

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет
ім. О. Довженка

Факультет технологічної та професійної освіти
Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Вивчення енергоефективних технологій в будівництві в процесі
підготовки фахівців будівельного профілю»**

Спеціальність: *015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)*
ОП «Професійна освіта (Будівництво)»
Освітній ступінь: «Магістр»

Виконавець:

Гончаров Артем Вікторович
магістрант 62 М-Пр(б) групи

Науковий керівник:

к.п.н., доц. Бондаренко Микола Іванович

Дата захисту: 7 грудня 2024р.

Оцінка: _____

Підпис членів комісії:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Вступ

Упровадження енергозберігаючих технологій в будівельний комплекс України є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох соціально-економічних та екологічних проблем – зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження копалин ресурсів та інші. Всі енергозберігаючі технології зосереджені на зменшенні втрат енергоресурсів, їх відновлення та поліпшення екологічної ситуації. Економія енергії – це ефективне використання енергетичних ресурсів за шляхом застосування інноваційних рішень, які є технічно, обґрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору.

Енергозбереження - дуже важливе завдання по збереженню природних ресурсів. Значна частина втрат енергоресурсів здійснюється через будівельні об'єкти, тому розвиток енергозберігаючих технологій у будівництві є нагальною потребою. Особливе це стосується будівництва нового житла та модернізації вже існуючого житлового фонду.

Енергозберігаючі будинки – це майбутнє будівельної галузі. Сьогодні ж енергозберігаючі рішення зустрічаються в будівництві житлових будинків повсюдно. Будівельні норми енергоефективних технологій стали обов'язковими при будівництві нового житла. Енергоефективність в будівництві – це не тільки популярні нині еко віяння, а і необхідність в сучасних умовах підвищення відповідальності за збереження природних ресурсів. Енергозберігаючі технології в теплопостачанні найбільш актуальне питання, зважаючи на поступове зростання комунальних тарифів. Все йде до того, що, в майбутньому, вирішальним при виборі житла буде саме його енергоефективність.

Енергозберігаючі технології в Україні прагнуть до європейських норм. Технології енергозбереження активно впроваджуються в житлових комплексах що зводяться, модернізуються будівлі, побудовані в попередні роки. Для зменшення експлуатаційного енергоспоживання будинків введені

нові нормативи щодо теплозахисту будинків. Підвищення термоізоляції будинків, що експлуатуються, може бути досягнуте шляхом підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд.

Приведення до нормативних показників енергоефективності будівлі дає значний ефект в економії енергетичних і економічних ресурсів. Важлива роль у підвищенні класу енергоефективності будівель відведена використанню енергоефективних будівельних матеріалів та сучасних технологій їх застосування. Перед розробниками проєктів, технологами і виробниками ставляться задачі, які охоплюють як економічні, так і еколого-технологічні аспекти виробництва.

Значний доробок у розвиток енергоефективних технологій внесли вчені М.А. Саницький, Т.П. Агеєва, О.П. Авдієнко, О.М. Лівінський, В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, В.В. Дарієнко, М.П. Данилов, Л.Н Григорьев, А.В Мерещук та інші дослідники.

Актуальність теми дослідження. Заходи по енергозбереженню є надважливим завданням нашої держави, вирішення якого впливає на організацію роботи всіх галузей народного господарства, пов'язаних із роботою енергетичних систем. Скорочення витрат енергії впродовж всього терміну експлуатації будівель, можуть бути досягнуті шляхом розробки і впровадження сучасних ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують виготовлення виробів високої якості з покращеними теплофізичними властивостями.

Проведений аналіз наукових досліджень щодо розвитку енергозберігаючих технологій у будівництві, необхідність впровадження сучасних наукових досліджень в освітній процес, і визначили тему магістерської роботи: **«Вивчення енергоефективних технологій в будівництві в процесі підготовки фахівців будівельного профілю».**

Мета та задачі дослідження.

Метою магістерської роботи є теоретичне дослідження енергоефективних технологій в будівництві. Досягнення мети супроводжується розробкою методичних матеріалів і впровадження їх в освітній процес.

Для досягнення мети дослідження сформовано **наступні завдання:**

- дослідити теоретичні основи впровадження енергоефективних технологій у будівництві;
- проаналізувати використання енергозберігаючих технологій у країнах ЄС;
- опрацювати наукові основи нормативного забезпечення енергоефективності будівельних об'єктів;
- дослідити впровадження енергозберігаючих технологій в інженерних системах житлових будівель;
- дослідити значення сучасних енергоефективних матеріалів та перспектив їх виробництва;
- визначити перспективні енергоефективні технології у будівництві.
- розробити методичні матеріали щодо використання передових енергоефективних технологій у будівництві в процесі підготовки фахівців будівельного профілю.

Об'єкт дослідження: енергозбереження у будівництві.

Предметом дослідження є енергоефективні будівельні технології.

Методи досліджень. Дослідження включали традиційні методики за діючими нормативними документами, методи математичної статистики, наукові узагальнення та аналіз теоретичних та експериментальних даних. При написанні магістерської роботи були використані результати наукових досліджень вчених у будівельній галузі.

Наукова новизна дослідження полягає у визначенні необхідності застосування енергоефективних технологій в будівництві, доцільності проведення заходів по енергозбереженню, теоретичному обґрунтуванні сучасних методів теплоізоляції та енергозбереження.

Практична значущість результатів дослідження Матеріали магістерського дослідження підвищують рівень популяризації енергоефективних технологій в будівництві. Розроблене методичне забезпечення може бути використане в процесі підготовки фахівців будівельного профілю, при викладанні освітніх компонентів «Технологія будівельного виробництва», «Сучасні будівельні матеріали і технології», «Енергозбереження в будівництві».

Розділ I. Аналітична частина

1.1 Аналітичний огляд енергозберігаючих технологій та енергозбереження в Україні

Сучасні енергозберігаючі технології можуть звести до мінімуму втрати енергії, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків держави а й окремо взятої родини. Така ситуація пов'язана з дефіцитом основних енергетичних ресурсів, зростаючої вартістю їх видобутку та глобальними екологічними проблемами.

Впровадження енергозберігаючих технологій в господарську діяльність підприємств, та приватних осіб на побутовому рівні, є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох екологічних проблем - зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження копалин ресурсів та інші. Всі енергозберігаючі технології зосереджені на зменшенні втрат енергоресурсів, їх відновлення та поліпшення екологічної ситуації.

Економія енергії - це ефективне використання енергетичних ресурсів за шляхом застосування інноваційних рішень, які є технічно, обґрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору, і не змінюють звичного способу життя. Серед основних заходів енергозбереження [18] є:

- Економія електроенергії
- Економія палива
- Економія води
- Економія тепла
- Контроль тепловтрат будівель та споруд

Сучасні енергозберігаючі технології можна поділити на кілька видів:

- енергозберігаючі технології на виробництві;
- енергозберігаючі технології на транспорті;
- енергозберігаючі технології індивідуального споживання;
- енергозберігаючі технології загального споживання.

Основні напрями визначені нормативними актами України та прийнятими міжнародними деклараціями, а саме:

- економія електричної енергії (освітлення, електропривод, електрообігрів та електроплити, холодильні установки та кондиціонери, споживання побутових і промислових пристроїв, зниження втрат в електромережі);

- економія тепла (зниження тепловтрат у будівлях, підвищення ефективності роботи систем теплопостачання);

- економія води (споживання у побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення надійності та ефективності систем водопостачання);

- економія газу (економне споживання в побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем газопостачання);

- економія палива (зниження споживання в двигунах внутрішнього згоряння, альтернативні види та гібридні системи, зниження втрат і підвищення ефективності виробництва електричної та теплової енергії шляхом застосування високотехнологічного обладнання з високим ККД).

Енергозбереження - дуже важливе завдання по збереженню природних ресурсів. Значна частина втрат енергоресурсів здійснюється через будівельні об'єкти, тому розвиток енергозберігаючих технологій у будівництві є нагальною потребою. Особливе це стосується будівництва нового житла та модернізації вже існуючого житлового фонду [28].

Енергозберігаючі технології в житловому будівництві

Енергозберігаючі будинки – це майбутнє будівельної галузі. Сьогодні ж енергозберігаючі рішення зустрічаються в будівництві житлових будинків повсюдно. Будівельні норми по норми енергоефективних технологій стали обов'язковими при будівництві нового житла. Енергоефективність в

будівництві – це не тільки популярні нині еко віяння, а і необхідність в сучасних умовах підвищення відповідальності за збереження природних ресурсів. Енергозберігаючі технології в теплопостачанні найбільш актуальне питання, зважаючи на поступове зростання комунальних тарифів. Все йде до того, що, в майбутньому, вирішальним при виборі житла буде саме його енергоефективність.

Енергозберігаючі технології в спорудженні житлових будинків все більше використовуються в сучасному будівництві. Важливим є використання сучасних енергоефективних матеріалів і конструкцій, а це матеріали на мінеральній основі, ефективна теплоізоляція, фасадні системи з, будівництво власних котелень з підвищеним ККД.

У значній мірі, кінцевий результат реалізації залежить від кваліфікації і рівня авторів проєкту, а також якості будівельних робіт. Закладені на етапі проєктування високотехнологічні матеріали і технології здатні забезпечити сучасні вимоги енергоефективних будівель.

Енергозберігаючі технології для внутрішнього простору житлових приміщень

Дуже часто споживання енергії в квартирі відбувається неефективно. Створюючи комфортні умови проживання, використання енергетичних ресурсів здійснюється вкрай неекономно. Ефективні заходи енергозбереження досить прості і в той же час дозволяють здійснювати значну економію енергоресурсів. Технології енергозбереження для мешканців включають в себе установку систем вентиляції з рекуперацією тепла, використання енергозберігаючих склопакетів, сучасних дверних систем, ефективних систем теплопостачання. Також до переліку можна додати використання енергозберігаючих лам, установку водонагрівача і лічильників тепла.

Можливість установки технології «Розумний Дім» заслуговує окремої уваги. Інтелектуальна система об'єднає і контролюватиме всі інструменти життєзабезпечення в квартирі в єдине ціле. Електрика, опалення,

водопостачання, відеоспостереження – задавати режими і стежити за управлінням можна через сучасні і доступні мобільні додатки. Всі ці заходи спрямовані на зниження споживання і максимально раціональне використання природних ресурсів.

Енергозберігаючі технології в Україні прагнуть до європейських норм, серед яких [1]:

- Встановлення сонячних батарей;
- Використання вітрової енергії;
- Встановлення теплових насосів;
- Озеленення дахів з метою збереження тепла.

Технології енергозбереження активно впроваджуються в житлових комплексах що зводяться. Заслужують на увагу сучасні системи енергозбереження, що в них застосовуються:

- енергозбереження в технологіях будівництва шляхом зведення монолітного каркаса без швів, утепленням стін ефективними теплоізоляційними матеріалами;
- енергозберігаюче опалення – це наявність власної котельні, яка розташована на даху будівлі;
- установка високоефективних віконних систем;
- інженерні мережі захищені теплоізоляцією та облаштовані приладами обліку.

Енергоефективні технології в сучасному будівництві

Розуміння того, що енергоефективні будівлі не тільки допомагають економити електроенергію і знижувати експлуатаційні витрати, але і сприяють поліпшенню здоров'я людини, його комфорту і благополуччю, веде до активного поширення цілого ряду нових і вдосконалених технологій і методів будівництва. Хоча заощадження енергії при її ефективному використанні може досягати 40% і в існуючих будинках, побудованих з неефективних матеріалів і мають неефективні системи, нові будівлі надають

більше можливостей для реалізації енергозберігаючих технологій, починаючи з етапу проєктування, закінчуючи будівництвом і обслуговуванням.

Скоротити споживання енергії до мінімуму можна за рахунок поєднання традиційних і нових або вдосконалених матеріалів і архітектурних технологій. Із залученням природного денного освітлення і сонячної енергії можна уникнути установки великих вікон з енергетичного скла. Споживання енергії в існуючих будинках значно зменшиться, якщо грамотно організувати ізоляцію зовнішніх стін і дахів.

Головний напрямок третього тисячоліття - децентралізація в виробництві енергії. Відповідно, кожна будівля розглядається як автономна електростанція, значення великих електростанцій зменшується. Загальна стратегія розробки енергоефективних будівель починається з пошуку шляхів і засобів для зниження потреби в енергії, оптимального використання природних енергетичних потоків і, нарешті, подачі необхідної енергії ефективним і добре контрольованим методом. Розглянемо управлінські, технологічні, архітектурні, конструктивні та інші можливості впровадження енергозберігаючих технологій у будівництві [2].

Управління прилеглою територією і розташуванням. Навколишню територію можна використовувати для створення певного мікроклімату, тим самим зменшити кількість енергії, необхідної для комфортної атмосфери в приміщеннях. Правильна орієнтація по сторонах світу допомагає використовувати пасивне опалення та охолодження, що призводить до зменшення енергоспоживання і підвищення комфорту у приміщеннях.

Форма будівлі. Від площі поверхонь і обсягу залежать втрати тепла через стіни і вентиляцію. Форма будівлі дає можливість використання природного потенціалу сонячного світла і тепла, використання природної вентиляції.

Структура будівлі. Проходження тепла крізь будівлю обумовлено характеристиками теплопередачі структурної ізоляції, яка складається з

таких компонентів, як дах, стіни, вікна, підлога і внутрішні стіни будівель. Теплові характеристики будівлі вище, якщо всі елементи будівлі мають однаковий коефіцієнт теплопередачі, хоча на практиці деякі елементи ізольовані краще, ніж інші. Використання матеріалів з низькою теплоізоляцією збільшує витік тепла. Матеріали, що мають високі теплоізоляційні показники, відповідну теплову масу, в поєднанні з нагріванням від сонячного світла допомагають поліпшити охолодження або обігрів будівлі незалежно від умов навколишнього середовища. Вікна і скління дозволяють утримувати тепло взимку, в той же час пропускаючи зимове сонце.

Проникнення повітря. Воно повинно бути зведене до мінімуму, щоб уникнути попадання холодного повітря в будівлю або теплого повітря в навколишнє середовище. Встановлені в будівлі механічні вентиляційні системи повинні працювати ефективно і лише в міру необхідності.

Природне денне освітлення і вентиляція. Отвори в будівлі розташовують в таких місцях, щоб збільшити площу проникнення природного денного світла. Таким чином можна обмежити отримання надмірного тепла або його втрату в залежності від місця розташування будівлі і пори року. Природна вентиляція забезпечує приплив свіжого і прохолодного повітря влітку, скорочуючи втрати тепла в зимовий час.

Пасивне сонячне опалення та охолодження. На етапі проектування будівель передбачаються системи клімат-контролю, засновані на споживанні природної сонячної енергії, що буде служити гідною альтернативою опаленню з використанням викопних видів палива. Пасивними методами можна запобігти накопиченню тепла будівлею або, навпаки, його надмірну вентиляцію. Пристрої затінення виключають потрапляння сонця влітку, проте забезпечують повне проникнення сонця в холодну пору року. У кліматичних умовах, де опалення не потрібно, затінення всієї будівлі і навколишнього території призводить до підвищення рівня комфортності та економії енергії.

Штучне освітлення. Його необхідно впроваджувати за допомогою енергозберігаючих технологій і використовувати тільки в разі потреби. Правильно розташовані високоякісні мансардні вікна допомагають використати природне освітлення і підвищити енергетичну ефективність.

Опалення та охолодження з використанням викопних видів палива. Щоб звести до мінімуму споживання викопних видів палива, слід вибирати енергоефективні системи і експлуатувати їх тільки в разі потреби. По можливості вторинні енергоресурси мають бути відновлені, повторно використані і перероблені.

Інше обладнання та послуги. Частка використання побутової офісної техніки в будівлях постійно зростає. Важливо використовувати енергозберігаючі прилади і користуватися ними тільки при необхідності. Значними споживачами енергії є ліфти / ескалатори і водонасосні системи.

Отримання енергії з відновлюваних джерел. Залежно від місця розташування будівлі можна використовувати такі природні форми енергії, як енергія сонця, вітру, біомаси, біогазу, гідро- і геотермальних джерел, знижуючи таким чином залежність від викопного палива.

Система контролю і управління. Енерговитрати будівлі мають тенденцію з часом зростати. З метою добитися належної енергетичної ефективності, забезпечити своєчасне втручання, підтримувати бажаний рівень енергоспоживання слід організувати управління енергоспоживанням і його моніторинг.

Вкрай важливо проєктувати такі будівлі, які будуть високотехнологічними з точки зору енергоефективності, екологічно чистими і не будуть потребувати додаткових капіталовкладень в процесі експлуатації. Для цього необхідно використовувати правильну методику будівництва і ставити себе в меншу залежність від дорогих економічно необґрунтованих будівельних технологій. Виразне розуміння того, як влаштовано і функціонує будинок, допоможе уникнути технологічної складності і в подальшому не буде потреби технічних виправлень.

Проводячи аналіз енергоефективних технологій і заходів можна стверджувати що загальна їх мета полягає в тому, щоб знизити споживання енергії та витрати на експлуатацію будівлі на протязі його життєвого циклу. Важливо почати з розробки конструктивної схеми та структури будівлі, вибору будівельних матеріалів, а потім шукати відповідні варіанти для отримання енергії з поновлюваних джерел. Термін служби будівлі, як правило, становить, від 50 до 100 років, в той час як більшість систем виробництва енергії з поновлюваних джерел мають більш короткий термін - від 10 до 20 років. Якщо будівля погано опрацьовано з енергетичної точки зору, загальні капітальні витрати будуть значно більшими, переважно за рахунок капітальних вкладень у великі системи виробництва енергії з поновлюваних джерел. Крім того, конструкцію будівлі згодом буде економічно важко поліпшити.

1.2 Європейська стратегія використання енергозберігаючих технологій у будівництві

Перш, ніж говорити про просування енергоефективності в будівництві, необхідно згадати Європейську стратегію розумного, стійкого і всеосяжного зростання «Еуропа 2020» як документа, що визначає розвиток Європи з метою планомірного виходу з економічної кризи.

У стратегії «Еуропа 2020» виділяються три взаємопов'язаних пріоритети, якими варто керуватися європейським державам:

1. Розумне зростання: розвиток економіки, засноване на знаннях і інноваціях.
2. Стійке зростання: сприяння розвитку ресурсозберігаючої, екологічно ефективною і конкурентоспроможною економіки.

3. Всеохоплююче зростання: сприяння підвищенню рівня зайнятості населення, досягнення соціальної і територіальної цілісності.

Відповідно до даних пріоритетів були висунуті відповідні флагманські ініціативи, деякі з них наведені нижче.

Що стосується розвитку ресурсоефективності економіки, більш докладно варто зупинитися на пріоритеті «стійке зростання», який повинен сприяти процвітанню Європи з низьким вмістом вуглецю і обмеженими запасами природних ресурсів, запобігаючи при цьому погіршення стану навколишнього середовища, зменшення біологічного різноманіття, а також нераціональне використання природних ресурсів.

У рамках даного пріоритету визначені наступні напрямки діяльності Європи:

1. Конкурентоспроможність. ЄС почав процвітати завдяки торгівлі, експорту по всьому світу і імпорту виробничих ресурсів і готової продукції. Зіткнувшись з сильним тиском на експортних ринках і зростаючим різноманітністю виробничих ресурсів, ми повинні підвищувати конкурентоспроможність по відношенню до наших основних партнерів через підвищення рівня продуктивності. Ми повинні зберігати відносну конкурентоспроможність як в межах Єврозони, так і в розширеному ЄС. ЄС з'явився в значній мірі першопрохідцем у вирішенні питань екології, але його лідируючі позиції підривають конкуренти, особливо, Китай і Північна Америка. ЄС повинен залишатися лідером на ринку «зелених» технологій, являючи собою міру забезпечення ресурсоефективності всієї економіки при викоріненні проблем в ключових мережевих інфраструктурах, тим самим підвищуючи конкурентоспроможність промисловості.
2. Боротьба зі зміною клімату. Більше скорочення викидів в наступному десятилітті в порівнянні з попереднім і використання в повному обсязі потенціалу нових технологій, таких як вловлювання і

видалення CO₂. Підвищення ресурсоефективності сприятиме значному скороченню викидів, економії коштів і економічному зростанню. Тут залучені всі сектори економіки, а не тільки ті, які активно займаються проблемою викидів. Також, необхідно посилювати стійкість до кліматичних ризиків, нарощувати потенціал щодо запобігання стихійних лих і прийняттю відповідних заходів.

