**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ**
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра промислового та цивільного будівництва**

**Кваліфікаційна робота/проект**

другий магістерський рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **«Аналіз методів енергозбереження під час будівництва цивільних об'єктів»**

Виконав: студент 2 курсу, групи: 8.1923– пцб –з
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
Арабаджи Максим Ігорович
(прізвище та ініціали)
Керівник ст. викладач Пастухова С.В.
Науковий керівник проф., д.т.н Арутюнян І. А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доц.,к.т.н.Мішук К.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024 року

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні**

Кафедра Промислового та цивільного будівництва

Рівень вищої освіти другий магістрський рівень
(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
«____» _____ 20___ року

# З А В Д А Н Н Я
## НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Арабаджи Максим Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту): Аналіз методів енергозбереження під час будівництва цивільних об'єктів
керівник роботи Пастухова С.В. ст.викладач
Науковий керівник Арутюнян І.А, професор, д.т.н
(прізвище, ім`я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 30 " 09 2024 року № 1486 – с
2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи Аналіз методів енергозбереження під час будівництва цивільних об'єктів
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Вивчити теоретичні основи організації ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів.. 2. Провести аналіз застосування технологій ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів 3. Розробити заходи щодо ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень)
8 листів формату А1

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Пастухова С.В. ст.викладач | | |
| Розділ 2 | Пастухова С.В. ст.викладач | | |
| Розділ 3 | Пастухова С.В. ст.викладач | | |

7. Дата видачі завдання _____

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфкаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1. | Вивчити теоретичні основи організації ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів. | | |
| 2. | Провести аналіз застосування технологій ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів. | | |
| 3. | Розробити заходи щодо ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів | | |

Студент _____ Арабаджи М. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту _____ Пастухова С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

# АНОТАЦІЯ

Арабаджи Максим Ігорович. Аналіз методів енергозбереження під час будівництва цивільних об'єктів.

Науковий керівник - професор кафедри промислового та цивільного будівництва І.А. Арутюнян, керевник проекту - ст. викладач С.В. Пастухова. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2024 р.

У роботі проведено всебічний аналіз методів енергозбереження, які використовуються під час будівництва цивільних об’єктів. Енергоефективність є ключовим фактором у сучасному будівництві, що дозволяє не лише знижувати споживання енергії, а й мінімізувати вплив на довкілля. Дослідження охоплює різні етапи будівельного процесу: проектування, вибір матеріалів, реалізацію будівельних робіт та подальшу експлуатацію об'єктів.

Основну увагу приділено сучасним технологіям, які сприяють енергозбереженню. Зокрема, детально розглянуто використання енергоефективних матеріалів, таких як багатошарові теплоізоляційні панелі, вікна з низькоемісійним покриттям, інноваційні покрівельні системи та екологічно чисті утеплювачі. Розглянуто методи створення пасивних будівель, які забезпечують природну вентиляцію, оптимальне природне освітлення та збереження тепла без додаткового споживання енергії.

У роботі також висвітлено важливість впровадження сучасних інженерних систем: теплових насосів, систем рекуперації тепла, інтелектуального управління освітленням та опаленням. Особливу увагу приділено використанню відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни, системи геотермального опалення. Описано методи оптимізації енергоспоживання на основі використання автоматизованих

систем моніторингу та управління.

Проаналізовано міжнародний досвід реалізації енергозберігаючих технологій. Наприклад, у Німеччині впроваджено стандарти пасивних будівель, які дозволяють мінімізувати витрати енергії до 15 кВт·год/м² на рік. У США активно розвивається "зелений" сертифікаційний стандарт LEED, який визначає енергозберігаючі параметри будівель. У Швеції та Данії широко застосовуються системи централізованого теплопостачання на основі поновлюваних джерел. В Японії популярним є проектування будівель, що повністю забезпечують себе енергією завдяки інтеграції сонячних панелей.

Результати дослідження демонструють, що комплексне впровадження методів енергозбереження дозволяє значно зменшити витрати на експлуатацію будівель, скоротити викиди вуглекислого газу та підвищити комфортність житла. Застосування таких підходів є ключовим для сталого розвитку будівельної галузі, що відповідає сучасним економічним і екологічним викликам.

**Ключові слова**: будівництво; житловий будинок; ресурсозбереження, енергозбереження; підвищення енергоефективності; метод експертної оцінки; критерій; організаційно-технологічні показники.

