом. Оскільки такі огороження знаходяться на межі двох середовищ, в них безперервно проходять процеси перенесення теплоти, вологи і повітря. Такі процеси мають активний вплив на параметри мікроклімату в приміщенні. Протікання таких процесів матиме місце завжди, поки існує різниця потенціалів по одну і іншу сторону огороження. Так, для прикладу, перенесення теплоти буде відбуватись, поки існує різниця температур зовнішнього і внутрішнього повітря.

Такі процеси можна лише регулювати за рахунок створення огорожень з більшим або меншим опором тепломасопереносу. Закони економіки вимагають, щоб вирішення такої проблеми було економічно виваженим і ефективним. Тому створення таких огорожувальних конструкцій пов'язано з вирішенням не тільки технічних питань, але і з оцінкою економічних можливостей, які необхідні для їх здійснення: збільшення опору спричиняє зростання економічних витрат на їх забезпечення, але при цьому зменшуються експлуатаційні витрати і покращуються показники мікроклімату. Отже, прийняття рішення про поліпшення теплозахисних характеристик огорожень в будинку і його термомодернізації – це завжди проблема техніко-економічної доцільності рішень, які будуть прийматись співвласниками будинку.

Б. Енергоефективний будинок

На перший погляд на стан енергозбереження в Україні формує однозначне сприйняття повного відставання від основних процесів розвинутого суспільства. Йдеться як про загальний стан житлового фонду, так і про рівень споживання енергоресурсів на цілі опалення, який в Україні залишається на рівні проектних рішень 80-х років (в середньому 210-240 кВт-год/м² за рік). Це у рази є гіршим за показники Європейських країн. Не можемо похвалитись і рівнем розвитку альтернативної енергетики, яка за різними складовими вимірюється в межах 1-2%. Найгірше, що загальна ситуація, яка є маловтішною у розрізі досягнень всіх базових складових: моніторингу, інноваційних рішень, технологій і матеріалів та фінансової підтримки. Більше того економічний ефект від рішень які пропонуються на ринку як панацея, не витримує жодного незаангажованого аналізу.

Зокрема мала частка альтернативної енергетики в Україні, у порівнянні з розвиненими країнами, пояснюється саме фінансовим критерієм: сумою початкових капіталовкладень та окупністю. Якщо об'єктивно проаналізувати ситуацію і при цьому виключити субсидювання альтернативної енергетики з боку держави, слід зазначити, що більшість напрямків є не конкурентоздатними, більше того – не є самоокупними.

Ще одна проблема, яка має базову сутність, але мало висвітлюється – лобістські інтереси виробників. Саме вони провокують все нові «технологічні досягнення» на захист людей (довкілля, тощо), істинною метою яких у підсумку є лише отримання замовлення. Саме вони проплачують дослідження, розробляють нові норми і правила, які після їх прийняття стають обов'язковими до виконання.

Враховуючі наведене, у розрізі українських реалій і порівнюючи їх із досвідом розвинених країн, на перший план виходить необхідність постійно зважати на суть пропозицій та аналізувати її фінансову ефективність.

Щодо базових проблем енергоефективності у сфері застарілого житлового фонду:

- Враховуючи вартість енергоносіїв та рівень субсидіарної підтримки, заходи із енергозбереження до 2007 року не були економічно виправданими, а сьогодні термін їх окупності вже в межах до трьох років;
- На рівні держави поки що відсутні зрозумілі правила та економічні стимули розвитку напрямку, а регуляторна політика переобтяжена та надалі орієнтована на фіскальне вилучення результатів;

- Держава, декларуючи енергоефективність та енергозбереження, не встановлює чіткі правила і не робить жодних економічно зобов'язальних кроків, спрямованих на реалізацію відповідних заходів.

Отже, розглядати причини низької ефективності споживання енергетичних ресурсів у сфері застарілого житлового фонду необхідно виключно у розрізі економічної ефективності: капіталовкладення, швидкості обігу капіталу, норм прибутку (економії), окупності. При цьому сама ефективність будь-яких заходів має вимірюватись не «політичною доцільністю» чи «вказівкою згори», а виключно коштами: вкладеними і коштами зекономленими.

Головна причина низької ефективності дій у галузі енергоефективності та енергозбереження до 2012 року - низька вартість енергоносіїв, з 2013 року відсутність системи, зорієнтованої на кінцевий результат та хронічна нестача коштів, як у населення так й у держави. Як наслідок маємо «паперову» активність і подальше ускладнення ситуації через велику кількість чинних нормативно-правових актів суперечливого характеру.

Сьогодні вже є точні дані щодо потенціалу енергозбереження, окупності заходів та найефективнішим матеріалам та технологіям.

Фактично - видатки сьогодні та перспективи їх зростання на завтра. Разом з тим, майже повністю відсутня мотивація у населення щодо проведення енергетичних аудитів, а це позначається на складності у проведенні організаційних заходів.

З врахуванням досвіду на сьогодні розроблено рекомендації щодо практичного вирішення проблем реконструкції застарілого житлового фонду. Відібрано технології, підібрано матеріали, розроблено схеми фінансування, задіяні відповідні Програми. І головне - рекомендації орієнтовані на широке коло читачів і кожна зацікавлена особа може самостійно вирішити власні проблеми.

Період подорожчання енергоносіїв в Україні характеризується початком організації системного підходу до вирішення комплексу проблем у галузі енергозбереження. При цьому, на виконання завдання з оптимізації українського та європейського законодавства Міністерством регіонального розвитку та будівництва розроблено низку нормативних ініціатив, які знайшли своє відображення у змінах до ДБНів, які мають загальнообов'язковий характер. Низка прийнятих документів вимагає від влади на місцях проявів ініціативи, прийняття дієвих, часто

кардинальних рішень у галузі проектування, будівництва, реконструкції. В Україні такою ініціативою є Програма енергозбереження для населення, яка успішно діє понад 5 років.

Зокрема, від 2014 року змінено державні будівельні норми (ДБН) В.2.6-31:2006 «Будівництво. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель», які на сучасному рівні регламентують загальні принципи конструктивної побудови теплоізоляції огорожувальних конструкцій і встановлюють вимоги до теплотехнічних показників основних елементів огорожувальної конструкції будинків і до будинків у цілому. Відтепер чинна нормативна база та нова процедура проведення комплексної державної експертизи проектів, надання дозволу на будівництво, забезпечення контролю та прийняття об'єкта в експлуатацію створює належні умови щодо реалізації проектів із сучасними енергоефективними архітектурно-технічними рішеннями на основі перевірених 146 практикою технологій, матеріалів та виробів. Зазначені норми регламентують збільшення коефіцієнта термічного опору зовнішніх огорожувальних конструкцій до $2,8 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, а вікон - до $0,6 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, що максимально наближує нормативні вимоги до євростандартів ($>3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$) та забезпечує додаткову економію енергоспоживання. Нові вимоги дають змогу здійснювати проектування огорожувальної конструкції будинків (стіл, покриття та віконного заповнення) із забезпеченням європейських підходів з енергозбереження на підставі сучасних розрахункових методів оцінки теплотехнічних параметрів та визначають вимоги до обов'язкової енергетичної паспортизації будівель і споруд, яку запроваджено в Україні з 1 січня 2009 року.

У розвиток положень зазначеного нормативу запроваджено національний стандарт ДСТУ-Н В А.2.2-5.2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинку при новому будівництві та реконструкції». Суттєвим резервом економії енергоресурсів визнано проведення теплової модернізації огорожувальних конструкцій та обладнання будівель приладами обліку та регулювання теплоспоживання. Звернемо увагу на можливу децентралізацію джерел централізованого тепlopостачання, доступність та економічну обґрунтованість альтернативних джерел енергії у першу чергу щодо використання потенціалу стічних вод за допомогою «теплової помпи».

Відомо, що виходячи із практики тривалої експлуатації та існуючих тарифів на послуги, автономні дахові газові котельні дають змогу економити до 40% газу при їх експлуатації та мають термін окупності до чотирьох років. Сьогодні

на території України змонтовано і працюють понад 15 років тисячі модульних котелень. Використання альтернативних джерел енергії регламентовано Законом України «Про енергозбереження з метою запровадження альтернативних джерел енергії при проектуванні об'єктів будівництва на нормативному рівні наказом Мінрегіонбуду від 09.12.2008 №568 затверджено з наданням чинності з 01.07.2009 ДБН В.2.5-39-2008 «Теплові мережі», вимогами якого (пункт 16.2) передбачено застосування комбінованого теплозабезпечення з використанням теплової енергії від альтернативних джерел, регламентованого розділом з енергозбереження ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення». Мінрегіонбудом наказом від 23.07.2008 №339 затверджено з наданням чинності з 01.04.2009 зміну №1 ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення», якою для приміщень із вбудованими (підлоговими, стіновими, стильовими) системами опалення (примітка 2 табл. 4) унормовано допустиме зменшення тепловтрат приміщень за рахунок зниження температури повітря з відповідним збільшенням температури огорожень. Зазначені норми є адаптацією вимог до ЕИ 12831:2003. Наказом Мінрегіонбуду від 20.08.2008 №377 визначено відповідальних виконавців конкретних завдань і заходів Міністерства з питань підвищення енергоефективності за напрямками діяльності підрозділів, а також за дорученням Міністра створено Координаційний центр на базі НДІ будівельних конструкцій з комплексу проблем енергозбереження в будівельній галузі, одним із завдань якого є забезпечення загальної координації науково-дослідної, проектної роботи та вдосконалення нормативної бази з енергозбереження в будівельному комплексі. З урахуванням пріоритетності напряму на перспективу, Міністерство формує нові завдання, які передбачають подальше вдосконалення нормативної бази, її адаптацію до загальноєвропейських стандартів, а також впровадження цих вимог у масове будівництво, що забезпечить економію енергоресурсів при експлуатації будинків та одночасно підвищить їх надійність та довговічність.

Враховуючи пріоритетність підвищення енергоефективності об'єктів містобудування при їх проектуванні та будівництві, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України вважає за необхідне рекомендувати Раді міністрів АР Крим, обласним державним адміністраціям, Київській та Севастопольській міським державним адміністраціям вжити таких заходів:

- забезпечити належний контроль за дотриманням нормативних вимог з енергозбереження при проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію об'єктів різного призначення;

- зажадати від підпорядкованих підприємств та організацій, замовників, інвесторів, проектних та будівельних організацій застосовувати у своїй діяльності прогресивні технології, раціональні та ефективні технічні рішення, енергозберігаючі інженерні системи та обладнання, а також забезпечувати обов'язкове встановлення приладів регулювання та обліку тепло-, водо-, газоспоживання згідно з нормативними вимогами.

Багато вже зроблено. Але враховуючи, що відповідно до Переліку чинних в Україні нормативних документів у галузі будівництва на цей час є чинними понад 1300 нормативних документів національного рівня, проблема вибору варіантів вирішення проблеми реконструкції застарілого житлового фонду, технологій та матеріалів, економіки та підсумкової ефективності залишається більш ніж актуальною. Саме з цією метою і розроблено спеціальний «Методичний посібник з термореновації застарілого житлового фонду та інших житлових будівель».

За умов сьогодення, коли світові конфлікти у своїй основі мають виключно боротьбу за воду та енергетичні ресурси, розуміння основних принципів раціонального використання вкрай обмежених природних ресурсів може не тільки зменшити ці напругу в світі, а також зберегти найцінніше - людське життя.

Проблема сформована тим, що реальна ситуація з енергоощадності на споживчому ринку умисно викривлена маркетинговою політикою великих торговельних мереж та виробників, які орієнтовані, перш за все, на збільшення обсягів реалізації власної продукції за будь-яку ціну.

Більше того, збут стимулюється зміною енергетичної політики великих держав, які можуть дозволити собі «альтернативну» (досить недешеву) енергетику. Відповідно, на ринки третіх країн надходить продукція, яка не знаходить попиту на власних ринках. Таким чином Україна наповнюється низькосортною продукцією азіатських виробників або безперспективною, з точки зору майбутнього, продукцією енергоощадного виробництва.

Протистояти навалі можна маючи добре засвоєні знання прикладного характеру, які базуються на об'єктивних фізичних законах. Більше того, саме ґрунтовні знання у перспективі дають змогу науковцям України скласти гідну конкуренцію своїм західним колегам. У підсумку знання теорії енергозберігаючих технологій направлені на реалізацію ряду комплексних завдань, метою яких повинно стати створення сучасної розгалуженої служби маркетингу на потенційних ринках збуту продукції та послуг.

1.3 Енергоаудит будинків

В даному розділі буде описано і проаналізовано основні етапи виконання енергоаудиту будинку і потенційну користь, яку дає проведення енергоаудиту у випадку планування ремонтних, термомодернізаційних та інших робіт в будинку з метою підвищення комфортності будинку, зниження потреб в енергії тощо.

В розвинених країнах світу, зокрема в Європі, де більшість країн знаходять помірно або холодному кліматі, вже давно визнали необхідність збільшення енергоефективності будівель, забезпечення зниження потреб будинку в тепловій і електричній енергії до мінімально можливого рівня, який дозволяє конструкція і технічні можливості будівлі. Більше того, Директива ЄС з енергоефективності 2010 року і Енергетична стратегія ЄС встановили суворі вимоги до енергоефективності усіх типів будівель (не лише до житлових), які є чи не найвищими вимогами до енергоефективності у світі, а також зобов'язали усі держави-члени Європейського Союзу, починаючи з 2020 року почати споруджувати виключно пасивні будівлі, тобто такі, які практично не потребують енергії з зовнішніх, а особливо традиційних джерел (потреби будинку в енергії близькі до нуля), а ту частку енергії, яка все ж необхідна (наприклад, для функціонування ліфтів, нагрів гарячої води) отримувати виключно з поновлювальних джерел енергії, з установок, встановлених в самому будинку (наприклад, сонячні батареї).

В більшості країн світу, в тому числі в Україні, все ще існує неймовірний потенціал підвищення енергоефективності в таких будівлях як школи, лікарні, дитячі садки, офісні приміщення, житлові будинки, готелі тощо. За оцінками Європейського енергетичного агентства (встановлено в Директиві з енергоефективності), 40 відсотків усієї енергії, необхідної для функціонування національної економіки (промисловість, транспорт, житлово-комунальна сфера тощо), використовується в різних типах будівель (обігрів, охолодження, робота ліфтів тощо).

Як правило, витрати на енергію (постачання теплової і електричної енергії, вартість самої енергії) складають значну частину як муніципального бюджету (у випадку комунальних будівель), так і бюджету приватних власників різних типів будівель або орендарів. Зазвичай затрати на енергію можна значно скоротити, реалізуючи різні заходи по підвищенню енергоефективності. Процедури по управлінню енергоспоживанням, ущільнення вікон, автоматичне регулювання, гідравлічне балансування системи опалення, термостатичні клапани на радіаторах

і додаткова теплоізоляція огорожуючих конструкцій будівлі - ось деякі приклади таких заходів. Зниження енергоспоживання також знижує забруднення навколишнього середовища від не поновлюваних джерел енергії (природний газ, мазут, вугілля), що створює позитивний ефект на екологію як локально, так і глобально.

Щоб визначити фактичний потенціал енергоефективності та забезпечити постійні результати необхідно підходити структуровано і ефективно до розробки і реалізації проекту. Це вимагає застосування оптимальних методів та інструментарію для проведення Енергоаудиту і 150 виконання Управління Проектом, а також достатньої кваліфікації місцевих спеціалістів. Енергоаудит також необхідний для оцінки і надання енергетичних характеристик будівлі в Енергетичному Сертифікаті. Енергоаудит включає обстеження будівель, оцінку і аналіз існуючої ситуації та різних заходів, які можуть бути здійснені для скорочення споживання енергії та покращення мікроклімату в будівлі. Результати надаються у Звіті по енергоаудиту, що описує рекомендовані заходи з відповідними інвестиціями, економією та прибутком. Енергоаудит повинен виконуватись спеціально підготовленими і досвідченими енергоаудиторами.А.

А. Мета і завдання енергоаудиту

Для того, щоб визначити мету і завдання енергетичного аудиту, спершу необхідно визначити основну термінологію. Для цього введемо ще такі поняття, як енергетичне обстеження та енергозбереження. Існує декілька визначень, які є практично тотожними і які можна сформулювати наступним чином:

- **Енергетичне збереження (енергозбереження)** - реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних і економічних заходів, які направлені на ефективне (раціональне) використання (та економне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів та залучення до господарського використання відновлювальних джерел енергії;
- **Енергетичне обстеження** - обстеження споживачів паливно-енергетичних ресурсів з метою встановлення ефективності використання ними цих ресурсів і розроблення економічно обґрунтованих заходів щодо зниження витрат на паливо та енергозабезпечення;
- **Енергетичний аудит** - добровільне енергетичне обстеження, що проводиться за ініціативою споживача паливно-енергетичних ресурсів з метою

виявлення доцільності використання об'ємів енергетичних ресурсів, та виявлення можливості впровадження заходів щодо зменшення їх споживання;

- **Енергоаудитор** - юридична (фізична) особа, яка здійснює енергетичні обстеження і енергоаудит споживачів паливно-енергетичних ресурсів та акредитована на виконання зазначених видів робіт у встановленому порядку.

Коли в будинку виникають проблеми, які зумовлюють необхідність виконання суттєвих ремонтних робіт з усунення цих проблем, власникам необхідно подбати про встановлення причин їх виникнення і які заходи будуть найбільш ефективними, щоб їх подолати, тобто - провести комплексний енергетичний аудит. Проблемами можуть виступати багато чинників, починаючи від даху, що тече, мокрого підвалу, плісняви на стінах квартир, електричної проводки до низької (або високої) температури в квартирах, під'їздах не тільки взимку, а і літом. Не менш важливо для власників, що за ці неполадки в будинку, яку стають причиною суттєвих тепловтрат чи погіршення умов проживання, власники змушені платити значні кошти. Саме визначення питання обґрунтованості своїх платежів, пошук відповіді щодо можливості зменшення цих платежів і, мабуть не на останньому місці, поставатиме питання про вік будинку та його зовнішній вигляд - що необхідно зробити, щоб зберегти будинок у доброму технічному стані, підвищити комфортність проживання, зберегти естетичний вигляд будинку і навіть, за рахунок цього підвищити вартість квартири в такому будинку. Для потенційних нових власників квартири в будинку завжди поставатиме питання якою є вартість проживання в будинку, а відповідно, чим така вартість нижча за рахунок низьких тепловтрат, відмінного технічного стану будинку тощо, тим більш вигідним буде таке житло. Звичайно, сьогодні в Україні ще не всі звертають увагу на цей аспект, в силу того, що тарифи для населення на енергоносії ще не досягли рівня світових завдяки політичним мотивам їх стримування. Але це справа часу.

Вияснити всі ці проблеми, порахувати і прорахувати скільки все будуть коштувати роботи з модернізації будинку і чи доцільно взагалі щось модернізувати у будинку, чи можливо дешевше збудувати новий будинок або ще певний час можна не проводити ніяких робіт? Єдиним професійним шляхом вияснити ці питання є замовити проведення енергоаудиту.

Для мешканців будинку (ОСББ) перш за все необхідно розпочати пошук енергоаудитора, запланувати витрати на оплату його праці, замислитись над тим, де брати кошти на проведення модернізації (якщо є проблеми, значить треба буде їх усувати) і хто зможе все це практично виконати. Це тільки основні питання, їх

на справді значно більше і вирішувати їх треба однозначно, так як іншого шляху у нас вже не має і не буде. У держави не вистачить коштів виконати такі роботи на всіх житлових будинках (загальна площа житлового фонду України, що потребує модернізації - більше (!) 500 000 000 м²).

Таким чином, можна підсумувати, що основна **мета та завдання енергоаудиту** - виявити проблеми в енергоспоживанні нашого будинку і порівняти їх з нормами, що існують в Україні (а ще більш корисним шляхом буде орієнтація на вищі європейські норми), розробити заходи модернізації, реалізувати їх, подовжити вік експлуатації будинку, відновити або надати йому естетично привабливого вигляду, зменшити плату за використання енергоносіїв.

Б. Основні етапи енергетичного аудиту житлового будинку

Проведення енергетичного аудиту має свою встановлену послідовність (алгоритм) дій, які включають такі описані нижче етапи.

На першому (підготовчому) етапі, замовнику (власникам будинку, ОСББ як колективному замовнику) насамперед, необхідно визначитись, чи справді необхідний енергоаудит, чи готові його виконати власники самостійно чи потрібно залучення фахівців. Якщо замовник визначився, хто виконуватиме цю роботу, замовнику необхідно підготувати пакет документації про будинок. Пакет включає:

- Проектну документацію (якщо звичайно вона збереглась, що трапляється дуже рідко);
- Технічний паспорт будинку (обов'язково, хоч ті дані, що там приведені потребують уточнення та перевірки, бо техпаспорт складали опираючись не на проектну документацію, а на натурні заміри, які можуть давати суттєві похибки);
- Дані по енергоспоживанню за останні 3 роки помісячно по всім видам енергоносіїв будинку (теплова енергія, гаряча та холодна вода разом з каналізацією, електроенергія, інші види палива, якщо вони присутні в будинку - газ, вугілля і т.п.);
- Дані про власну котельню (якщо будинок не підключений до централизованого теплопостачання) та про квартири, які не під'єднані до централизованого теплопостачання (нажаль у нас, в деяких містах це доволі розповсюджено);
- Дані по тарифах на всі види енергоносіїв за останні 3 роки помісячно;

- Дозвіл енергоаудитору на відвідування підвалу, даху, технічного поверху, під'їздів, вибіркового квартир в різних частинах будинку для проведення замірів.

Маючи такий пакет, замовник може укласти угоду з енергоаудитором на проведення енергоаудиту і чекати результату. Така робота триває близько місяця і включає в себе вже наступні етапи, які вже стосуються виконання самого енергоаудиту. Якщо таких даних немає і зібрати їх неможливо або це викликає певні труднощі, тоді задача енергоаудитора зробити всі необхідні заміри, які він буде використовувати у роботі. В такому випадку це, звичайно, дещо збільшить вартість робіт по енергоаудиту.

Сам енергоаудит включає в себе етапи та послідовність, які можна відобразити класичною схемою, що використовується не тільки в Україні, а і колегами-енергоаудиторами в інших країнах світу.

Ідентифікація проекту або оцінка наявності вихідних даних, необхідних для якісного проведення енергетичного аудиту - включає в себе збір інформації, що ми описали вище, знайомство з будинком, визначення об'єму та вартості робіт, а також укладання угоди із замовником.

Сканування будинку - попереднє обстеження будинку, що включає в себе обстеження огорожувальних конструкцій (стіни, вікна, перекриття горища та підвалу, дах, вікна, двері), виявлення на них дефектів та їх фактичного стану, порівняння з проектом. Обстеження справності приточно-витяжної вентиляції, стану інженерних мереж (теплопостачання, водопостачання та водовідведення, електропостачання). Все це дає об'єктивну картину, в якому стані знаходиться будинок.

Під час сканування здійснюються:

- підготовчі роботи;
- обстеження/дослідження об'єкту;
- опис існуючої ситуації;
- енергетичні і економічні розрахунки для енергоефективних заходів;
- розробка звіту про Сканування;
- презентація результатів власнику будівлі і дискусія з ним про отримання згоди на подальші роботи.