3. Чиста і ефективна енергія. В результаті досягнення цілей щодо використання енергії, вартість імпортованого газу і нафти може бути дешевше. Це не тільки економія фінансових коштів, а і необхідність для енергобезпеки. Подальші успіхи в інтеграції європейського ринку енергоресурсів можуть підвищити ВВП на 0,6-0,8%. З огляду на завдання по енергоефективності в 20%, мова йде про створення більш 1 млн нових робочих місць в ЄС.

Діяльність, здійснювана в рамках даного пріоритету, потребують введення зобов'язань щодо зниження викидів шкідливих речовин як шляхом, який максимізує прибуток і мінімізує витрати, так і шляхом поширення інноваційних технологічних рішень. Більш того, необхідно розділяти економічне зростання і використання енергії, а також перетворювати Європейську економіку в більш ресурсоефективну економіку, яка не тільки буде перевагою для Європи, але і послабить залежність від зарубіжних джерел сировинних матеріалів і предметів споживання.

Що стосується розвитку ресурсоефективності економіки на основі інших пріоритетів, викладених в стратегії «Europe 2020», варто згадати відповідні флагманські ініціативи [44]. Так, в рамках ініціативи «Інноваційний союз» була поставлена задача перенацілити науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) та інновації на основні нагальні проблеми суспільства, такі як зміна клімату, енерго- і ресурсоефективність, демографічні проблеми та проблеми охорони здоров'я.

В рамках ініціативи «Індустріальна політика в епоху глобалізації» деякими із завдань Європейської комісії є наступні:

- підтримка використання технологій і виробничих методів, що знижують використання природних ресурсів;
- збільшення частки інвестування в наявні природні активи;
- перегляд положень щодо сприяння переходу сектору послуг і виробничого сектору на етап більшої ресурсоефективності;
- більш ефективну утилізацію;
- удосконалення способу впливу європейського нормо творчості на європейські та міжнародні стандарти для збереження довгострокової конкурентоспроможності європейської промисловості;
- підвищення комерціалізації і використання ключових високоефективних технологій.

Що стосується флагманської ініціативи «ресурсоефективність Європи», її метою є сприяння переходу до ресурсоефективності в економіці, яка ефективно використовує всі можливі ресурси, а також поділ економічного зростання і використання ресурсів і енергії, скорочення викидів CO₂, підвищення конкурентоспроможності та забезпечення більшої енергобезпеки. Були поставлені наступні завдання: щоб економічне зростання не залежало від ресурсів, потрібно сприяти переходу на економіку з низьким вмістом вуглецю, збільшити використання джерел відновлюваної енергії, провести модернізацію транспортного сектору і підвищити його енергоефективність, що сприятиме розвитку більш ресурсо- та екологічно ефективної конкурентоспроможної економіки.

Були визначені наступні напрямки діяльності Європейської комісії на рівні ЄС:

1. Мобілізація фінансових важелів ЄС (наприклад, сільськогосподарський розвиток, структурні фонди, рамкова програма, Європейський інвестиційний банк) в рамках послідовної стратегії фінансування, яка об'єднує фінансування ЄС, національне (державне) і приватне фінансування.

2. Сприяння розвитку системи використання економічних інструментів, які використовують ринкові механізми (наприклад, торгівля квотами, перегляд оподаткування енергоресурсів, система державного субсидування, сприяння поширенню «зелених» державних закупівель).
3. Внесення пропозицій щодо модернізації та зменшення викидів вуглецю в секторі транспорту, тим самим сприяючи підвищенню його конкурентоспроможності. Це можна здійснити за допомогою прийняття різноманітних заходів, наприклад, «розумна» організація дорожнього руху, більше розвинена логістика, скорочення викидів CO₂ в секторі авіації та мореплавання, а також автомобілів, включаючи впровадження європейської ініціативи «зеленого» автомобіля, яка допоможе розвивати нові технології, включаючи електромобілі і гібридні автомобілі, встановлення єдиних стандартів і розвитку необхідної інфраструктурної підтримки.
4. Прискорення впровадження європейських стратегічних високоефективних проєктів для вирішення критичних проблем, особливо в транскордонних областях і між транспортних вузлах (міста, порти, логістичні платформи).
5. Завершення створення внутрішнього ринку енергоресурсів і реалізація Стратегічного плану енергетичних технологій (ЗЕТ-план), сприяння використанню поновлюваних джерел енергії на єдиному ринку буде пріоритетним напрямком.
6. Подання ініціативи щодо модернізації європейських мереж, включаючи «Трансєвропейські енергетичні мережі», з метою створення європейської Супермережі, «розумних мереж» і з'єднання їх з поновлюваними джерелами енергії (за підтримки структурних фондів і Європейського інвестиційного банку). Сюди входить розвиток інфраструктурних проєктів особливого стратегічного

значення для ЄС в Балтійському, Балканському, Середземноморському та Євразійському регіонах.

7. Затвердження та впровадження відредагованого плану дій з енергоефективності та сприяння розвитку стійкої програми ресурсоефективності (на підтримку малих і середніх підприємств, а також господарств) за допомогою використання структурних і інших фондів для залучення нового фінансування в рамках наявних успішних моделей інвестиційних програм.
8. Створення концепції структурних і технологічних змін, необхідних для переходу до низьковуглецевої, ресурсоефективної і кліматично стійкої економіки до 2050 р, яка дозволить ЄС досягти цілей зі скорочення викидів та біологічного розмаїття. Сюди входить запобігання стихійним лихам і дії, які посилюють згуртованість, розвиток сільського господарства, сільських районів. Має впроваджуватися політика щодо подолання змін клімату, особливо, за допомогою прийняття адаптаційних заходів, заснованих на ефективному використанні ресурсів, що також буде сприяти підвищенню світової продовольчої безпеки [44].

Були визначені наступні напрямки діяльності держав членів ЄС на національному рівні:

1. Поетапне скорочення екологічно шкідливих субсидій, за винятком субсидій для людей, які мають особливі соціальні потреби.
2. Використання економічних інструментів, які використовують ринкові механізми, таких як податкові пільги і закупівлі, щоб адаптувати методи виробництва і споживання.
3. Розвиток «розумних» модернізованих і повністю взаємопов'язаних транспортної та енергетичної інфраструктур, а також найбільш ефективне використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ).

4. Забезпечення скоординованої реалізації інфраструктурних проєктів в рамках базової мережі ЄС, що зробить значний вклад в ефективність всієї транспортної системи ЄС.
5. «Фокусування» на міському транспорті, який здебільшого створює затори і викиди.
6. Застосування положень, розробка норм продуктивності та ринкових інструментів, таких як оподаткування, субсидії і закупівлі з метою скорочення використання енергії та ресурсів, а також структурних фондів для інвестування в енергоефективні державні будівлі і більш ефективну утилізацію.
7. Стимулювання інструментів енергоефективності, які можуть підвищити ефективність в енергоємних секторах, а саме тих, які засновані на використанні ІКТ [5].

Таким чином, політика всіх країн ЄС, всі інструменти і законодавчі акти, а також фінансові інструменти повинні бути мобілізовані для досягнення цілей даної стратегії. Європейська комісія має намір удосконалювати основні елементи політики і ключові інструменти, такі як єдиний ринок, бюджет і програма зовнішньо-економічної діяльності ЄС для досягнення цілей «Europe 2020». Практичні пропозиції щодо забезпечення повноцінного сприяння даної стратегії є невід'ємною частиною «Europe 2020».

1.3 Наукові основи нормативного забезпечення енергоефективності будівельних об'єктів

Глобальна енергетична криза кінця ХХ століття призвела до появи нового науково-експериментального напрямку в будівництві, пов'язаного з проєктуванням будинків з ефективним використанням енергії, в яких за

рахунок архітектурних, технологічних, законодавчих та інженерно-конструктивних рішень забезпечується максимальна економія енергетичних ресурсів. Все більше розширюється коло інтересів і об'єкт вивчення переноситься на вирішення проблеми ефективного використання енергії, коли пріоритет віддається тим інженерним конструктивним рішенням, які одночасно не тільки знижують енергоспоживання будинків, але і сприяють підвищенню якості мікроклімату.

Значна увага в розвинених країнах приділяється директивним вимогам до енергоефективності будинків і як наслідок впровадження у процес будівництва високо технологічних рішень. Так Європейським Парламентом та Радою ЄС була прийнята Директива 2002/91/ЄС, головною метою якої є реалізація потенціалу економії енергії, що дасть можливість економії енергоресурсів на 50% від існуючих витрат. В 2010 р. прийнятий новий директивний документ - Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 On the Energy Performance of Buildings, який ще більше активізував заходи по енергозбереженню та розвиток індустрії виробництва енергоефективних будівельних матеріалів [44].

В Україні з 2006 р. здійснюється системне реформування нормативної бази із забезпечення енергоефективності будівельних об'єктів. Розроблені та введені в дію ряд принципово нових нормативних документів, що встановлюють правила проектування та будівництва за характеристиками енергоефективності [28].

Забезпечення енергоефективності будівель здійснюється за рахунок розвитку наступних напрямів:

- удосконалення методології проектування енергоефективних будівель на основі системного аналізу, що направлений на пошук альтернативних рішень з визначенням та обґрунтуванням оптимальних варіантів, які встановлюються на підставі співвідношення між початковими енергетичними витратами на виготовлення будівельних об'єктів та експлуатаційними енергетичними витратами на протязі розрахункового терміну їх служби;

- удосконалення нормативно-правової бази щодо енергоефективності;
- здійснення та впровадження процедур енергоаудиту та енергопаспортизації будинків;
- впровадження енергоефективних технологій будівництва;
- використання у будівельній галузі високо ефективних і технологічних матеріалів.

В основу методології проектування енергоефективних будівель покладено розгляд будинку, як єдиної енергетичної системи, що складається з незалежних підсистем, які формують тепловий режим будівлі та її енергетичні показники (рис.1). Основний вплив на формування теплового режиму і, відповідно, енергетичного статусу будинку (енергетичних витрат на забезпечення необхідного теплового режиму) належить теплоізоляційній оболонці. Від властивостей цієї енергетичної підсистеми залежить вибір параметрів підсистеми опалення.

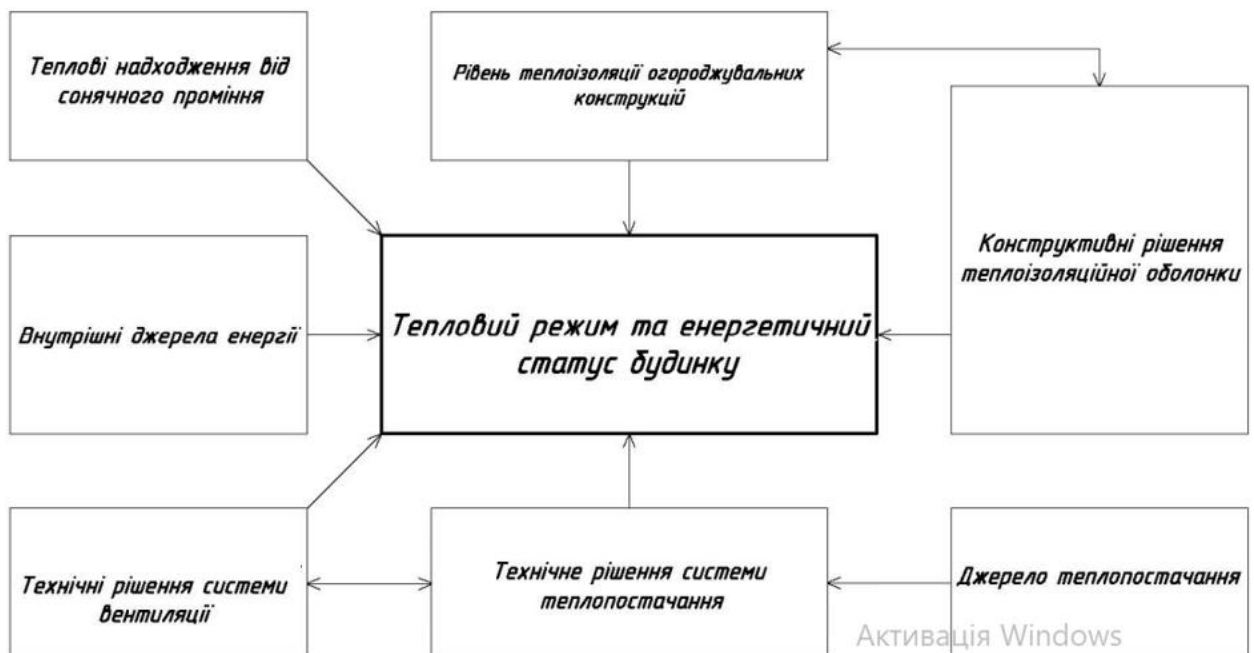


Рис. 1 Схема енергетичної взаємодії основних підсистем будинку

Об'ємно-планувальне рішення будівлі та конструктивні принципи теплоізоляційної оболонки обумовлюють і ступінь корисного використання енергії сонця при кліматизації внутрішнього простору будинку. Саме

підсистема, яку називають теплоізоляційною оболонкою [47], має найбільший потенціал в підвищенні енергоефективності будинків житлового та громадського призначення.

Параметри підсистеми вентилявання будинку визначаються санітарно-гігієнічними вимогами до повітря приміщень. Кількість та якість повітря обумовлена фізіологічними потребами людини, але термодинамічні його параметри можуть регулюватися конструктивними елементами підсистеми, ефективність роботи яких впливає на загальну енергоефективність будинку.

Необхідну кількість енергії для забезпечення нормативного теплового режиму приміщень слід встановлювати з урахуванням кліматичних впливів, як це наведено на рис.2, де представлений графік тридобової зміни необхідної потужності системи опалення, коли в сонячний час доби необхідна її потужність має від'ємне значення, тобто опалення повинно відключатися на кілька годин, що і дозволить здійснювати економію енергії.

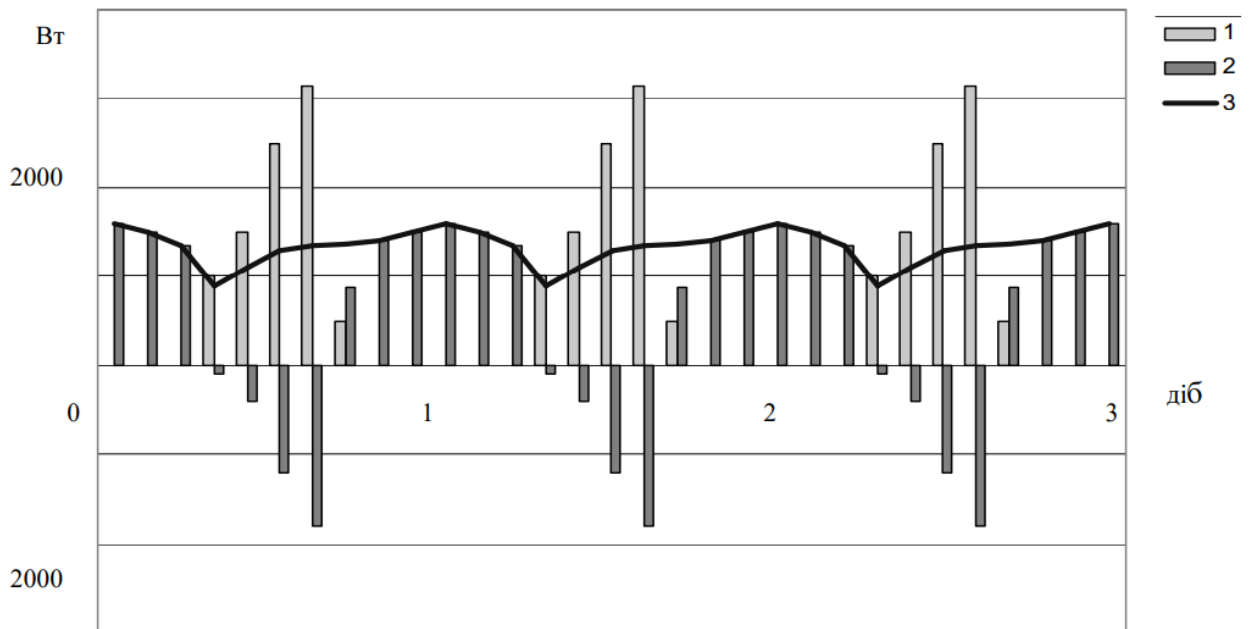


Рис.2 – Графік регулювання системи опалення для забезпечення комфортного теплового режиму приміщень південно-західної орієнтації 1 – потужність сонячної енергії, що потрапляє на вертикальну поверхню за умов хмарності; 2 – необхідна потужність системи опалення; 3 – графік роботи системи опалення

Сучасні огорожувальні конструкції практично завжди є термічно неоднорідними, що потребує обов'язкового застосування під час їх проектування методів математичного моделювання процесів тепло-масопереносу. У ДБН України встановлено, що тепловий режим огорожувальних конструкцій оцінюється на підставі експериментальних їх досліджень або результатів моделювання дво або тримірних температурних моделей [16].

Для більш складних конструктивних рішень слід застосовувати тривимірні моделі. При виконанні нормативних вимог вже на стадії проектування можна встановити, що прийняте технічне рішення відповідає (не відповідає) умовам нормальної експлуатації і розробити відповідні коригувальні дії.

Якщо на значення опору теплопередачі не впливає порядок розташування шарів в огорожувальній конструкції, то на вологісний режим саме послідовність шарів по напрямленню теплового і, відповідно, вологісного потоків, є визначальною. На рис.3 показаний розподіл температури та парціального тиску водяної пари в товщі конструкції, в якій не утворюється конденсат, що забезпечує нормальний експлуатаційний режим огороження згідно нормативних положень [15]. Якщо під час проектування такої перевірки не здійснено, то це може призводити до виникнення конденсації в товщі конструкції з подальшим розповсюдження грибкових утворювань на всю поверхню стіни житлової кімнати.

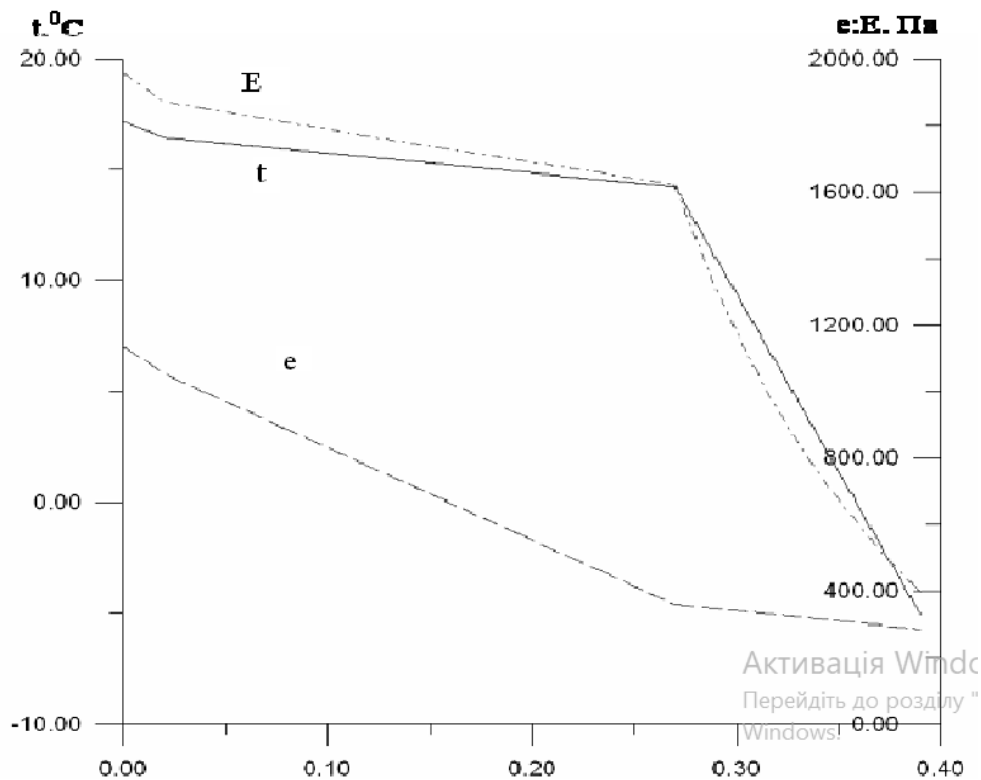


Рис.3 – Тепло-вологісне поле стінової багатошарової конструкції, що відповідає нормативним вимогам

Обов'язковою умовою енергоефективності є умова теплової надійності – не може бути будинок енергоефективним, якщо його теплоізоляційна оболонка не є надійною за теплотехнічними показниками. Зміна конструктивних принципів теплоізоляційної оболонки – перехід від одношарових цегляних або бетонних стін до багатошарових стін, що обумовлено саме технологічними вимогами енергоефективності, потребує і принципової зміни оцінювання експлуатаційної придатності сучасних огороджувальних конструкцій.