# ANNOTATION

Arabadzhi Maksym Igorovich. Analysis of energy saving methods during the construction of civil facilities.

Scientific supervisor - Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering I.A. Arutyunyan, project manager - senior lecturer S.V. Pastukhova. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Industrial and Civil Engineering, 2024.

The work provides a comprehensive analysis of energy saving methods used during the construction of civil facilities. Energy efficiency is a key factor in modern construction, which allows not only to reduce energy consumption, but also to minimize the impact on the environment. The study covers various stages of the construction process: design, selection of materials, implementation of construction works and further operation of facilities.

The main attention is paid to modern technologies that contribute to energy saving. In particular, the use of energy-efficient materials, such as multilayer thermal insulation panels, windows with low-emission coating, innovative roofing systems and environmentally friendly insulation materials, is considered in detail. Methods for creating passive buildings that provide natural ventilation, optimal natural lighting and heat conservation without additional energy consumption are considered.

The work also highlights the importance of implementing modern engineering systems: heat pumps, heat recovery systems, intelligent lighting and heating control. Particular attention is paid to the use of renewable energy sources, such as solar panels, wind turbines, geothermal heating systems. Methods for optimizing energy consumption based on the use of automated monitoring and control systems are described.

International experience in implementing energy-saving technologies is analyzed. For example, in Germany, passive building standards have been

introduced that allow minimizing energy consumption to 15 kWh/m² per year. In the USA, the "green" LEED certification standard is actively developing, which determines the energy-saving parameters of buildings. In Sweden and Denmark, district heating systems based on renewable sources are widely used. In Japan, the design of buildings that are fully self-sufficient in energy due to the integration of solar panels is popular.

The results of the study demonstrate that the comprehensive implementation of energy saving methods allows to significantly reduce the costs of building operation, reduce carbon dioxide emissions and increase the comfort of housing. The use of such approaches is key to the sustainable development of the construction industry, which meets modern economic and environmental challenges.

**Keywords:** construction; residential building; energy saving; increasing energy efficiency; expert assessment method; criterion; organizational and technological indicators.

ЗМІСТ

стр.

ВСТУП..... 9

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ.....12

1.1 Основи організації ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів..... 12

1.2 Принципи теоретичної організації ресурсзберегаючого будівельного простору .....14

1.2 Принципи теоретичної організації ресурсзберегаючого будівельного простору ..... 27

1.4 Значення енергоефективності під час будівництва цивільних об'єктів .....30

1.5 Ресурсозберігаючі технології при будівництві, реконструкції та експлуатації будівель .....33

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ .....43

2.1 Ефективність ресурсозберігаючих технологій у будівництві на прикладі спорудження стін будівель .....43

2.2 Аналіз технологій ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів .....57

3 РОЗРОБИТИ ЗАХОДИ ЩОДО РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ .....61

3.1 Особливості ресурсозбереження у будівництві цивільних об'єктів.....61

ВИСНОВКИ .....78

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....80

# ВСТУП

**Актуальність.** У сучасному світі жителі багатьох країн займаються питаннями енерго та ресурсозбереження, причин цьому чимало, але основними є нестача власних природних енергоресурсів, що знаходяться на території країни, де вони проживають, та їхня висока вартість.

В Україні питання енергоресурсозбереження дуже актуальне. У зв'язку з активною політикою енергозбереження, помітний перехід від витратних до енергозберігаючих методів господарювання в країні, а для цього створено потужну нормативну базу і з'явилися ресурсозберігаючі технології.

Актуальність роботи полягає в тому, що ефективність використання ресурсів в Україні дуже мала, що стримує економічний та соціальний розвиток держави, і внаслідок, цього знижує життєвий рівень мешканців країни.

**Мета дослідження -** розробка заходів щодо ресурсозбереження під час будівництва цивільних об’єктів.

**Відповідно до встановленої мети слід вирішити такі завдання:**

1) Вивчити теоретичні основи організації ресурсозбереження під час будівництва цивільних об’єктів.

2) Провести аналіз застосування технологій ресурсозбереження під час будівництва цивільних об’єктів.

3) Розробити заходи щодо ресурсозбереження під час будівництва цивільних об’єктів.

**Об'єкт дослідження –** цивільні об’єкти.

**Предмет дослідження –** ресурсозбереження у багатоквартирному житловому будинку.

**Методи дослідження -** факторний аналіз, синтез, прогнозування, статистична обробка результатів, дедукція тощо.

**Структура і об'єм магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 83 сторінок тексту, у тому числі 25 рисунків, 3 таблиць. Список використаних джерел містить 27 найменувань.