Визначення потенціалу покращень (економії енергії) - на основі зібраної інформації про будинок, виконаного обстеження виконуються технічні розрахунки з визначення потенціалу економії енергії. Потенціал визначається, як різниця

між існуючим станом та нормою споживання енергії, яка існує на даний час в нашій державі або, якщо замовник бажає, розрахунок потенціалу, використовуючи набагато ефективніші вимоги, як наприклад, у наших сусідів з європейських держав. Різниця може бути в декілька разів, тому це важливо обговорити при укладанні угоди.

На даному етапі можна зупинитись, зробити звіт зі сканування і здати роботу замовнику, якщо про це було домовлено в договорі. В разі бажання замовника виконати повний об'єм робіт, роботи будуть вже називатись - енергетичний аудит.

В залежності від вимог власника будівлі та вимог по гарантіям, існують два варіанти енергоаудиту:

1. Спрощений енергоаудит, менш затратний, зазвичай з точністю $\pm 10-15\%$.
2. Детальний енергоаудит, більш дорогий, але він може включати гарантії по економії енергії з точністю $\pm 5-10\%$.

Детальний енергетичний аудит окрім роботи, описаної вище, вносить додатково пропозиції (заходи) з проведення термомодернізації будинку, техніко-економічні розрахунки впровадження цих заходів, терміни реалізації, рекомендації по експлуатації і орієнтовні терміни окупності проекту. Це важливо, якщо замовника цікавить не тільки зменшення споживання енергоносіїв, а і де взяти кошти на реалізацію результатів енергоаудиту, якщо власних немає або не вистачає. Тому, в такому випадку виникає наступний етап в енергаудиті - бізнес-планування.

Бізнес план - це такий документ, що показує у своїй структурі всі необхідні розрахунки для інвестора, який зможе фінансувати термомодернізацію вашого будинку. Якщо заходи по енергоефективності (ЕЕ) і реконструкції не можуть бути профінансовані власником будівлі із своїх власних коштів, необхідне зовнішнє фінансування (займи). Для отримання займу під великі проекти, особливо від міжнародних фінансових організацій, необхідно розробити бізнес-план. Основні розділи стандартного бізнес-плану:

1. Резюме;
2. Позичальник;
3. Інформація про проект;
4. Екологічні вигоди;
5. Ринок;

6. Фінансовий план;
7. Фінансовий прогноз;
8. Реалізація проекту.

Для невеликих проектів, а також для енергоефективних проектів, фінансованих національними банками/фінансовими установами, що мають спеціальні програми, часто достатньо включення типової глави «Фінансування» у звіт по енергоаудиту. Часто ЕЕ Фонди розробляють свої типові форми, для заповнення яких достатньо інформації із Звіту по Енергоаудиту.

Наступний етап - реалізація проекту. Після надання Звіту з Енергоаудиту власнику будівлі і визначення фінансування підписується контракт на реалізацію, що включає наступні напрями діяльності:

Організація проекту;

- Проектування/планування;
- Укладання контрактів;
- Встановлення обладнання;
- Контроль і випробовування;
- Здача в експлуатацію;
- Виконавча документація;
- Навчання персоналу.

Реалізація проекту може проходити під управлінням як енергоаудитора, так і власника будівлі. Якщо вимагаються енергетичні гарантії, то може бути підписаний «енергосервісний контракт» з енергосервісною компанією (ЕСКО), яка, як правило, буде проводити також і Енергоаудит. Контроль якості вкрай важливий в період реалізації, починаючи з етапу проектування/планування аж до вводу в експлуатацію.

Коли вже все модернізовано, роботи виконані, акти підписані, наступає найважливіший етап - експлуатація оновленого, модернізованого будинку. Тільки під час експлуатації власники будинку матимуть змогу впевнитись в правильності вибору, належності виконаних робіт і головне - оцінити наскільки розрахункові показники економії енергії відповідають реальним, чи правильно підібрано обладнання та технології термомодернізації, і чи є реальне збереження енергії, запланованої в енергоаудиту. Для забезпечення правильної експлуатації заново встановленого обладнання на протязі його строку служби і мінімізації за-

трат на експлуатацію (включаючи енергію), обслуговування і ремонт, рекомендується впровадити належні процедури для експлуатації і обслуговування. Є три основні цілі впровадження таких процедур:

- 1) Забезпечити комфортні і/або проектні робочі умови в будівлі;
- 2) Утримувати експлуатаційні витрати (включаючи енергію) на можливому більш низькому рівні на постійній основі;
- 3) Уникнути масштабних і дорогих ремонтів.

Практикою доведено, що ці цілі досягаються шляхом впровадження і підтримання професійних процедур експлуатації і обслуговування. Для правильної експлуатації і обслуговування будівлі абсолютно необхідно знати наступне:

- Як установки будуть експлуатуватися;
- Які установки вимагають обслуговування;
- Як експлуатувати і обслуговувати установки;
- Коли експлуатувати і обслуговувати установки;
- Хто відповідальний за цю роботу.

Ця документація повинна міститись у Інструкції з експлуатації і обслуговування і бути простою у використанні. Таку інструкцію може розробити, як енергоаудитор, так і може надати організація, яка виконувала монтаж встановленого обладнання.

Енергомоніторинг є систематичною процедурою щотижневої реєстрації і контролю за споживанням енергії і умовами експлуатації будівель. Порівнюючи виміряне тижневе споживання енергії з цільовим, експлуатаційним і обслуговуючим персоналом може забезпечити оптимальну експлуатацію інженерних систем будівлі. Основним інструментом в системі енергомоніторингу є діаграма Енергія-Температура (ЕТ). Кожна будівля має свою власну, властиву тільки їй ЕТ-криву (лінія на діаграмі), яку можна побудувати на основі енергетичних розрахунків. Ця ЕТ-крива показує, яким повинно бути споживання енергії (цільове значення) при різній зовнішній температурі. Якщо виміряне споживання енергії за тиждень більш ніж на 10% відхиляється від цільового значення, необхідно вжити дій по виявленню причин і виконати необхідні коригування.

Щотижневі процедури, виконувані експлуатаційним і обслуговуючим персоналом, включають:

- 1) зняття показів лічильників енергії в будівлі і розрахунок питомого споживання енергії;
- 2) реєстрація середньої зовнішньої температури за відповідний період;

3) ввід цих двох значень в ЕТ-діаграму;

4) Порівняти ці значення з ЕТ-кривою. Відхилення від ЕТ-кривої вказують на невірно працююче обладнання чи неправильні налаштування. Виявити причину і виконати необхідний ремонт або налаштування. Впровадження енергомоніторингу будівлі дозволить експлуатаційному персоналу:

- коригувати роботу технічного обладнання;
- швидко виявити помилки/несправності в роботі технічного обладнання;
- знизити споживання енергії;
- документувати результати впровадження енергозберігаючих заходів.

В. Результати проведеного енергоаудиту

В підсумку, результатом енергоаудиту має бути:

- звіт з енергоаудиту, де буде описано стан нашого будинку, розроблені заходи по його термомодернізації, що стосуються всіх огорожуючих конструкцій, інженерних мереж.
- повністю модернізований будинок, який за своїми питомими показниками енергоспоживання, що відображені в енергетичному паспорті будинку, відповідає національним нормативам (а ще краще - європейським, якщо це було передбачено в підписаному договорі), та ньому виконуються етапи експлуатації і обслуговування та моніторинг.

Г. План проведення термомодернізації на основі енергоаудиту

Власники будинку - потенційні замовники, повинні розуміти, що сам звіт з енергоаудиту - це просто паперовий (чи електронний) документ, який нічого не вартий для будівельників. Для них важливим є проект, по якому треба виконувати роботи, тому саме з цього необхідно розпочинати реальну термомодернізацію свого будинку. Іншими словами, в проект по термомодернізації будинку мають бути включені всі вимоги енергетичного аудиту. В іншому випадку, ми не зможемо досягти запланованого скорочення використання енергії. Було б навіть більш правильним розробити таку проектно-кошторисну документацію (ПКД) до написання бізнес-плану (при варіанті залучення сторонніх інвестицій), щоб вистачило прогнозованих коштів для реалізації. Доручити виконання ПКД треба тільки тій організації, якій ми, власники будинку, довіряємо або покластись на рекомендації виконавця енергоаудиту. Теж саме необхідно зробити з вибором

підрядника на самі будівельно-монтажні роботи. Основне, з чим замовникам необхідно визначитись на початку проведення енергетичного аудиту - навіщо це потрібно, хто буде виконувати кожен етап робіт, звідки будуть надходити кошти (джерела надходження) на виконання, механізм їх повернення (у випадку позикових коштів (отриманих в кредит), чи зможуть замовники (власники, співвласники) надалі самостійно експлуатувати термомодернізовану будівлю, чи необхідно буде залучити певну спеціалізовану організацію чи фахівця.

РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Загальні вимоги до розроблення переліку заходів з підвищення енергоефективності об'єктів

До розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів необхідно виявити всі чинники, що негативно впливають на експлуатаційну надійність кожної будівлі і безперебійну роботу інженерних систем та зовнішніх теплових мереж, а також визначити конкретні причини наднормативного енергоспоживання, здійснити аналіз отриманої інформації, що повинен лягти в основу майбутньої програми з підвищення енергетичної ефективності будівлі, яка включає перелік ремонтних робіт, пов'язаних з підвищенням експлуатаційної надійності, і перелік термомодернізаційних заходів з орієнтовними термінами їх виконання і витратами на реалізацію.

Такі роботи необхідно виконати по кожній будівлі, яка включена до переліку об'єктів, що потребують термомодернізації та модернізації.

Якщо в будівлі є проблеми щодо експлуатаційної надійності, то роботи з їх усунення повинні бути пріоритетними. Якщо таких проблем немає, або вони усунені, можна приступати до виконання заходів з термомодернізації та модернізації.

Розроблення найефективніших заходів з підвищення енергоефективності об'єктів виконують на основі аналізу результатів огляду технічного стану, заповнених опитувальних листів, результатів енергетичного обстеження (енергоаудиту) та теплотехнічних розрахунків, виконаних у відповідності до ДБН Б В.2.6-31:2006, ДСТУ-Н А.2.2-5:2007.

До комплексу інженерно-технічних заходів, які необхідно здійснити для підвищення енергоефективності об'єкта, можна віднести:

- підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозберіжних технологій;
- модернізацію систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних мереж та внутрішніх інженерних систем;
- модернізацію систем вентиляції;
- облік і регулювання споживання енергоресурсів і води.

При впровадженні заходів з термомодернізації слід враховувати:

- місцеві кліматичні умови;

- геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі;
- нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;
- технічні характеристики інженерного обладнання.

Залежно від капіталоемності та очікуваної економії енергетичних ресурсів запропоновані заходи групують по пакетах.

Наприклад:

1. Підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозбережливих технологій:

а) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі плитами із спіненого полістиролу з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;

б) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі мінераловатними плитами з вентильованим повітряним прошарком та опорядження індустриальними елементами;

в) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі плитами із піноскла з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;

г) теплоізоляція дахового перекриття з улаштуванням теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати, піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару; із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожежобезпечних матеріалів;

д) теплоізоляція підвального перекриття з улаштування теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати; піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару; із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожежобезпечних матеріалів;

е) встановлення енергозберігальних вікон та дверей в житлових приміщеннях квартир.

ж) утеплення під'їздів (заміна вікон на енергозберігальні, встановлення входних утеплених дверей; утеплення тамбурів).

2. Модернізація систем тепло- та водопостачання внутрішніх інженерних систем:

а) часткова модернізація (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами);

б) комплексна модернізація (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку; балансування системи опалення; встановлення сучасних

опалювальних приладів малої інерційності; встановлення термостатичних регуляторів на опалювальних приладах; встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами).

3. Модернізація систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних мереж:

- зниження тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на сучасні трубопроводи, в тому числі на теплові мережі з пінополіуретановою ізоляцією;

- оптимізація режимів роботи мереж теплопостачання шляхом впровадження систем автоматизованого управління і регульованого приводу насосних агрегатів, заміна насосів з підвищеною установленою потужністю;

реконструкція теплових пунктів з застосуванням ефективного тепломеханічного обладнання (пластинчастих водонагрівачів);

- встановлення сонячних колекторів для гарячого водопостачання

- встановлення електричних котлів з нічним акумулюванням теплової енергії;

- застосування в системах теплопостачання замість поверхневих теплообмінників трансзвукових струминно-форсуночних апаратів;

- використання апаратури контролю і діагностики стану внутрішньої поверхні обладнання і систем теплопостачання;

- застосування сучасних методів і технологій для очищення теплообмінного обладнання котлів, систем водопостачання від відкладень солей та продуктів корозії;

- оптимізація процесів горіння в топках котлів та впровадження оптимальних графіків регулювання з використанням засобів автоматики і контролю;

- застосування в котельнях протитискових турбін, які встановлюються паралельно в дросельному пристрої.

4. Модернізація систем вентиляції (застосування систем вентиляції з утилізуванням тепла витяжного повітря, в тому числі і за допомогою теплового насосу, і використання утилізованого тепла на потреби гарячого водопостачання; встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти).

5. Облік і регулювання споживання енергоресурсів і води

Саме утеплення огорожувальних конструкцій будівлі не призведе до бажаного зниження витрат на опалення будівлі, тому що кількість теплової енергії,

яка витрачається на його опалення, буде такою самою, як і до утеплення. У квартирах стане тепліше, але без сучасних засобів автоматизації та регулювання тепловитрат не буде досягнуто зниження тепловитрат.

Для зниження тепловитрат необхідно:

- впровадження комплексу інженерного обладнання, що зв'язує теплові мережі із споживачами теплоти і призначений для приймання, приготування, розподілу, регулювання та обліку теплоносія;
- впровадження механізмів та пристроїв, призначених для обліку та регулювання енергопостачання в будинках, встановлення систем автоматичного регулювання теплового навантаження та заміна бойлерів гарячого тепlopостачання;
- впровадження горизонтальних поквартирних систем опалення з індивідуальними поквартирними вузлами обліку теплової енергії.

При реконструкції та капітальному ремонті житлового будинку облік теплоспоживання системою опалення у квартирах слід здійснювати згідно з ДБН В.3.2-2.

Застосування приладів-розподілювачів теплової енергії на опалювальних приладах слід здійснювати згідно з ДСТУ EN 834 або ДСТУ EN 835.

2.2 Термомодернізація огорожувальних конструкцій будівель

Термомодернізація - це комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель.

Вперше визначення термомодернізації надано в ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків», розробленому фахівцями ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»

Цей стандарт поширюється на термомодернізацію житлових будинків під час їх технічного переоснащення, реконструкції або капітального ремонту, адже згідно з визначенням видів будівництва, наведених у ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво», термомодернізація не відноситься в повній мірі до жодного з них.

ДСТУ-Н Б В.3.2-3 регламентує виконання робіт з теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків, заміни вікон, балконних та зовнішніх дверей, модернізації внутрішньобудинкових систем опалення, вентиляції, кондиціонування, охолодження, гарячого водопостачання, електропостачання та електроосвітлення.

До огорожувальних конструкцій будівлі відносяться конструкції, які призначені для ізоляції внутрішніх об'ємів у будівлях від зовнішнього середовища (зовнішні стіни; перекриття та покриття будинків; підвальні перекриття)

Термомодернізацію зовнішніх огорожувальних конструкцій слід здійснювати за наступною послідовністю:

а) зовнішні стіни та зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом;

б) інші конструкції у будь-якій послідовності:

- суміщені покриття;
- горищні покриття та перекриття неопалюваних горищ;
- перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами;
- тепла ізоляція підлог на ґрунті.

Роботи з улаштування термомодернізації зовнішніх стін та теплогідроізоляції покрівлі будинку допускається виконувати одночасно.

Вибір теплоізоляційних матеріалів для термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій слід здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

2.2.1 Термомодернізація зовнішніх стін

Роботи з термомодернізації зовнішніх стін слід починати після модернізації внутрішньобудинкових інженерних систем та їх випробовування.

Конструкції фасадної теплоізоляції, у залежності від їх класу, класифікуються за наступними конструктивно-технологічними ознаками (згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008).

1. Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками та дрібноштучними виробами (клас А).

За способом кріплення теплоізоляційного шару до зовнішньої поверхні стіни підрозділяють на конструкції:

- склесні;
- з дюбельною фіксацією;

- комбіновані дюбельно-склесні;
- торкретаційні системи.

За типом арматурної сітки збірні системи підрозділяють на конструкції:

- з використанням сітки зі скловолокна або полімерних волокон;
- з використанням металевої сітки.

Матеріал, що в'яже штукатурні шари, підрозділяють на конструкції:

- з мінеральними в'язучими,
- з полімерними в'язучими,
- з полімер-мінеральними в'язучими.

2. Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням цеглою або стіновими каменями (клас Б) залежно від конструкції зв'язку опоряджувальних шарів з плитами перекриття підрозділяють на конструкції з:

- обпиранням опоряджувального шару на консольну частину плит;
- обпиранням опоряджувального шару на металеві кронштейни.

3. Конструкції фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами (клас В)

За матеріалом повітрязахисного шару підрозділяють на конструкції з:

- повітрогідрозахисною мембранною плівкою;
- повітрязахисним шаром із волокнистого щільного матеріалу з гідрофобною поверхнею.

За матеріалом кріпильного каркаса підрозділяють на конструкції з елементами:

- із нержавкої сталі;
- з алюмінієвих сплавів;
- сталевими з антикорозійним покриттям.

За конструктивним виконанням шару теплоізоляції підрозділяють на конструкції з:

- двошаровою тепловою ізоляцією;
- одношаровою тепловою ізоляцією.

Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням прозорими елементами за конструктивним рішенням та технологією зведення світлопрозорого опоряджувального захисного шару підрозділяють на конструкції:

- стояково-ригельні з рамним склінням;
- зі структурним, напівструктурним, спайдерним склінням;
- з подвійним фасадом.

За матеріалом заповнення непрозорих ділянок стін із прозорим захисним опоряджувальним шаром збірної системи підрозділяють на конструкції:

- із тришаровими панелями з металевою обшивкою;
- із плитами з базальтової вати або скляного штапельного волокна, що розташовані на зовнішній поверхні стіни з цегли або бетону;
- із плитами або блоками з легких або ніздрюватих бетонів, що є матеріалом стіни;
- із плитами з пінополістиролу або інших спінених полімерних матеріалів, що розташовані на зовнішній поверхні стіни з цегли або бетону (за умови погодження з органами державного пожежного нагляду).

За кількістю шарів скла підрозділяють на конструкції:

- одношарові;
- двошарові;
- тришарові.

За видом заповнення прошарку між шарами скла збірної системи підрозділяють на конструкції:

- повітрянаповнені;
- аргоннаповнені;
- криптонаповнені;
- наповнені сумішшю газів.

Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система – це система, яка складається з матеріалів облицювання (касет або листових матеріалів) і тримальної підоблицювальної конструкції. Матеріал облицювання кріпиться до стіни таким чином, щоб між облицюванням і фасадною стіною залишався повітряний простір. Цей простір необхідний для вентиляції фасаду будівлі. Для додаткового утеплення фасаду інколи між стіною і облицюванням може встановлюватися теплоізоляційний шар – у цьому випадку вентиляційний простір залишається між облицюванням і теплоізоляцією.

Вентильована фасадна система має в своїй конструкції облицювальні матеріали, що виконують захисно-декоративну функцію. Вони захищають утеплювач, підоблицювальну конструкцію і стіну будівлі від пошкоджень і атмосферних дій, а також є зовнішньою оболонкою будівлі, яка формує її естетичну подобу.

Як облицювання (верхнього декоративного шару) застосовуються наступні матеріали:

- алюмінієві композитні панелі;
- алюмінієвий лінійний профіль шириною 85, 150, 200, 300 мм;
- алюмінієвий фасадний аркуш;
- керамогранітні плити;
- фіброцементні плити;
- скло;
- декоративна штукатурка;
- сайдінг;
- фасадний ламінат.

Загальний вигляд вентиляованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи наведено на рис.2.1.

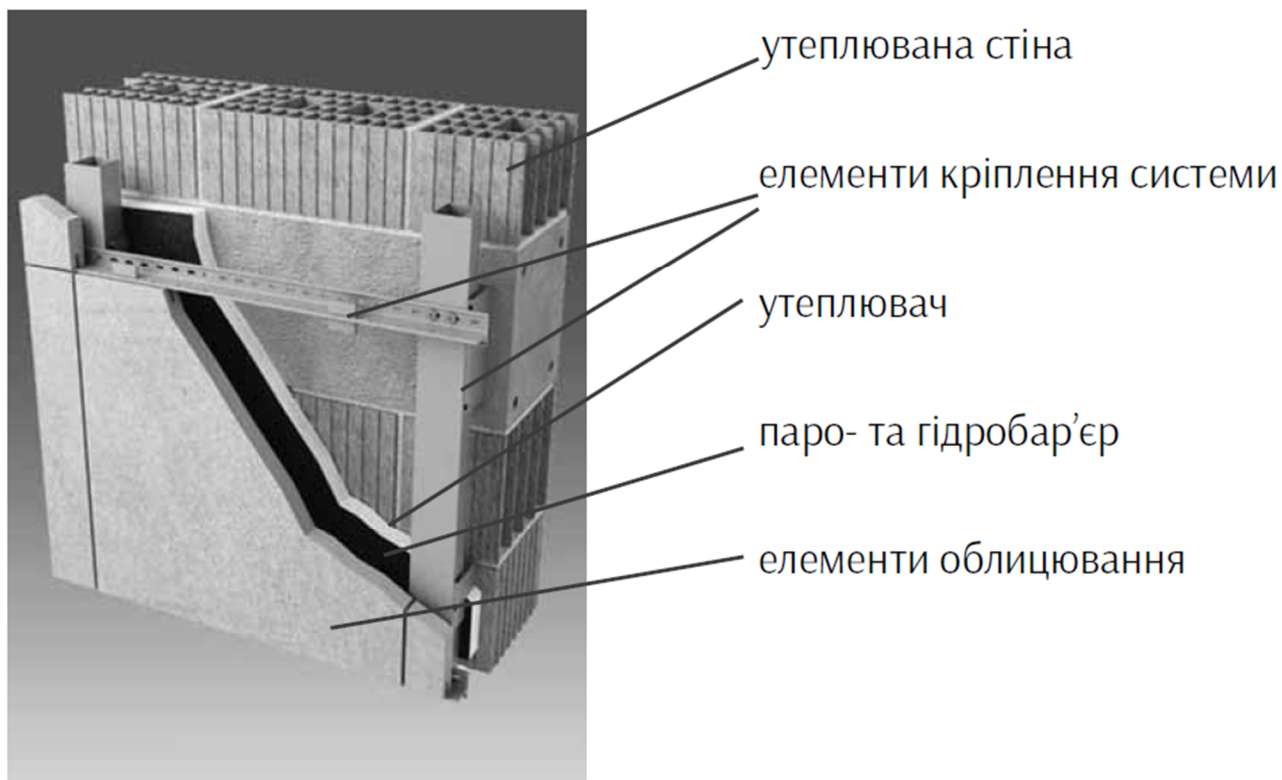


Рис.2.1. Загальний вигляд вентиляованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи

Як теплоізоляційний шар при монтажі вентиляованих фасадів застосовують: жорсткі теплоізоляційні плити, виготовлені з мінеральної вати на основі базальтових порід; пінополіізоціануратні плити з облицюванням фольгою або папером; целюлозний утеплювач.