Для цегляних та бетонних огороджувальних конструкцій довговічність та показники теплової надійності є доволі високими. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією є складними інженерними системами, які потребують обов'язкової оцінки за показниками їх теплової надійності. Тому розвитку положень щодо експериментального визначення цих показників

приділяється особлива увага в загальній системі нормативних документів із забезпечення енергоефективності будівель [13].

Включення вимог до довговічності будівельних виробів у відповідні нормативні документи встановлено в ДБН В.1.2.-11-2008. Реалізація цих вимог здійснена у системних нормах ДБН В.2.6-31:2006, у ДБН В.2.6-33:2008, та у ДСТУ Б.В.2.6-34:2008, ДСТУ Б.В.2.6-35:2008, ДСТУ Б.В.2.6-36:2008, ДБН В.2.6-31:2006, що встановлюють вимоги до показника довговічності – терміну ефективної експлуатації теплоізоляційних матеріалів, який повинен бути не менш ніж 25 умовних років експлуатації.

Термін ефективної експлуатації або розрахункова довговічність теплоізоляційних виробів це характеристика виробів, яка визначає їх здатність зберігати теплоізоляційні властивості на рівні проектних характеристик протягом заданого терміну експлуатації будівлі, яка підтверджена результатами лабораторних випробувань і виражена в умовних роках експлуатації (терміну служби).

Вимоги стосовно довговічності не слід інтерпретувати як гарантії виробника. Їх слід розцінювати як допоміжний засіб для вибору будівельного виробу відповідно до економічно обґрунтованого терміну служби об'єктів будівництва. Крім того, гарантії виробника стосуються терміну фактичної експлуатації виробу, а характеристика довговічності прив'язана до умовних років експлуатації, залежить від методики експериментального її визначення.

Методика експериментального визначення терміну ефективної експлуатації встановлена в ДСТУ Б В.2.7-182:2010. Методи, встановлені в цьому стандарті, поширюються на всі будівельні матеріали, що застосовуються в якості ізоляції (термічної, вологісної) огорожувальних конструкцій від кліматичних впливів зовнішнього середовища. Суть методу в тому, що матеріал, який випробовується, піддають циклічним кліматичним впливам, що імітують умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях, і визначають зміни теплофізичних характеристик матеріалу. За результатами вимірювань теплофізичних характеристик оцінюють термін

ефективної експлуатації матеріалу в залежності від конструктивного рішення теплоізоляції огорожувальних конструкцій.

Для теплоізоляційних матеріалів термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною теплопровідності в стандартних умовах випробувань. Для повітро-ізоляційних матеріалів термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною коефіцієнту паропроникності та повітропроникності матеріалу. Для теплоізоляційних матеріалів конструкцій фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною теплопровідності в стандартних умовах випробувань та зміною лінійних розмірів.

Важливими об'єктами випробувань є будівельні ізоляційні матеріали та вироби, що використовуються при влаштуванні конструкцій теплоізоляційної оболонки будинку. Випробування проводять на зразках продукції, що виготовлена відповідно до вимог нормативних документів на ці матеріали та вироби. Під час випробувань на дослідні зразки здійснюють температурні впливи, що є характерними для умов експлуатації виробів під час їх експлуатації в складі огорожувальних конструкцій.

Інтенсивність кліматичної деструкції в процесі експлуатації теплоізоляційного матеріалу залежить не тільки від його властивостей – хімічного, мінералогічного складу, структури, форми пор, їх розмірів, сорбційних властивостей тощо, але і від того де цей матеріал знаходиться у складі огорожувальної конструкції. Тому в залежності від конструктивного типу огорожувальної конструкції в [13] наведені різні коефіцієнти масштабності, що враховують відповідність умов лабораторних випробувань зразків умовам експлуатації теплоізоляційних виробів. Таким чином, випробування за такою методикою дозволяють оцінити властивості теплоізоляційного матеріалу за характеристикою його довговічності.

Наведені методичні положення на підставі розвитку положень класичної будівельної фізики системно вирішують проблему підвищення енергоефективності будинків та споруд, змінюють технології ведення

будівельних робіт, дозволяють здійснювати оцінку показників довговічності сучасних теплоізоляційних виробів і конструктивних принципів на їх основі.

Висновки до розділу I

Впровадження енергозберігаючих технологій у повсякденне життя є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох екологічних проблем - зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження копалин ресурсів та інші. Всі енергозберігаючі технології зосереджені на зменшенні втрат енергоресурсів, їх відновлення та поліпшення екологічної ситуації.

Економія енергії - це ефективне використання енергетичних ресурсів за шляхом застосування інноваційних рішень, які є технічно, обґрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору, і не змінюють звичного способу життя.

Сучасні енергозберігаючі технології можна поділити на кілька видів:

- енергозберігаючі технології на виробництві;
- енергозберігаючі технології на транспорті;
- енергозберігаючі технології індивідуального споживання;
- енергозберігаючі технології загального споживання.

Енергозберігаючі будинки – це майбутнє будівельної галузі. Сьогодні ж енергозберігаючі рішення зустрічаються в будівництві житлових будинків повсюдно. Будівельні норми по норми енергоефективних технологій стали обов'язковими при будівництві нового житла. Енергоефективність в будівництві – це не тільки популярні нині еко віяння, а і необхідність в сучасних умовах підвищення відповідальності за збереження природних ресурсів. Енергозберігаючі технології в теплопостачанні найбільш актуальне питання, зважаючи на поступове зростання комунальних тарифів. Все йде до того, що, в майбутньому, вирішальним при виборі житла буде саме його енергоефективність.

Енергозберігаючі технології в спорудженні житлових будинків все більше використовуються в сучасному будівництві. Важливим є використання сучасних енергоефективних матеріалів і конструкцій, а це

матеріали на мінеральній основі, ефективна теплоізоляція, фасадні системи з, будівництво власних котелень з підвищеним ККД.

Технології енергозбереження активно впроваджуються в житлових комплексах що зводяться. Заслуговують на увагу сучасні системи енергозбереження, що в них застосовуються:

- енергозбереження в технологіях будівництва шляхом зведення монолітного каркаса без швів, утепленням стін ефективними теплоізоляційними матеріалами;
- енергозберігаюче опалення – це наявність власної котельні, яка розташована на даху будівлі;
- установка вискоефективних віконних систем;
- інженерні мережі захищені теплоізоляцією та облаштовані приладами обліку.

Розуміння того, що енергоефективні будівлі не тільки допомагають економити електроенергію і знижувати експлуатаційні витрати, але і сприяють поліпшенню здоров'я людини, його комфорту і благополуччю, веде до активного поширення цілого ряду нових і вдосконалених технологій і методів будівництва.

Євросоюз потребує введення зобов'язань щодо зниження викидів шкідливих речовин як шляхом, який максимізує прибуток і мінімізує витрати, так і шляхом поширення інноваційних технологічних рішень. Політика всіх країн ЄС, всі інструменти і законодавчі акти, а також фінансові інструменти мобілізовані для досягнення цілей даної стратегії. Європейська комісія має намір удосконалювати основні елементи політики і ключові інструменти, такі як єдиний ринок, бюджет і програма зовнішньоекономічної діяльності ЄС для досягнення цілей «Europe 2020». Практичні пропозиції щодо забезпечення повноцінного сприяння даної стратегії є невід'ємною частиною «Europe 2020».

Значна увага в розвинених країнах приділяється директивним вимогам до енергоефективності будинків і як наслідок впровадження у процес будівництва високотехнологічних рішень.

Забезпечення енергоефективності будівель здійснюється за рахунок розвитку наступних напрямів:

- удосконалення методології проєктування енергоефективних будівель на основі системного аналізу, що направлений на пошук альтернативних рішень з визначенням та обґрунтуванням оптимальних варіантів, які встановлюються на підставі співвідношення між початковими енергетичними витратами на виготовлення будівельних об'єктів та експлуатаційними енергетичними витратами на протязі розрахункового терміну їх служби;

- удосконалення нормативно-правової бази щодо енергоефективності;
- здійснення та впровадження процедур енергоаудиту та енергопаспортизації будинків;
- впровадження енергоефективних технологій будівництва;
- використання у будівельній галузі високо ефективних і технологічних матеріалів.

Розділ II. Інженерно-технологічна частина

2.1 Впровадження енергозберігаючих технологій в інженерних системах житлових будівель

Дослідження показують, що значні втрати енергоресурсів втрачається через інженерні системи будівель. Особливо це відчувається у житлових будівлях. Застаріле інженерне обладнання будівель призводить до втрат енергоресурсів через системи теплопостачання, водопостачання, водовідведення, вентиляції.

Підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі

Роботу з підвищення енергоефективності будівлі слід розпочинати з ретельної й усебічної перевірки технічного стану будівлі та його інженерних систем. В аналізі інженерних систем будинку повинні бути враховані всі складові (див. рис. 4), маються на увазі внутрішні проекти інженерних комунікацій. В кожній окремо взятої інженерної складової є свої особливості, які треба врахувати в контексті майбутньої перевірки. Повне обстеження інженерних систем являє собою проведення збору та аналізу інформації щодо фактичного стану інженерних систем і їх елементів (у тому числі обладнання), за результатом якого встановлюються фактичні показники енергетичної ефективності систем та визначається їх відповідність встановленим вимогам.

Далі формується документ установленої форми, в якому визначено показники енергетичної ефективності інженерних систем будівлі, житлового або нежитлового приміщення, рекомендації щодо їх підвищення (за необхідності), а також інші відомості про інженерні системи будівлі, житлових або нежитлових приміщень, енергетичну ефективність яких обстежено.

На цьому етапі головним завданням є виявлення всіх факторів, які негативно впливають на стійкість будівлі та безперебійну роботу її інженерних систем, а також визначення конкретних причин наднормативного енергоспоживання. Такий аналіз повинен лягти в основу майбутньої програми підвищення енергоефективності будівлі, що включає перелік ремонтних робіт, пов'язаних із підвищенням стійкості будівлі, і термо-модернізаційних заходів з орієнтовними строками їх виконання та витратами на реалізацію.[1]



Рисунок 4. Інженерні системи житлового будинку

Основні вимоги до енергетичної ефективності систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК):

1. Системи ОВК слід проектувати відповідно до класу їх енергоефективності;

2. Клас енергоефективності технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління систем ОВК слід приймати не нижче класу енергоефективності будівлі;

3. Рекомендується застосовувати обладнання (насоси, терморегулятори тощо) класу енергоефективності А, незалежно від класу енергоефективності будівлі та технічного оснащення;

4. Системи механічної загально обмінної вентиляції та кондиціонування повітря повинні бути обладнані засобами для автоматичного регулювання витрат рециркуляційного та зовнішнього припливного повітря залежно від умов використання приміщення, що обслуговується, та зовнішніх кліматичних умов;

5. Для досягнення показників питомих тепловитрат у системах механічної загально обмінної вентиляції та системах кондиціонування повітря слід застосовувати тепло-утилізацію та регулювання за потребою;

6. Опалювальні прилади мають бути оснащені автоматичними регуляторами температури повітря в приміщенні (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).

Якщо розглядати питання більш детально, система опалення повинна відповідати ряду вимог, які можна поєднати у групи:

- а) санітарно-гігієнічні;
- б) техніко-економічні;
- в) архітектурно-будівельні;
- г) монтажні-експлуатаційні;
- д) естетичні.

Найбільш важливими є санітарно-гігієнічні та монтажні-експлуатаційні вимоги, які обумовлюються необхідністю підтримувати задану температуру в приміщеннях протягом опалювального сезону. По цьому показнику перевагу перед іншими видами мають повітря й вода, тому

що при використанні гарячого повітря можна постійно підтримувати рівномірну температуру кожного окремого приміщення шляхом швидкої зміни його температури, а при використанні води, підтримувати рівномірну температуру приміщення шляхом регулювання поданої в опалювальні прилади води за допомогою термічних регуляторів і регуляторів витрати теплоносія в стояках.

Температура внутрішнього повітря повинна бути рівномірною як у горизонтальному, так й у вертикальному напрямках (по горизонталі різниця температур не повинна перевищувати 2 °С, по вертикалі - 1 °С на 1 метр висоти приміщення). Внутрішні поверхні повинні мати температуру, що наближається до температури повітря в приміщенні й забезпечувати мінімальний час нагрівання елементів високої теплової акумуляції. Важливою санітарно-гігієнічною вимогою є також обмеження температури на поверхні нагрівальних приладів, тому що при температурі понад 60 °С на поверхні приладу починається розкладання органічного пилу. У зв'язку із цим найбільш несприятливими є системи опалення з теплоносіями пару та електричні повітрянагрівачі.

Техніко-економічні вимоги - це простота пристрою системи, найменша витрата матеріалів і трудових витрат при монтажі й експлуатації. Архітектурно-будівельні й естетичні вимоги зводяться до того, щоб окремі елементи опалювальних установок не порушували зовнішнього архітектурного вигляду та дизайн приміщень будинку, гармоніювали із внутрішнім оздобленням приміщень і не займали зайвих площ. При цьому необхідно враховувати теплотехнічні характеристики будинку, його геометрію.

Сучасна система опалення повинна не тільки покривати тепловтрати, а й вчасно реагувати на можливі теплонадходження в приміщення (наприклад, присутність 1 дорослої людини майже рівноцінно 1 секції чавунного радіатора), при цьому підвищуються вимоги до розподілу тепла в об'ємі приміщення, що можливо лише при врахуванні взаємодії системи

опалення з огорожувальними конструкціями і їхнім температурним режимом.

Найбільш економічні однотрубні системи опалення (див. рис. 5а) доцільні тільки тоді, коли середньо годинна витрата мережної води, що подається на потреби опалення і вентиляції, збігається протягом досить тривалого періоду із середньо годинною витратою води, споживаної для гарячого водопостачання. Але для більшості районів нашої країни, крім самих південних, розрахункові витрати мережної води, що подається на потреби опалення і вентиляції, виявляються з більшою витратою води, ніж у споживаної для гарячого водопостачання. При такому дисбалансі зазначених витрат невикористану для гарячого водопостачання воду доводиться відправляти в дренаж, що є дуже неекономічним.

У зв'язку із цим найбільше поширення в нашій країні одержали двотрубні системи теплопостачання: відкриті (напівзамкнуті) (див. рис.5б) і закриті (замкнуті) (див. рис. 5в).

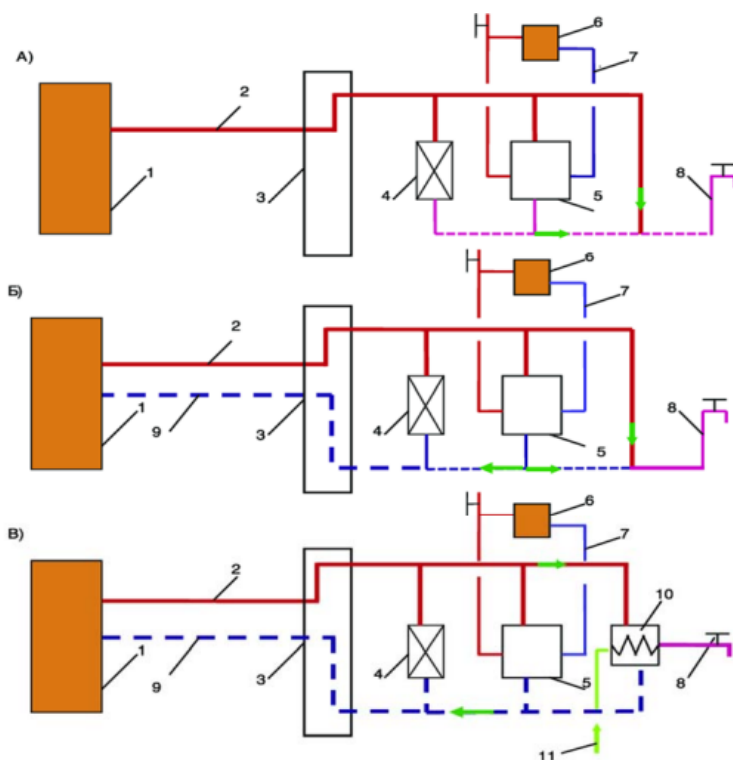


Рис 5 Принципові схеми теплопостачання

На рисунку 1.2: А) – однотрубна (розімкнута); Б) – двотрубна відкрита; В) - двотрубна замкнута; 1 – джерело тепла; 2 – подавальний трубопровід

мережі; 3 – абонентський ввід; 4 – калорифер вентиляції; 5 – абонентський теплообмінник; 6 - нагрівальний прилад; 7 – трубопроводи місцевої системи опалення; 8 – місцева система ГВП; 9 – зворотний трубопровід теплової мережі; 10 – теплообмінник гарячого водопостачання; 11 – трубопровід холодної води.

У випадку якщо шляхом централізованого керування на ТЕЦ або в районній котельні неможливо забезпечити необхідний гідравлічний і тепловий режим у численних споживачів теплоти, застосовують проміжні щаблі підтримки теплоти і тиску води - індивідуальні теплові пункти (ІТП). Температура теплоносія після теплового пункту підтримується за допомогою насосів змішання, регульованих засувок або опалювальних водопідігрівачів.

Перепад тиску перед тепловим пунктом, що забезпечує його нормальну роботу, становить 300 - 400 кПа. Додатково може виконуватися групове регулювання і місцеве в окремих приміщеннях. На ІТП для систем опалення здійснюється регулювання температури води за графіком, регулювання температури води на потреби гарячого водопостачання, місцеве регулювання режиму відпуску води на опалення і регулювання повітрянагрівачів вентиляційних систем. При зміні в процесі регулювання витрати мережної води в об'єкті неминуче змінюються перепади тиску на інших ділянках системи внаслідок гідравлічного розрегулювання, тому на кожному ІТП передбачене регулювання перепаду тиску.

Сучасні високо технологічні теплові пункти складаються з вузла обліку теплопостачання і вузлів зміни параметрів теплоносія для систем опалення, вентиляції і гарячого водопостачання. Теплові пункти можуть бути індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) (для одного будинку) і центральними тепловими пунктами (ЦТП), (що обслуговують кілька будинків, квартал, мікрорайон). Вузол комерційного обліку (див. рис. 6) теплопостачання визначає кількість використаної теплової енергії споживачем, величина якого служить для визначення суми платежів теплопостачальній організації.