Утеплювач, який використовують для вентиляованих фасадів, повинен мати такі властивості:

- *стійкість до старіння;*
- *біологічна стійкість;*
- *стабільна у часі і просторі форма, що монтується суцільним шаром, виключаючи виникнення*

«містків холоду»;

- *висока теплоізолювальна здатність;*
- *дозволяти водяній парі і волозі потрапляти до повітряного прошарку, запобігаючи накопиченню конденсату в конструкціях;*
- *стійкість до вітрового потоку;*
- *хімічна сумісність з металом підоблицювальної конструкції.*

Вентильована фасадна система має в своїй структурі гідро- та паробар'єр, що обумовлено необхідністю захисту теплоізоляційного шару від вологи і вітру. Це дозволяє поліпшити теплозбережні властивості навісного вентиляованого фасаду і сприяє однобічному проходженню водяної пари з утеплювача до повітряного простору між захисним екраном і утеплювачем. Як гідроізоляційний шар при монтажі вентиляованих фасадів застосовується високотехнологічний мембранний матеріал, який поєднує в собі міцність, захисні властивості і високу паропроникність.

До головних переваг вентиляованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи відносяться:

- *високі тепло-, звукоізоляційні показники;*
- *тривалий термін експлуатації фасаду (до 100 років, залежно від обраного облицювання фасадів);*
- *високі естетичні властивості – найширший асортимент сучасних облицювальних матеріалів і різні способи монтажу навісних вентиляованих фасадів дозволяють втілити в життя практично будь-які художньо-архітектурні рішення;*
- *захист стіни та теплоізоляції від атмосферних впливів;*
- *технологічні переваги – можливість проведення монтажу фасадів ціло-річно незалежно від сезону;*
- *можливість вибору різних цінових рішень залежно від виду та виробника компонентів фасадної системи;*
- *незалежність облицювання від тримальної стіни будівлі, за рахунок чого виключаються порушення цілісності облицювання при експлуатаційних змінах в тримальних стінах (тріщини, просідання і т.д.);*

- відсутність спеціальних вимог до поверхні тримальної стіни, таких, як її попереднє вирівнювання – система дозволяє вирівнювати дефекти й нерівності поверхні;
- нівелювання термічних деформацій;
- ефективна вентиляція стін будівлі, що дозволяє створити сприятливий мікроклімат всередині будівлі;
- підвищена пожежостійкість.

Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошаровими штукатурками. Технічна суть системи полягає в тому, що на зведену тримальну частину стіни наклеюють утеплювач, який додатково закріплюють розпірними капелюшними дюбелями. Поверх утеплювача наносять армований синтетичною сіткою штукатурний, а потім декоративний шар. Товщина захисного штукатурного шару – в межах 3-6 мм.

Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками наведено на рис.2.2.

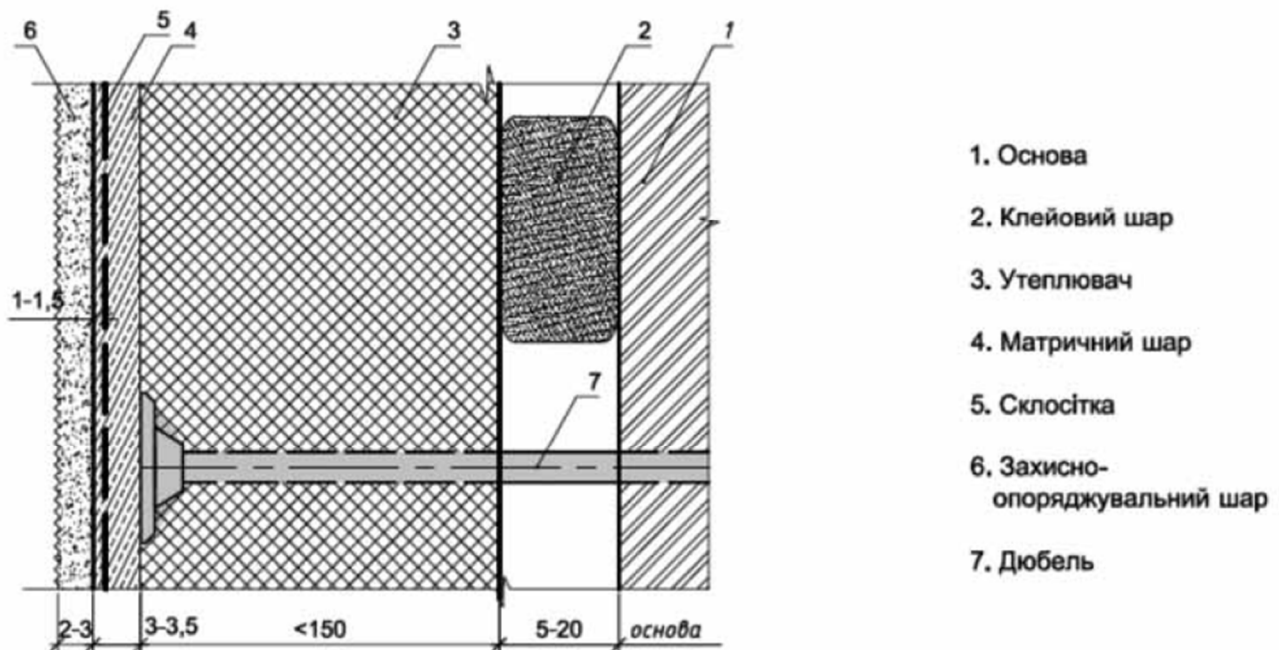


Рис.2.2. Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками

Система забезпечує суцільне зовнішнє утеплення з використанням мінераловатних і пінополістирольних плитних утеплювачів, легка і доступна для кольорового відтворення.

Але сегмент, який в будівництві займає ця система утеплення, не завжди виправданий. Ці системи приваблюють показною простотою і відносно низькою ціною, але вони мають жорсткі технологічні обмеження: робота при температурі зовнішнього повітря від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$, улаштування має виконуватись з жорстких стаціонарних помостів. У системах досить складне стикування мінераловатних і пінополістирольних плит з різними коефіцієнтами температурних деформацій, що знижує експлуатаційні якості цієї системи утеплення. Особливо ненадійним є улаштування парапетного вузла, а також рустовки фасадної поверхні з точки зору захисту і відводу дощових опадів. Необхідно жорстко дотримуватись якості поверхонь тримальної частини стіни під наклеювання утеплювача – перепади по поверхні стін допускаються до 10 см.

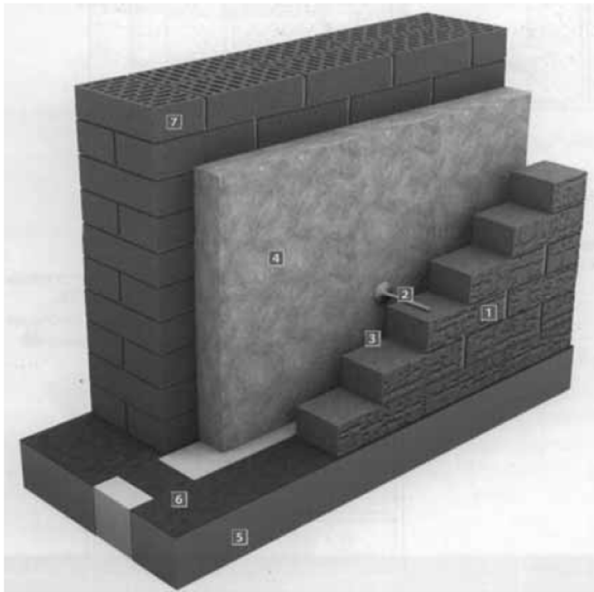
Принциповим для використання невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками є забезпечення надійності зв'язків захисного шару з утеплювачем шляхом застосування армуючої сітки всередині шару штукатурки. При цьому виконавці повинні мати високу кваліфікацію. Ці системи мають задовольняти також важливі вимоги щодо конструкційної надійності, що не завжди забезпечується з урахуванням того, що роботи з улаштування систем відносяться до групи прихованих і практично не можуть бути проконтрольовані на висоті.

Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням цеглою. Системи даної групи виконуються загальнобудівельними організаціями в єдиному технологічному циклі зведення зовнішньої стіни. Личкування виконується лицьовою або силікатною цеглою. Використовуються мінераловатні і пінополістирольні утеплювачі, а також монолітний карбонатний утеплювач. Системи ремонтпридатні.

Системи використовуються в будинках з тримальними зовнішніми стінами, збірними і монолітними перекриттями і в каркасно-монолітному будівництві.

Технічна суть системи полягає в улаштуванні зовнішньої стіни за висотою ярусами із 5 рядів одинарної цегли. Спочатку мурують лицьовий шар стіни в 1/2 цеглини під розшивку, потім встановлюють плитний утеплювач і зводять внутрішній тримальний шар з цегли або блоків. Личкування і стіна перев'язуються гнучкими конекторами.

Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням цеглою наведено на рис.2.3.



1. Личкувальна цегла;
2. Гнучкі конектори;
3. Вент. зазор;
4. Утеплювач;
5. Опорне перекриття;
6. Гідроізоляційна відсічка;
7. Стіна.

Рис.2.3. Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням цеглою

Системи принципово забезпечують ефективне зовнішнє утеплення, але в сучасному виконанні мають суттєві конструктивно-технологічні недоліки.

Наприклад, в каркасно-монолітних будинках нетримальні стіни зводять на монолітних перекриттях, які виходять на фасад і створюють конструктивно-технологічні і теплотехнічні проблеми: ненадійні стики під перекриттям, ненормовані втрати тепла через «містки холоду», не фіксується утеплювач, архітектурна невиразність тощо. В іншому варіанті - личкування і утеплювач улашту-ують на антикорозійно незахищених металевих консолях, змонтованих на торцях перекриття, без температурних компенсаторів, що абсолютно неприпустимо.

Придатність певного виду системи до застосування на конкретному будівельному об'єкті визначають залежно від його призначення, після ретельного його обстеження та виконання теплотехнічних розрахунків.

При улаштуванні фасадної теплоізоляції плитними утеплювачами в якості плит рекомендується застосовувати:

- мінераловатні плити (з гідрофобізуючими добавками або без них) марок за густиною від 75 кг/м^3 до 225 кг/м^3 ; для найефективнішої теплоізоляції, як правило, спочатку улаштовують прилеглий до стіни шар із плит, що мають меншу густину, а потім шар із плит, що мають більшу густину і більшу міцність;
- плити зі спіненого полістиролу густиною від 25 кг/м^3 до 35 кг/м^3 ;
- плити із піноскла густиною від 120 кг/м^3 до 160 кг/м^3 ;

- плити із пінополіуретану, що мають обкладку з однієї або з двох сторін із негорючого мінерального матеріалу.

Мінераловатні плити стійкі до дії високих температур, впливу більшості хімічних речовин. Коефіцієнт паропроникності – $480 \times 10^{-6} / (\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$, що забезпечує вільне виведення водяної пари. Гідрофобізатори, що можуть застосовуватися при їх виробництві, знижують капілярне водопоглинання і насичення їх водою, що міститься в повітрі.

Мінераловатні плити поступаються перед пінополістирольними плитами у вазі, теплопровідності та водопоглинанні.

Плити зі спіненого полістиролу під впливом вологи не втрачають теплоізоляційних властивостей, тому що пінополістирол матеріал не гігроскопічний. Плити із спіненого полістиролу легкі і водночас мають добрі міцнісні характеристики. Недоліками пінополістиролу є невисокі звукоізоляційні властивості, низький коефіцієнт паропроникності, крім того, цей теплоізоляційний матеріал нестійкий до впливів більшості органічних розчинників та підвищених температур (температура понад $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ може спричинити незначне руйнування пінополістиролу). Основним недоліком є те, що вони пожежонебезпечні (навіть плити з антипіренами). Пінополістирольні плити значно технологічніші, ніж мінераловатні, немає проблем з їх розрізанням та шліфуванням.

Плити із піноскла характеризуються малою об'ємною масою, низькою теплопровідністю і водопоглинанням, високою механічною міцністю, вогнестійкістю, морозостійкістю і стійкістю до хімічно агресивних середовищ. Піноскло (чарункове скло) є ефективним чарунковим неорганічним теплоізолятором. Плити із піноскла поступаються в теплопровідності плитам із пінополістиролу, у звукоізоляційних характеристиках поступаються мінераловатним плитам. Плити із піноскла легко піддаються механічній обробці: його пиляють, ріжуть, свердлять і обточують. А такі властивості піноскла, як вологонепроникність, сталість об'єму, гігієнічність, стійкість до температурного і хімічного впливу зумовили широке використання його в будівництві холодильних споруд, теплозахисту агрегатів в нафтохімічній, хімічній, харчовій, фармакологічній промисловості не тільки у нашій країні, але й за кордоном.

Плити із пінополіуретану мають обкладку з одного або з двох боків із негорючого мінерального матеріалу, в яких теплоізоляційним шаром є пінополіуретан з позірною густиною від 40 кг/м^3 до 60 кг/м^3 , з обкладками із мінераль-

них матеріалів та захисним покриттям, яке нанесене на лицьову сторону обкладок. Обкладками можуть бути магнезитові плити, цементно-волокнисті плити, листи із алюмінію. В якості захисних матеріалів використовують негорючі матеріали.

Улаштована фасадна теплоізоляція з плитними утеплювачами потребує опорядження легкими та товстошаровими штукатурками.

Для опорядження використовуються сухі будівельні суміші вітчизняних та іноземних виробників на полімерцементній основі та на полімерних зв'язуючих, що стійкі до атмосферних впливів (перепадів температури, впливу вологи та ультрафіолетового випромінювання).

При улаштуванні фасадної теплоізоляції з повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами в якості теплоізоляційного матеріалу переважно використовують мінераловатні плити. Для захисту теплоізоляційних матеріалів від впливу доквілля використовують плівкові гідрозахисні матеріали. Повітряний прошарок фіксованої товщини улаштовують між теплоізоляційним шаром та опоряджувальним шаром за рахунок конструктивних елементів вентиляції.

При улаштуванні фасадної теплоізоляції з пінополіуретановими панелями використовують двошарові або тришарові панелі, в яких теплоізоляційним шаром є пінополіуретан з позірною густиною від 40 кг/м^3 до 60 кг/м^3 , з обкладками із мінеральних матеріалів та захисним покриттям, яке нанесене на лицьову сторону обкладок. Обкладками можуть бути магнезитові плити, цементно-волокнисті плити, листи з алюмінію.

2.2.2 Термомодернізація перекриття та покриття будинків

Покриття – верхня частина будівлі, що захищає приміщення від атмосферних впливів і сонячної радіації та сприймає снігове і вітрове навантаження.

Покрівля – верхній гідроізоляційний шар на покритті. За конструктивним рішенням покриття поділяються на:

- кроквяні, що споруджуються зі значним ухилом із лінійних елементів, які утворюють горище;
- плитні залізобетонні суміщені, в яких термоізоляційний і гідроізоляційні шари влаштовані безпосередньо по покриттю верхнього поверху, іноді

такі покриття використовуються для розміщення обладнання або відпочинку людей – терасні та «зелені» покриття;

- плитні залізобетонні роздільні, в яких між плитами перекриття верхнього поверху і конструкціями покриття наявний простір або вентилязоване горище; може використовуватися для розміщення інженерного обладнання;

- мансардні, в яких на кроквяному або залізобетонному плитному горищі влаштовані приміщення, призначені для перебування людей.

Термомодернізацію покриття будинків можна виконувати на будівлях із суміщеними покриттями та горищними, в тому числі мансардні покриття, в яких на залізобетонному горищі влаштовані приміщення, призначені для перебування людей.

Плоскі покрівлі з рулонних матеріалів складають 55% всіх покрівель в Україні. Більшість з них після тривалої експлуатації має такий вигляд (рис. 2.4).



Рис.2.4. Зовнішній вигляд покрівлі з рулонних матеріалів після тривалої експлуатації

За незадовільного стану покрівельного килима необхідно виконати ремонтні роботи з відновлення покрівельного килима або демонтажу існуючого покрівельного килима.

За незадовільного стану теплоізоляційного шару, пароізоляції та захисного гідроізоляційного килиму слід демонтувати всі вказані конструктивні елементи покрівлі, виконати ремонт покриття (роботи виконуються за наявності значних пошкоджень покриття).

Термомодернізація покриття будинків з такою покрівлею має передбачати відновлення існуючих бітумовмісних покрівельних килимів.

Відновлення покрівельних килимів може бути виконано із застосуванням сучасної технології з використанням приладів інфрачервоного опромінення.

Після відновлення килиму рекомендується:

- здійснити улаштування багатошарового монолітного теплоізоляційного покриття із пінополіуретану;
- улаштувати гідрозахисне покриття із поліуретанових мастичних матеріалів (наприклад «ІЗОФРАМ УТГІ») або полімочевин.

Для захисту від негативного впливу ультрафіолетового опромінення застосовують дроблені кам'яні матеріали групи ДКМ (зерна дроблених кам'яних матеріалів повинні мати розміри не менше 5 мм і не більше 10 мм та мати обкатану форму).

Після виконання зазначених заходів покрівля має такий вигляд (рис.2.5):



Рис.2.5. Зовнішній вигляд покрівлі, ремонт якої виконаний із застосуванням приладів інфрачервоного опромінення та з улаштуванням багатошарового монолітного теплоізоляційного покриття із пінополіуретану

При задовільному стані покрівлі, але недостатній теплоізоляції покриття необхідно влаштувати додатково паро- і теплоізоляцію з наступним улаштуванням покрівельного килима з рулонних, мембранних, мастикових матеріалів або влаштувати додаткову теплоізоляцію з наступним улаштуванням покрівельного килима з рулонних, мембранних, мастикових матеріалів.

При клеєвому способі (рис. 2.6) використовують гарячий бітум, холодні бітумні мастики або спеціальний клей Trokal C300. Клей наносять на основу смугами, площа яких повинна складати 20-30 % від загальної площі покрівлі.

Механічне закріплення мембрани виконують спеціальними кріпильними елементами, захищеним від корозії (рис. 2.7). Металеві анкери з достатньо великими шайбами для того, щоб зменшити величину зконцентрованих напружень

на плівковий матеріал, розміщують на певній відстані від краю першого полотнища і накривають їх наступним полотнищем, як це показано на рисунку.

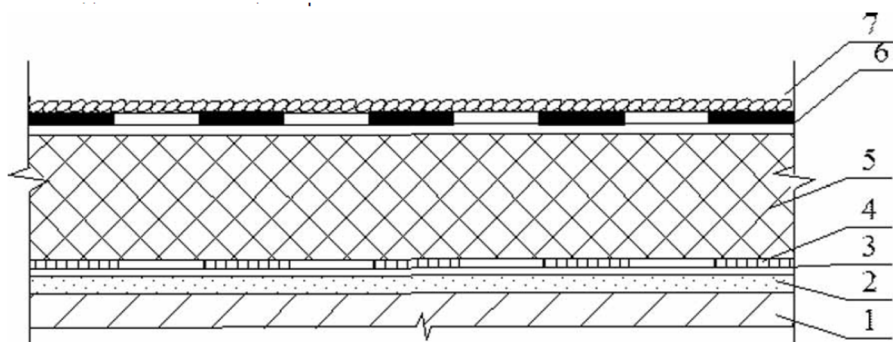


Рис.2.6. Конструктивне рішення плівкової покрівлі «Техноніколь» з приклеюванням матеріалів:

1 – залізобетона плита; 2 - вирівнювальна затирка цементно-піщаним розчином; 3 – ґрунтівка; 4 – точкове приклеювання теплоізоляційних плит мастикою «Еврика»; 5 – плити теплоізоляційні з міцністю на стиск не менше 0,05 МПа марки «ТЕХНО РУФ»; 6 – основний водоізоляційний килим із полімерної плівки Loqicroof чи «ТЕХНОЭЛАСТ СОЛО»; 7 – захисний шар.

Плоскі покрівлі допускається утеплювати як із зовнішнього боку (над покриттям), так і з внутрішнього (під покриттям).

У тому випадку, коли проводять термомодернізацію будинків з горищним дахом, де найменша відстань між покриттям та покрівлею більше ніж 0,5 м, теплоізоляційний шар слід улаштувати на покритті.

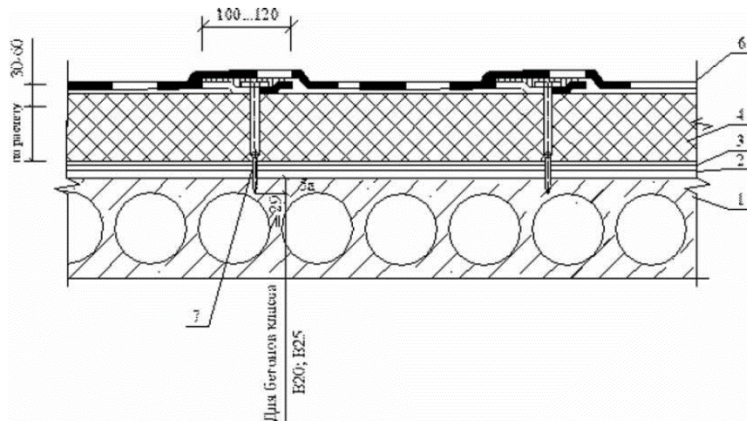


Рис.2.7. Конструктивне рішення плівкової покрівлі «Техноніколь» з механічним кріпленням:

1 – залізобетона плита; 2 – вирівнювальна затирка цементно-піщаним розчином; 3 - ґрунтівка; 4 - плити теплоізоляційні з міцністю на стиск не менше 0,05 МПа марки «Техно Руф»; 6 – основний водоізоляційний килим із полімерної плівки Loqicroof чи «Техноеласт Соло»; 7 – механічне кріплення.

Термомодернізацію перекриття будинків можна виконувати шляхом улаштування теплоізоляційного шару або улаштуванням підігріву і теплоізоляційного шару.

Теплоізоляцію перекриттів над неопалюваними підвальними приміщеннями та над проїздами (арками) допускається улаштувати як зі сторони неопалюваного приміщення, так і з боку опалюваного приміщення або з нижнього боку перекриття (у разі арки).

При утепленні перекриття між першим поверхом та неопалюваним приміщенням з боку опалюваного приміщення шар пароізоляції слід улаштувати над шаром теплоізоляції перед улаштуванням цементно-піщаної або бетонної стяжки, тобто пароізоляційний шар повинен розміщуватись під стяжкою над утеплювачем.

При утепленні перекриття між першим поверхом та неопалювальним приміщенням пароізоляційний шар повинен улаштуватися з боку підвалу на перекритті під шар утеплювача.

Для улаштування теплоізоляційного шару можуть бути застосовані мінераловатні плити, пінополістирольні плити марки ПСБ-С, плити із піноскла, а також пінополіуретанові композиції з антипіреном.

При улаштуванні підігріву в якості теплоізоляційного матеріалу найчастіше використовують пінополістирольні плити густиною не нижче 50 кг/м^3 .

У разі улаштування теплоізоляції на бетонній основі по ґрунту передбачають улаштування шару гідроізоляції. Гідроізоляцію улаштовують по бетонній основі.

2.2.3 Заміна вікон та вхідних дверей

Для заміни вікон та вхідних дверей використовують сучасні металопластикові склопакети та двері з утепленням, що мають нормативний опір теплопередачі.

Приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій (вікон) визначається залежно від характеристик скління (склопакетів), яке включає відстань між шарами скла, виду газонаповнення склопакета та ступеня чорноти поверхні скла.

Норми (ДБН В.2.6-31) встановлюють значення опору теплопередачі для склопакетів одно- камерних та двокамерних з газовим середовищем заповнення: повітряне (висушене повітря), криптонове та аргонове.