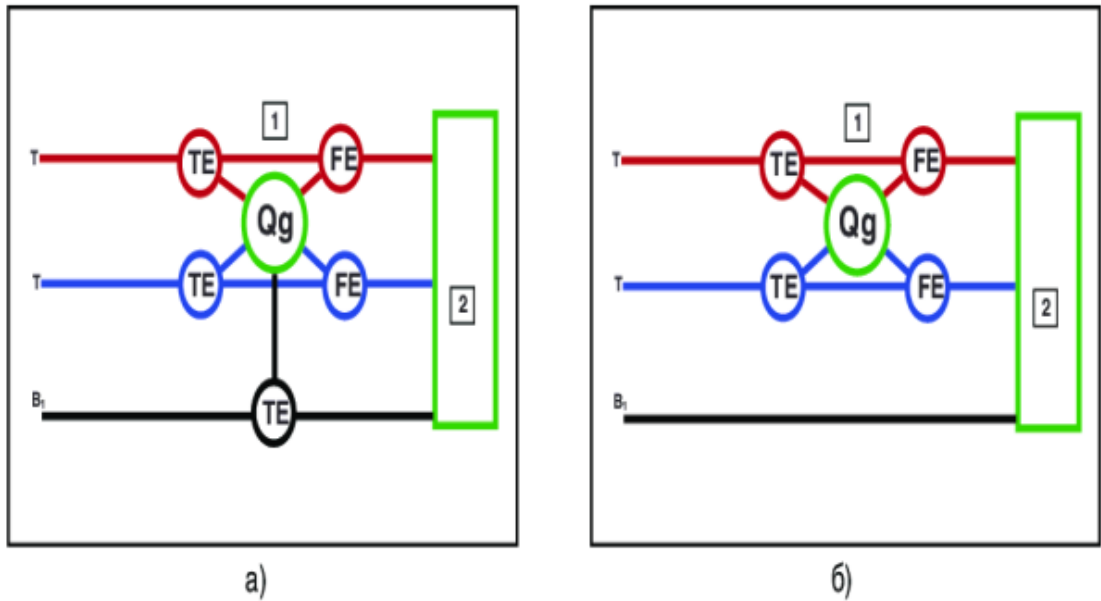


Рис. 6 Технологічні схеми вузла комерційного обліку теплової енергії

Двоконтурне опалення - найбільш ефективний і надійний спосіб обігріву житлового приміщення. Його застосовують в будинках з різною кількістю поверхів. Опалення на два контури дозволяє регулювати температуру в окремій кімнаті без зміни температурного режиму в інших приміщеннях. Основна особливість: поділ прямого і зворотного контурів теплового носія. По першому підігріта вода з котла подається в опалювальну систему, по другому - охолоджений тепловий носій повертається в нагрівальний агрегат (див. рис. 7).

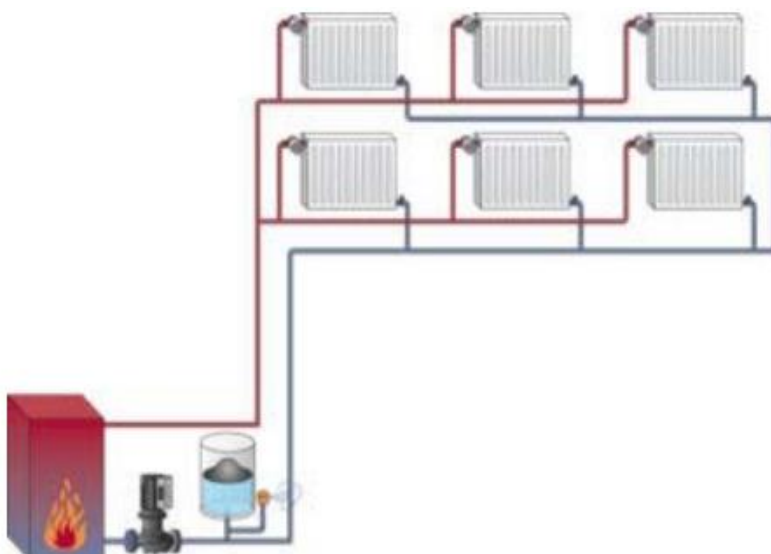


Рис. 7 Двоконтурна система опалення.

Гарячий теплоносіє надходить по одній трубі в радіатор, охолоджуючись, переходить в інший контур і повертається до котла.

Таке опалення має наступні переваги:

- відсутня втрата теплоносія під час подачі до радіаторів;
- завдяки використанню труб малого діаметру скорочуються фінансові витрати;
- однакова температура подачі рідини до всіх елементів системи;
- високий ККД установки;
- надійність;
- можна встановити регулювання температурного режиму на окрему батарею;
- економія простору в зв'язку з відсутністю громіздких конструкцій, що актуально для невеликих будинків;
- вартість двоконтурного агрегату набагато нижче за загальну ціну опалювального котла і бойлера.

Використання в містах двотрубних систем пояснюється тим, що вони дешевші в плані експлуатації, ніж багато трубні. Ці системи використовуються там, де споживачам необхідна теплота однакового потенціалу, тобто в містах, де все теплове навантаження (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання) може бути забезпечене теплотою низького потенціалу. В даному типі систем подачі води циркуляція по стояках і магістралях здійснюється з допомогою насоса, забирає воду з зворотної магістралі і подає її у водонагрівач (див. рис. 8). Система з одностороннім приєднанням водорозбірних точок до подавального трубопроводу і з установкою рушничко-сушильників на зворотному трубопроводі являє собою найбільш поширений варіант подібної схеми. Двотрубна схема виявилася надійною в експлуатації і зручною для споживачів, але для неї характерна висока металоємність.

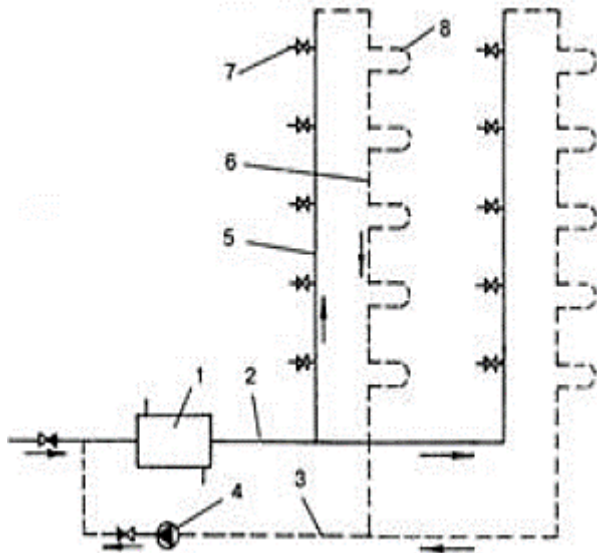


Рис. 8 Двотрубна схема гарячого водопостачання

1 — водонагрівач; 2 — подаюча магістраль; 3 — циркуляційна магістраль; 4 — циркуляційний насос; 5 — подаючий стояк; 6 — циркуляційний стояк; 7 — водорозбір; 8 — рушник осушки

Як ми бачимо, інженерне обладнання будівель має значний вплив на клас енергоефективності будівлі. Використання сучасного високо технологічного інженерного обладнання та енергоефективних технологій в процесі зведення, енергоаудит – є необхідними складниками сучасного будівництва.

Система освітлення. На освітлення припадає значна частина енерговитрат будівлі. Правильне використання денного освітлення дозволить скоротити кількість споживаної енергії, домогтися або зменшення інтенсивності електричного освітлення, або його виключення, при цьому зберегти комфорт для мешканців. Для ефективного використання денного освітлення, під час проєктування будівлі необхідно брати до уваги кілька аспектів:

- розміщення вікон та їх форму, внутрішнє оздоблення приміщення, розташування стін повинні сприяти оптимальному проникненню і розподілу денного світла;

- необхідно уникати небажаних відблисків і накопичення сонячного тепла;

- електричне освітлення має поєднуватися з наявними денним освітленням.

Існують різні варіанти оптимізації денного освітлення за допомогою вікон. Це використання світлових полиць, жалюзі, призматичного скління або призматичної плівки і т. д. Денне освітлення через дах передбачає пристрій світлових колодязів і атріумів, світлових труб. Природне освітлення в силу його змінної природи не може повністю замінити собою штучне освітлення. Деякі частини будівлі, де немає доступу до денного освітлення, будуть повністю залежати від штучного освітлення.

Основними типами освітлювальних приладів тривалий час були лампи розжарювання (з вольфрамовою ниткою і вольфрамові галогенні), люмінесцентні лампи і газорозрядні лампи. Лампи розжарювання мають низьку ефективність - в діапазоні 15-20 *лм/Вт*. Ефективність люмінесцентних ламп становить від 55 до *лм/Вт*, газорозрядних - від 100 до 130 *лм/Вт*. Оскільки лампи розжарювання вельми неефективні, їх використання дуже обмежене. В Україні, за підтримки міжнародних фондів, була проведена державна програма по безкоштовній заміні ламп розжарювання. До них відносяться індукційні лампи, світлові діоди і електролюмінесцентні пластики.

Індукційні лампи мають високу тривалість роботи, це робить їх придатними для місць, доступ до яких затруднений. Світлодіоди приблизно в 10 разів ефективніші, ніж вольфрамові лампи, ними замінюють традиційні лампи освітлення там, де потрібно освітлення обмеженої ділянки. Що стосується електролюмінесцентних пластмас, то вони ще не набули широкого поширення.

Вибір системи освітлення залежить від типу освітлення. Точкове освітлення використовується в такому випадку, коли світло необхідне в конкретній точці в конкретному місці. Одночасно слід використовувати і

робоче освітлення, щоб забезпечити достатню освітленість більш широких площин.

Вибору ефективної системи освітлення недостатньо, необхідний також контроль освітлення, щоб світло включалося тільки тоді, коли це необхідно і тільки в тій мірі, в якій це необхідно. У сучасних умовах необхідно передбачати методи контролю:

- зонування освітлення;
- вимикання світла по таймеру;
- розміщення детекторів присутності людини;
- зондування наявності денного світла і т. д.

Подібні системи, як правило, вимагають сенсорів, додаткової проводки, процесорів для здійснення дій на основі даних, отриманих від сенсорів, механізму дистанційного управління для включення / відключення або зміни освітлення з урахуванням продуктивності лампи.

2.2 Дослідження сучасних енергоефективних матеріалів та перспектив їх виробництва

Серед різноманіття матеріалів, що пропонуються на сучасному ринку, вибір енергоефективних будівельних матеріалів стає дедалі важливішим. Важливість такого вибору полягає не лише в енергозбереженні, а й у створенні комфорту для мешканців, а також у позитивному впливі на навколишнє середовище. Розглянемо та проаналізуємо сучасні енергоефективні матеріали та технології їх застосування у будівництві.

Теплоізоляційні матеріали займають ключове місце у забезпеченні енергоефективності. Вони здатні зменшити втрати тепла через стіни, покриття та вікна, забезпечуючи більш стабільну температуру всередині приміщення. Серед популярних теплоізоляційних матеріалів можна виділити

мінеральну вату, пінополістирол та ековату. Кожен з них має свої плюси та мінуси, проте їх використання може суттєво знизити витрати на енергію.

Сучасне будівництво має забезпечувати екологічні стандарти, при цьому важливо враховувати **діелектричні властивості** матеріалів, які впливають на їх здатність зберігати тепло. Наприклад, натуральні матеріали, такі як овеча шерсть або целюлоза, не тільки відмінно ізолюють, але й є безпечними для здоров'я. Водночас синтетичні матеріали можуть мати кращі показники теплоізоляції, проте часто сталий вплив на природу та здоров'я людини ставить їх в неприйнятне світло.

При виборі енергоефективних будматеріалів також варто звернути увагу на їх довговічність і стійкість до зовнішніх факторів, таких як волога, ультрафіолетове випромінювання та механічні навантаження. Матеріали, що потребують частого ремонту або заміни конструкцій, можуть зменшити переваги їхнього первісного енергоощадження.

Оцінюючи енергоефективність матеріалів, необхідно звернути увагу на їх сертифікацію та результати незалежних випробувань. Отримання сертифікатів енергоефективності підтверджує, що обрані матеріали відповідають міжнародним стандартам. Цей етап є особливо важливим при будівництві енергетично ефективних об'єктів, адже простіше дотримуватися норм і правил, якщо характеристики матеріалів мають підтвердження.

Обираючи будівельні матеріали для енергозберігаючого будівництва, безсумнівно, слід звертати увагу на ці різні аспекти. Завдяки правильному вибору, ми зможемо не тільки підвищити комфорт у своєму домі, але й зробити свій внесок у збереження планети.

Теплоізоляційні матеріали: переваги та недоліки

Теплоізоляційні матеріали є невід'ємною частиною сучасного енергоефективного будівництва. Їх використання дозволяє значно зменшити потребу в енергії для опалення та охолодження приміщень. Однією з найбільш вагомих переваг теплоізоляційних матеріалів є здатність

забезпечувати стабільний мікроклімат у будинку, що в свою чергу позитивно впливає на здоров'я та комфорт його мешканців.

Так, *мінеральна вата*, зокрема базальтова, є дуже популярним матеріалом завдяки своїй стійкості до вогню, а також відмінним тепло- і звукоізоляційним властивостям. Вона не боїться вологи, що робить її ідеальною для використання в регіонах з підвищеним рівнем вологості. Однак, одним з її недоліків є вартість, яка може бути вищою в порівнянні з іншими матеріалами. Крім того, під час монтажу потрібно дотримуватися певних заходів безпеки, оскільки частинки можуть викликати подразнення шкіри та дихальних шляхів.

Пінополістирол, з іншого боку, пропонує чудове співвідношення ціни та якості. Його легкість і простота монтажу роблять його вкрай популярним серед забудовників. Пінополістирол має відмінні теплоізоляційні властивості, але є проблема його екологічності, викликає занепокоєння і обмеження застосування у будівництві.

Синтетичні матеріали, що складаються з нафтопродуктів, можуть забруднювати навколишнє середовище, тому важливо розглядати екологічні аспекти їх використання. Наявність вуглецевого сліду при виробництві та утилізації таких матеріалів не завжди дозволяє вважати їх найкращим вибором з точки зору екології.

Ековата, що виготовляється з перероблених матеріалів, має безліч переваг. Вона є екологічно чистим матеріалом та має хороші теплоізоляційні властивості. Її основним недоліком можна вважати меншу довговічність у порівнянні з іншими матеріалами. Важливо дотримання технологій при використанні ековати, адже погано виконане утеплення може призвести до втрат тепла.

При виборі теплоізоляційних матеріалів важливо враховувати їхню ефективність у конкретних умовах, а також оптимальний баланс між ціною, якістю та екологічними характеристиками. Від правильного вибору залежить

не лише енергоефективність будівлі, але й комфорт її мешканців на тривалий термін.

Композиційні матеріали стають ще однією важливою інновацією у виробництві. Ці матеріали складаються з кількох компонентів, що надає їм унікальні властивості, такі як підвищена міцність при зниженій вазі. Наприклад, композитні панелі з епоксидних смол і армуючих волокон активно використовуються в будівництві сучасних комерційних і житлових об'єктів. Ці панелі легкі, водостійкі та легко піддаються обробці, що робить їх ідеальним вибором для енергоефективного будівництва.

Відновлювальні ресурси в енергоефективному будівництві

Відновлювальні ресурси грають важливу роль у енергоефективному будівництві, адже їх використання не тільки знижує витрати на матеріали, але й підтверджує прихильність до принципів сталого розвитку. В останні роки зростає популярність матеріалів, що виготовляються з відновлювальних джерел, таких як деревина, солома, або перероблені матеріали. Ці ресурси можуть бути використані як для конструкційних елементів, так і для оздоблення, що робить їх дуже універсальними.

Деревина є одним із найдавніших і найчастіше використовуваних будівельних матеріалів. Вона має високу теплоізоляцію та низьку теплопровідність, що допомагає підтримувати комфортний мікроклімат у середині приміщень. Якщо деревина отримана з сертифікованих лісів, її використання вважається екологічно безпечним. Проте, важливо врахувати, що деревина вимагає належного догляду та обробки для запобігання гниттю і пошкодженням комахами.

Солома, як альтернативний матеріал стає дедалі популярнішою завдяки своєму чудовому співвідношенню ціни та якості. Солом'яні блоки, використовувані в будівництві, забезпечують високу теплоізоляцію, а також є економічно вигідними та екологічними. Будівлі зі солом'яної ізоляцією мають привабливий зовнішній вигляд і створюють комфортну атмосферу, але їх необхідно надійно захищати від вологи.

Перероблені матеріали також є важливим аспектом у енергоефективному будівництві. Використання повторно переробленого бетону, скла або гуми зменшує потребу в новій сировині та сприяє зменшенню відходів.

Тип матеріалу	Переваги	Недоліки
Деревина	Висока теплоізоляція, екологічність	Вразливість до вологи і шкідників
Солома	Низька вартість, хороша ізоляція	Необхідність захисту від вологи
Перероблені матеріали	Зменшення відходів, економія ресурсів	Можлива нестабільність якості

З таким підходом, будівництво стає більш економічним та екологічним, що має величезне значення для підтримки сталого розвитку. Вибір відновлювальних ресурсів сприяє зменшенню навантаження на навколишнє середовище і одночасно покращує експлуатаційні характеристики будівель, що безпосередньо впливає на енергоефективність.

Сучасні технології у виробництві будівельних матеріалів

Сучасні технології у виробництві будівельних матеріалів поступово змінюють обличчя будівельної індустрії. Впровадження нововведень, таких як 3D-друк, нанотехнології та композитні матеріали, відкриває нові горизонти для зменшення витрат, підвищення якості та зростання екологічності будівель.

3D-технології в будівництві

Однією з найбільш революційних технологій є **3D-друк**, який дозволяє створювати елементи будівель безпосередньо на місці будівництва. Ця

технологія значно знижує витрати на транспортування та зберігання матеріалів, а також зменшує відходи, оскільки використовується лише необхідна кількість сировини. Надруковані матеріали можуть включати бетон, пластик і навіть біоматеріали. У багатьох країнах світу вже проводяться експерименти з 3D-друкованими будівлями, які дозволяють зводити житло за рекордно короткий термін.

Технологія 3D-друку вже застосовується для виготовлення будівельних компонентів. Вона дозволяє створювати складні форми, що покращує якість та швидкість будівництва. Використання новітніх методів обробки, таких як лазерна або ультразвукова обробка, може покращити властивості матеріалів та забезпечити їх ефективність. Тому сучасні будівельні технології та ефективні будівельні матеріали відкривають безліч можливостей для створення стійких, енергоефективних та естетично привабливих конструкцій. Інтеграція інформаційних технологій, використання новітніх матеріалів та вдосконалені технології виготовлення стають ключовими чинниками в сучасному будівництві. Засвоєння цих технологій не тільки покращить якість будівництва, але й сприятиме сталому розвитку галузі.

Іншим важливим аспектом є використання **нанотехнологій**. Наноматеріали здатні перетворювати звичайні будівельні компоненти в більш ефективні. Наприклад, використання нано часток у бетоні може суттєво підвищити його міцність і довговічність, а також зменшити його водопоглинання. Це означає, що конструкції, побудовані з таких матеріалів, будуть менш схильні до тріщин і зносу, що зменшить потребу в ремонті та обслуговуванні. Нанотехнології можуть бути використані для створення «розумних» матеріалів, які здатні адаптуватися до змін у навколишньому середовищі.

Інформаційні технології. Однією з основних тенденцій сучасного будівництва є використання інформаційних технологій (ІТ) для покращення управління будівельними проектами. Системи Building Information Modeling (BIM) дозволяють інтегрувати всі аспекти будівельного процесу в єдину

цифрову модель, що сприяє ефективному управлінню ресурсами та зменшенню витрат.

Технології **переробки** сировини отримують все більше визнання. Відновлені матеріали, такі як recycled бетон або перероблені волокна, не лише зменшують негативний вплив на навколишнє середовище, але й дозволяють знижувати витрати на будівництво. Використання таких матеріалів дозволяє зменшити вуглецевий вплив, що є важливим аспектом у сучасному будівництві.

Завдяки цим новітнім технологіям, будівництво стає більш адаптивним, доступним і екологічним. Брак традиційних обмежень у формі та функціональності дозволяє архітекторам та дизайнерам реалізовувати свої найсміливіші ідеї, що в кінцевому результаті веде до створення більш комфортних та енергоефективних просторів для життя.

Екологічні аспекти використання будівельних матеріалів

Екологічні аспекти використання будівельних матеріалів стають невід'ємною частиною дискусій про істотність енергоефективного будівництва. Не лише економічна вигода, а й етичні та екологічні питання стають дедалі актуальнішими для забудовників, архітекторів і користувачів. Обираючи матеріали для будівництва, важливо усвідомлювати їх вплив на навколишнє середовище на всіх етапах — від видобутку і виробництва до експлуатації та утилізації.

Екологічні аспекти використання будівельних матеріалів становлять формуючу частину сучасних тенденцій у будівництві. Поступово все більше забудовників усвідомлюють, що вибір матеріалів не тільки впливає на експлуатаційні характеристики будівель, але і має значний вплив на нашу планету. Системний підхід до вибору матеріалів з урахуванням їхнього впливу на здоров'я, екологію та енергоефективність стає основою для сталого розвитку будівельної індустрії на майбутнє. [5]

По-перше, варто звернути увагу на **екологічну стійкість** матеріалів. На жаль, не всі матеріали мають позитивний вплив на екологію. Синтетичні

матеріали, наприклад, можуть генерувати відходи, що не підлягають переробці, та забруднювати середовище. Виробництво таких матеріалів часто пов'язане з високими викидами CO₂, які сприяють глобальному потеплінню. Їх утилізація може бути ще одним викликом, оскільки відходи можуть накопичуватися на звалищах впродовж сотень років.

Наступним важливим показником є **енергоефективність** будівельних матеріалів. Вибір енергоощадних варіантів може зменшити витрати на опалення та охолодження, покращуючи загалом екологічну ситуацію. До таких матеріалів належать теплоізоляційні елементи, які запобігають втраті тепла. Інвестуючи у високоякісні теплоізоляційні матеріали, забудовники не лише зменшують витрати на енергію, а й здатні позитивно вплинути на зниження споживання викопного палива.

Але не менш важливими є питання **переробки** будівельних матеріалів. Використання відновлюваних і перероблених ресурсів, таких як recycled матеріали, є ефективним способом зменшення відходів. Наприклад, використання переробленого бетону або скла допомагає знизити попит на нові матеріали. Багато громадських і державних організацій мають програми, які заохочують використання перероблених матеріалів, тим самим сприяючи розвитку зеленої економіки.

Крім того, важливим є розуміння **впливу на здоров'я** людей. Багато будівельних матеріалів можуть виділяти шкідливі хімічні речовини впродовж всього терміну їх експлуатації, такі як формальдегід з деревостружкових плит або різноманітні леткі органічні сполуки. Використання екологічно чистих матеріалів має запобігти погіршенню якості повітря в приміщеннях, забезпечуючи безпечні умови для мешканців.

Перспективи розвитку ринку енергоефективних матеріалів

Перспективи розвитку ринку енергоефективних матеріалів виглядають дуже обнадійливо. Зокрема, зростаючий попит на енергоефективні рішення та сталий розвиток стимулюють інновації в галузі будівельних матеріалів. Як результат, нові технології та матеріали, що походять з відновлювальних

ресурсів, стають все більш доступними та популярними на ринку. У майбутньому ми можемо очікувати ще більше різноманіття продукції, що відповідатиме міжнародним стандартам безпеки та екологічним вимогам.

Зараз спостерігається тенденція до інтеграції високих технологій у процес виробництва. Наприклад, виробники матеріалів increasingly використовують автоматизацію та штучний інтелект для оптимізації своїх процесів, що дозволяє зменшити витрати та підвищити якість продукції. Це не лише покращує загалом конкуренцію на ринку, а й сприяє скороченню витрат на сировину, енергію та інші ресурси.

Крім того, підвищення стандартизації і сертифікації будівельних матеріалів є важливим кроком вперед. Держава та міжнародні організації все частіше запроваджують норми і вимоги, які заохочують використання енергоефективних матеріалів у будівництві. Це допомагає не лише підвищити довіру споживачів, а й сприяє зменшенню екологічного впливу будівельних проєктів.

Зростання свідомості населення щодо екологічних проблем сприяє становленню ринку енергоефективних матеріалів. Споживачі стали більше цікавитися питаннями екології та енергетичної ефективності, що, в свою чергу, підштовхує виробників до впровадження стійких практик. Це стає вигідним не лише для великих компаній, а й для малих виробників, які здатні запропонувати екологічно чисті рішення для локального ринку.

Важливим аспектом є розвиток переходу до замкнутої економіки, де використання вторинних сировин національними виробниками стає нормою. На тлі постійного збільшення резервів відходів, заощадження ресурсів шляхом переробки та повторного використання стане критично важливим не лише для збереження екології, а й для економічного виживання. Це дозволить не лише знизити вартість матеріалів, але й підвищити свою роль на глобальному ринку.

У сучасному світі інженерно-будівельна галузь переживає стрімкий розвиток завдяки постійним інноваціям у будівельних технологіях та

матеріалах. Це розширює можливості для створення енергоефективних, і надійних конструкцій. У даній роботі ми розглянемо основні аспекти сучасних будівельних технологій [6] та їх взаємодію з ефективними будівельними матеріалами.

Ринок енергоефективних будівельних матеріалів знаходиться на шляху стрімкого розвитку завдяки технічним інноваціям, зростаючим екологічним енергетичним вимогам. Енергоефективність перестає бути чимось новим і стає важливою складовою будівельних проєктів. Вибір енергоефективних матеріалів забезпечить не лише зниження витрат на комунальні послуги, але й сприятиме зміцненню позицій України в процесах сталого розвитку.

2.3 Сучасні енергоефективні технології в будівництві

Зменшення вичерпних видів палива, які використовуються в будинках, змушують людство шукати їм альтернативу. Сучасні технологічні досягнення науки дозволяють замінити їх поновлюваними ресурсами - енергією сонця, вітру, тепла землі, природного руху водних потоків і т. Не зважаючи на те, що ефективність перетворення енергії з природних форм в електричну енергію і тепло залишається досить низькою, перспективи використання відновлюваних джерел енергії стають все більш привабливими в міру погіршення середовища проживання людини.

Поновлювані джерела енергії є екологічно чистими, стабільними, не збільшують викиди парникових газів і не змінюють енергетичний баланс планети. При цьому поновлювані джерела енергії в більшості країн все ще складають лише малу частку національного енергопостачання. Як вже відмічалось, один з головних бар'єрів на шляху їх впровадження - низька економічна ефективність у порівнянні з енергетичними системами, що

працюють на викопному паливі, хоча операційні витрати на вироблення поновлюваних джерел енергії, в цілому, досить низькі. Для збільшення частки використання поновлюваних джерел енергії необхідні відповідні державні політичні заходи і підтримують механізми.

Країни Європейського союзу (ЄС) вже збільшили частку енергії, виробленої на поновлюваних джерелах енергії, до 22% від загального обсягу виробленої енергії. ЄС вимагає від країн, щоб нові будівлі використовували не менше 10% енергії для власного по споживання з поновлюваних джерел енергії. Багато урядів всього світу надають субсидії або пільги для зниження капітальних витрат і збільшення економічної привабливості проектів.

Однак, перш ніж говорити про технології як таких, необхідно відзначити, що енергоефективність та енергозбереження починається з архітектурного рішення будівлі.

Сонячна архітектура. Будівельний сектор відіграє особливу роль в сонячній стратегії, так як приблизно третину кінцевої енергії, споживаної в промислово розвинених країнах, таких як Німеччина, Швеція, Данія йде на обігрів приміщень, тобто квартири, офіси, громадські будівлі і т.

Існує безліч шляхів використання сонячної енергії в якості низько потенційного тепла. Стандарти для нових будівель дадуть нам можливість значно підвищити клас енергоефективності будівлі. Однак сонячна стратегія, яка зосереджується лише на нових будівлях, не дозволить досягти бажаного результату. Величезний потенціал раціонального використання енергії полягає в оновленні старих будівель. Прогресивні стандарти будівництва повинні зосереджуватися на проєкти з реконструкції будівель. Важливу роль при цьому відіграватимуть сонячні теплові системи і прозора ізоляція.

Пасивна сонячна енергія. Визначення «пасивна» означає, що сонячна енергія використовується для допоміжного обігріву будівлі взимку. Існує два способи пасивного використання сонячної енергії:

Перший. Спеціальні компоненти: вікна, скляні фасади і прозора ізоляція. Тип і дизайн вікон особливо важливий, оскільки вікна є в кожному

будинку. За останні кілька десятиліть було досягнуто значного прогресу в даній технології. В кінці 70-х рр. XX ст. подвійні склопакети вважалися ефективним технологічним рішенням. Додавання шару, який відображає тепло, і заповнення простору між шибками інертним газом дозволило сучасним вікнам скорочувати втрату тепла приблизно на 61%, потрійне застосування збільшує показник скорочення втрати тепла до 77%.

Але якщо ми будемо використовувати сонячну енергію, необхідно не тільки домагатися того, щоб якомога менше тепла втрачалось через вікна, але і того, щоб через вікна в будинок надходило якомога більше сонячної енергії. Якщо теплоізоляція вікон стає краще, надходження сонячної енергії теж скорочується. Південна орієнтація будівлі і вікна з теплоізоляцією забезпечують позитивне відшкодування енергетичних витрат. Завдяки таким вікнам в будинок надходить більше тепла, ніж залишає. У геліоархітектурі даний ефект використовується для скорочення енергоспоживання будівель з вікнами, що виходять на південь. Вікна, що виходять на північ, не можуть забезпечити тепло надходження в силу нестачі прямого сонячного світла. Отже, щоб будівля максимально обігрівалася сонячною енергією, вікна на північній стороні робляться якомога менших розмірів, а на південній стороні більших розмірів. Відповідно, щоб будівля залишалася прохолодною, вікна, розташовані на стороні з найбільшою кількістю сонячного світла, робляться менших розмірів.

Ще на стадії проектування важливим є вибір кращого розташування будівлі, орієнтація фасадів, адаптація конфігурації будівлі, використання даху, посадка дерев для створення тіні.

Особливий інтерес викликає використання даху для затінення вікон з південною орієнтацією. У багатьох будинках сонячне світло влітку створює надлишкове тепло, що вимагає енерговитратного кондиціонування повітря. Споживання сонячної енергії може бути скорочено пасивно, тобто без застосування будь-якої техніки. Якщо скат даху виходить за межі фасаду, дах сам створює простий, але ефективний механізм затінення на той випадок,

коли сонце знаходиться високо в небі. Однак скат даху не повинен бути настільки довгим, що б стати на заваді потраплянню сонячного світла в будівлю взимку.

Сонячна оптимізація містобудування. Експерти з містобудування вирішують, де і які будівлі (одноквартирні будинки, будинки периметральної забудови, багатоквартирні комплекси і т. д.) можуть бути побудовані і на якому віддаленні один від одного вони повинні знаходитися. До недавнього часу питання енергоефективності не грали роль в прийнятті таких рішень. Але сьогодні є потенціал пасивного використання сонячної енергії в процесі містобудівного проектування, тому плани забудови слід оптимізувати з позицій скорочення енергоспоживання і збільшення сонячної енергії.

Тут важливо мати на увазі наступні аспекти:

1. *Компактність.* Компактні будівлі споживають менше енергії, так як мають меншу площу тепловтрат. Так, наприклад, п'ять окремих одноквартирних будинків споживають на 21% більше енергії, ніж п'ять будинків периметральної забудови з такою ж загальною площею. У свою чергу, п'ять багатоквартирних будинків такого ж розміру в компактному комплексі знизять енергоспоживання на обігрів майже на 20%.

2. *Орієнтація.* Споживання енергії на обігрів зростає на 15%, якщо енергозберігаючий будинок має неправильну просторову орієнтацію.

3. *Затемнення.* Велика частина теплової енергії необхідна в холодну пору року, коли сонце знаходиться в найнижчій точці неба, а будівлі максимально затіняють один одного, тим самим перешкоджаючи пасивного використання сонячної енергії. Протягом року в енергозберігаючих будинках затінення може підвищувати споживання теплової енергії на 10%. Для пасивних будинків затінення також небажано. Те, наскільки може бути використана сонячна енергія, залежить від плану забудови. Особливе значення має конструктивна схема даху.

Оптимізація планів міської забудови для збереження енергії і нарощування масштабів використання сонячної енергії знижує енергетичні

споживання на опалення на 5-15%, хоча цей показник може в деяких випадках зростати до 40%. За підрахунками експертів, досягається економія в 0,1 євроцент за кВт / год.

Будинки, побудовані в 60-і рр. ХХ ст. і раніше, споживають набагато більше енергії на опалення, ніж сучасні будівлі. Модернізація старих будівель для відповідності сучасним будівельним стандартам дуже важлива з точки зору сонячної стратегії [1].

Звичайно, кожна будівля необхідно розглядати окремо, щоб визначити, які кроки дозволять зберігати енергію з найменшими витратами. Але незалежно від характеристик конкретного будинку існує загальне керівництво щодо реалізації подібних проєктів. Наприклад, найбільша економія в процесі реконструкції житлових будівель збудованих до 1980р., досягається за рахунок додаткової теплоізоляції зовнішніх стін, установки нових вікон і дверей зі спеціальним теплоізоляційним склом і поліпшеною теплоізоляції даху (при цьому теплоізоляція нижнього перекриття і стелі верхнього поверху малоефективна).

Всі ці заходи, вжиті в комплексі, дозволяють знизити енергоспоживання на 50% в звичайному житловому будинку. Додаткові заходи з енергозбереження часто стають дуже дорогими, але в цьому випадку використання сонячної енергії може бути гарним варіантом. Сонячна батарея здатна ще більше скоротити енергоспоживання.

Стіни як джерело тепла: прозора ізоляція. Звичайна теплоізоляція перешкоджає теплообміну між зовнішнім і внутрішнім середовищем. Але коли сонце нагріває фасад, нагрівається ізолююче покриття будівлі (мембрана). Прозора ізоляція не заважає проникненню цього тепла в будинок, а навпаки, проводить тепло в поглинаючий шар на внутрішній стороні стіни. Потім тепло з деякою затримкою (як правило, кілька годин) проникає всередину будівлі, по суті перетворюючи стіну в великий радіатор. Теплі стіни створюють більш приємну атмосферу всередині будівлі.

У прозорій ізоляції використовується аерогель або прозорий пластик. Завдяки капілярної або сотовидної структурі виникає подвійний ефект - прозорості та ізоляції. Більшості подібних виробів потрібно віконне скло для захисту від несприятливих погодних умов.

У енергоефективних проєктах нових будівель південний фасад з подібною прозорою ізоляцією може скоротити енергоспоживання для опалення приблизно на 20%. Реконструйовані будівлі теж виграють від додаткової теплоізоляції.

Автоматичні системи затінення або архітектурні елементи затінення (балкони) необхідні для запобігання перегріву влітку. Так як в роботі механічних систем можуть виникати збої, рекомендується використовувати більш прості системи. Зокрема, якщо поряд з прозорою ізоляцією замість звичайного віконного скла використовувати скло, що має призматичну структуру і відображає сонячне світло влітку, можна домогтися такого ж затінення, яке забезпечує дах. Ще однією опцією є скління. Якщо між стеклами присутній водень або кисень, тонкий шар оксиду вольфраму стає або темно синім, або прозорим.

Прозорі системи ізоляції як і раніше не виробляються серійно, тому їх вартість набагато вища за вартість звичайної ізоляції. Багатошарові теплоізоляційні системи, які поєднують теплоізоляційну плиту прозорої ізоляції зі світлопроникаючою штукатуркою, також, є одним з факторів, що визначає комфорт усередині приміщення. У будівлях з поганою теплоізоляцією люди можуть відчувати холод, незважаючи на те, що кімнатна температура досить висока, і це лише через те, що стіни холодні.

Пасивні будинки. Пасивні будинки є новим поколінням енергозберігаючих будинків. Вони мають такі додаткові елементи:

- чудову зовнішню ізоляцію, включаючи потрійне скління;
- великі вікна з південною орієнтацією, що оптимізують пасивне використання сонячної енергії,
- регульовану вентиляцію з функцією регенерації тепла,

Для запобігання перегріву або охолодження пасивних будинків необхідно ретельно координувати теплонадходження і тепловіддачу будівлі. Тепло може залишати будівлю за допомогою вентиляційної системи і трансмісії (втрати тепла через стіни, вікна, стелі, і т. д.).

У старих будинках, особливо тих, які були побудовані в 60-і рр. ХХ ст., втрати тепла через мембрану будівлі настільки великі, що тепло від внутрішніх джерел і пасивне надходження сонячного тепла мають другорядне значення. Практично все тепло повинно надходити від обігрівача. Пасивне надходження сонячного тепла оптимізовано в пасивних будинках, а компактність і чудова ізоляція істотно скорочують втрати тепла. Більш того, вентиляційна система регенерує тепло для компенсації втрат, що відбуваються в процесі вентилявання [13].

Деякі пасивні будинки вже стоять стільки ж, скільки і звичайні будинки, і це не дивно, якщо згадати, що пасивні будинки не потребують високих технологій. Звичайні будинки теж мають дах, стіни і вікна, ось тільки складові частини будівлі повинні бути більш високої якості. Первинні витрати компенсують значні витрати на опалення, так як будівля може обходитися без енергоємного опалювального приладу.

Частка енергоефективних будинків буде швидко рости, оскільки вони мають незаперечні переваги. Різні типи пасивних будинків будуються по всій Європі, що поодинокі стоять односімейні будинки, будинки периметральної забудови або багатоквартирні комплекси. Безсумнівно, дитячі садки, школи, гімназії і офісні будівлі також можна будувати як пасивні

Автономний сонячний будинок.

«Автономність» сонячного будинку стосується не тільки опалення приміщень, а й гарячого водопостачання, газу для приготування їжі, електрики. Кілька років функціонування автономних сонячних будівель переконали, що дана автономність можлива без шкоди для комфорту проживання в ньому людей.

Як і пасивний будинок, даний будинок має:

- високі показники тепло- звукоізоляцію ізоляцію;
- великих розмірів південні вікна для пасивного використання сонячної енергії;
- регульовану вентиляцію з регенерацією тепла.

У таких будинках необхідно використовувати наступні технології:

- високоефективні сонячні теплові колектори, які забезпечують достатню кількість гарячої води круглий рік, великі площі прозорої ізоляції (близько 70 м²), що знижують опалювальне навантаження до 0,5 кВт-год / м² на рік, а в цілому близько 1 % енергії, необхідної в енергозберігаючому будинку, і близько 4% від енергії, необхідної пасивному будинку.

- фотоелектрична батарея (максимальна потужність - 4,2 кВт). Вона генерує близько 3300 кВтг електроенергії в рік, більше, ніж економічні електроприлади, використовувані в побуті (енергоспоживання на 60% менше, ніж при використанні звичайних приладів).

Надлишкова енергія йде на перетворення води на кисень і водень, При цьому останній зберігається в баках. Водень використовується для приготування їжі і додаткового обігріву кілька днів в році, коли фотоелектричні панелі не отримують достатньої кількості сонячного світла, водень може використовуватися для живлення паливної батареї, яка виробляє електрику. Відпрацьоване в даному процесі тепло використовується для нагріву води для технічних цілей.

Автономний сонячний будинок часто називають моделлю «Століття Сонця». Енергоавтономний сонячний будинок не має з'єднання ні з електромережею, ні з мережею централізованого теплопостачання. В силу цього не передбачається така ключова опція, як, наприклад, центральне опалення на основі сонячної енергії або біомаси, а також використання інших поновлюваних джерел енергії. Таким чином, сонячний будинок не стільки

продемонстрував, як будуть виглядати будинку «століття Сонця», скільки показав, що будинок може обходитися без викопного палива.

Будинок з додатковою виробленням енергії. В цілому, будинки є споживачами енергії, а не її виробниками. Їм потрібно тепло і електрику, які вони отримують ззовні. Але вже перші проєкти показали, що такі будинки не тільки покривають свою власну потребу в енергії, але і експортують невикористане електрику в електромережу.

Таким чином можна зробити наступне узагальнення:

1. Як і в пасивних будинках, чудова зовнішня ізоляція стін, вікон і дахів поєднується з вентиляційною системою, регенерує тепло, а також з великими вікнами в південній орієнтації, які пасивно використовують сонячну енергію, щоб покрити потребу в залишковому теплі.

2. Сонячні теплові колектори забезпечують до 65% необхідної теплової енергії для нагріву води.

3. Невелика кількість енергії, все ще необхідної для опалення та гарячої води, може бути отримано кількома способами.

4. Великі вікна даху південної орієнтації мають фотоелектричні батареї. Протягом року вони виробляють в цілому набагато більше електрики, ніж споживають мешканці будинку, роблячи можливим подачу великої кількості надлишкової сонячної енергії в електромережі. Подібні будинки експортують більше енергії (сонячної електрики), ніж імпортують (для опалення). Тому їх називають будинками з додатковим виробленням енергії.

Сонячні теплові технології сонячні колектори. Коли сонячне світло потрапляє на темний предмет, даний предмет нагрівається. Цей добре відомий ефект лежить в основі сонячних теплових систем. Сонячні колектори перетворюють сонячне світло в придатне для використання тепло. Абсорбер - чорна панель з міді, алюмінію або навіть пластику в простих системах - піддається впливу сонця, яке нагріває панель. Потім тепло передається від нагрітої панелі в рідину (теплоносій), яка надходить через

труби, вбудовані в панель, до побутового приладу (щоб забезпечити нагрівання води для технічних потреб). Для зниження тепловтрати застосовуються різноманітні технології:

1. Плоскі колектори (найбільш поширений тип) мають абсорбер всередині корпусу. Покриття, звернене до сонця, є прозорим і має гарну ізоляцію з боків і на зворотному боці. Коефіцієнт корисної дії (ККД) таких сонячних колекторів - 50-60% при температурі 50 °С. При прямому сонячному світлі вони можуть досягати температури 80 °С.