ДБН В.2.6-31 використовує варіанти скління – листове стандартне скло (М1,); енергозберігальне з твердим покриттям (К); енергозберігальне з м'яким покриттям - (і).

Навіть для однокамерних склопакетів можна досягати нормованих значень опору теплопередачі в разі використання енергоощадливих видів скла.

Для опалюваних приміщень в Україні не рекомендується встановлювати однокамерний склопакет. Для того, щоб збільшити енергозбереження металопластикових вікон, найчастіше застосовують двокамерний склопакет з повітряними проміжками між шибками від 6 мм до 18 мм.

Сумніви окремих фахівців щодо того, чи склопакети з аргонем – в найкращій, виходять з двох істотних моментів. По-перше, з точки зору класичної фізики теплопровідність ідеальних газів залежить тільки від їх тиску, тобто, що повітря, що аргон – все одно. Відмінність між характеристиками реальних газів і ідеального газу складає, як відомо, лічені відсотки. Наприклад, для однакових склопакетів 4-16-4, один з яких заповнений аргонем, а другий повітрям, різниця приведенного опору теплопередачі складає 6 %. Через таку малу різницю, на думку цих фахівців, ніяк не варто зв'язуватися з дорогим устаткуванням та балонами з досить недешевим аргонем. Другий відмічають спеціалісти: як перевірити наявність аргону у склопакеті? Без спеціального приладу це неможливо! Проте такі склопакети існують на віконному ринку, хоч вони набагато дорожчі звичайних, з повітряним наповненням.

Допускається використовувати інші види вікон, дверей, віконних та дверних блоків, які не вступають за теплотехнічними та фізико-механічними показниками вказаним вище вікнам, дверям, віконним та дверним блокам, за наявності сертифікатів відповідності, гігієнічних висновків Міністерства охорони здоров'я України.

Проектування та монтаж заповнення віконних та дверних прорізів виконують з урахуванням ДСТУ-Н Б В.2.6-146.

Для заповнення монтажних зазорів використовують матеріали, які забезпечують необхідні експлуатаційні показники швів; в якості утеплювача при заповненні монтажних зазорів використовують монтажні піни; мінеральну вату; теплоізолювальні пінополіуретанові та пінополіетиленові джгути; в якості герме-

тизуючих та гідроізолюювальних матеріалів використовують акрилові герметики; ущільнювальні пароізоляційні стрічки (компресійні стрічки), що кріпляться з внутрішнього боку приміщення, і паропроникні прокладки, що кріпляться назовні на фасадних стінах.

2.3 Модернізація поточних інженерних мереж

На споживання енергії в будівлі впливають наступні фактори:

- клімат;
- характеристики будівлі;
- система опалення;
- ставлення споживачів.

На останні три фактори можна впливати з метою усунення причин, що викликають неефективне використання енергії.

Найприйнятнішими заходами зниження витрат енергії є: поліпшення теплоізоляції будинків і трубопроводів, впровадження сучасних засобів регулювання систем тепlopостачання та гарячого водopостачання, підвищення ефективності роботи котлів. Своєчасне і якісне технічне обслуговування забезпечує економічність експлуатації будівель і систем тепlopостачання протягом усього терміну експлуатації. Змінити ставлення споживачів до проблем раціонального використання енергії можна, надаючи відповідну інформацію та переконанням.

Перший досвід, отриманий в країнах Східної Європи, свідчить про те, що значної економії енергії можна досягти шляхом модернізації систем тепlopостачання в житлових будинках. Крім того, заміна поточної системи оплати за енергію системою індивідуального обліку фактичного обсягу споживання надає можливість економити енергію за рахунок економнішого ставлення до неї споживачів. Такими методами можна заощадити до 40% енергії.

Для житлових будинків Центральної та Східної Європи характерним є такі проблеми:

- фіксована оплата за опалення та користування гарячою водою на основі середньостатистичних показників;
- відсутність ефективних засобів регулювання подачі тепла.

Оснащення систем тепlopостачання сучасними засобами обліку та регулювання дасть змогу значно зекономити при відносно низьких капіталовкладеннях і терміну окупності. Це дозволить:

- отримати економію енергоресурсів;
- поліпшити тепловий комфорт;
- підвищити безпеку і надійність систем;
- впровадити систему оплати за фактичним обсягом споживання енергії.

Засоби регулювання – це необхідний елемент будь-якої системи опалення, що дозволяє оптимізувати її роботу. Сучасні теплогенератори, наприклад, низькотемпературні або конденсаційні котли, що оснащуються відповідними пристроями регулювання, знаходять все більше застосування, оскільки вони економічні і сприяють зменшенню забруднення навколишнього середовища. У якості регуляторів використовуються мікропроцесори, які підвищують ступінь керованості систем, дозволяють застосувати сучасні програмні засоби управління енергоспоживанням, а також проводити реєстрацію та обробку даних. Регулятори на основі мікропроцесорів і аналогових контролерів успішно використовуються в західноєвропейських країнах, оскільки, реєструючи витрату теплової енергії, вони значно спрощують ведення індивідуального обліку споживання.

Регулятори й прилади обліку споживання енергії в системах опалення повинні використовуватися разом. Якщо споживач не отримує інформацію про фактичний обсяг спожитої ним енергії, то він не зацікавлений в економії енергії і своїх коштів за допомогою пристроїв регулювання. З іншого боку, індивідуальний облік споживання є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрату тепла залежно від своїх власних потреб.

Модернізація огорожувальних конструкцій будівлі або системи опалення повинна проводитися разом з модернізацією систем регулювання, що забезпечують зменшення витрат теплової енергії. У будинках з низьким рівнем теплоізоляції модернізація системи регулювання теплопостачання також може принести значну економію і стане першою сходинкою до загальної модернізації будівлі. Що стосується модернізації самої системи опалення, то сучасні засоби регулювання вимагають встановлення відповідних радіаторів та котлів.

Системи опалення та гарячого водопостачання в Україні, як і в інших суміжних державах, були завжди об'єктом постійного вдосконалення, головна мета якого полягала у виконанні завдань директивних органів щодо зниження металоемності систем і трудомісткості їх монтажу. Результатом такого вдосконалення стало те, що сьогодні ми вміємо будувати найдешевші у світі опалювальні системи.

Уже в 60-х роках двотрубні системи опалення були повністю витіснені найпростішими однокотрубними, в яких витрачалося всього 900 грамів труб на обігрів одного квадратного метра загальної площі будівель, а в системах зі східчатою регенерацією теплоти цей показник був знижений до 740 грам. Замість регульованої арматури стали застосовуватися дуже дешеві триходові крани, які практично не оберталися, а після заміни радіаторів конвекторами, забезпеченими примітивними заслінками для регулювання по повітрю, регульована трубопровідна арматура в більшості опалювальних систем взагалі перестала застосовуватися.

Для зменшення витрати опалювальних приладів розрахункова температура теплоносія в системах опалення житлових будинків була нормативно встановлена на рівні 105 °С, а для більшості громадських будівель – на ще вищому рівні, хоча настільки високих температур на практиці ніколи не досягалося навіть тоді, коли системи теплопостачання мали всі технічні та фінансові можливості для подачі потрібної кількості теплової енергії.

Ще більше спростили систему монтажники, обумовивши для себе можливість встановлення опалювальних приладів при стандартній довжині підведення незалежно від ширини вікна і простінку, в результаті чого радіатори і конвектори стали займати зручне для монтажу, але неприйнятне з точки зору гігієни і естетики місце.

Тепер системи опалення стали настільки простими, що їх монтаж не вимагає високої кваліфікації робітників і майстрів, налагодження не потрібне зовсім, а всі експлуатаційні проблеми переважно обмежуються роботами з ліквідації витоків, а також увімкненням систем восени і вимкненням навесні.

Одноманітністю і низькою ефективністю характеризуються і системи гарячого водопостачання. Приготування гарячої води в центральних теплових пунктах (ЦТП) пов'язано з втратами тепла і води в чотиритрубних теплових мережах, що прокладаються від ЦТП до будинків, а також з установленням досить потужних циркуляційних насосів, які на практиці вмикають рідко, що призводить до значних експлуатаційних втрат води і тепла.

Устаткування теплових ввідів в більшості будівель спрощено до рівня примітиву і обмежується, як правило, установленням нерегульованого елеватора зразка 30-х років, сопло якого розраховують за різницею тисків в подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі, а фактичний коефіцієнт змішу-

вання, який цей елеватор повинен забезпечувати, ніким не контролюється. Бойлерні гарячого водопостачання проектуються з найпростішими регуляторами температури прямої дії, які на практиці не завжди працюють належним чином.

Модернізація систем опалення та гарячого водопостачання могла би помітно зменшити потреби України в паливно-енергетичних ресурсах. Розрахунки показують, що резерв енергозбереження у цій сфері становить близько 15 млн.т умовного палива на рік – це приблизно 5% загальної потреби держави в паливі.

Одним з найважливіших чинників зменшення теплоспоживання в будівлях є зацікавленість споживачів у досягненні економії. Цього можна досягти при використанні приладів обліку та регулювання витрат теплоти, причому облік є визначальним чинником у цьому процесі.

Щоб переконатися в цьому, досить звернутися до фактів недавнього минулого, коли на початку 80-х років директивними органами була зроблена досить енергійна спроба впровадження в масове житлове будівництво систем пофасадного автоматичного регулювання систем опалення. Було в короткий час налагоджено серійне виробництво вельми досконалих приладів регулювання, розроблено десятки типових проектів, видані розпорядження про недопущення приймання в експлуатацію житлових будинків і громадських будівель, якщо вони не обладнані системами регулювання, проте на практиці нічого не змінилося на краще, будівлі і далі будувалися по-старому, без приладів регулювання, а там, де ці прилади все-таки встановлювалися, експлуатаційні служби їх ігнорували, і все це устаткування не заощадило жодного кілограма палива. Причиною цьому було те, що не був задіяний економічний механізм, який би стимулював прагнення до економії. Такий механізм і не міг бути створений, тому що у відомих постановках про впровадження приладів автоматичного регулювання не передбачалося встановлення приладів обліку, без яких неможливо стимулювати зменшення споживання теплової енергії.

2.3.1 Системи опалення. Влаштування індивідуального теплового пункту

Стан і обладнання системи опалення має основний вплив на споживання теплової енергії. Тому необхідно привести систему в стан максимально можливої справності.

Модернізація повинна охоплювати обладнання в тепловому пункті (якщо тепла енергія надходить з тепломережі), котельні (якщо будинок має власну котельню) і всі елементи системи.

Нижче описано модернізаційні роботи в системі центрального опалення, які реалізуються найчастіше.

Зміни в тепловому пункті. Модернізація теплового вузла охоплює, в цілому, такі зміни:

- заміна теплопункту залежного підключення (з гідроелеватором) до тепломережі на теплопункт незалежного підключення (з теплообмінниками);

- заміна старих теплообмінників, які мають низьку ефективність, на високоефективні пластинчаті теплообмінники;

- заміна запірно-регулювальної арматури і герметизація її стиків з метою ліквідації нещільності системи і зменшення втрат теплоносія;

- застосування автоматичного регулювання, яке включає: - регулятор тиску і перепаду тиску теплоносія, які стабілізують тиск теплоносія в тепловому пункті і обмежують на потрібному рівні теплоспоживання будівлі, незалежно від коливань тиску в мережі; - регулятор теплового потоку за погодними умовами, який коригує температуру теплоносія на вході в систему опалення за заданим графіком в залежності від температури зовнішнього повітря.

Для громадських і приватних житлових будівель він по спеціально програмованому таймеру знижує температуру повітря в приміщеннях, наприклад, вночі, під час вихідних днів, канікул.

Модернізація котельної установки. Якщо будинок отримує теплову енергію від власної місцевої котельної установки, яка пропрацювала більше 15 років, то вона потребує модернізації. Недоліком, який зустрічається повсюдно в місцевих котельних, які використовуються тривалий час, є низька ефективність котлів. Окрім цього, котли, які працюють на вугіллі або коксі, викидають в атмосферу велику кількість речовин і газів, які завдають відчутної шкоди навколишньому середовищу.

Тому ці котли потрібно замінити на газові котли (природний газ, газ пропан) або на рідкопаливні котли (мазут), які мають значно вищу ефективність, зручні в експлуатації та обслуговуванні, а також менше забруднюють довкілля. Можна застосовувати котли на біопаливі або іншому відновлюваному енергоносії.

Якщо з економічних або експлуатаційних міркувань необхідно далі використовувати як паливо вугілля або кокс, слід застосовувати котли нового покоління, які мають значно вищу ефективність (наприклад, ККД 85% замість 50% в старих котлах), і викиди забруднень у них в десятки разів нижчі.

Низьку ефективність мають старі котли на газі або мазуті, які експлуатуються більше 10 років. Їх експлуатаційні характеристики щодо споживання палива значно поступаються аналогічним характеристикам сучасних котлів, тому варто розглянути можливість їх заміни на нові котли.

Ефективність – або експлуатаційне споживання палива – залежить не лише від конструкції самого котла, а й від автоматичного регулювального обладнання, яке застосовується в ньому, яке регулює інтенсивність спалювання залежно від зміни температури повітря в приміщеннях і ззовні будівлі. Сучасні котли, як правило, обладнані автоматикою. Котли старшого покоління необхідно в рамках модернізації обладнати автоматикою або замінити новими.

Модернізація системи опалення. Багатоквартирні житлові будинки та громадські будівлі переважно оснащені системами центрального водяного опалення – однострубними, з нижньою або верхньою розводкою з елеватором у тепловому пункті. Найчастіше ці будівлі приєднані до тепломережі.

Існуючі системи опалення старих будівель мають ряд конструктивних недоліків, які первинно не дозволяють економити теплову енергію та забезпечувати тепловий комфорт в приміщеннях протягом усього опалювального періоду.

Системи центрального опалення виготовлені з металевих труб, які вичерпали свій термін експлуатації – приблизно 25 років. Тому в будівлях, споруджених до 80-х років, рекомендовано перевірити стан трубопроводів і, при потребі, - замінити їх. При цьому в найпоширеніших системах опалення – з нижньою розводкою (П-подібні) – рекомендується змінити схему розводки системи опалення: або на Т-подібну, або з верхньою розводкою при наявності горища або технічного поверху, або на двотрубну.

Морально застарілі опалювальні прилади – конвектори і сталеві штамповані радіатори рекомендується замінити на сучасні. Чавунні радіатори ще можуть послужити після заміни в них прокладок між секціями і позитивного результату випробувань тиском.

Перед модернізацією системи необхідно промити її до повернення повної прохідності трубопроводів. Найчастіше застосовується гідропневматичний спосіб промивки.

Основні заходи модернізації системи опалення:

а) встановлення автоматичних терморегуляторів (рис.2.8) на кожному опалювальному приладі. Ці пристрої зменшують споживання теплової енергії системою опалення за рахунок внутрішніх притоків тепла в приміщення, автоматично підтримуючи встановлену мешканцем комфортну температуру повітря. Увімкнений телевізор, праска, комп'ютер, лампочка, пригріло сонце і т. д. – терморегулятор реагує на надходження тепла від них і зменшує кількість теплоносія в опалювальному приладі, знижуючи його потужність. З 1999 року застосування автоматичних терморегуляторів в Україні є обов'язковим, згідно з будівельними нормами та стандартами по енергоефективності;

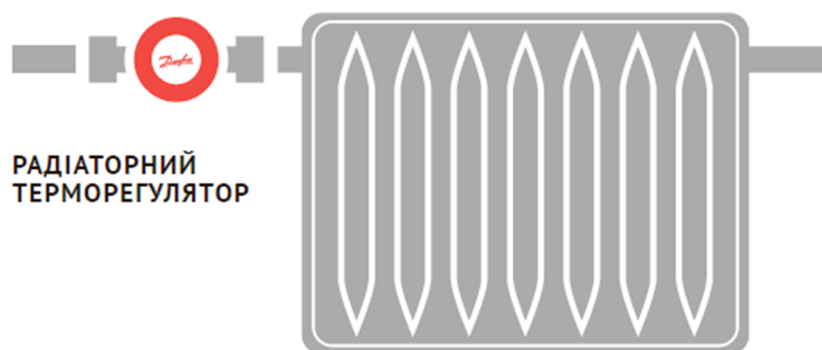


Рис.2.8. Обладнання опалювальних приладів автоматичним терморегулятором

б) встановлення автоматичних балансувальних клапанів на стояках с обмеженням температури теплоносія на виході. Більшість мешканців замінили опалювальні прилади, повністю розбалансувавши систему – в одних квартирах тепло, в інших – холодно. Особливо розбалансовані системи в будівлях, де частково перейшли на квартирне опалення газовими котлами. Автоматичні балансувальні клапани виправляють цю ситуацію, рівномірно розподіляючи теплоносій по всіх стояках системи. Обмеження температури теплоносія на виході в цих клапанів дозволяє не викидати тепло в підвали, які не опалюються, і не перегрівати будівлю, особливо – весною. З 1999 року в Україні застосування автоматичних балансувальних клапанів на стояках системи є обов'язковим, згідно з будівельними нормами та стандартами по енергоефективності;

в) заміна елеватора в тепловому пункті будівлі на насос і регулятор теплового потоку за погодними умовами з регулятором перепаду тиску. Така заміна

забезпечує споживання з тепломережі точно стільки теплової енергії, скільки потрібно при конкретній температурі зовнішнього повітря. При цьому усувається надмірне опалення будівлі при потеплінні. В Україні з 1999 року застосування автоматичних регуляторів теплового потоку за погодними умовами є обов'язковим, згідно з будівельними нормами та стандартами по енергоефективності.

Модернізовані системи опалення наведені на рис.2.9-2.11.

Супутні заходи при модернізації системи опалення:

- теплоізоляція трубопроводів та запірно-регулювальної арматури в приміщеннях, які не опалюються: підвалі, горищі, технічному поверсі та ін.;
- заміна ручних повітрівідвідників у верхній частині системи на автоматичні;
- заміна відкритих розширювальних баків (при наявності) на закриті.

Можна також застосувати абсолютно інші системи опалення, наприклад, підлогового, стінового або повітряного опалення.

Електричне опалення. Одним із варіантів опалення житлових і громадських будівель є застосування системи на електричній енергії. Її можна включати в будь-яку пору року, незалежно від центрального опалення.

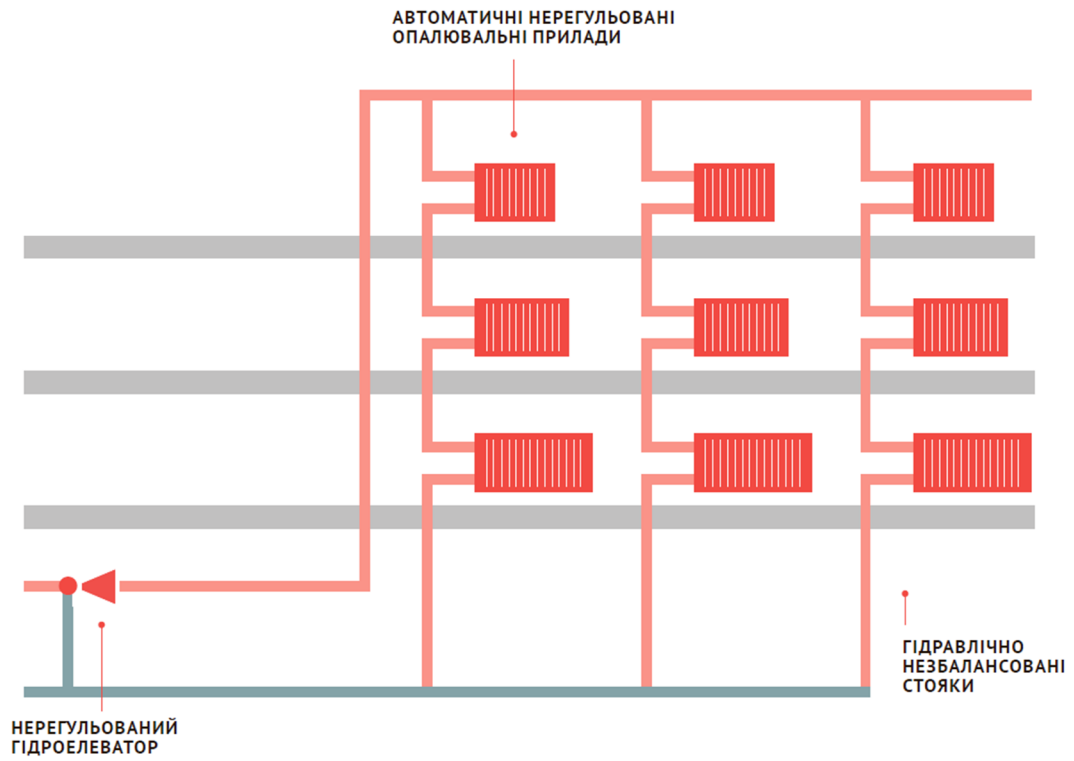
Існує широкий вибір систем і обладнання, які різним способом використовують електричну енергію для опалення і які створюють можливість адаптації опалення до індивідуальних умов і вимог. Можна застосовувати конвектори, обігрівачі, тепловентилятори та ін. Найбільш енергоефективними та комфортними є підлогові електрокабельні системи.

Електрокабельні підлогові системи розділяють на три підвиди:

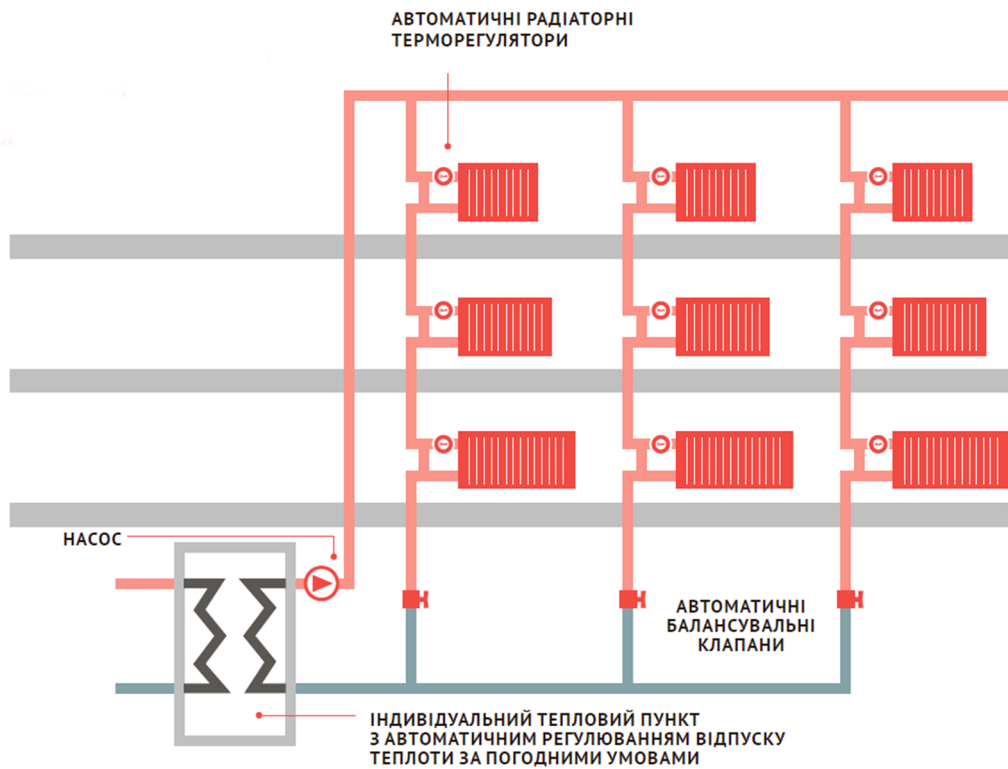
- а) «тепла підлога» - дозволяє реалізувати ідеальне комбіноване опалення приміщення: від радіатора водяної центральної системи опалення і комфортне від теплої підлоги, яка нагрівається електричною енергією;
- б) пряме опалення – яке споживає електроенергію в будь-який час доби;
- в) акумуляційне опалення – яке накопичує теплову енергію в стяжці підлоги в нічний час при зниженому тарифі на електроенергію і віддає тепло в приміщення протягом доби.