2. Вакуумні трубчасті колектори мають всередині абсорберів свого роду ізотермічний резервуар - прозорий з боку, зверненої до сонця. Вакуум значно скорочує тепловтрати. Отже, вакуумні колектори мають більший коефіцієнт корисної дії, особливо якщо різниця температур між абсорбером і навколишнім повітрям велика. Якщо різниця становить 70 °С, ККД вакуумних трубчастих колекторів приблизно на 15% вище, ніж у плоских колекторів. Але даний показник падає до 5%, якщо різниця складає 40 °С. Тому переваги вакуумних трубчастих колекторів особливо відчутні в холодну пору року. Має сенс використовувати їх для підтримки систем опалення.

3. Коли обігріваються басейни для плавання під відкритим небом, втрата тепла не є настільки важливим питанням, тому ізоляція не використовується. Вода подається насосом через гнучкі труби абсорбера для поглинання сонячного тепла. Подібні системи корисні тільки в пристроях, де достатньо всього лише кілька градусів тепла, наприклад, в басейнах під відкритим небом.

Сонячні колектори повинні бути правильно розташовані для досягнення більшої ефективності. Оптимальні кути дахів складають 45 ° і звернені прямо на південь. ККД знижується, але незначно, при відхиленні від ідеальних величин а колектори продовжують виробляти близько 90% своєї номінальної потужності.

Гаряча вода від сонця. Тепло від сонячних колекторів в основному йде на нагрівання води для технічних потреб, але гаряча вода може знайти застосування в опалювальних системах. Тоді сонячна теплова система з'єднується з системою опалення для покриття опалювального навантаження в холодну пору року.

Найбільш поширеними є сонячні теплові станції для будинків на одну-дві сім'ї. Вони в більшості своїй мають двоконтурну структуру. Сонячний контур (сонячний колектор, ґрунтовий теплообмінник і насос) містить рідину (суміш води і гліколю), яка подає тепло в теплообмінний контур. Як тільки починає світити сонце, температура в колекторі зростає на кілька градусів у порівнянні з температурою в нижній частині бака, запускаючи насос сонячного контуру за допомогою електронного регулятора. Потім сонячне тепло передається від нижнього теплообмінника в бак для технічної води, який повинен мати достатні розміри, щоб забезпечувати будівлю гарячою водою.

Оскільки гаряча вода легше холодної, що нагрівається сонячною енергією, вона піднімається в баку. Таким чином, спостерігається розшарування води: гаряча вода вгорі, а більш холодна внизу. Гаряча вода забирається з верхньої частини бака. Якщо сонце коли-небудь не забезпечує необхідну кількість тепла, допоміжний нагрівач може провести додатковий нагрів.

Сонячна теплова система з плоскими колекторами площею 6 м² і з 300-літровим баком-акумулятором для зберігання може покрити більшу частину потреби в гарячій воді в теплу пору року для сім'ї з чотирьох осіб. Сонячне тепло, навіть в холодну пору року, компенсує споживання близько 300 літрів палива комунально-побутового призначення за рік.

Використання сонячних теплових станцій має очевидну вигоду. Нагріваючи воду для технічних потреб, вони не тільки заміщають викопне паливо сонячною енергією, але і знижують рівень забруднення навколишнього середовища. Сонячні батареї великих розмірів можуть,

також, виробляти тепло для опалення приміщень навесні і восени. У таких випадках будівля повинна мати гарну ізоляцію і основну систему опалення, що працює в режимі низької температури. Сонячна батарея може скоротити споживання палива на 20%. Таке комбіноване використання стає все більш поширеним у будівництві.

Для отримання максимуму теплової енергії з сонячного тепла, потрібно взяти до уваги два фактори:

1. Для опалення приміщень необхідно набагато більше тепла, ніж для підігріву «технічної» води. У старих будинках для опалення приміщень може знадобитися в 5-10 разів більше енергії, ніж для забезпечення гарячою водою, в будинках з гарною ізоляцією. Отже, що стосується сонячного тепла, першочерговим завданням є зниження кількості необхідної будівлі теплової енергії. Крім того, площа колектора повинна бути набагато більшою, якщо, крім підігріву води для технічних потреб планується опалювати приміщення.

2. Взимку, коли існує гостра необхідність в опаленні, сонячної енергії найменше. У січні на широтах України сонце продукує тільки шосту частину від тієї енергії, яку дає в липні.

Основна проблема сонячного опалення полягає в тому, як зберегти до зими надлишкове літнє тепло. Вирішальну роль відіграють сезонні теплові баки-акумулятори. Чим більше їх розмір, тим менше тепловтрати. Кращим вибором є підземні баки-акумулятори. Вони дозволяють накопичувати у п'ять разів більше тепла в порівнянні з традиційним баком для гарячої води тієї ж ємності. Принцип дії таких установок - термохімічне акумулювання тепла. Тут відбуваються двосторонні хімічні реакції, наприклад, тверде тіло вбирає рідину. Крім великої енергетичної щільності, основною перевагою є відсутність тепловтрат. Мережі централізованого теплопостачання постачають тепло з підземних баків прилеглої будівлі.

Отже, надходження великої кількості сонячного тепла і його ефективно використання можна гарантувати, якщо будівля має хорошу ізоляцію, площа поверхні колектора досить велика, є бак-акумулятор, розрахований на

довгострокове зберігання тепла, і до нього приєднана мережа централізованого теплопостачання.

Охолодження за допомогою сонця. В даний час більшість кондиціонерів і охолоджувальних пристроїв є компресійними холодильними машинами. Використовувані охолоджуючі речовини, навіть якщо вони не містять хлорофтороуглеводороди, зовсім не завдають шкоди довкіллю. І, звичайно ж, ці пристрої споживають велику кількість енергії. В даному випадку сонячна енергія також може сприяти зниженню споживання викопного палива, забруднення і максимального споживання енергії. Виявляється, сонячна енергія в найбільшому обсязі є в наявності саме тоді, коли найбільше потрібно кондиціонування повітря. Кондиціонування будівель здійснюється, головним чином влітку, що дозволяє використовувати акумулювання сонячного тепла протягом тривалого часу.

Система випарного охолодження заснована на фізичних законах на принципі, коли випаровується вода, відбувається охолодження навколишнього середовища. Зволожувач охолоджує повітря за рахунок вилучення тепла при випаровуванні води з висушеного раніше повітря. Температура конденсації - це температура, при якій частина пароповітряної суміші (в даному випадку повітря з водяною парою) повністю насичується. Водяна пара конденсується при зниженні температури. Осушувач містить силікатну гель, який усуває вологу повітря, що поступає за рахунок поглинання вологи власною молекулярною структурою. Отже, силікатну гель необхідно «відновлювати» (висушувати) для повторного використання, тому, коли виходить відпрацьоване повітря, він вбирає в себе деяку вологу. Тепло, необхідне в даному процесі, виходить з сонячних колекторів, але воно також могло б вийти з бака-акумулятора короткочасного зберігання тепла з допоміжним нагрівачем.

Очевидно, що у сонячного кондиціонування повітря і систем охолодження є значний потенціал.

Фотоелектричні технології. Фотоелектрика є ще одним способом використання сонячної енергії. Дана технологія заснована на загально відомому ефекті фізики: деякі напівпровідники перетворюють світло безпосередньо в електричний струм. В цьому аспекті велика увага приділена основним областям застосування і розвитку фотоелектрики в майбутньому з позицій сьогоdnішнього дня. Подібно до того, як поглинач - елемент, який перетворює сонячне світло в тепло є основним компонентом сонячної теплової батареї. Коли світло потрапляє на фотоелемент, носії заряду (електрони) з одного шару перетікають на інший шар, створюючи електричну напругу 0,5 В на контактах. Дане напруга всередині фотоелемента залишається відносно постійним, але струм, який виходить з елемента, варіюється в залежності від розміру елемента та інтенсивності падаючого світла.

Щоб досягти більш високих рівнів напруги (як, наприклад, 12 В постійного струму), кілька фотоелементів «підключаються паралельно. Якщо елементи поєднуються в «сендвіч» між віконним склом зверху і полімерною плівкою з тильного боку, виходить закінчена сонячна панель.

ККД кристалічних фотоелементів, широко поширених на ринку, становить близько 15% при стандартних умовах випробування. Важливим в даному випадку є забезпечення наявності внизу панелей повітря, необхідного для їх охолодження (природна вентиляція).

Фотоелектрика на основі кремнію є добре розвиненою технологією, яка надійно виробляє безпечну для навколишнього середовища сонячну енергію. Дослідження і розробки в галузі фотоелектрики в основному фокусуються на зниженні вартості. При цьому робляться ставки на нові технології і масове виробництво.

Висновки до розділу II

Дослідження показують, що значні втрати енергоресурсів втрачається через інженерні системи будівель. Особливо це відчувається у житлових будівлях. Застаріле інженерне обладнання будівель призводить до втрат енергоресурсів через системи тепlopостачання, водопостачання, водовідведення, вентиляції.

Інженерне обладнання будівель має значний вплив на клас енергоефективності будівлі. Використання сучасного високо технологічного інженерного обладнання та енергоефективних технологій в процесі зведення, енергоаудит – є необхідними складниками сучасного будівництва.

Серед різноманіття матеріалів та виробів, що пропонуються на сучасному ринку, вибір енергоефективних будівельних матеріалів стає дедалі важливішим. Важливість такого вибору полягає не лише в енергозбереженні, а й у створенні комфорту для мешканців, а також у позитивному впливі на навколишнє середовище.

Теплоізоляційні матеріали займають ключове місце у забезпеченні енергоефективності. Вони здатні зменшити втрати тепла через стіни, покриття та вікна, забезпечуючи більш стабільну температуру всередині приміщення.

При виборі енергоефективних будматеріалів також варто звернути увагу на їх довговічність і стійкість до зовнішніх факторів, таких як волога, ультрафіолетове випромінювання та механічні навантаження. Обираючи будівельні матеріали для енергозберігаючого будівництва, безсумнівно, слід звертати увагу на різні аспекти. Завдяки правильному вибору, ми зможемо не тільки підвищити комфорт у своєму домі, але й зробити свій внесок у збереження планети. При виборі теплоізоляційних матеріалів важливо враховувати їхню ефективність у конкретних умовах, а також оптимальний баланс між ціною, якістю та екологічними характеристиками. Від правильного вибору залежить не лише енергоефективність будівлі, але й комфорт її мешканців на тривалий термін.

Сучасні технології у виробництві будівельних матеріалів поступово змінюють обличчя будівельної індустрії. Впровадження нововведень, таких як 3D-друк, нанотехнології та композитні матеріали, відкриває нові горизонти для зменшення витрат, підвищення якості та зростання екологічності будівель. Використання новітніх методів обробки, таких як лазерна або ультразвукова обробка, може покращити властивості матеріалів та забезпечити їхню ефективність. Тому сучасні будівельні технології та ефективні будівельні матеріали відкривають безліч можливостей для створення стійких, енергоефективних та естетично привабливих конструкцій. Інтеграція інформаційних технологій, використання новітніх матеріалів та вдосконалені технології виготовлення стають ключовими чинниками в сучасному будівництві. Засвоєння цих технологій не тільки покращить якість будівництва, але й сприятиме сталому розвитку галузі.

Системний підхід до вибору матеріалів з урахуванням їхнього впливу на здоров'я, екологію та енергоефективність стає основою для сталого розвитку будівельної індустрії на майбутнє.

У сучасному світі інженерно-будівельна галузь переживає стрімкий розвиток завдяки постійним інноваціям у будівельних технологіях та матеріалах. Це розширює можливості для створення енергоефективних, і надійних конструкцій.

Розділ III Методична частина

3.1 Методична розробка лекційного заняття

Тема лекції: Енергозберігаючі технології в будівництві. Пасивні будинки.

Мета заняття: детальніше ознайомитися з енергозберігаючими технологіями в будівництві пасивними будинками.

Навчальні ресурси: Регіональна інвестиційна політика енергозбереження : [монографія] / М. А. Вознюк; НАН України, Ін-т регіон. дослідж. ім. М.І. Долишнього. - Львів, 2015. - 413, [1] с. - (Проблеми регіон. розвитку). - Бібліогр.: с. 386-401. <https://euro-house.kiev.ua>

Ключові терміни та поняття: відновлювальні та невідновлювальні джерела енергії

Компетентності, які формуються у студентів: інформаційно-цифрова, здоров'я-збережувальна, ініціативність і підприємливість, загально-культурна

План заняття

1. Енергозберігаючі технології в будівництві.
2. Зведення енергозберігаючих будівель.
3. Що таке активний будинок? Принципи побудови активних будинків.
4. Планування будинку с позитивним енергобалансом. Джерела енергії.
5. Перспективи активних будинків.

1. Енергозберігаючі технології в будівництві

Енергозберігаючі технології здатні звести до мінімуму непотрібні втрати енергії, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків не тільки на державному рівні, а й на рівні кожної окремо взятої родини. Це пов'язано з дефіцитом основних енергоресурсів, зростаючої вартістю їх видобутку, а

також з глобальними екологічними проблемами. Впровадження енергозберігаючих технологій в господарську діяльність як підприємств, так і приватних осіб на побутовому рівні, є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох екологічних проблем - зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження копалин ресурсів та інші.

Економія енергії - це ефективне використання енергоресурсів за рахунок застосування інноваційних рішень, які впроваджуються технічно, обгрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору, і не змінюють звичного способу життя. Умовно, сучасні енергозберігаючі технології можна поділити на кілька видів, залежно від сфер вживання:

- енергозберігаючі технології на виробництві;
- енергозберігаючі технології на транспорті;
- енергозберігаючі технології індивідуального споживання;
- енергозберігаючі технології загального споживання.

Основні напрями і способи енергозбереження:

- економія електричної енергії (освітлення, електропривод, електрообігрів та електроплити, холодильні установки та кондиціонери, споживання побутових і промислових пристроїв, зниження втрат в електромережі);

- економія тепла (зниження тепловтрат, підвищення ефективності систем теплопостачання);

- економія води (водозабір, споживання у побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем водопостачання);

- економія газу (споживання в побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем газопостачання);

- економія палива (зниження споживання в двигунах внутрішнього згоряння, альтернативні види та гібридні системи, зниження втрат і підвищення ефективності виробництва електричної та теплової енергії).

Енергозбереження - дуже важливе завдання по збереженню природних ресурсів.

Таблиця 1. Розхід теплової енергії за видами будівель в Україні

Індивідуальний житловий будинок 140 м ² загальної площі	Річний розхід тепла, Квт, год/м ³ рік	Питома витрата тепла, Вт год/м ²
Будинки старої забудови (до середини 90-х рр.)	600	125
Будинки згідно ДБН В 2.2-15-2005	150	70
Будинки низького енергоспоживання	70	14-32
Будинки ультранизького енергоспоживання	30-15	14-7
Сучасний пасивний будинок	менше 15	менше 7

2.3.Зведення енергозберігаючих будівель

З 2021 року країни Євросоюзу перейшли на принципово нові будівельні стандарти, що дозволяють зводити енергоефективні будинки, здатні за рахунок поновлюваних джерел виробляти енергії більше, ніж споживають самі. Нові стандарти можна звести до принципу «Трьох нулів» (Triple Zero) - нульове споживання енергії з міської енергосистеми, нульові викиди забруднюючих повітря речовин, нульові обсяги відходів. Цього, зокрема, вимагає директива ЄС з енергоефективності будівель. Поки активні будинку – здебільшого експериментальні проекти, ціна яких помітно вище, ніж у аналогічних звичайних будинків, в середньому на 20-30%.

Нульове енергоспоживання досягається за рахунок ефективного використання поновлюваних природних джерел енергії, яка трансформується в електрику: сонце, вітер, біопаливо, енергія річок, припливів та відливів і т.п. На сьогоднішній день існує ряд реалізованих проектів, в рамках яких будинки протягом багатьох місяців споживають електроенергії менше, ніж виробляють. Значний позитивний ефект так само чинить використання сучасних енергозберігаючих технологій та якісної теплоізоляції будівель. Концепція нульового енергоспоживання не виключає можливість підключення до міської електромережі в моменти пікових навантажень або під час дефіциту енергопотужності від поновлюваних джерел, однак після цього в міську мережу з лишком повертається вся спожита енергія.

Використання енергозбереження і біокліматичних технологій в активних будинках до мінімуму знижує шкідливі викиди для людей та

довкілля (вуглекислий газ, летучі органічні речовини і т.д.). Після завершення терміну експлуатації будинку його можна легко демонтувати, а всі конструкції піддаються вторинній переробці. Такі будинки не залишають після себе ніяких відходів.

Активні будинки з'явилися в Україні завдяки Закону про «зелений» тариф. Вже є безліч будівель, які встановили на своїх дахах сонячні панелі потужністю до 10 кВт і здатні протягом року перекрити свої витрати в електроенергії, ще й продати значну частину в загальну електромережу.

Під нульовими відходами розуміється не відсутність побутового сміття, а можливість демонтажу будівлі без шкоди для екології. Відслуживши запроєктований термін, будівля повинна легко демонтуватися, при цьому, оскільки всі конструкції складаються з екологічних матеріалів, будівельне сміття піде на вторинну переробку. Іншими словами, знесення будинку не залишить після цього ніяких «слідів».

Варто відзначити, що поки вартість будівництва енергоефективних будинків вище, ніж аналогічних за розмірами будівель, побудованих за традиційними технологіями. В основному різниця у витратах походить від необхідності закуповувати енергогенеруюче обладнання: вітряки, фотогальванічні панелі, теплові насоси і т.д. Крім того в якості будматеріалів використовується більш дороге і якісне екологічне сировину - дерево, камінь, склобетон та ін. На сьогоднішній день у світі налічується багато реалізованих проектів активних будинків.

3.Що таке активний будинок? Принципи побудови активних будинків

Активний будинок з позитивним енергобалансі – це будівля, яка отримує енергію з навколишнього середовища, за допомогою альтернативних джерел, у кількості перевищує власні потрібні. Для мінімізації енерговитрат і економії ресурсів застосовуються кращі технології пасивних і розумних будинків. У сучасності перші ідеї, пов'язані з використанням у житловому будівництві особливостей навколишнього

середовища і ландшафту, з'явилися в американського архітектора Френка Ллойда Райта. Він заклав основи нового напрямку в будівництві - органічної архітектури. Її ключовий постулат - будинок повинен доповнювати природу і рельєф, причому доповнювати і плануванням, і матеріалами.

Органічна архітектура не завоювала особливої популярності. Однак через півстоліття зростання числа алергічних захворювань породив моду на екологічно чисті матеріали. А слідом за нею відродилася концепція будівель, що поєднуються з природою. Змінившись під впливом функціоналізму, вона свідчила, що вдома, перебуваючи в балансі з навколишнім світом, повинні бути максимально екологічними і ощадливими. Так з'явилися спочатку пасивні, а потім активні енерго-економічні будинки.

4. Планування будинку з позитивним енергобалансом. Джерела енергії

Вибір технології будівництва обумовлюється головним чином рельєфом і характером ґрунтів, на яких стоятиме будівля. Виходячи зі специфіки клімату, архітектори розробляють модель будинку. Споруда орієнтується таким чином, щоб площа поверхонь, звернених до сонця, була максимальною. Це забезпечує природний нагрів і освітлення, а також можливість використання пристроїв сонячної енергетики і теплонакопичувачів. Віконні проєми є основним каналом енергообміну будинку та навколишнього середовища. Тому відкриття та закриття жалюзі, від яких залежить освітлення, поглинання і віддача тепла, багато в чому здійснюється автоматично. За це відповідають інтелектуальні системи управління – спадок «розумних» будинків. Наприклад, якщо в приміщенні нікого немає і, отже, немає необхідності в освітленні, смужки жалюзі розгортаються «поглинаючою» темною стороною до скла. Зрозуміло, самі вікна активних будинків – це склопакети з якісною теплоізоляцією.