Немає потреби в спеціальних приміщеннях для котельної, а також у димоходах. Використання спеціального тарифу на електроенергію і його зниження в нічні години робить ці системи економічно привабливими.

Електричне опалення характеризується такими особливостями:



а)



б)

Рис.2.9. Модернізація однотрубної системи опалення:
а) нерегульована система; б) з автоматичним регулюванням

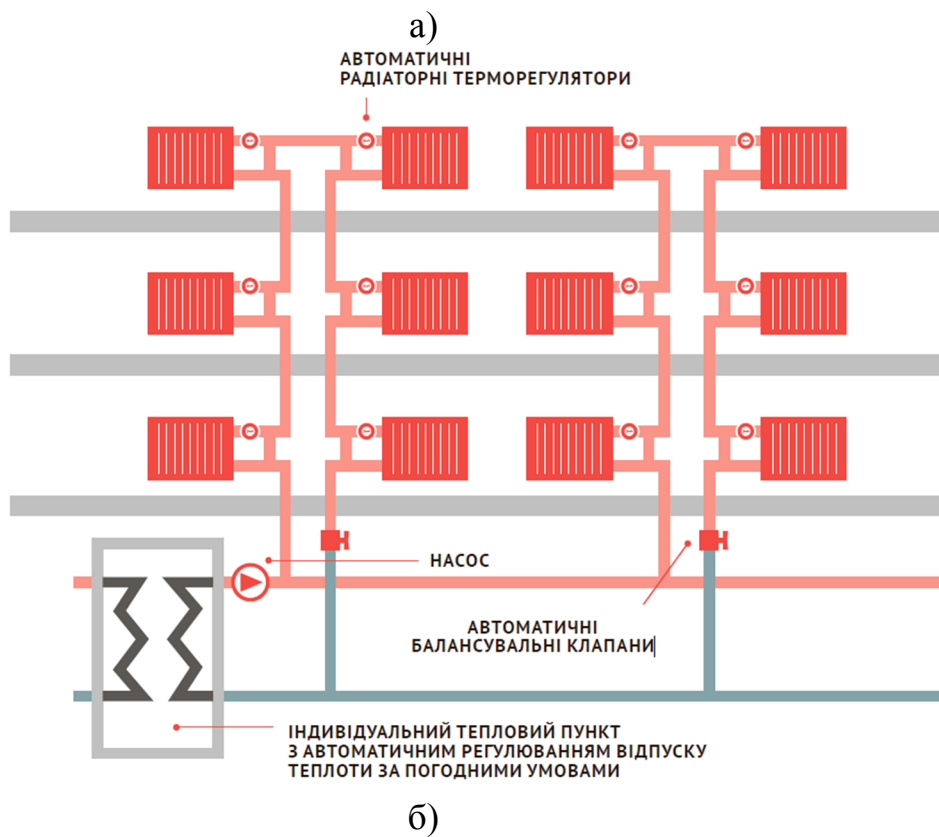
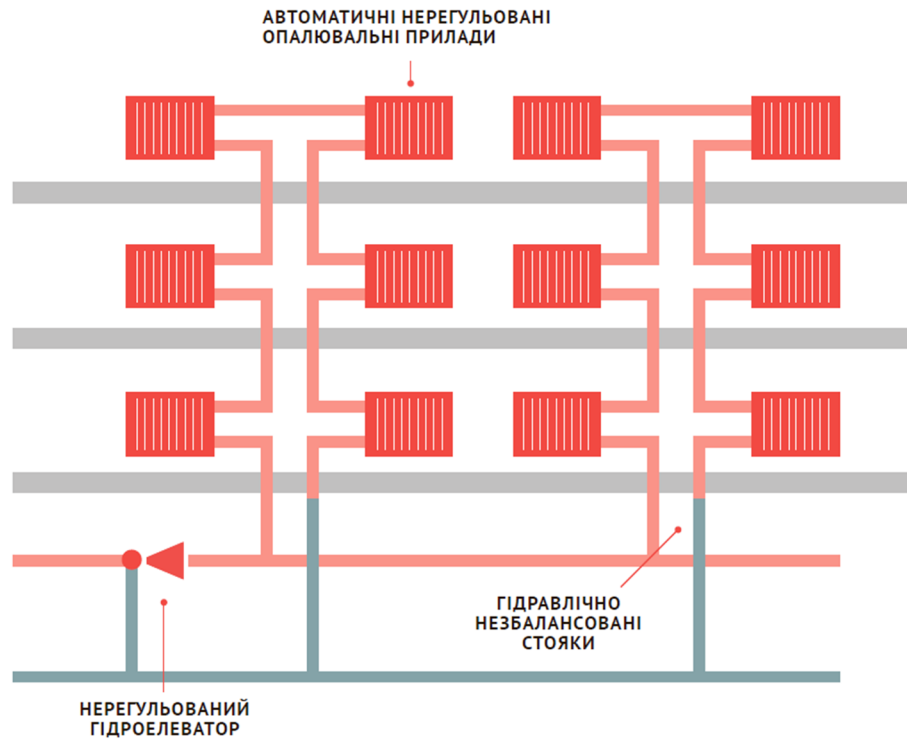


Рис.2.10. Модернізація П-подібної системи опалення:
а) нерегульована система; б) з автоматичним регулюванням

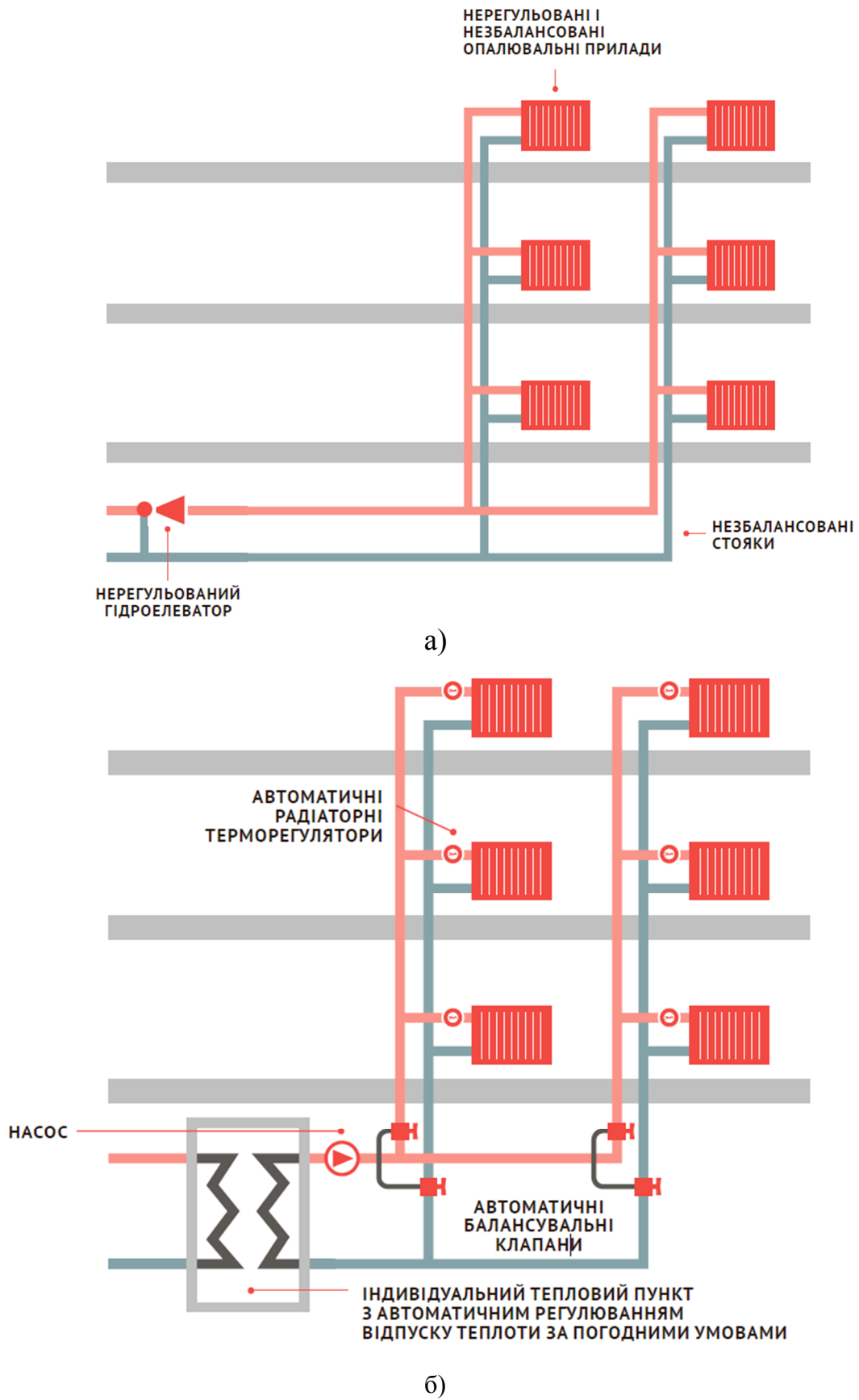


Рис.2.11. Модернізація двотрубної системи опалення:
 а) нерегульована система; б) з автоматичним регулюванням

- простота в регулюванні температури при увімкненні і вимкненні на певні періоди часу;
- відсутність потреби обслуговування і консервації;• дуже висока надійність і безпека;
- рівномірний розподіл тепла в приміщенні;
- естетичність (невидимість установки);
- безпека для людини і екологічність для довкілля.

Поквартирний облік теплоспоживання. Економне використання теплової енергії повинне здійснюватися усіма її споживачами. Для цього необхідно не тільки дати можливість регулювати теплоспоживання, а й організувати його індивідуальний облік. Згідно з будівельними нормами, з 2009 року в Україні встановлення поквартирних теплових лічильників є обов'язковою в усіх новозбудованих будинках. У будівлях, в яких проводиться реконструкція і капітальний ремонт, при відсутності технічної можливості їх оснащення поквартирними лічильниками тепла, допускається застосування пристроїв-розподільувачів теплової енергії на опалювальних пристроях для обліку фактичного споживання тепла квартирами. Тому потрібно переобладнати усі системи опалення згідно з цими вимогами.

У старих будівлях системи центрального опалення, як правило, виконані верти- кальними. Теплоносій у кожную квартиру подається по стояках і немає можливості встановити квартирні лічильники тепла. Для цього потрібно переобладнати систему опалення з вертикальної в горизонтальну, що вимагає істотних фінансових затрат.

Тому в вертикальній системі застосовують не лічильники тепла, а спеціальні пристрої, які дають можливість визначити вартість опалення для кожної квартири. Їх називають приладами-розподільувачами затрат. Їх прикріплюють до всіх опалювальних приладів системи опалення.

Прилади-розподільувачі не є лічильниками, які безпосередньо вказують споживання теплової енергії. Вони надають можливість із загального теплоспоживання будівлі, яке визначається будинковим лічильником

в тепловому пункті, вирахувати частку теплоспоживання кожним опалювальним приладом системи. Сумування теплоспоживання всіх опалювальних приладів квартири дає загальне теплоспоживання квартири.

Одночасно з встановленням приладів-розподільовачів повинні бути встановлені автоматичні терморегулятори на опалювальні прилади, за допомогою яких споживач може виставляти бажану температуру повітря в приміщенні і таким чином здійснювати економне користування тепловою енергією і створювати тепловий комфорт в приміщеннях.

Для визначення оплати за опалення необхідна система розподілу теплоспоживання між квартирами. Така система включає зчитування даних з приладів-розподільовачів, розподіл теплоспоживання між користувачами і виставлення індивідуальних рахунків для оплати. Зчитування даних може здійснювати експлуатаційна організація (ЖЕК, управляюча компанія і т. д.) автоматично без залучення мешканців, або візуально мешканцями. В останньому випадку щомісячно власники квартир знімають покази приладів-розподільовачів і представляють їх експлуатаційній організації, яка на основі цих показів і загального фактичного теплоспоживання будівлі розподіляє витрати теплоспоживання по кожній квартирі і виставляє рахунки для оплати.

Як правило, один раз на рік (зазвичай після завершення опалювального сезону) експлуатаційна організація здійснює контрольну перевірку зчитування показів з приладів-розподільовачів. На підставі результатів перевірки виявляють випадки недоплати або переплати по кожній конкретній квартирі.

2.3.2 Система гарячого водопостачання

Модернізація системи гарячого водопостачання, метою якого є зниження оплати за гарячу воду, полягає, насамперед, в організації індивідуального розрахунку оплати

на підставі показів лічильників води. З цією метою необхідно в кожній квартирі встановити лічильник води або два лічильники води (якщо гаряча вода в кухню і санітарні приміщення подається від різних стояків). Досвід показує, що після встановлення лічильників води оплата знижується на 20-50%. Це відбувається в результаті того, що мешканці приділяють більше уваги раціональному споживанню гарячої води.

Окрім встановлення лічильників води, модернізація системи гарячого водопостачання охоплює:

- заміну несправною запірної арматури (кранів, змішувачів і т. д.) і непридатних трубопроводів;

- виконання або ремонт теплоізоляції трубопроводів;
- покращення роботи вузла водопідготовки і циркуляції;
- застосування автоматичного регулювання температури води і роботи циркуляційних насосів;
- встановлення регулятора тиску на вводі водопроводу в будівлю;
- встановлення регуляторів тиску на вводах в квартири;
- встановлення терморегуляторів на рушникосушках, або застосування електрорушникосушок;
- впровадження спеціальних пристроїв для економії гарячої води, наприклад, розсіювачів (замість звичайних сіток для душу), пристроїв, які перекривають поступлення води в незакритих водорозбірних кранах і т.д.

2.4 Система освітлення та електропостачання

Системи освітлення будівель є частиною інженерних рішень і повинні забезпечувати економне використання електроенергії.

Досягнення цієї мети можливе за умови використання в системах освітлення «енергоощадливих» ламп та обмеження часу роботи окремих груп освітлення.

Найбільш характерні приклади систем освітлення в яких доцільно реалізувати ці принципи :

- системи зовнішнього освітлення та підсвітка фасадів;
- системи освітлення коридорів, тамбурів, прохідних зон;
- системи освітлення сходових клітин;
- системи освітлення санвузлів;
- системи освітлення паркінгів та гаражів.

У системах зовнішнього освітлення обмеження часу роботи можливо реалізувати за рахунок увімкнення та вимкнення певних груп освітлення та фасадної підсвітки за графіком або за рахунок датчиків освітлюваності.

У прохідних приміщеннях, а також там, де недостатня освітленість, використовується найчастіше люмінісцентне освітлення, яке працює 11-12 годин (якщо будівля житлова або офісна) або 24 години (якщо це готель або лікарня). Найбільша економія полягає в оптимізації роботи системи освітлення саме цих приміщень. По статистиці люди перебувають в цих приміщеннях лише 10-20% часу від загального часу роботи систем.

Освітлення на сходових клітинах працює протягом тривалого часу, більшу частину цього часу електроенергія повинна економитись за рахунок використання вранці та вдень природного освітлення через вікна (якщо вікна є). За недостатньої освітлюваності доцільно використовувати датчик освітлюваності.

Для увімкнення системи освітлення, що залежить від присутності людей, додатково необхідно інтегрувати в систему освітлення датчики руху або пристрої ручного керування з обмеженням часу роботи. Це доцільно використовувати в системах освітлення, тамбурів, прохідних зон, сходових клітин, санвузлів, паркінгів та гаражів.

Постачання електроенергії доцільно обраховувати за двозонним тарифом, диференційованим за періодами часу. З 23 до 7 години застосовується тарифний коефіцієнт 0,5, в інший час – 1. Досягнення цієї мети можливе завдяки встановленню лічильників електричної енергії з двозонним тарифом.

До загальнобудинкових споживачів електричної енергії, електропостачання яких можливе за двохзонним тарифом, відносяться системи освітлення місць загального користування, ліфти, обладнання інженерних систем вентиляції, гарячого водопостачання, кондиціонування.

2.5 Зміни в енергоспоживанні

Термомодернізація будівлі і її системи опалення дозволяє суттєво зменшити споживання теплової енергії і знизити експлуатаційні видатки. Результати реалізації окремих модернізаційних заходів відрізняються в кожному індивідуальному випадку. Однак, на підставі багатьох реалізованих прикладів, можна визначити деякі усереднені значення, які наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Зміни в енергоспоживанні

№	Термомодернізаційний захід	Економія теплової енергії
1	Утеплення захисних будівельних конструкцій (стін, даху, суміщеної покрівлі, перекриття над підвалом), не включаючи вікна	15-25%
2	Заміна вікон на герметичні, з кращим опором теплопередачі R	10-15%
3	Модернізація теплового пункту, включаючи регулювання за погодними умовами і насосну циркуляцію	10-30%
4	Комплексна модернізація внутрішньої системи центрального опалення, включаючи встановлення терморегуляторів на всіх опалювальних приладах, автоматичних балансувальних клапанів на стояках, теплоізоляцію трубопроводів	10-25%

РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОГЕНЕРАЦІЇ

3.1 Модернізація з використанням в якості палива природного газу

Одним з визначальних напрямків енергетичної стратегії України є збільшення енергоефективності та енергозбереження. Важлива роль у реалізації цієї стратегії належить комунальній теплоенергетиці (ТКЕ), основною проблемою якої на цей час є значні втрати теплоенергії як на етапі транспортування, так і на етапі споживання. Тепломагістралі в структурі ТКЕ (а це понад 24 000 км) перебувають переважно в аварійному стані. Більше 28% труб в тепломережах країни експлуатуються понад 25 років, 43% – більше 15 років, і лише в 29% тепломереж мають термін експлуатації, що не перевищує 10 років. Втрати тепла в них сягають 18-35%, а втрати теплоносія перевищують норми в тисячі разів.

Ефективність використання природного газу як основного, на сьогодні, джерела теплогенерації є першочерговим завданням і повинна здійснюватися шляхом:

- Заміни низькоефективного теплогенерувального обладнання (котлів) з ККД 72%;
- Встановлення систем автоматизації на котельнях;
- Заміни теплотрас зі значними втратами теплоенергії.

Сучасні технічні можливості, досягнення науки і техніки свідчать про можливість зменшення втрат природного газу у використанні, транспортуванні в середньому по країні на 22% в випадку комплексної модернізації галузі.

Типи котлів. Сучасне котельне обладнання представлено різними типами котлів, кожен з яких має свою специфіку використання та умови експлуатації. Найбільш популярні та затребувані котли на газі і твердому паливі.

Асортимент котельного обладнання, представлений на ринку України, включає в себе величезний вибір продукції закордонних і вітчизняних виробників, різних потужностей та функцій.

Крім бренду, котли розрізняються за потужністю. Підбір потужності котла здійснюється з розрахунку опалюваної площі і коливається від кількох до тисяч кВт. Приблизний розрахунок потужності котла:

1 кВт дорівнює 10 м² опалюваної площі плюс 20-50% потужності котла для горячого водопостачання.

За способом монтажу котли діляться на підлогові (більш потужні і габаритні) та навісні (компактні, мають невелику потужність, але високий ККД).

Крім того, котли газові можуть бути одноконтурними (використовуються тільки для опалення приміщень) та двоконтурні (для опалення та подачі гарячої води).

По способу відведення газів котли поділяються на:

- атмосферні, що використовують природну тягу;
- турбінні, з примусовою подачею повітря;
- конденсаційні, з відбором тепла у димових газів. Мають умовний ККД 109%, що на 15% більше, ніж у звичайного котла.

За останнє десятиліття система виготовлення котельного обладнання зазнала в Україні суттєвих змін. На вітчизняних підприємствах скоротилося виробництво великих, в той же час зріс обсяг випущених вітчизняних котлів середньої потужності. Незважаючи на те, що розширилося ліцензоване виробництво, збільшилося використання імпортованих комплектуючих і західних технологій, конкуренція з боку постачальників імпортованого обладнання посилилася.

На цей час чимало вітчизняних підприємств займаються виробництвом газових водогрійних і парових котлів. Більшість з них випускають тільки котли, а пальник (і автоматику) закупають у вигляді комплектування. Найбільш відомі з таких виробників – ТОВ «Азовмаш-терм», ЗАТ «Житомирремхарчомаш», ВАТ «Красилівський машинобудівний завод», ЗАТ «Маяк», ВАТ «Промсантехника», ТОВ «Теплові системи», ДП «Чернівецький металообробний завод», ЗАТ «Укркотлосервіс», ВАТ «Харківкотловиробництво», ВАТ«Південтрансерго».

Котли з сучасним пальником власної конструкції виробляє київський завод «Промінь». Котли в повній комплектації (з пальниками та автоматикою власного виробництва) випускає 63-й котельно-зварювальний завод з Івано-Франківська.

Продукція імпортованого виробництва досить широко поширена на вітчизняному ринку котельного обладнання. Всього в Україні її представляють понад 15 іноземних фірм-виробників котельного обладнання. Серед найбільш відомих можна назвати котли таких німецьких фірм, як Bosch, Rielio, Vaillant, Viessman, Вовк, «Юнкерс». Котли саме німецького виробництва завоювали популярність завдяки, в першу чергу, високій якості, надійності і економічності. Багато фахівців відзначають, що більшість зарубіжних виробників пропонують дорожчу, але

більш енергоефективну і надійну техніку. Крім того, котельний імпорту забезпечений розвинутою сервісною мережею, і ефективна сервісна підтримка – ще одна конкурентна перевага дорожчої імпортової техніки.

Крім названих вище німецьких фірм, до переліку європейських компаній, що працюють в Україні, входять і такі відомі фірми, як чеські Dakon, Мора Моравія, Protherm; італійські Ariston, BAXI, Beretta, Ferroli, Fondital; французькі De Dietrich і Saunier Duval.

3.2 Виробництво енергії за допомогою відновлюваних джерел енергії

3.2.1 Сонячна енергія

Сонячна енергія вічна і непостійна, доступна і невлотима, щедра і мізерна, мінлива і розсіяна, можливо, тому ми небайдужі до Сонця і готові пробачити йому головний недолік, що полягає в тому, що щедрість його епізодична і часом недоречна, а мізерність припадає на той період, коли воно найбільш бажане. Тим не менш, техніка і економіка, позбавлені емоційного сприйняття і не схильні прощати нічого, що не гарантує прибутку, ставляться до Сонця цілком прагматично, закріпивши за ним на нинішньому етапі розвитку науки і технологій в галузі будівництва практично тільки одну утилітарну можливість – гріти воду для побутових потреб у теплу пору року там, де це економічно виправдано.

Таке звуження сфер практичного використання сонячної енергії в кліматичних умовах України стане зрозумілішим, якщо звернутися до рис.3.1, на якому показані величини енергії сонячного випромінювання, що проривається до Землі через хмари і падає протягом року на 1 квадратний метр горизонтальної поверхні в регіонах, представлених шістьма українськими містами.