Джерела енергії

На сьогоднішній день існує безліч альтернативних джерел енергії, по-справжньому ефективні лише деякі з них. При будівництві будинків з

позитивним енергобалансі найбільше застосування знайшли: сонячні батареї, мініатюрні вітряні електростанції, геотермальні свердловини, теплові насоси.

Перші два джерела енергії сильно залежать від клімату і застосовуються не скрізь. Тим не менш, ККД сучасних сонячних панелей достатній, щоб забезпечувати будівлю електрикою навіть у високих широтах і країнах з малою кількістю сонячних днів. Геотермальні свердловини можуть використовуватися, якщо допустимо глибинне буріння. Їх закладають одночасно з фундаментом, на відміну від сонячних і вітряних установок, перепланування геотермальних джерел енергії практично неможливе.

Теплові насоси - установки, безпосередньо використовують другий закон термодинаміки; вони дозволяють «викачувати» тепло прямо із землі і повітря, причому необов'язково теплих. Незважаючи на простоту принципу, ефективність теплових насосів не надто висока і їх застосування носить скоріше експериментальний характер.

5. Перспективи активних будинків

Перші пасивні (у сучасному розумінні) будинки почали будувати в 80-х роках минулого століття, а вже в 90-х з'явилася ідея активного будинку. Особливий інтерес до проекту виявили Данія і Німеччина, країни, що виділяють серйозні кошти на екологічні дослідження. Саме в Данії був вперше побудований будинок, що виробляє енергію. Подальші розробки ведуться як в області вдосконалення технологій споруди екобудинків, так і в області проектування цілих міст, що забезпечують себе енергією у відсутності окремих енергостанцій. Такі міста заздалегідь отримали назву «стабільних» - за задумом, вони не тільки економлять енергію, але й взагалі не мають негативного впливу на навколишнє середовище.

Завдання для самостійного опрацювання лекції:

1. Вкажіть основні напрями і способи енергозбереження
2. Принцип «Трьох нулів» (Triple Zero)
3. За рахунок чого досягається нульове енергоспоживання?

3.2 Методична розробка для вивчення дисципліни «Енергозберігаючі технології в будівництві»

*Методичні вказівки до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)
ОП «Професійна освіта (Будівництво)»
Освітній ступінь: «Магістр»*

Містять основні положення, теми лекційного курсу у розрізі змістовних модулів, зміст практичних занять, індивідуальних робіт, запитання до поточного та підсумкового контролю.

Загальні положення

Вивчення навчальної дисципліни «Енергозберігаючі технології в будівництві» передбачає засвоєння студентами основних положень з будівництва сучасних будівель з використанням новітніх технологій з впровадженням енергозберігаючих технологій.

Об'єктом вивчення є енергозберігаючі технології в будівництві, зміни тепловтрат та екології довкілля, основи теплофізики будівель, теплоізоляційні матеріали, пасивне будівництво, енергетичний паспорт.

Метою вивчення дисципліни є викладення основних положень та принципів спрямованих на будівництво сучасних будівель з використанням новітніх технологій тепло- та пароізоляції, термореновації будівель, зменшення тепловтрат та збереження довкілля з впровадженням енергозберігаючих технологій.

Завданнями дисципліни є:

- вивчення проблеми енергозбереження в будівництві;
- вивчення термореновації будівель – основний резерв енергозбереження;
- вивчення впливу енергетики на довкілля та завдання законодавства по енергозбереженню;
- вивчення показників теплового комфорту приміщень;
- вивчення сучасних теплоізоляційних матеріалів;

- вивчення особливостей розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- термореновацію будівель;
- вплив енергетики на екологію та законодавчі норми по енергозбереженню;
- сучасні теплоізоляційні матеріали;
- особливостей розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції.

Уміти:

- визначати показники теплового комфорту приміщень; • застосовувати методи розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції;
- застосовувати сучасні теплоізоляційні матеріали для ефективного енергозбереження в будівництві;
- класифікувати енергозберігаючі технології будівель і споруд за показниками енергетичного паспорту.

Зміст і обсяг навчальної дисципліни

Відповідно до навчальної програми дисципліни лекційний курс складається з одного модуля, в якому розглядаються основні положення та принципи спрямовані на будівництво сучасних будівель з використанням новітніх технологій тепло- та пароізоляції, зменшення тепловтрат та збереження довкілля з впровадженням енергозберігаючих технологій. Курс «Енергозберігаючі технології в будівництві» вивчається впродовж I семестру. Вивчаючи курс, студенти денного і заочного відділення мають можливість користуватися підручниками, навчальними посібниками, довідниками та спеціальною літературою.

Розподіл навчального часу дисципліни за видами занять.

Вид навчальної роботи	Всього годин	Форма навчання	
		денна	заочна
		семестр	
Лекції (годин)	20/6	20	6
Практичні заняття (годин)	18/17	18	17
Лабораторні заняття (годин)	-/-	-	-
Самостійна робота (годин)	52/33	52	33
Індивідуальні завдання		РГР	РГР
Вид контролю (іспит)		залік	залік
Усього (годин)		90	56

Методичні рекомендації до вивчення курсу

Модуль 1

Енергозберігаючі технології в будівництві.

Змістовний модуль 1

Реалізація принципів енергозбереження в будівництві.

Тема 1. Енергозберігаючі технології як реалізація принципів сталого розвитку в будівництві. (2 год.) вимог сталого розвитку.

Критерії оцінювання будівельних об'єктів відповідно до вимог сталого розвитку. Екологічні проблеми використання невідновлюваних енергетичних ресурсів.

Аналіз використання первинних джерел енергії в Україні та споживання енергії кінцевими споживачами. Енерго-економічні показники України та країн світу. Напрями реалізації потенціалу енергозбереження у будівництві. Завдання законодавства щодо енергозбереження.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть критерії оцінювання будівельних об'єктів відповідно до вимог сталого розвитку.

2. Які Ви знаєте первинні джерела енергії в Україні та споживання енергії кінцевими споживачами?

3. Назвіть основні напрями реалізації потенціалу енергозбереження у будівництві.

Література до вивчення теми 1: [1], [4].

Тема 2. Проблеми енергозбереження у житлово-комунальному секторі. (2 год.)

Характеристика житлового фонду України. Енергоспоживання у житлово-комунальному господарстві. Напрями енергозбереження у житлово-комунальному секторі України.

Запитання для самоперевірки

1. Які Ви знаєте проблеми енергозбереження у житлово-комунальному секторі?

2. Назвіть напрями енергозбереження у житлово-комунальному секторі України.

3. Охарактеризуйте житловий фонд України.

Література до вивчення теми 2: [2], [3].

Тема 3. Основи теплофізики будівель (2 год.)

Предмет та об'єкт вивчення будівельної теплофізики. Основні поняття та визначення. Види теплообміну. Кількісні характеристики перенесення теплоти. Передавання теплоти теплопровідністю. Основи теплопередачі. Розрахунок теплоізоляційної оболонки конструкції.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть предмет та об'єкт вивчення будівельної теплофізики.

2. Наведіть основи теплопередачі.

3. Наведіть розрахунок теплоізоляційної оболонки конструкції.

4. Якою є теплоємність будинків та споруд?

Література до вивчення теми 3: [5];[9].

Тема 4. Вологісний режим огороджувальних конструкцій (2 год.)

Вологість огороджувальних конструкцій. Характеристики вологого повітря. Конденсація і сорбція водяної пари. Конденсація вологи на внутрішній поверхні огороджувальної конструкції. Переміщення в огороженні пароподібної вологи.

Запитання для самоперевірки

1. Наведіть вологісний режим огороджувальних конструкцій.
2. Якою є конденсація і сорбція водяної пари?
3. Назвіть конденсацію вологи на внутрішній поверхні огороджувальної конструкції.
4. Яким є переміщення в огороженні пароподібної вологи?

Література до вивчення теми 4: [2], [3].

Тема 5. Вимоги до сучасних будівельних матеріалів та технологій (6 год.)

Екологічна характеристика енергозбережних технологій. Стінові матеріали. Теплоізоляційні матеріали: неорганічні, спучені з гірських порід, органічні.

Запитання для самоперевірки

1. Наведіть екологічні характеристика енергозбережних технологій.
2. Які Ви знаєте стінові матеріали?
3. Назвіть основні теплоізоляційні матеріали.

Література до вивчення теми 5: [1], [2], [6].

Тема 6. Термомодернізація будинків – основний резерв енергозбереження в житлово-комунальному господарстві.(2 год.)

Термомодернізація. Передумови термомодернізації. Основні терміни і визначення. Мікроклімат усередині приміщення. Результати термомодернізаційних заходів. Принципи енергозберігаючих заходів. Визначення ефективності термомодернізації.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть основні терміни і визначення термомодернізації будинків.
2. Яким має бути мікроклімат усередині приміщення?
3. Наведіть результати термомодернізаційних заходів.

Література до вивчення теми 6: [1], [2].

Тема 7. Пасивне будівництво – технологія майбутнього. (2 год.)

Етапи розвитку ідеї пасивного будинку. Концепція пасивного будинку.

Запитання для самоперевірки 8

1. Що таке пасивне будівництво?
2. Назвіть етапи розвитку ідеї пасивного будинку.
3. Наведіть концепцію пасивного будинку.

Література до вивчення теми 7: [1], [2], [4].

Тема 8. Енергетичний паспорт та енергетична класифікація будинків. (2 год.)

Структура енергетичного паспорта будинку. Класи енергетичної ефективності будинків. Контроль теплозахисту. Практичне використання енергозберігаючих технологій у будівництві, їх розвиток в Україні.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке енергетичний паспорт та енергетична класифікація будинків?
2. Наведіть структуру енергетичного паспорта будинку.
3. Які є класи енергетичної ефективності будинків?
4. Наведіть принципи контролю теплозахисту.

Література до вивчення теми 8: [1], [10].

Теми практичних занять

Практичні заняття проводяться у формі заслуховування розрахунку теплотехнічних параметрів огорожувальних конструкцій і їх довговічності,

проектування ефективного теплозахисту будинків і споруд при їх зведенні та експлуатації, застосування ресурсо- і енергозберігаючих технологій з подальшим захистом індивідуального завдання.

Самостійна робота

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння матеріалом у часі, вільним від обов'язкових навчальних занять, і є невід'ємною складовою процесу вивчення дисципліни. Самостійна робота студентів при вивченні дисципліни складається:

- з повторення пройденого матеріалу перед лекцією;
- підготовки до практичних занять;
- підготовки до усіх видів контролю,
- у тому числі до контрольних модульних робіт та підсумкового модульного контролю;
- самостійного опрацювання окремих тем навчальної дисципліни;
- підготовка індивідуального завдання до захисту.

Теми, що винесені для самостійного вивчення

№	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз використання первинних джерел енергії в Україні та споживання енергії кінцевими споживачами (до теми 1).	1,0
2	Кількісні характеристики перенесення тепла (до теми 3).	1,0
3	Розрахунок вологовмісного режиму за умов дифузії водяної пари. (до теми 4).	1,0
4	Теплові втрати через елементи конструкції будинків (до теми 6).	1,0
	Разом	5,0

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння студентом у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні аудиторних навчальних занять.

Навчально-методичним забезпеченням самостійної роботи студента є:

- навчальна програма з дисципліни;

- основні поради студентам щодо вивчення дисципліни з вимогами до оцінки знань та вмінь із даної дисципліни;
- методичні рекомендації щодо виконання окремих видів самостійної роботи;
- пакет контрольних завдань, запитань для самоперевірки;
- навчальна література;
- нормативна література.

Індивідуальні завдання

Індивідуальним завданням студента є виконання розрахунково-дослідницького завдання. Індивідуальне завдання з дисципліни «Енергозберігаючі технології в будівництві» виконується у вигляді реферату загальним об'ємом 15-20 сторінок друкованого тексту з ілюстраціями у вигляді таблиць.

Мета виконання індивідуального завдання – закріпити та поглибити знання одержані студентами в процесі вивчення теоретичного курсу та здобути навички застосування енергозберігаючих технологій в будівництві. Інформаційною базою для виконання індивідуального завдання є матеріали лекційного курсу, підручники, навчальні посібники, нормативна і довідкова література.

Методи навчання

Навчальний процес здійснюється у таких формах: навчальні заняття за розкладом, самостійна робота, контрольні заходи. Основними видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції та практичні заняття.

Практичні заняття, сприяють більш глибокому розумінню і засвоєнню теоретичного матеріалу курсу, прищеплюють студентам навички виконання експериментальних розрахунків та досліджень, застосуванню набутих навичок під час розв'язання технологічних задач у виробничих умовах. Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у часі, вільним від обов'язкових навчальних занять, і є невід'ємною складовою процесу вивчення дисципліни. Основною формою

засвоєння теоретичного матеріалу для студентів заочної форми навчання є самостійна робота з нормативною та навчальною літературою.

Список літературних джерел для вивчення дисципліни

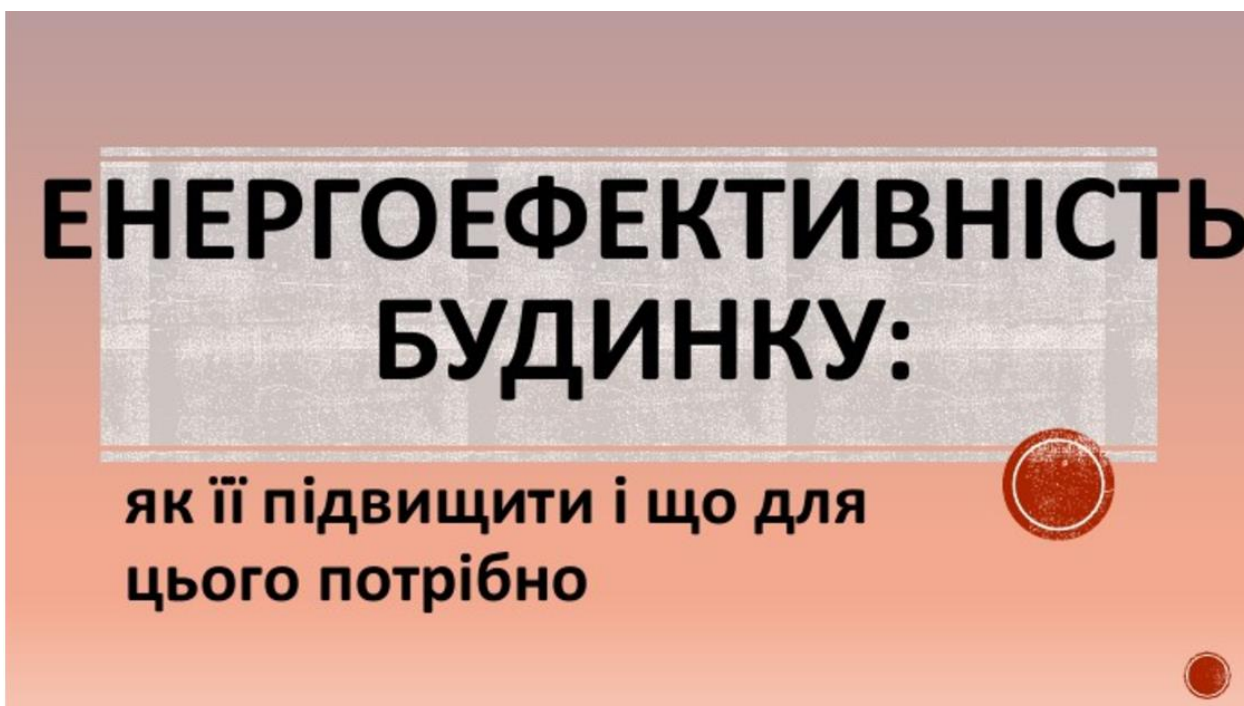
1. Саницький М.А. Енергозберігаючі технології в будівництві. Навчальний посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак // Друге видання, виправлене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 236 с.
2. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула, К.В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010р. – 170 с.
3. Керш В.Я. Енергозберігаючі технології у міському будівництві і господарстві: Навч. посібник - Одеса: Астропрінт, 2007.
4. ДБН В.2.6-14-95. Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд. Т.1. Проектування. –К.: Держбуд України, 1998.- 85 с.
8. Карапузов Є.К. Соха В.Г. Утеплення фасадів: Підручник.- К.: Вища освіта, 2007.
9. Малярєнко В.А., Немировський І.А. Енергозбереження та енергетичний аудит: навчальний посібник. –Харків: НТУ «ХП», 2010. -344 с.
10. Малярєнко В.А. Основи теплофізики будівель і енергозбереження. – Харків: САГА, 2006.

3.3 Методична розробка: Презентація до уроку на тему: "Енергоефективність будинку"

Про матеріал: Матеріал послугує візуалізацією уроку при вивченні теми "Енергоефективність "

Номер слайду 1.

Енергоефективність будинку: як її підвищити і що для цього потрібно



Номер слайду 2

■ Як підвищити енергоефективність будинку – проблема, яку доводиться вирішувати власникам переважної більшості приватних будинків. Ціни на енергоносії, що різко зросли та продовжують зростати, зробили утримання великого будинку непосильною ношею для їх власників.



Рішення проблеми, як підвищити енергоефективність будинку. Краще довірити оцінку енергоефективності будинку фахівцям, які проведуть професійний енергоаудит. Це дозволить не тільки знизити тепловтрати, але і підвищити ефективність використання енергоносіїв – електрики, газу і т.д. можна розділити на два блоки – зниження енерговитрат і підвищення ефективності використання теплоносія. Провести оцінку тепловтрат можна з використанням найпростішого тепловізора, який виявить основні місця, що потребують додаткової теплоізоляції.

РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ, ЯК ПІДВИЩИТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДИНКУ
можна розділити на два блоки – **зниження енерговитрат і підвищення ефективності використання теплоносія**. Провести оцінку тепловтрат можна з використанням найпростішого тепловізора, який вкаже основні місця, що потребують додаткової теплоізоляції.



Втім, краще довірити оцінку енергоефективності будинку фахівцям, які проведуть справжній енергоаудит.

Це дозволить не тільки знизити тепловтрати, але і підвищити ефективність використання енергоносіїв – електрики, газу і т.д.

Енергозберігаючі технології в спорудженні житлових будинків все більше використовуються в сучасному будівництві. Важливим є використання сучасних енергоефективних матеріалів і конструкцій, а це матеріали на мінеральній основі, ефективна теплоізоляція, фасадні системи, будівництво власних котелень з підвищеним ККД.

У значній мірі, кінцевий результат реалізації залежить від кваліфікації і рівня авторів проекту, а також якості будівельних робіт. Закладені на етапі проєктування високотехнологічні матеріали і технології здатні забезпечити сучасні вимоги енергоефективних будівель.

Номер слайду 5

Як підвищити енергоефективність будинку: основні заходи.

ЯК ПІДВИЩИТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДИНКУ: ОСНОВНІ ЗАХОДИ.



Номер слайду 6

Стіни. Один з найбільш ефективних прийомів підвищення енергоефективності будинку, адже через стіни відбувається втрата від 25 до 40 відсотків тепла. При цьому шар утеплення необхідно встановлювати зовні – це зміщує точку промерзання і знижує тепловтрати. Для облицювання можуть використовуватися мінераловатні (базальтова або кам'яна вата, шлаковата або скловата) або полістирольні (полістирол або пінопласт) матеріали.

СТІНИ

- Один з найдієвіших прийомів, як підвищити енергоефективність будинку, адже *через стіни відбувається втрата від 25 до 40 відсотків тепла.*

При цьому шар утеплення
← необхідно встановлювати зовні – це зміщує точку промерзання і знижує тепловтрати.

Для облицювання можуть використовуватися мінераловатні (базальтова або кам'яна вата, шлаковата або скловата) або полістирольні (полістирол або пінопласт) матеріали



Номер слайду 7

Вікна. Загально прийнята практика, яка себе відмінно зарекомендувала – встановлення металопластикових енергозберігаючих вікон. Використання багатокамерних конструкцій дозволяє мінімізувати повітрообмін між приміщенням і зовнішнім середовищем і пов'язані з ним тепловтрати. Установка енергозберігаючих вікон дозволяє знизити тепловтрати на 15 – 20%. При цьому важливо не тільки вибрати якісний склопакет, але і правильно його встановити, щоб уникнути втрат тепла, викликаних неправильним монтажем.

Спеціальні компоненти: вікна, скляні фасади і прозора ізоляція. Тип і дизайн вікон особливо важливий, оскільки вікна є в кожному будинку. За останні кілька десятиліть було досягнуто значного прогресу в даній технології. Додавання шару, який відображає тепло, і заповнення простору між шибками інертним газом дозволило сучасним вікнам скорочувати втрату тепла приблизно на 61%, потрійне засклення збільшує показник скорочення втрати тепла до 77%.

Південна орієнтація будівлі і вікна з теплоізоляцією забезпечують позитивне відшкодування енергетичних витрат. Завдяки таким вікнам в будинок надходить більше тепла, ніж залишає.

ВІКНА

Загальноприйнята практика, яка себе відмінно зарекомендувала – встановлення металопластикових енергозберігаючих вікон. Використання багатокамерних конструкцій дозволяє мінімізувати повітрообмін між приміщенням і зовнішнім середовищем і пов'язані з ним тепловтрати.



Установка енергозберігаючих вікон дозволяє знизити тепловтрати на 15 – 20%.

При цьому важливо не тільки вибрати якісний склопакет, але і правильно його встановити, щоб уникнути втрат тепла, викликаних неправильним монтажем

Номер слайду 8

Вентиляція. Заходи, які дозволяють поліпшити енергоефективність будинку, практично зводять до нуля природний повітрообмін. Тому в сучасних енергоефективних будинках значно зростає значення системи вентиляції. З одного боку, вона повинна забезпечити хороший повітрообмін, забезпечивши приплив повітря, багатого киснем, і видалення повітря з підвищеним вмістом вуглекислоти. З іншого боку – повітрообмін повинен супроводжуватися мінімальними втратами тепла. Для цього використовуються спеціальні системи примусової вентиляції з рекуперативними установками. Взимку вони дозволяють підігрівати повітря, що надходить ззовні, а влітку – охолоджують його.

ВЕНТИЛЯЦІЯ

- Заходи, які дозволяють поліпшити енергоефективність будинку, практично зводять до нуля природний повітрообмін. Тому **в сучасних енергоефективних будинках значно зростає значення системи вентиляції**.

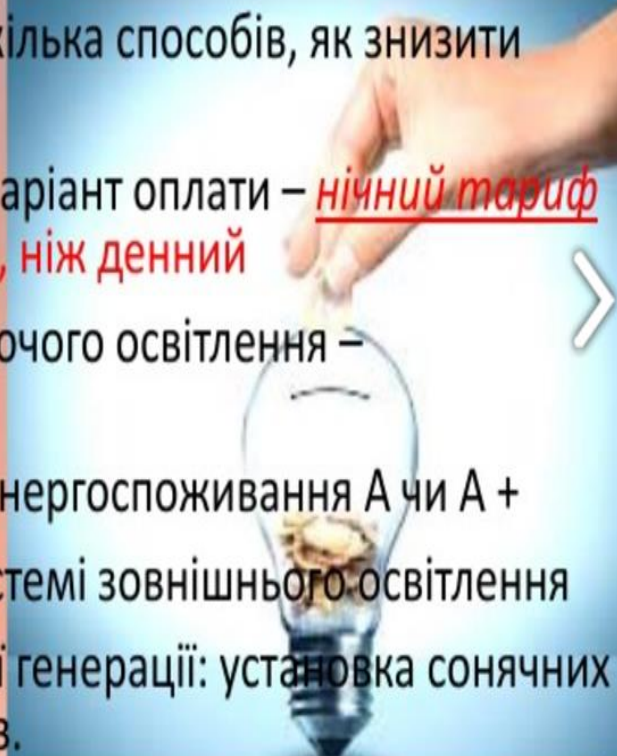
Зодного боку, вона повинна забезпечити хороший повітрообмін, забезпечивши приплив повітря, багатого киснем, і видалення повітря з підвищеним вмістом вуглекислоти. З іншого боку – повітрообмін повинен супроводжуватися мінімальними втратами тепла. Для цього використовуються спеціальні системи примусової вентиляції з рекупераційними установками. Взимку вони дозволяють підігрівати повітря, що надходить ззовні, а влітку – охолоджують його.



Номер слайду 9

Зниження електроспоживання. Тут можна виділити відразу кілька способів, як знизити споживання електрики: перехід на багато тарифний варіант оплати – нічний тариф на електрику на 50% менше, ніж денний, установлення енергозберігаючого освітлення – світлодіодних ламп підбір техніки, що має клас енергоспоживання А чи А + установка датчиків руху в системі зовнішнього освітлення перехід на електрику власної генерації: установка сонячних батарей або вітрогенераторів.

ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

- Тут можна виділити відразу кілька способів, як знизити споживання електрики:
 - перехід на багатотарифний варіант оплати – нічний тариф на електрику на 50% менше, ніж денний
 - установлення енергозберігаючого освітлення – світлодіодних ламп
 - підбір техніки, що має клас енергоспоживання А чи А +
 - установка датчиків руху в системі зовнішнього освітлення
 - перехід на електрику власної генерації: установка сонячних батарей або вітрогенераторів.
- 

Номер слайду 10

Модернізація системи опалення, а це:

- використання твердопаливних котлів, які використовують пелети з соломи, відходів деревини, відходів переробки соняшника і т.д.;
- встановлення циркуляційних насосів для забезпечення примусової циркуляції теплоносія;
- підбір та установка енергоефективних радіаторів;
- програмування режиму опалення.

Тут можна виділити кілька напрямків: перш за все – підбір обладнання з найбільшим ККД. Крім того, добитися підвищення ККД системи опалення можна за рахунок комбінування різних енергоносіїв, наприклад, газ вдень і електрокотел вночі (коли діє вигідною нічний тариф)

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ



Тут можна виділити кілька напрямків:

- перш за все – підбір обладнання з найбільшим ККД. Крім того, домогтися підвищення ККД системи опалення можна домогтися за рахунок комбінування різних енергоносіїв, наприклад, газ вдень і електрокотел вночі (коли діє вигідною нічний тариф)

- використання твердопаливних котлів, які використовують пелети з соломи, відходів деревини, відходів переробки соняшника і т.д.
- встановлення циркуляційних насосів для забезпечення примусової циркуляції теплоносія
- підбір та установка енергоефективних радіаторів
- програмування режиму опалення.

Номер слайду 11

Енергоефективність будинку – одна з основних вимог при проектуванні нових будинків. Сучасні технології та конструкційні рішення дозволяють значно підвищити ефективність використання всіх видів енергоносіїв. У перспективі – створення енерго-нейтральних будинків, будинків з нульовим споживанням енергії. У таких будівлях вся необхідна для життєдіяльності енергія виробляється на місці за рахунок використання відновлюваних джерел енергії.

- **Енергоефективність** будинку – одна з основних вимог про проведення проектування нових будинків. Сучасні технології та конструкційні рішення дозволяють значно підвищити ефективність використання всіх видів енергоносіїв. У перспективі – створення енергонеітральних будинків, будинків з нульовим споживанням енергії. У таких будівлях вся необхідна для життєдіяльності енергія виробляється на місці за рахунок використання відновлюваних джерел енергії.



Номер слайду 12

Запам'ятай. Енергозбереження – це раціональне використання енергії. Енергозбереження – зменшує залежність від дорогого палива, сприяє підвищенню рівня життя, уповільнює темпи забруднення довкілля. Енергозбереження – це вигода для тебе, для сім'ї, для держави.

ЗАПАМ'ЯТАЙ

- **Енергозбереження** – це раціональне використання енергії.
- **Енергозбереження** – зменшує залежність від дорогого палива, сприяє підвищенню рівня життя, уповільнює темпи забруднення довкілля.
- **Енергозбереження** – це вигода для тебе, для сім'ї, для держави.

Номер слайду 13

Закріплення матеріалу

1. Для чого необхідно підвищувати енергоефективність будинків?
2. Назвіть основні причини тепловтрат в будинках.
3. Який відсоток тепловтрат через стіни будинку?
4. Який відсоток тепловтрат через вікна будинку?
5. Як зменшити втрати тепла через вікна?
6. Що треба зробити, щоб батарея краще працювала?

ЗАКРІПЛЕННЯ МАТЕРІАЛУ



- 1. Для чого необхідно підвищувати енергоефективність будинків?
- 2. Назвіть основні причини тепловтрат в будинках.
- 3. Який відсоток тепловтрат через стіни будинку?
- 4. Який відсоток тепловтрат через вікна будинку?
- 5. Як зменшити втрати тепла через вікна?
- 6. Що треба зробити, щоб батарея краще працювала?

Висновки до розділу III

ОПП підготовки фахівців спеціальності 015 Професійна освіта. Будівництво та зварювання за ОС «Магістр» передбачено вивчення здобувачами освіти освітніх компонентів (ОК) «Сучасні будівельні матеріали і технології», «Технологія будівельного виробництва», «Енергозбереження у будівництві» та інші ОК фахової підготовки. Вивчення навчальної дисципліни «Енергозберігаючі технології в будівництві» передбачає засвоєння студентами основних положень зведення сучасних будівель з використанням новітніх технологій із впровадженням енергозберігаючих технологій.

Важливими питаннями при вивченні цих ОК є:

- енергозберігаючі технології в будівництві;
- економія всіх видів енергії;
- основні напрями і способи енергозбереження;
- використання енергозбереження і біокліматичних технологій в активних будинках;
- планування будинку з позитивним енергобалансом;
- використання альтернативних джерел енергії;
- визначення перспектив будівництва активних будинків.

Метою вивчення фахових дисципліни є викладення основних положень та принципів спрямованих на будівництво сучасних будівель з використанням новітніх технологій тепло- та пароізоляції, термореновації будівель, зменшення тепловтрат та збереження довкілля з впровадженням енергозберігаючих технологій.

Завданнями дисциплін фахової підготовки є:

- вивчення проблеми енергозбереження в будівництві;
- вивчення термореновації будівель – основний резерв енергозбереження;

- вивчення впливу енергетики на довкілля та завдання законодавства по енергозбереженню;
- вивчення сучасних теплоізоляційних матеріалів;
- вивчення особливостей розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції.

У результаті вивчення ОК студент повинен знати:

- термореновацію будівель;
- вплив енергетики на екологію та законодавчі норми по енергозбереженню;
- показники теплового комфорту приміщень;
- сучасні теплоізоляційні матеріали;
- особливостей розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції. вміти:
- визначати показники теплового комфорту приміщень; • застосовувати методи розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції;
- застосовувати сучасні теплоізоляційні матеріали для ефективного енергозбереження в будівництві;
- класифікувати енергозберігаючі технології будівель і споруд за показниками енергетичного паспорту.

Важливим аспектом нашого дослідження є впровадження новітніх енергозберігаючих технологій в освітній процес. Сучасний викладач, майстер виробничого навчання, мають досконало знати тенденції розвитку заходів по енергоефективності і в майбутній своїй професійній діяльності передавати свої знання учням. Розроблене методичне забезпечення може бути використане в процесі підготовки фахівців будівельного профілю, написанні рефератів, при виконанні практичних завдань.

Список використаних джерел

1. Авдієнко О. П. Енергозбереження -стратегічне завдання реконструкції житлового фонду // Реконструкція житла. - К., 2002. С.48–49
2. Агеєва Т.П. Методичні основи оцінки енергозбереження та прогнозування енергоспоживання в сфері житлового та комунально-побутового обслуговування населення України : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. 05.14.01. / Ін-т загальної енергетики НАН України. К., 2002. 20 с.
3. Агеєва Г. М. Методологічне забезпечення енергоаудиту житлових будинків // Реконструкція житла. К., 2003. С. 103–104.
4. Агеєва Г. М. Про формування енергетичного паспорту житлового будинку // Реконструкція житла. К., 2002. С.57–59.
5. Андріанова Г. А. Проблеми енергозбереження при формуванні комплексної забудови житлових кварталів // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель. Спеціальний випуск: Енергозберігаючі технології в будівництві та архітектурі.
6. Антонюк Н.Р. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : сб. науч. тр. УНТУВХ. Ровно, 2013. С. 9- 15.
7. Ачкасов І.А. Управління інноваційними платформами проектів енергозберігаючих технологій у житлово-комунальному господарстві : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.22. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. К., 2008. 18 с.
8. Базунова Л.М. Актуальні проблеми практичного навчання. Освіта, технікум, коледж. 2006. №1. С. 81-90.
9. Береговий, А. М. Будівлі з енергозберігаючими конструкціями Текст. / А. М. Берегової // Автореф. дис.: канд. техн. наук. Київ, 2005р.
10. Гончаренко С.У. Фундаментальність чи вузький професіоналізм освіти: монографія. Світовид, 2004. 208с.

11. Горбач С.М. Урок у системі функціонального аналізу, або сучасний урок // Завуч. 2006. № 35 (293). с. 5 – 8
12. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко О.А. Технологія теплоізоляційних матеріалів: Підручник. К., 2020.
13. Гранік, Ю. Р. Конструкції зовнішніх огорожень та інженерні системи в нових типах енергоефективних житлових будинків. // Енергозбереження. 2023. № 3.
14. Дамаскін Б. С. Енергозбереження при реконструкції житла // Реконструкція житла. К., 2006. Вип.7. С.146–149.
15. ДБН В. 2.2.-15-2005. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : зміна N' 1. Чин. від 01.04.2009. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 11, 12 с. (Державні будівельні норми України).
16. ДБН В. 2.2.-9-99. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : зміна N' 4. -Чин. від 01.01.2009. -К.: Мінрегіонбуд України, 2008.11, 13 с. (Державні будівельні норми України).
17. ДБН В. 1.2-11-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії Чин. від 01.10.2008. К. : Мінрегіонбуд України, 2008. -13, [2] с. (Державні будівельні норми України).
18. ДСТУ 4472:2005. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги. Чин. від 01.07.2006. К. : Держспоживстандарт України, 2006. IV, 17 с. (Національний стандарт України).
19. ДСТУ-НБА. 2.2-5:2007. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. Чин. від 01.07.2008. К. : Мінрегіонбуд України, 2008. IV, 43 с. (Національний стандарт України).
20. Дипломна робота у вищих педагогічних закладах освіти (Положення про організацію і виконання) із спеціальності «Педагогіка і методика середньої освіти». «Трудове навчання » напряму підготовки « Педагогічна освіта » / В.К. Сидоренко, В.П. Курок. Київ, 2002. 48 с.

21. Дзяна Г.О. Удосконалення механізмів реалізації державної політики у сфері енергозбереження України (соціально-екологічний аспект) : автореф. дис.... канд. наук з держ. упр. : 25.00.02. / Дзяна Галина Олексіївна; Львів. регіон. ін-т держ. упр. Нац. акад. держ. упр. при Президентові України.
22. Закон України Про енергозбереження: прийнятий 2 лип. 1994 р. №74/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. 1994. № 30. с. 283.
23. Зеркалов Д.В. Правова основа енергозбереження : довідник. К. : Дакор, 2008. 478 с.: іл., табл. (Енергозбереження в Україні).
24. Єрмоленко М.Г. Технологія будівельного виробництва: монографія. К.: Вища школа, 1993. 225с.
25. Інновації як основа змін освітньої практики. Інформаційно-методичний збірник / Упорядник Г.О. Сиротенко. Полтава: ПОІППО, 2005.160 с.
26. Карапузов Є.К. Матеріали і технології в сучасному будівництві. К. : "Вища освіта", 2015 р.
27. Коваленко О.Е. Методика професійного навчання : підручник для студентів вищ. навч. закл. Х. : Видавництво НУ А, 2005. 360с.
28. Ковальський Л. М. Нормативне забезпечення проектування та енергозбереження в цивільному будівництві // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель. Спеціальний випуск: Енергозберігаючі технології в будівництві та архітектурі. К., 2004. С.20–25.
29. Конструктивно-технологічні рішення вентиляованих фасадних / О.П.Конончук // [Електронний ресурс] – 2013. - Режим доступу : <http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137213>
30. Крушельницька О.В. Методологія і організація наукових досліджень студентів : навч. посібник / О.В. Крушельницька. - К.: Кондор, 2003.- 251с.
31. Кузема, Р. П. Температурний режим зовнішніх стін в місцях сполучення з плитами перекриттів Текст. Р. П. Кузема // Проблеми архітектури та будівництва: зб. матер. XXII регіон, наук.-техн. конф. К., 2004. С. 149. 150

32. Лівінський О.М. Технологія будівельного виробництва : підручник. К.: Українська академія наук (УАН), «МП Леся», 2011. 272с.
33. Лівінський О.М., Дудар І.Н., Терновий В.І., Петровський А.Ф та ін. Активні форми методичної роботи // Освіта, технікум, коледж №1 2004. 30с.
34. Навчально-дослідна робота у вищих педагогічних навчальних закладах: навчально-методичний посібник / Укладачі: В.П.Зінченко, В.Б.Харламенко, І.М.Коренева. Глухів: РВВ ГДПУ, 2006. 23 с.
35. Нікуліна А.С. Розвиток ділової активності учнів ПТНЗ під час професійної та загальноосвітньої підготовки. Навчально – методичний посібник для педагогічних працівників ПТНЗ. Донецьк-2003. 407с.
36. Ничкало Н.І. Педагогічна книга майстра виробничого навчання / за редакцією Н.І. Ничкало. К. : Вища шк., 1994 -307с.
37. Нормативно-правові питання енергозбереження / Нац. техн. ун-т України «Ін-т енергозбереження та енергоменеджменту»; [уклад. : А.В.Праховник та ін.] К., 2002. -48 с.: іл., табл. (Бібліотека екоенергоменеджера. Енергетика. Екологія. Економіка).
38. Овчаренко Є.Г Утеплювачі на основі спученого перліту в будівництві//Будівництво, додаток до довідника «Будівельник», № 2,
39. Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель. Спеціальний випуск: Енергозберігаючі технології в будівництві та архітектурі: зб. наук. пр. / Укр. зональний наук.-дослід. і проект. ін-т по цив. буд-ву, ВАТ «КиївЗНДІЕП»
40. Перспективні технології та обладнання для виробництва пінобетону // Будівельні матеріали, обладнання, технології XXI століття, №10,2001.
41. Пехота О. М. Освітні технології : навчально - методичний посібник / О.М. Пехота. К.: А.С.К., 2002. 255с.
42. Поліщук О.П. Сучасний урок // Завуч. 2008. - № 33 (363). с. 9 – 13
43. Пометун О.І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. Посібн. К.: А.С.К., 2006. 192с.

44. Правове регулювання енергозбереження в Європейському Союзі та в Україні : (порівняльно-правове дослідження) / [С. Б. Барбелюк та ін.; наук. ред. Дідик В. Г.]; М-во юстиції України, Держ. департамент з питань адаптації законодавства. К.: Центр учб. л-ри, 2007. 164

45. Решетовська Л.М. Сучасні технології виробничого навчання в ПТНЗ: методичний посібник / Л.М. Решетовська. Львів : СПОЛОМ, 2008. 148с.

46. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали: у 2 т. / ред. кол.: Б.С.Стогній та ін.; НАН України. Ін-т газу НАН України; Ін-т загальної енергетики НАН України. К. : Академперіодика, 2006.

47. Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення / О.П. Конончук // [Електронний ресурс] –2013. - Режим доступу: <http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137214>

48. Сучасні теплоізоляційні матеріали [Електронний ресурс] - Режим доступу : «Термолайф»<http://www.termolife.com.ua/pages/89/>

49. Теплоаудит [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://ua.polifasadkiiev.com/teploaudit.html>

50. Туркот Т.І. Основи педагогіки вищої школи : навчальний посібник / Т.І. Туркот. К.: Знання, 2005.- 301с.

51. Тхоржевський Д.О. Методика трудового і професійного навчання та викладання загально технічних дисциплін: навч. посібник. 3-тє видання / Д.О. Тхоржевський. К.: Вища шк., 1992. 334с.

52. УкрТеплоізоляція [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://ukrteploizolyatsiya.com.ua>

53. Шевчук С.С. Урок теоретичного навчання в закладах ПТНЗ: методичні рекомендації / С.С. Шевчук. Д. : Парус, 2002. 142с.

54. Шейко В. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручник / В.М. Шейко. К. : Знання. Преса, 2003. 202с.

55. Якісна Теплоізоляція. Принципи інтегрованого термічного захисту [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://passivehouse-igua.com/passivehouse/passive-house-integrated-thermal-protection/>