Неважко переконатися, що за шість місяців теплого періоду на поверхню землі падає лівова частка річної кількості сонячної енергії, і використання залишкової її частини в холодну пору року не обіцяє дивідендів тим, хто ризикнув би долати технічні труднощі і нести фінансові втрати, пов'язані з роботою геліоустановки в зимову холоднечу з надією витягти сповна падаючу з неба енергію. Втім, якщо розглядати звернені до півдня, захід і схід вікна будівель як елементи пасивної сонячної системи опалення, то всі побудовані в Україні будівлі сприймають в сонячні дні зими приблизно 32 млн. ГДж теплової енергії,

і, якби цією енергією вдалося замінити теплоту, подавану з опалювальних котелень, можна було б заощадити приблизно 1,5 млн. тон умовного палива на рік, що складає близько 4% від тієї кількості палива, яке витрачається на опалення. Однак цей ефект повинен бути досягнутий не засобами активної геліотехніки, а при автоматичному регулюванні теплової потужності опалювальних систем.

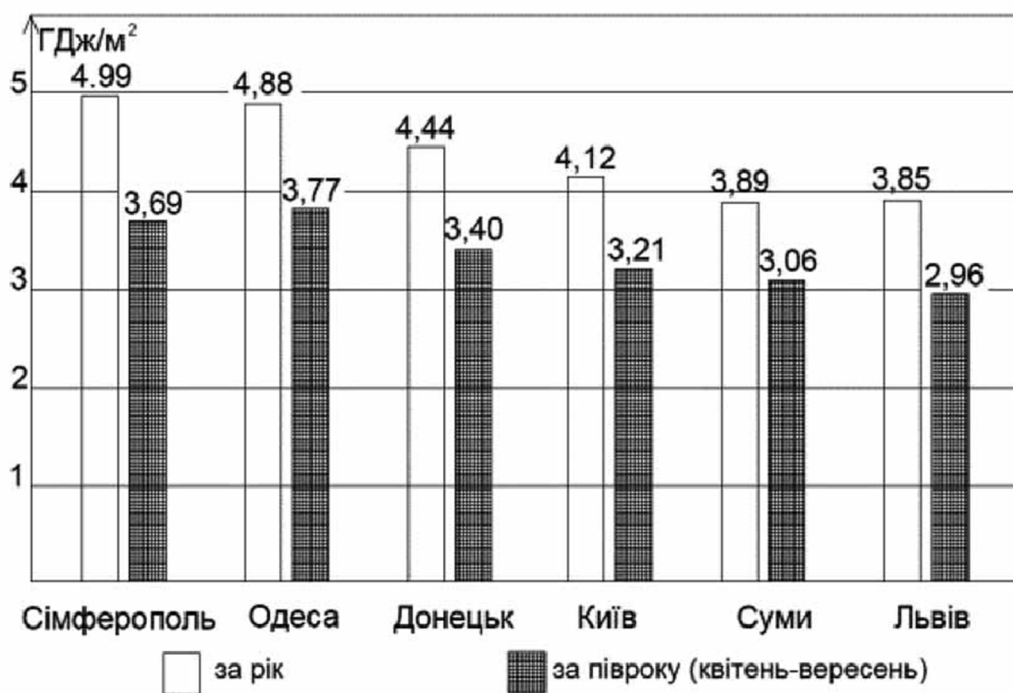


Рис.3.1. Енергія сонячної радіації, що досягає поверхні землі в містах України

Система гарячого водопостачання є зручним споживачем сонячної теплоти, тому що температура води в ній не занадто висока, а в літній час вона відрізняється від температури зовнішнього повітря не більше ніж на 35-40 °С, а це дозволяє запроектувати сонячну установку при досить високих значеннях коефіцієнта корисної дії сонячного колектора.

Є безліч типів сонячних колекторів, але більшість з них мають елементи, показані на рис. 3.2.

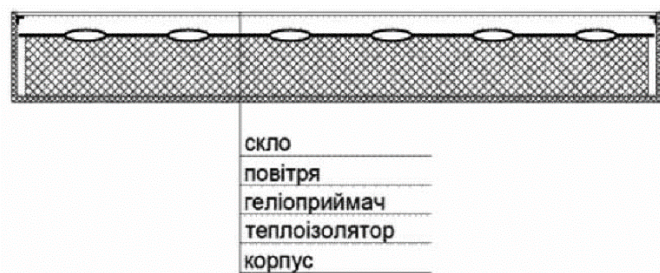


Рис.3.2. Схема сонячного колектора

Найефективніші сонячні колектори виготовляються з корпусом з алюмінію, з двома шарами скла з геліоприймача, які мають так зване селективне покриття, яке забезпечує мінімальні тепло- втрати колектора при променевому теплообміні. Такі колектори досить дорогі, і це подорожчання не завжди виправдовується додатковою їх теплопродуктивністю. Тому часто застосовуються дешевші колектори зі сталевими корпусами і геліоприймачами, захищеними одним шаром скла.

Схема найпростішої геліоустановки гарячого водопостачання представлена на рис.3.3.

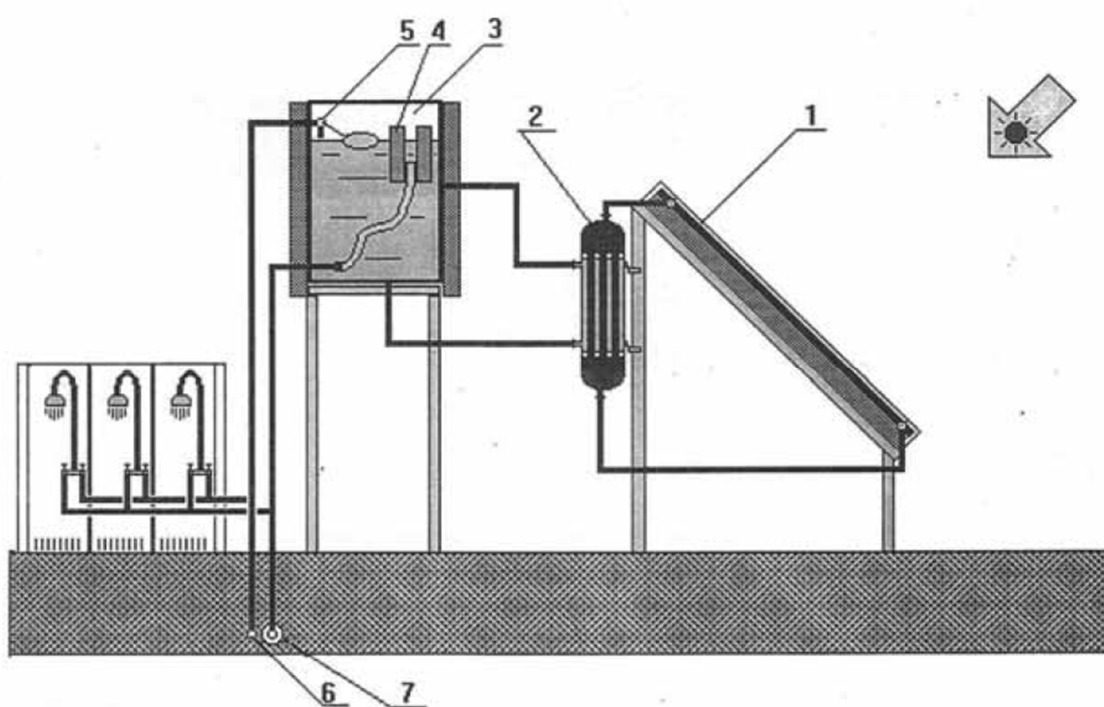


Рис.3.3. Схема геліоустановки гарячого водопостачання

Схема включає в себе два контури циркуляції. У первинному контурі, що містить геліокотел 1, який складається з обв'язаних трубопроводами сонячних колекторів, вода циркулює при природному спонуканні. Підігріта в сонячних

колекторах вода під дією гравітаційного тиску спрямовується до теплообмінника 2, в якому тепло передається водопровідній воді, якою наповнений теплоізований резервуар – накопичувач 3. У результаті розшарування (стратифікації) температура води в баку не буде однаковою. Найвищих значень температура досягне у верхній зоні бака. Щоб мережа гарячого водопостачання отримувала воду з найвищою температурою, забірний патрубок прикріплений до поплавка 4.

Бак поповнюється через поплачковий клапан 5, приєднаний до водопроводу 6, а підігріта в геліоустановці вода подається споживачам по трубопроводу гарячого водопостачання.

Сонячні системи гарячого водопостачання знаходять застосування у закладах відпочинку, побутових приміщеннях різних виробництв, житлових будинках та інших будівлях, де визнано виправданим вкладання коштів у спорудження сонячних систем з метою скорочення витрат на придбання палива або на оплату теплоносіїв, на заробітну плату персоналу котелень в літній період або на спорудження самої котельні, якщо сонячна установка здатна замінити її в установах сезонного типу.

Для того, щоб оцінити економічну доцільність спорудження сонячної установки, фахівці повинні розробити техніко-економічне обґрунтування та рекомендації, з яких замовнику стане ясно, які витрати він понесе, скільки палива або електроенергії він зможе заощадити за рік експлуатації і через скільки років окупляться його витрати. Такі рекомендації можуть бути зроблені на основі розрахунків, виконаних з урахуванням місцевих умов виробництва і споживання теплоти.

3.2.2 Теплові насоси

Тепловий насос – це машина, яка сприймає теплоту довкілля для того, щоб передати її тілу з вищою температурою.

Теплові насоси і довкілля. Ще недавно в Україні про теплові насоси було відомо лише вузькому колу фахівців, однак, в останні роки вони стали широко згадуватися в засобах масової інформації, інтерес до цього виду техніки стали проявляти проектні організації, ділові кола, а також офіційні особи, що пов'язують з новими опалювальними пристроями певні надії на вихід зі складної енергетичної ситуації.

Успіхи в розвитку техніки теплонасосного опалення за кордоном обнадіюють вітчизняних ентузіастів цього напрямку і обіцяють сприятливі перспективи. У 1993 році в США було побудовано близько 1 млн. односімейних житлових будинків, з яких 246 000 були обладнані опалювальними тепловими насосами. Загальна кількість встановлених в Сполучених Штатах теплових насосів оцінюється величиною 7,7 млн, що складає близько 11% загальної кількості опалювальних установок. Менше вражає європейський досвід, де обсяг застосування теплових насосів характеризується не мільйонами одиниць обладнання, але досить великою кількістю тисяч установок. В Австрії в 1993 році було продано понад 1000 комплектів опалювальних теплових насосів, в той час як теплонасосні установки гарячого водопостачання продавалися в цій країні в кількості до 6000 комплектів на рік. У Нідерландах, де пристрій теплонасосних систем забезпечується державними субсидіями, в 1993 році встановлено 110 тис. теплових насосів. Нинішній обсяг продажів теплових насосів у Швеції становить близько 35 тис. комплектів на рік, а в Швейцарії щорічно встановлюється до 3 тис. одиниць теплонасосного обладнання.

Позитивний досвід багатьох країн не обов'язково застосуємо до України, де складна економічна ситуація може продиктувати інші підходи до вирішення аналогічних технічних завдань, і тільки науковий підхід до проблеми дозволить визначити з достатнім ступенем точності потрібні тенденції, на які впливають такі негативні фактори, як відносна бідність української економіки з одного боку і недостатня її енергоозброєність з іншого.

Можливість використання в теплових насосах енергії довкілля відкриває нові можливості енергозбереження у сфері житлово-цивільного будівництва. Разом з тим, перетворення низькопотенційної енергії довкілля пов'язане з витратами електричної енергії, а висока вартість обладнання стримує замовників навіть там, де застосування теплових насосів об'єктивно виправдане. У цих умовах не можна рекомендувати повсюдне застосування теплових насосів, однак у конкретних умовах їх використання для опалення та гарячого водопостачання може виявитися вигідним для споживача і раціональним для енергетичної системи.

Здатність теплового насоса брати енергію з навколишнього середовища вигідно відрізняє його від інших теплогенераторів, які всі свої теплові втрати разом з продуктами згоряння скидають в атмосферу (рис. 3.4).

Для того, щоб тепловий насос міг віднімати енергію від довкілля при відносно низькій температурі, до нього необхідно підвести механічну енергію, яка здебільшого перетворюється з електричної енергії. Зазвичай при теплонасосному опаленні потрібно приблизно в три рази менше електричної енергії, ніж при прямому перетворенні електричної енергії в теплову, наприклад, в електрорадіаторах.

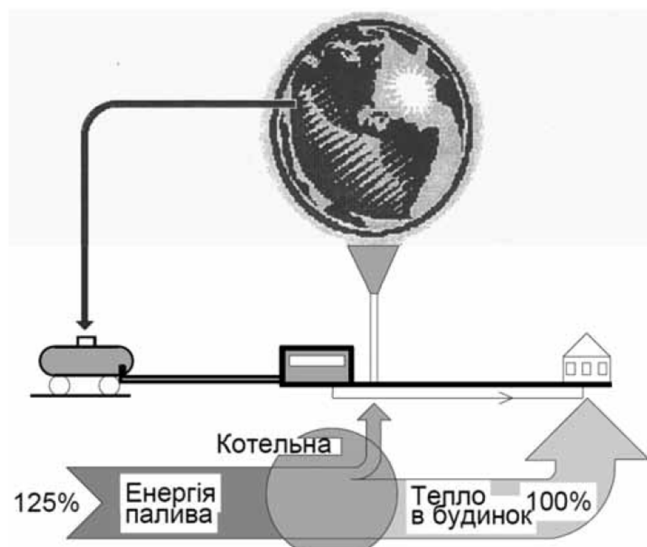


Рис.3.4. Схема потоків енергії при опаленні від котельної

Таке порівняння, однак, не цілком коректне, оскільки електрична енергія виробляється на теплових електростанціях з дуже низьким коефіцієнтом корисної дії, і правильніше було би оцінювати ефективність теплового насоса за величиною первинної енергії палива, витраченої на виробництво одиниці споживаної теплоти. Схема потоків енергії при теплонасосному опаленні представлена на рис.3.5.

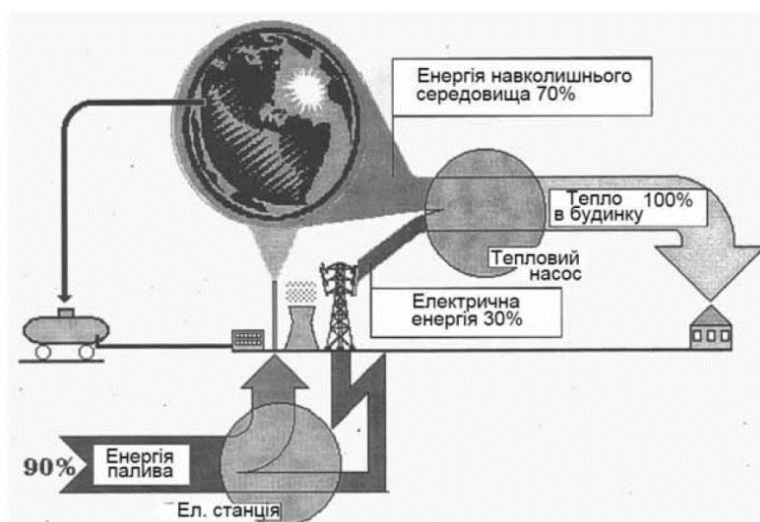


Рис.3.5. Схема потоків енергії при теплонасосному опаленні

Таким чином, при використанні теплового насоса можна отримати корисного тепла більше, ніж міститься в витраченому на його виробництво паливі, але ненабагато, не в кілька разів, а на кілька десятків відсотків більше, що, втім, може зумовити в певних умовах значний економічний ефект.

Відомо багато типів теплових насосів, однак найбільш уживаним є компресорний парорідинний тепловий насос, який складається з чотирьох основних елементів: компресора, конденсатора, випарника і терморегулювального вентиля (рис.3.6).

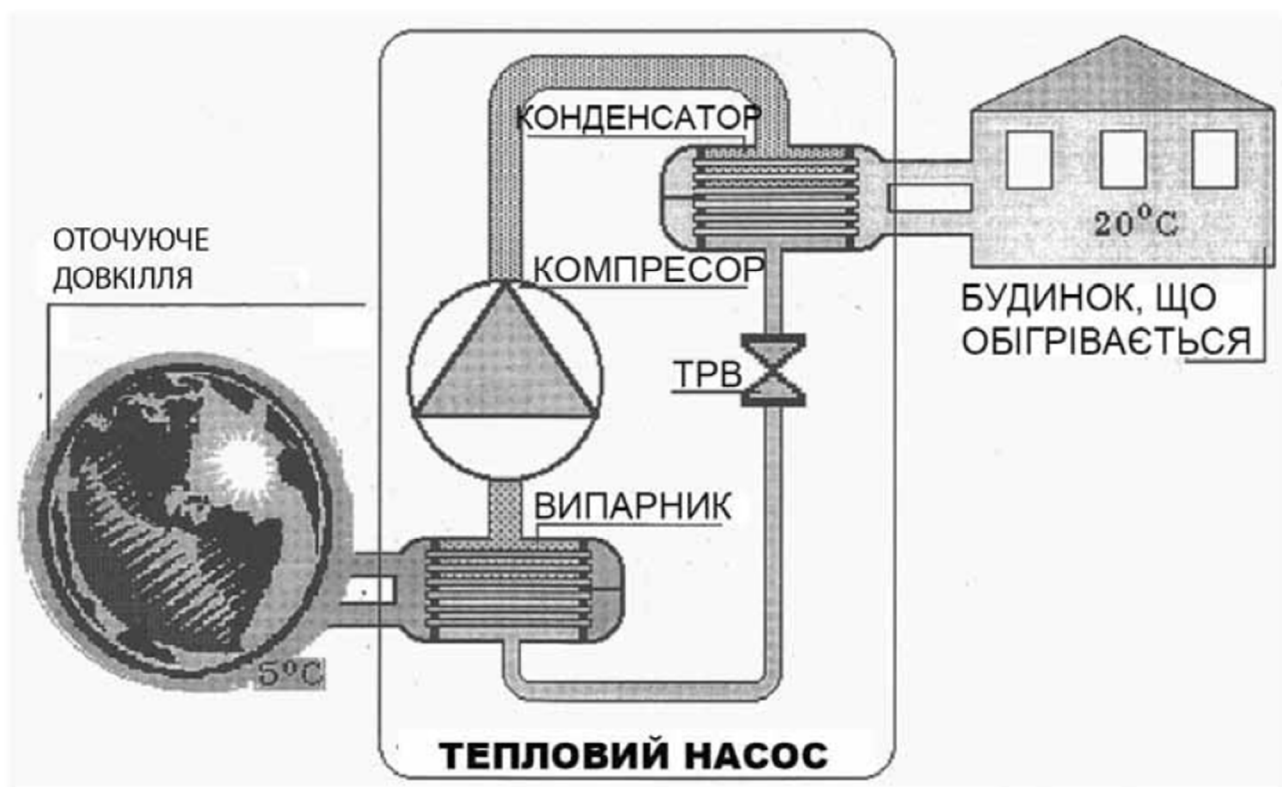


Рис.3.6. Ілюстративна схема перетворення природної енергії в тепловому насосі

Всі апарати теплового насоса заповнені легкокиплячим холодильним агентом, для якого температура навколишнього середовища є настільки високою, що у випарнику починається кипіння рідкого холодоагенту. Утворені пари відсмоктуються компресором. При стисненні в компресорі температура парів холодоагенту підвищується настільки, що в конденсаторі, що омивається теплоносієм системи опалення, пари зріджуються, а теплота конденсації передається теплоносію, який при цьому нагрівається. На шляху до випарника рідкий холодоагент проходить через терморегулювальний вентиль, де різко знижується

тиск рідини, після чого і починається її кипіння у випарнику, де цикл замикається.

Відношення виробленої теплової енергії до витраченої в роботі компресора називають коефіцієнтом перетворення теплового насоса.

Цей коефіцієнт залежить від різниці температур джерел. Якщо ця різниця відносно невелика, то величина коефіцієнта перетворення може досягти високих значень, а при значній різниці температур коефіцієнт знижується. Зазвичай вважається, що ефективність опалювального теплового насоса забезпечується при коефіцієнті перетворення, рівному 3 і більше, однак розрахунок ефективності теплового насоса являє собою досить складну задачу, яка може бути вирішена з урахуванням конкретних умов експлуатації.

Природні джерела енергії. Навколишнє природне середовище теоретично може розглядатися як невичерпне джерело низькопотенційної енергії для теплових насосів, однак на практиці слід враховувати реальні температурні рівні низькотемпературних джерел. Наприклад, в кліматичних умовах південного берегу Криму зовнішнє повітря із зимовою розрахунковою температурою, рівною 6-8 градусів морозу, є прийнятним джерелом теплоти, головна перевага якого полягає в доступності і безмежності. Для решти районів України, в яких повітря взимку охолоджується до температури мінус 20 градусів і нижче, його використання в теплових насосах призвело б до отримання таких низьких значень коефіцієнта перетворення, що не могло б бути й мови про конкурентоздатність теплонасосного опалення, не кажучи вже про значні технічні труднощі перетворення теплової енергії при таких низьких температурах зовнішнього повітря.

У деяких країнах знайшли застосування так звані бівалентні системи опалення, в яких тепловий насос застосований одночасно з традиційним паливним теплогенератором. Такі системи могли б використовувати зовнішнє повітря як джерела теплоти протягом більшої частини опалювального періоду, однак, реальний коефіцієнт перетворення для таких систем повинен розраховуватися з урахуванням роботи другого теплоджерела.

Найбільш прийнятним для більшої частини України джерелом низькопотенційного тепла є грантова вода, яка зберігає протягом усього року постійну температуру на рівні плюс 8-12 градусів, що забезпечує ефективну роботу теп-

лових насосів. Найпростіше в цьому випадку використовувати воду зі свердловин, що знаходяться в зоні прибережного фільтрату річок або інших природних водойм, куди можна скидати відпрацьовану воду.

Якщо поблизу немає водойми, то ґрунтову воду, що забирається з однієї свердловини, слід після охолодження в випарнику закачувати в іншу, пробурену до того ж водоносного горизонту. При цьому буде забезпечена циркуляція води через водоносний шар, поверхня дотику якого з шарами ґрунту буде служити для теплообміну з ґрунтовим масивом (рис.3.7).

Можливість використання ґрунтової води пов'язана з певними географічними умовами місцевості і геологічною будовою ґрунтового масиву. Не скрізь є водойми, ґрунтова вода залягає не завжди на зручних горизонтах, а водопроникність водоносного шару не у всіх випадках здатна забезпечити циркуляцію води в потрібних кількостях без високонапірних закачувальних насосів, застосування яких могло б зажадати більше енергії, ніж це необхідно для приводу компресора теплового насоса. У цих випадках теплову енергію можна відняти безпосередньо від ґрунту.

Використання теплоти ґрунту пов'язане з пристроєм, що примикає до опалювального тепловим насосом будівлі території ґрунтового теплообмінника. За кордоном широко застосовуються горизонтальні ґрунтові теплообмінники, що утворюються після укладання в траншеї глибиною 1,5-2 метри пластмасових трубопроводів, по яких циркулює незамерзна рідина. Такий пристрій обумовлює виникнення ряду господарських і експлуатаційних проблем, пов'язаних з агротехнічним використанням території, особливо для садівництва, а для площ, які до моменту будівництва вже зайняті будівлями або деревами, такий спосіб взагалі непридатний.

У багатьох випадках можуть знайти застосування вертикальні ґрунтові теплообмінники, виконані у вигляді свердловини з завареною знизу обсадною трубою. Утворювану при цьому замкну- ту ємність заповнюють незамерзною рідиною і за допомогою опущеного в нижню частину шланга здійснюють циркуляцію рідини по всій довжині вертикального теплообмінника. На рис.3.8 показана система опалення, в якій використовується тепла енергія, перетворена з низькопотенційної енергії ґрунту.

Вертикальні ґрунтові теплообмінники практично не займають територію садиби, а необхідна за розрахунком поверхня теплообміну може бути досягнута при бурінні свердловин потрібного діаметру на потрібну глибину. При роботі

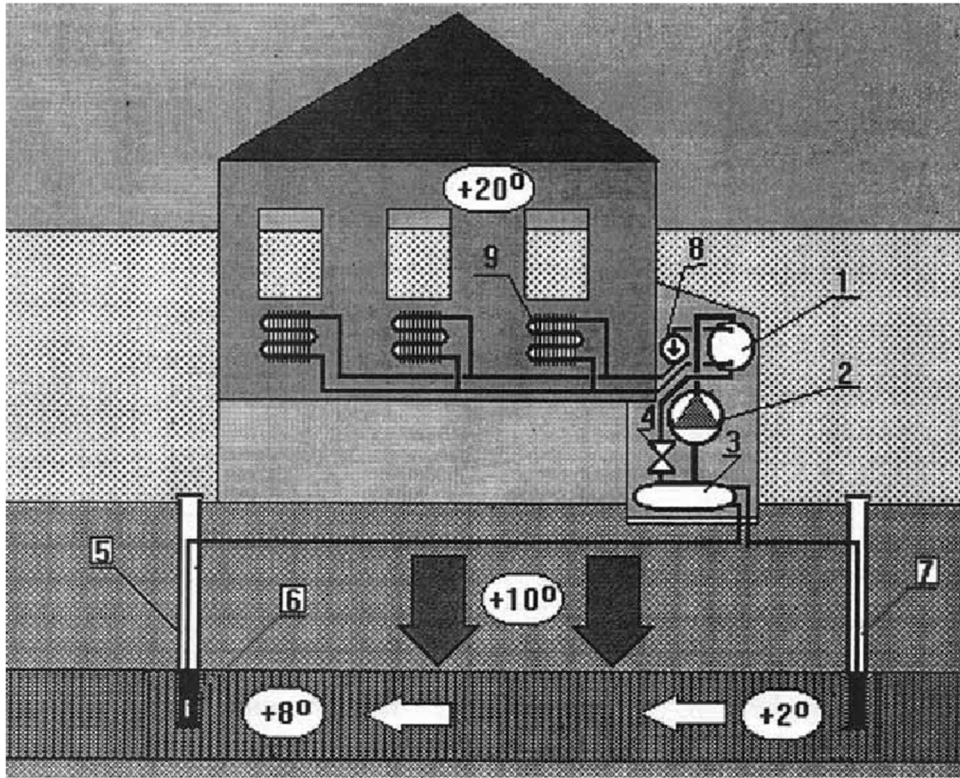


Рис.3.7. Схема теплового насоса, що використовує теплоту ґрунтової води в системі водяного опалення:

1 – конденсатор, 2 – компресор, 3 – випарник, 4 – ТРВ, 5 – водозабірна свердловина, 6 – занурний насос, 7 – свердловина водоскидання, 8 – циркуляційний насос, 9 – опалювальний прибор

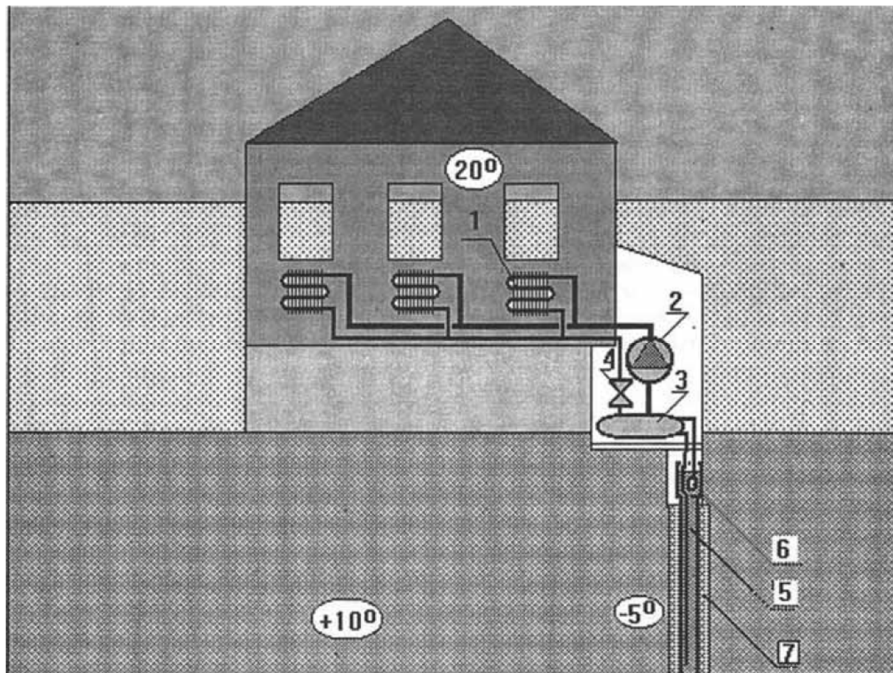


Рис.3.8. Схема теплового насоса, що використовує теплову енергію ґрунту в системі опалювання

теплового насоса навколо свердловин утворюється ґрунтово-льодяна сорочка, концентрація кристалів льоду в якій залежить від природної вологості ґрунту. У вологих ґрунтах ефективність тепломасобміну значно вища, ніж у сухих, не тільки через вищі значення коефіцієнтів теплопередачі, але, головним чином, ще через те, що до віднятої від ґрунтового масиву корисної теплоти додається теплота кристалізації вологи, що міститься в цьому масиві.

Для теплонасосного опалення будівель, розташованих на морському узбережжі або поблизу інших незамерзних водойм, може бути з успіхом застосована вода з цих водойм. Таке рішення може бути досить ефективним, особливо при наявності водозаборів. Принципово можливо забирати воду і з замерзних поверхневих джерел водопостачання, однак при цьому потрібно забезпечити циркуляцію великого обсягу води, що можливо тільки при її надходженні з природних джерел в достатній кількості, а ефективність такого рішення буде залежати від того, наскільки велика потужність насосів випарників.

У випадках, коли технічно неможливо або економічно недоцільно використовувати вищевказані джерела низькопотенційної теплоти, слід розглянути можливість спорудження спеціальної підземної ємності, усередині якої в трубопроводах-льодогенераторах циркулює охолоджена до негативних температур незамерзна рідина. У цьому випадку безпосереднім джерелом теплоти для теплового насоса була б теплота кристалізації води. У сонячні години зимового періоду або під час відлиги за допомогою рідини, що циркулює через сонячні колектори, можна забезпечити часткове танення льоду або повне перетворення його у воду.

3.2.3 Енергія вітру

Енергія вітру – це кінетична енергія рухомого повітря. Вітер, що має енергію, з'являється через нерівномірне нагрівання атмосфери сонцем, нерівності поверхні землі і обертання Землі. Швидкість вітру визначає кількість кінетичної енергії, яка може бути перетворена в механічну енергію або електроенергію. Механічна енергія може використовуватися, наприклад, для помелу зерна і перекачування води. Механічна енергія може також використовуватися для роботи турбін, які виробляють електрику.

Існує два основних способи, за допомогою яких енергія вітру може бути перетворена (як для механічних, так і для електротехнічних цілей): використання або сили «аеродинамічного опору», або «підйому». Спосіб аеродинамічного опору означає просте розміщення однієї сторони поверхні проти вітру, в той час як інша сторона знаходиться з підвітряного боку. Рух за рахунок аеродинамічного опору відбувається в тому ж напрямку, що і дме вітер. Спосіб підйому трохи змінює напрямок вітру і створює силу, перпендикулярну напрямку вітру. Спосіб аеродинамічного опору менш ефективний, ніж спосіб підйому.

Концентрація енергії вітру коливається в широких межах від 10 Вт/м^2 (при легкому вітерці $2,5 \text{ м/сек}$) і до 41000 Вт/м^2 , під час урагану зі швидкістю вітру $40 \text{ метрів на секунду (м/с)}$ або 144 км / год . Загалом, енергія вітру пропорційна кубу швидкості вітру. Це означає, що електрична потужність надзвичайно чутлива до швидкості вітру (при подвоєнні швидкості вітру потужність збільшується у вісім разів).

Вітроелектрична станція – установка, що перетворює кінетичну енергію вітру в електричну енергію. Складається вона з вітродвигуна, генератора електричного струму, автоматичного пристрою керування роботою вітродвигуна і генератора, споруд для їх встановлення та обслуговування. На період безвітря вітроелектрична станція має резервний тепловий двигун. Розрізняють крилаті вітродвигуни з коефіцієнтом використання енергії вітру до $0,48$, карусельні та роторні з коефіцієнтом використання не більше $0,15$ і барабанні. Вітродвигуни застосовують у вітроенергетичних установках, які складаються з вітроагрегату – пристрою, що акумулює енергію або резервує потужність, і систем автоматичного управління і регулювання режимів роботи установки. Розрізняють вітроенергетичні установки спеціального призначення (насосні або водопідйомні, електрично зарядні, млинові тощо) та комплексного застосування (вітросилові і спеціальні станції). Потужність вітроенергетичних установок – від 10 до 1000 Вт

З вітроенергетичними установками пов'язуються певні надії на майбутнє, засновані на успіхах українських конструкторів, створити та впровадити енергетичні агрегати потужністю 100 і 250 кВт (рис.3.9). Вітро-енергетичні турбіни виробляють кондиційну електричну енергію напругою 380 вольт при частоті струму 50 герц . Номінальна потужність турбіни розвивається при швидкості вітру 12 м/с . Робочий діапазон швидкостей вітру, при яких працює турбіна – від 5 до 22 м/с . У всьому цьому діапазоні ротор турбіни обертається з постійною

кутовою швидкістю, що забезпечується автоматичною установкою кута атаки лопатей турбіни.

Десятки таких вітроагрегатів вже встановлені і дають струм в енергетичну систему України.

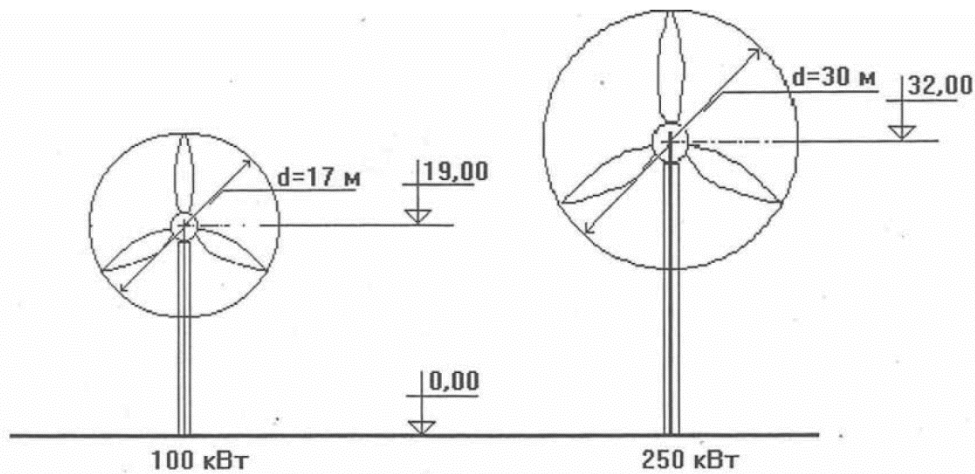


Рис.3.9. Габаритні розміри вітчизняних вітроенергетичних установок потужністю 100 і 250 кВт

Позитивні та негативні риси використання енергії сонця і вітру

Позитивне:

- 1) Невичерпність. Розвіданих запасів нафти, газу та урану на 50 років, а енергія вітру і сонця – необмежена
- 2) Екобезпека. Сонячні та вітроелектростанції не виробляють шкідливих викидів
- 3) Дешева експлуатація. Ці електростанції не потребують періодичного ремонту та обслуговування
- 4) Автономність. Можна використовувати далеко від ліній електропередач

Негативне:

- 1) Малі потужності. Встановлені потужності і ККД зелених електростанцій не можна порівняти з традиційними
- 2) Великі капіталовкладення. Подібні установки вимагає значних інвестицій і можуть не окупитися
- 3) Залежність від зовнішніх факторів. Якщо вітер поривчастий, а небо – хмарне, ефективність зелених електростанцій зменшується
- 4) Значні площі. Системи вітряків і сонячні батареї вимагають великих територій.

Питання для самоконтролю

1. Що повинна забезпечувати будівля?
2. Структура втрат теплової енергії будівлею.
3. Які термореноваційні заходи застосовують для уникнення втрат теплової енергії?
4. Назвіть базові проблеми енергоефективності у сфері житлового фонду.
5. Що таке енергоаудит будинків?
6. Основні етапи енергетичного аудиту.
7. Етапи сканування будинків.
8. Результат енергоаудиту.
9. План проведення термомодернізації.
10. Назвіть інженерно-технічні заходи, які необхідно здійснити для підвищення енергоефективності об'єктів.
11. Назвіть методи підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель.
12. Що входить до модернізації систем тепло- та водопостачання внутрішніх інженерних систем?
13. Що входить до модернізації систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних систем?
14. Що входить до модернізації систем вентиляції?
15. Поняття термомодернізації.
16. Послідовність термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій.
17. На які конструкції підрозділяють за способом кріплення теплоізоляційного шару до зовнішньої поверхні стіни?
18. На які конструкції підрозділяють за типом арматурної сітки збірні системи?
19. Що таке вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система?
20. Які матеріали застосовуються для облицювання фасадів?
21. Які властивості повинен мати утеплювач у вентильованих фасадах?
22. Назвіть головні переваги вентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи.
23. На які види за конструктивним рішенням підрозділяють покрівлю?
24. Особливості заміни вікон та входних дверей.
25. Які фактори впливають на споживання енергії в будівлях?
26. Що охоплює модернізація теплового вузла?
27. Модернізація котельної установки.

28. Основні заходи модернізації системи опалення.
29. Супутні заходи при модернізації системи опалення.
30. Особливості електричного опалення.
31. Поквартирний облік теплоспоживання.
32. Що охоплює модернізація системи гарячого водопостачання?
33. Що охоплює модернізація системи освітлення та електропостачання?
34. Назвіть всі термомодернізаційні заходи та проценти економії теплової енергії від їх впровадження.
35. Назвіть шляхи використання природного газу, як джерела теплогенерації.
36. Особливості використання сонячної енергії.
37. Теплові насоси.
38. Природні джерела енергії.
39. Особливості використання енергії вітру.
40. Позитивні та негативні риси використання енергії сонця і вітру.

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

4.1 Практичне заняття №1. Аналіз втрат тепла в будинках

Аналіз втрат тепла в будинках проводиться для визначення та застосування заходів з енергозбереження.

Збереження енергоресурсів є актуальною проблемою сьогодення. Тому перед суспільством постає питання заощадження тепла та його ефективного використання.

Аналіз втрат тепла у будинку дозволяє запропонувати ефективні методи енергозбереження.

Назвіть причину, впишіть проценте співвідношення втрат тепла у будинку до рис. 4.2. та запропонуйте ефективні методи енергозбереження.

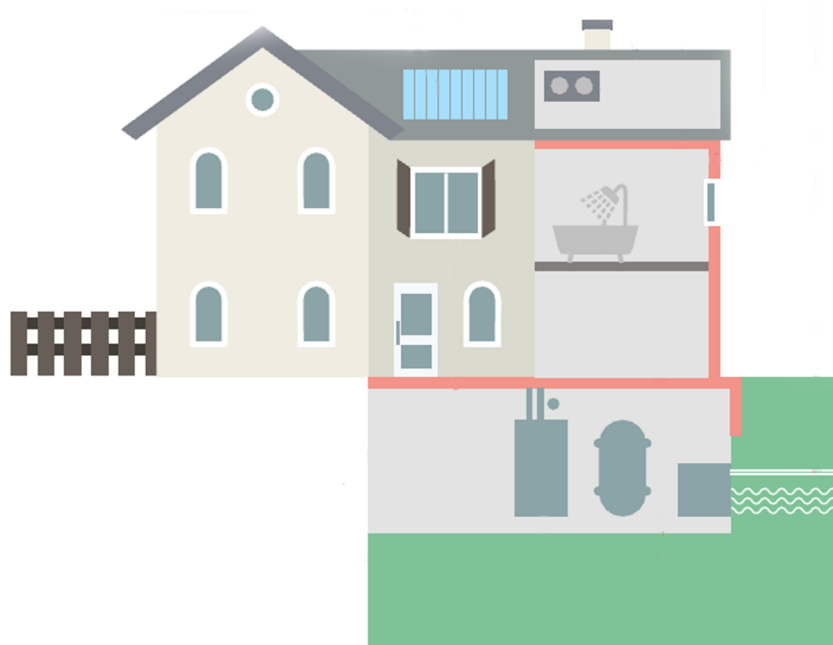


Рис.4.2. Схема будинку

4.2 Практичне заняття №2. Спрощений розрахунок орієнтованого споживання житловим будинком теплової енергії після термомодернізації

Наведений далі приклад розрахунку по житловому будинку в м.Чернівці може бути використаний для визначення питомих витрат теплової енергії на опалення на попередньому етапі підготовки проекту з підвищення енергоефективності будинку.

Для розрахунку застосовуються такі показники як приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, що характеризують існуючу будівлю до

термомодернізації, та аналогічні показники, що прогнозується досягнути після термомодернізації.

Методологія розрахунку, що використовується в даному прикладі, базується на методиках, що прийняті чинними нормативними актами України. Основною суттю спрощеної методики є визначення кількості теплової енергії, яка необхідна для підтримання в приміщеннях будинку нормативних показників температури з урахуванням втрат теплової енергії (через огорожувальні конструкції, системи вентиляції та опалення, що включає прилади опалення, систему розподілення, трубопроводи, стояки тощо, та обладнання теплового пункту), а також із врахуванням додаткових теплонадходжень в будинок від сонячної радіації та людей, обладнання, побутових приладів, освітлення у будинку.

Метою спрощеного розрахунку є визначення розрахункового обсягу економії теплової енергії, необхідного для опалення будинку відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів, до термомодернізації ($Q_{до}^p$) та після її проведення ($Q_{після}^p$). Співвідношення зазначених показників дозволяє визначити коефіцієнт умовного скорочення витрат теплової енергії в результаті термомодернізації, який розраховується за формулою $f = Q_{після}^p / Q_{до}^p$. Прогнозований мінімальний обсяг витрат теплової енергії на опалення будинку після термомодернізації розраховується помноженням величини фактичного споживання теплової енергії до термомодернізації ($Q_{до}^ф$), який визначається по лічильникам або за даними надавача послуг з опалення, на коефіцієнт умовного скорочення (f) за формулою $Q_{після}^{p2} = Q_{до}^ф \cdot f$.

Реальний обсяг споживання теплової енергії після термомодернізації знаходиться в діапазоні між показниками $Q_{після}^p$ та $Q_{після}^{p2}$. Тобто, мінімальне споживання теплової енергії буде відповідати показнику $Q_{після}^{p2}$, а максимальне $Q_{після}^p$. Для розрахунку економічних показників на практиці рекомендується приймати середньоарифметичний показник від них.

На подальших етапах для більш точних розрахунків (похибка може становити до 10%) мають бути залучені спеціалісти -енергоаудитори, сертифіковані експерти з оцінки технічного стану, проектувальники. Повний приклад розрахунку приведений в ДСТУ Б.А.2.2-12: 2015.

Загальна інформація. Об'єкт - п'ятиповерховий житловий будинок розташований в м. Чернівці, знаходиться в 2-й температурній зоні (додаток «В» до

ДБН В.2.6-31:2006). Будинок має прямокутну форму розмірами 13,5x38,0 м, підвал та горище. Загальна висота будинку 20,0 м. Будинок має два під'їзди зі сходовими клітинами.

Тип та конструктивні рішення будинку.

Окремо розташований житловий будинок.

Перекрыття над підвалом - збірні залізобетонні конструкції.

Стінова панель з червоної цегли товщиною 380 мм.

Покрівля шатрова двоскатна. Перекрыття горища - збірні залізобетонні конструкції із засипкою шлаком.

Горище та техпідпілля не опалюються.

Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з подвійного застклення в дерев'яних спарених рамах.

Система опалення будинку:

водяне опалення з підключенням до системи централізованого теплопостачання;

однотрубна вертикальна система з нижнім розведенням без автоматичного балансування на стояках;

трубопроводи в підвалі ізолювані;

погодне регулювання в тепловому пункті відсутнє;

опалювальні прилади (радіатори) без терморегуляторів.

Геометричні параметри будинку.

Відомості про площі зовнішніх огорожувальних конструкцій, опалювану площу, площу житлових приміщень та кухонь, опалюваний об'єм, а також геометричну форму будинку та його орієнтацію за сторонами світу, які необхідні для розрахунку, визначаються на основі проектної документації (має зберігатися в житлово-експлуатаційному підприємстві або місцевому органі архітектури), а за її відсутності з технічного паспорту будинку (має зберігатися в місцевому бюро технічної інвентаризації) або вимірюються ініціаторами проекту та вносяться в таблицю.

Основні об'ємно-планувальні показники:

Кондиціонована (опалювальна) площа будівлі - $F_n = 2370 \text{ м}^2$. Кондиціоновану площу визначають за внутрішніми габаритними розмірами огорожувальних конструкцій, включаючи площу внутрішніх стін та перегородок, що розділяють приміщення, які входять до кондиціонованого (опалювального) об'єму;

Кондиційонований (опалюваний) об'єм будівлі - $V_h = 7110\text{м}^3$, визначається як добуток опалюваної площі поверху на внутрішню висоту, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху;

Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій - $F_\Sigma = 2211\text{м}^2$, визначається за внутрішніми розмірами будинку, у тому числі площі огорожувальних конструкцій горища та підвалу;

Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій – $F_{\text{нп}} = 627\text{ м}^2$

(без урахуванням віконних і дверних прорізів), визначається як добуток периметра зовнішніх стін за внутрішньою поверхнею на внутрішню висоту будинку, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху з урахуванням площі віконних і дверних укосів глибиною. Площа вікон визначається за розмірами прорізів у світлі. Площа зовнішніх стін (непрозорої частини) визначається як різниця загальної площі зовнішніх стін і площі вікон і зовнішніх дверей;

Загальна площа вікон – $F_{\text{сп.в}} = 864\text{ м}^2$, в тому числі по кожному з фасадів (південному, північному, західному, східному): площа вікон північного фасаду - $F_{\text{пн}} = 432\text{ м}^2$, площа вікон південного фасаду - $F_{\text{пд}} = 432\text{ м}^2$. На інших двох фасадах вікна відсутні;

Загальна площа вхідних (зовнішніх) дверей - $F_d = 9\text{ м}^2$;

Загальна площа перекриття холодного горища – $F_{\text{пк.хг}} = 474\text{ м}^2$. Площа горизонтальних зовнішніх огорожувальних конструкцій (покриття, горищного й цокольного перекриття) визначається як площа поверху будинку (у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін). У разі похилих поверхонь стелі останнього поверху площа покриття, горищного перекриття визначається як площа внутрішньої поверхні стелі;

Загальна площа перекриття над технічним підпіллям – $F_{\text{цп}} = 237\text{ м}^2$. (Підвал розміщено під частиною будівлі).

Вихідні дані для розрахунків.

Утеплення будинку досягається шляхом підвищення опору теплопередачі огорожуючих конструкцій, показники яких $R_{\text{до}}$ та $R_{\text{після}}$ надано в таблиці 5 Додатку.

При цьому показники опору теплопередачі зовнішніх стін, горищного та підвального перекриття конструкцій будинку до термомодернізації ($R_{\text{до}}$) визнача-

ються розрахунковим шляхом (розрахунок наведено нижче), а аналогічні показники для вікон, балконних дверей та зовнішніх входних дверей прийняті за результатами експериментальних досліджень Інституту технічної теплофізики НАН України (вказані показники поширюються на вікна та балконні двері усіх типів житлових будинків минулих років).

Таблиця 4.1.

Показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку

Назва огорожувальної конструкції	$R_{до}$ ($m^2K/Вт$)	$R_{після}$ ($m^2K/Вт$)
Зовнішні стіни, ($R_{зс}$)	0,65	3,30
Перекриття горищне, ($R_{пг}$)	0,80	4,95
Перекриття над підвалом, ($R_{пн}$)	1,46	3,75
Віконні скління та балконні двері, ($R_{в}$)	0,34	0,75
Зовнішні вихідні двері, ($R_{зд}$)	0,40	0,65

Таким чином, опір теплопередачі зовнішніх стін ($R_{зс}$) становить - 0,65 $m^2K/Вт$ ($R_{зс} = \frac{\delta}{\lambda_p} = \frac{0,38}{0,58} = 0,65 m^2K/Вт$, де $\delta = 0,38$ м товщина стіни, та $\lambda_p = 0,58$ $Вт/(м \cdot K)$ - теплопровідність цегляної кладки визначається по таблиці Л1 ДБН В.2.6-31: 2006.

Опір теплопередачі горищного ($R_{пг}$) та підвального перекриттів ($R_{пн}$) також розраховуються за аналогічною формулою, але при цьому враховується багат шаровість цих перекриттів, кожний з шарів яких має відмінні товщину та коефіцієнти теплопровідності.

Зокрема, для перекриття горища ($R_{пг}$) - 0,8 $m^2K/Вт$. Розраховано виходячи з того, що товщина залізобетонної плити перекриття становить 0,22 м, теплопровідність бетону $\lambda_p = 2,04$ $Вт/(м \cdot K)$, та 130 мм шлакової засипки $\lambda_p = 0,19$ $Вт/(м \cdot K)$ (ДБН В.2.6-31:2006, таблиця Л1).

$$\text{Опір теплопередачі } R_{пг} = \sum \frac{\delta}{\lambda_p} = 0,22/2,04 + 0,130/0,19 = 0,8 m^2K/Вт$$

Для перекриття над підвалом ($R_{пн}$) - 1,46 $m^2K/Вт$. Розраховано виходячи з того, що товщина залізобетонної плити перекриття становить 0,22 м, теплопровідність бетону $\lambda_p = 2,04$ $Вт/(м \cdot K)$, 50 мм плита пінополістирольна $\lambda_p = 0,045$ $Вт/(м \cdot K)$, стяжка 50 мм з цементно-піщаного розчину $\lambda_p = 0,81$ $Вт/(м \cdot K)$ по піщаній засипці 110 мм $\lambda_p = 0,58$ $Вт/(м \cdot K)$ (ДБН В.2.6-31:2006, таблиця Л1).

Опір теплопередачі:

$$R_{III} = \sum \frac{\delta}{\lambda_p} = 0,22/2,04 + 0,05/0,045 + 0,05/0,81 + 0,11/0,58 = 1,46 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Нормативні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій для житлових будинків, які повинні бути досягнуті після термомодернізації ($R_{\text{після}}$), встановлені в таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2006.

Крім утеплення огорожувальних конструкцій проектом передбачено модернізацію інженерних систем:

- улаштування індивідуального теплового пункту з погодним регулюванням;
- автоматичне балансування на стояках.

Розрахунок теплотехнічних показників будинку "після термомодернізації". Загальна потреба у тепловій енергії будинком на опалення на опалювальний період $Q_{\text{рік}}$ ($Q_{\text{після}}^p$) розраховується за формулою (4.1):

$$Q_{\text{рік}} = Q_k - (Q_{\text{внп}} + Q_s) + Q_{\text{H,em,ls}} + Q_{\text{H,dis}} + Q_{\text{H,gen,ls}}, \quad (4.1)$$

$Q_{\text{рік}}$ - розрахункове енергоспоживання теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду, кВт·год;

Q_k - тепловтрати крізь огорожувальні конструкції та інфільтраційні втрати (через вентиляцію) протягом опалювального періоду, кВт·год;

$Q_{\text{внп}}$ - побутові теплонадходження (від людей, обладнання, приладів тощо) протягом опалювального періоду, кВт·год;

Q_s - теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год;

$Q_{\text{H,em,ls}}$ - втрати тепла при тепловиділенні/теповіддачі в системі опалення (втрати тепла на приладах опалення та гідравлічному розбалансуванні системи), кВт·год;

$Q_{\text{H,dis}}$ - втрати тепла при транспортуванні тепла по трубопроводам, що розташовані в підвалі та/або на горищі (за межами теплової оболонки будівлі), кВт·год.;

$Q_{\text{H,gen,ls}}$ - втрати на виробництво/генерування та акумулювання тепла у тепловому пункті будинку в залежності від його типу, кВт·год.

4.3 Практичне заняття №3. Розрахунок загальних тепловтрат будинку через огорожувальні конструкції

Загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку Q_k , кВт·год визначаються за формулою 4.2:

$$Q_k = X_1 \cdot K_{\text{буд}} \cdot F_{\Sigma} = 0,024 \cdot 1,48 \cdot 3587,5 \cdot 2211 = 302070 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.2)$$

$X_1 = 0,024$ - розмірний коефіцієнт;

$K_{\text{буд}}$ - загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Для цього розрахунку $K_{\text{буд}}=1,48 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

D_d - кількість градусо-днів, які визначають за формулою 4.3;

$$D_d = (t_B + t_{\text{оп.з}}) \cdot Z_{\text{оп}} = (20 + 0,5) \cdot 175 = 3587,5^\circ\text{С} \cdot \text{днів}, \quad (4.3)$$

t_B - розрахункова температура внутрішнього повітря $t_B = 20^\circ\text{С}$ (згідно з ДБН В.2.6-31:2006 для житлових будинків, таблиця Г.2.);

$t_{\text{оп.з}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період. = $+0,5^\circ\text{С}$ (там же, таблиця 2, колонка 22);

$Z_{\text{оп}}$ - тривалість, днів, опалювального періоду, становить 175 днів (згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, таблиця 3) тривалість опалювального періоду для м. Чернівці (з 19 жовтня по 12 квітня).

F_Σ (м^2) - внутрішня загальна площа огороджувальних конструкцій частини будинку, що опалюється з урахуванням покриття (перекриття) верхнього поверху й перекуття підлоги нижнього опалюваного.

4.4 Практичне заняття №4. Розрахунок загального коефіцієнту теплопередачі будинку

Загальний коефіцієнт теплопередачі будинку $K_{\text{буд}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ визначається за формулою 4.4:

$$K_{\text{буд}} = k_{\Sigma\text{пр}} + k_{\text{inf}} = 0,88 + 0,46 = 1,34 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (4.4)$$

$k_{\Sigma\text{пр}}$ - приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

k_{inf} - тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку $k_{\Sigma\text{пр}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ визначається за формулою (4.5):

$$k_{\Sigma\text{пр}} = \xi \cdot \frac{\left(\frac{F_{\text{нп}}}{R_{\Sigma\text{пр.нп}}} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma\text{пр.сп.в}}} + \frac{F_d}{R_{\Sigma\text{пр.д}}} + \frac{F_{\text{пк}} \cdot n_{\text{пк}}}{R_{\Sigma\text{пр.пк}}} + \frac{F_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}}}{R_{\Sigma\text{пр.ц}}} + \sum Lk \right)}{F_\Sigma} =$$
$$= 1,13 \cdot \frac{\left(\frac{627}{3,3} + \frac{864}{0,75} + \frac{9}{0,65} + \frac{474}{4,95} + \frac{237}{3,75} + 202,0 \right)}{2211} = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (4.5)$$

ξ - коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявність кутових приміщень, надходження холодного повітря через входи в будинок; для житлових будинків $\xi = 1,13$;

$F_{\text{нп}}, F_{\text{сп}}, F_{\text{д}}, F_{\text{пк}}, F_{\text{ц}}$ - площа відповідно стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкцій (вікон, світлових ліхтарів), зовнішніх дверей і воріт, покриттів (горищного перекриття, цокольного перекриття), м^2 ;

$R_{\Sigma\text{пр.нп}}, R_{\Sigma\text{пр.сп}}, R_{\Sigma\text{пр.д}}, R_{\Sigma\text{пр.пк}}, R_{\Sigma\text{пр.ц}}$ - приведений опір теплопередачі відповідно стін, світлопрозорих конструкцій (вікон, світлових ліхтарів), зовнішніх дверей і воріт, покриттів (горищного перекриття, цокольного перекриття); підлог по ґрунту - з урахуванням їх поділу на зони зі значенням опору теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

F_{Σ} - внутрішня загальна площа огорожувальних конструкцій частини будинку, що опалюється з урахуванням покриття (перекриття) верхнього поверху й перекриття підлоги нижнього опалюваного приміщення, м^2 ;

$\Sigma Lk = 202,0$ - показник, що враховує сумарний теплообмін крізь лінійні теплопровідні включення в теплоізоляційній оболонці будинку, який розраховано відповідно до рекомендацій ДБН В.2.6-31:2006. Розраховується (приклад наведено нижче в таблиці 4.2) множенням величини лінійного розміру теплопровідного включення (L) на лінійний коефіцієнт теплопередачі $K_{\text{ф}}$, визначення якого для кожного типу включення приймаються згідно з таблицею И.3 ДБН В.2.6-31:2006.

Таблиця 4.2.

Розрахунок сумарного показника теплообміну крізь лінійні теплопровідні включення в теплоізоляційній оболонці будинку

Лінійні включення	L – лінійний розмір теплопровідного включення за внутрішньою поверхнею, м	$K_{\text{ф}}$	$L \cdot K_{\text{ф}}$
Вузол сполучення плити перекриття із зовнішньою стіною цегли (вузол 8, таблиця И3)	100	0,44	44
Вузол кутового сполучення (вузол 9, таблиця И3)	150	0,31	46,5
Вузол сполучення зовнішньої та внутрішньої стін з цегли (вузол 10, таблиця И3)	50	0,49	24,5
Вузол сполучення верху вікна з цегляною стіною (вузол 12, таблиця И3)	50	1,19	59,5
Вузол сполучення низу вікна з цегляною стіною (вузол 13, таблиця И3)	50	0,55	27,5
Разом			202

4.5 Практичне заняття №5. Визначення інфільтраційного коефіцієнту теплопередачі будинку

Умовний інфільтраційний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції K_{inf} Вт/(м²·К), визначається за формулою 4.6:

$$k_{inf} = \frac{X_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}, \quad (4.6)$$

$X_2 = 0,278$ - розмірний коефіцієнт;

c - питома теплоємність повітря $c = 1$ кДж/(кг·К);

$n_{об}$ - кратність повітрообміну будинку за опалювальний період після термомодернізації $n_{об} = 0,6$ год⁻¹ за рахунок встановлення герметичних металопластикових вікон. (Для варіанту розрахунку «до термомодернізації» приймається на рівні 1);

V_v - коефіцієнт зниження об'єму повітря будинку, який враховує наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається $V_v = 0,85$;

F_{Σ} - це загальна площа огорожувальних конструкцій;

γ_3 - середня густина повітря, що надходить за рахунок інфільтрації, кг/м³, визначається за формулою 4.7:

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0.5(t_B + t_{оп.з})]} = \frac{353}{[273 + 0.5(20 + 0,5)]} = 1,25 \text{ кг/м}^3 \quad (4.7)$$

t_B - розрахункова температура внутрішнього повітря $t_B = 20$ °С (згідно з ДБН в.2.6-31:2006 для житлових будинків, таблиця Г.2.);

$t_{оп.з}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період = +0,5 °С (ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 таблиця 2, колонка 22);

η - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях (0,7 - для стиків панелей стін, а також багатостулкових вікон; 0,8 - для двостулкових вікон і балконних дверей; 1,0 - для одностулкових вікон і балконних дверей). Приймається за найбільшим значенням. Єдиний для всього будинку і становить $\eta = 0,8$.

В результаті тепловтрати за рахунок інфільтрації й вентиляції $k_{\text{інф}}$ становить:

$$k_{\text{інф}} = \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,85 \cdot 7110 \cdot 1,25 \cdot 0,8}{2211} = 0,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

4.6 Практичне заняття №6. Розрахунок теплових надходжень

Побутові теплові надходження протягом опалювального періоду $Q_{\text{вн.п}}$, кВт·год, визначається за формулою 4.8:

$$Q_{\text{вн.п}} = 0,01 \cdot F_{\text{н}} \cdot 24 \cdot Z_{\text{оп}} = 0,01 \cdot 2370 \cdot 24 \cdot 175 = 99540 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.8)$$

$F_{\text{н}}$ - опалювальна площа будинку = 2370 м²;

$Z_{\text{оп}}$ - тривалість, діб, опалювального періоду, становить 175 діб (згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, таблиця 3) тривалість опалювального періоду для м. Чернівці (з 19 жовтня по 12 квітня).

Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду – $Q_{\text{с-вікна}}$, кВт·год для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу - північ (Пн), схід (С), південь (Пд) і захід (З), або за проміжними напрямками (північ - захід (ПнЗ), північ - схід (ПнС), південь - схід (ПдС) і південь - захід (ПдЗ)), визначається за формулою 4.9:

$$Q_{\text{с}} = \zeta_{\text{в}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} (F_{\text{пн}} I_{\text{пн}} + F_{\text{пд}} I_{\text{пд}}) = 0,8 \cdot 0,54 \cdot (432 \cdot 133 + 432 \cdot 317) = 83981 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (4.9)$$

$\zeta_{\text{в}}$ - коефіцієнт, що враховує затінення світлового прорізу вікон непрозорими елементами заповнення, приймається за таблицею Н.1 ДБН В.2.6-31:2006 (однокамерні склопакети в одинарних плетіннях);

$\varepsilon_{\text{в}}$ - коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації для світло прозорих заповнень вікон, приймається за таблицею Н.1 ДБН В.2.6-31:2006 (однокамерні склопакети в одинарних плетіннях);

$F_{\text{пн}}$, $F_{\text{пд}}$ - площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за напрямками світу, м²;

$I_{\text{пн}}$, $I_{\text{пд}}$ - середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну поверхню відповідно східну, західну, південну, кВт·год/м². Визначаються згідно з таблицею 2 ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007.

4.7 Практичне заняття №7. Розрахунок тепловтрат в системах опалення

Загальні втрати тепла при тепловиділенні/тепловіддачі в системі опалення (втрати тепла на приладах опалення та гідравлічному розбалансуванні системи) – $Q_{H,em,ls}$, кВт·год, у відповідності до п. 15.4 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Для спрощення розрахунку представлена формула, за якою можна отримати приблизний варіант

$$Q_{H,em,ls} = K_1 \cdot Q_{em,out}, \text{ де}$$

$Q_{em,out}$ - енергія виходу від систем опалення, кВт·год, є енергопотребою для опалення, визначається за формулою:

$$Q_{em,out} = Q_k - (Q_{внп} + Q_s)$$

$$Q_{em,out} = (302070 - (99540 + 83981)) = 118549 \text{ кВт·год}$$

K_1 - спрощений коефіцієнт, що розраховано за методикою ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для трьох різних умов автоматизації в системі опалення при тепловиділенні/тепловіддачі (втрати тепла на приладах опалення та гідравлічному розбалансуванні системи).

$K_1 = 0,401$ - опалювальні прилади не мають температурного керування, немає автоматичного гідравлічного налагодження.

$K_1 = 0,277$ - опалювальні прилади мають температурне керування без диспетчеризації, адаптованого контролю, автоматичного гідравлічного налагодження на стояках.

$K_1 = 0,115$ - опалювальні прилади мають температурне керування з диспетчеризації, адаптованого контролю, автоматичного гідравлічного налагодження на стояках та приладах опалення.

$$Q_{H,em,ls} = 0,277 \cdot 118549 = 32838 \text{ кВт·год}$$

$Q_{H,dis,ls}$ - втрати тепла при транспортуванні тепла по трубопроводам, що розташовані в підвалі та/ або на горищі (за межами теплової оболонки будівлі) та розраховується у відповідності до п. 15.5 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 або за спрощеним варіантом за формулою:

$$Q_{H,em,ls} = K_2 \cdot Q_{dis,out}, \text{ де}$$

$$Q_{dis,out} = Q_{em,out} + Q_{H,em,ls} = 118549 + 32838 = 151387 \text{ кВт·год}$$

$K_2 = 0,03$ (для усіх систем транспортування у житлових будинках, побудованих до 2015 р.).

$$Q_{H,em,ls} = K_2 \cdot Q_{dis,out} = 0,03 \cdot 151387 = 4541 \text{ кВт·год}$$

$Q_{H,gen,ls}$ - втрати на виробництво/генерування та акумулювання тепла у тепловому пункті будинку в залежності від його типу, кВт·год, розраховується у відповідності до п.15.6 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 або за спрощеною формулою:

$$Q_{H,gen,ls} = K_3 \cdot Q_{gen,out}, \text{ де}$$

$$Q_{gen,out} = Q_{dis,out} + Q_{H,dis,ls} = 151387 + 4541 = 155928 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$K_3 = 0,3$ (для всіх систем транспортування у житлових будинках з централізованим теплопостачанням з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110 °С зі зрізкою без коригування в ІТП).

$K_3 = 0,22$ (для всіх систем транспортування у житлових будинках з централізованим теплопостачанням з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110 °С без зрізки та без коригування в ІТП. Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП без коригування за погодними умовами).

$K_3 = 0,05$ (для всіх систем транспортування у житлових будинках з централізованим теплопостачанням з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіку і коригуванням в ІТП за погодними умовами).

$$Q_{H,gen,ls} = 0,05 \cdot 155928 = 7796 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Враховуючи визначені складові тепловтрат і теплонадходжень у будинок, а також втрат у системі теплопостачання, визначаються розрахункові витрати теплової енергії на опалення $Q_{рік}$ ($Q_{після}^P$):

$$Q_{рік} = Q_k - (Q_{ВНП} + Q_S) + Q_{G,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,gen,ls} = 118549 + 32838 + 4541 + 7796 = 163724 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$\text{В Гкал: } q_{буд} = \frac{163724 \cdot 3600}{1000000 \cdot 4,186} = 140,8 \text{ Гкал}$$

де 3600; 1000000; 4,186 - коефіцієнти для переводу теплової енергії з кВт/год в Гкал.

За цією ж методикою визначаємо $Q_{рік}$ ($Q_{до}^P$) для варіанту до термомодернізації (дивись вихідні дані на початку прикладу).

$$Q_{рік} = 354,2 \text{ Гкал}$$

При цьому усереднений показник витрати теплової енергії на опалення за останні три роки лічильників теплової енергії у будинку $Q_{рік}$ ($Q_{до}^Ф$) дорівнює 301,0 Гкал.

Отже визначаємо коефіцієнт f що дорівнює:

$$f = 140,8 / 354,2 = 0,398$$

Визначаємо ($Q_{після}^{P2}$):

$$Q_{\text{після}}^{p2}=301,0 \times 0,398=119,8 \text{ Гкал}$$

Отже фактична потреба на опалення після термомодернізації будівлі знаходиться в межах між значення $Q_{\text{після}}^p$ та $Q_{\text{після}}^{p2}$, тобто від 140,8 до 119,8 Гкал. Середнє значення між ними 130,3 Гкал.

Визначаємо прогнозовану економію від впровадження термомодернізації:

$$\Delta Q = Q_{\text{до}} - Q_{\text{після}} = [Q_{\text{рік}} = Q_{\text{до}}^{\Phi}] - [\text{Середнє значення між } Q_{\text{після}}^p \text{ та } Q_{\text{після}}^{p2}] = 301,0 - 130,3 = 170,7 \text{ Гкал}$$

Цей показник скорочення споживання теплової енергії приймається у розрахунках економічного аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016.
2. Ратушняк, О. Г. Управління змістом інноваційних проектів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк – Вінниця: ВНТУ, 2010.–128 с.
3. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118. <http://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/viewFile/315/313>
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний від 2006–09-09]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 71 с. – (Державні будівельні норми України) (діє до 30.04.2017)
5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинний від 2017–05-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2016. – 38 с. – (Державні будівельні норми України)
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатація: ДБН В.2.6-33:2008 – [Чинний від 2009–07-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2009. – 28 с.
7. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 – [Чинний від 2014–01-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2014. – 71 с.
8. Посібник для проектування теплоізоляційної оболонки будівель згідно вимог ДСТУ Б.В.2.6- 189:2013 . «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ 2014. – 107 с.
9. Естественное и искусственное освещение СНиП II-4-79 М .: Стройиздат, 1980. – 48 с
10. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006– [Чинний від 2006–10-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 171 с. – (Державні будівельні норми України)
10. Очеретий В.П. Термомодернізація будинку - пріоритетний напрямок енергозбереження в Україні В.П. Очеретний, А.С. Бойко. - Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». - Вінниця: ВНТУ. 2012. - Том 13. № 2. -С. 162-166.

11. Ресин В.И. Эффективные методы управления энергосбережением в строительстве В.И. Ресин Архитектура и строительство Москвы. - 2003. - №2. - С. 12-14.

12. Кондратенко Н.О. Аспекти проблеми нормування енерговитрат в житловому будівництві Н.О. Кондратенко. І.С. Баландіна Коммунальное хозяйство городов: Науч.- техн. сб. Серия: Экономические науки. - К.: Техніка. 2009. - Вып.87. - С. 70-76.

13. Баландіна І.С. Визначення заходів щодо ресурсозбереження та зниження втрат теплової енергії в будівлях і спорудах І.С. Баландіна Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Серия: Экономические науки. - К.: Техніка. 2010. - Вып. 92. - С. 128-133.

14. Маляренко В.А. Енергозбереження в житлово-комунальному господарстві В.А. Маляренко, Л.М. Шутенко // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 4.2. Концептуальні положення і головні напрями енерго- й ресурсозбереження в ЖКГ. - 2005. - №7. - С. 11-15.

15. Семенов В.Т. Экономическая оценка эффективности мероприятий по энергосбережению в жилых зданиях В.Т. Семенов, В.М. Прасол Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Серия: Экономические науки. - К.: Техніка. 2010. - Вып.94. - С. 187-196.

16. Gabriel I., Ladener H. Rekonstruktsiya zdaniy po standartam energoeffektivnogo doma [Reconstruction of Buildings Using Energy Effective Houses Standarts]. St. Petersburg, BHV- Peterburg Publ., 2011. -470 p.

17. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: [Чинний від 2007-04-01]. - К.: Мінбуд України, 2006 р. зі зміною №1 від 1 липня 2013 р. - 26 с.

18. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: [Чинний від 2009-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України. 2009. - 24 с.

19. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків: [Чинний від 2014-12-31]. - К.: Мінрегіон України, 2014 р.-67 с.

20. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій Г.Г.Фаренюк. - К: Гама-Принт. 2009. -216 с.