# 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ’ЄКТІВ

## 1.1 Основи організації ресурсозбереження під час будівництва цивільних об’єктів

Ресурсозбереження є однією з ключових концепцій сучасного будівництва, яка спрямована на ефективне використання матеріальних, енергетичних, фінансових та трудових ресурсів. Організація ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів дозволяє не тільки зменшити вартість реалізації проектів, але й мінімізувати вплив на довкілля, що є особливо важливим у контексті глобальних екологічних викликів (див. рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Організація ресурсозбереження під час будівництва

Основні принципи ресурсозбереження:

Раціональне планування. На етапі проектування передбачають заходи, які мінімізують витрати матеріалів, енергії та трудових ресурсів.

Це включає:

– оптимізацію будівельних конструкцій для зменшення обсягів матеріалів;

– інтеграцію енергоефективних та екологічних технологій;

– використання сучасних інформаційних систем для моделювання процесів (BIM-технології).

Використання сучасних матеріалів:

– легкі бетони, що скорочують витрати цементу та знижують навантаження на фундамент;

– екологічно чисті та відновлювані матеріали (наприклад, деревина із сертифікованих джерел);

– матеріали з низьким рівнем енергоспоживання при виробництві, такі як модифіковані полімери чи вторинні ресурси.

Реалізація технологій вторинного використання ресурсів:

– переробка будівельних відходів, таких як бетон, метал чи цегла;

– використання перероблених матеріалів у нових будівництвах (наприклад, для підсипки доріг).

Енергоефективність у будівельних процесах:

– застосування сучасного енергоощадного обладнання на будівельному майданчику;

– використання альтернативних джерел енергії (сонячні панелі, мобільні вітряки для живлення будівельних об'єктів);

– зменшення втрат енергії під час виготовлення та транспортування матеріалів.

Інтеграція інноваційних технологій:

– 3D-друк будівель, що зменшує кількість відходів і матеріалів;

– використання модульного будівництва для зниження трудовитрат та часу;

– автоматизація будівельних процесів за допомогою роботизованої техніки.

Оптимізація водокористування:

– використання дощової або очищеної води для будівельних потреб;

– замкнуті системи водопостачання для технічних процесів.

## 1.2 Принципи теоретичної організації ресурсзберегаючого будівельного простору

Теоретичну базу дослідження складають роботи наступних категорій: загальні питання теорії та історії будівництва стосовно проблематики споживання; теоретичні аспекти ресурсозберігаючого будівництва; філософсько-наукова картина світу, історичні та соціальні аспекти споживання в аспекті ресурсозбереження; інженерні, технологічні, прикладні рішення та методики; а також практичні та експериментальні будівельні рішення.

У розділі «Історико-теоретичні передумови ресурсозбереження у будівництві» виявлено та систематизовано існуючий теоретичний досвід ресурсозбереження.

Поняття «ресурси» включає чотири аспекти.

Перший характеризується кількісно-якісними характеристиками та виражений у класифікації на основі генези ресурсів.

Другий – історично-часовий аспект – розкривається через затребуваність на конкретному етапі розвитку суспільства.

Третій аспект визначено поняттям «актуалізації». Воно встановлює вузький спектр ресурсів, що утворюють іконографічні особливості будівництва.

Четвертий аспект розкривається через поняття потенційних ресурсів; у ньому укладено характер майбутніх змін у будівельних системах.

Методом зіставлення визначено класи ресурсів, що зберігає будівництво, які формують нові просторові типології та іконографічні образи: будівельна деревина, відходи цивілізації, інформація або масиви даних, «альтернативна» енергія. У зв'язку з цим нами вводиться поняття «ресурсозберігаючий потенціал простору», яке розкрито як комплекс первинних та вторинних ресурсів та об'єктних систем, що дозволяють встановлювати особливий ресурсозберігаючий режим функціонування простору. Запропонована дефініція розвиває поняття «ресурсного потенціалу території» в аспекті збереження ресурсів.

Протягом XX століття у будівництві цивільних будівель теорії формується поняття-антиконцепт «ресурсоємне будівництво», виражене у визначеннях: «Будівлі-пам'ятки». Провідними теоретиками підкреслюється руйнівна властивість такого будівництва. Вона призводить до естетичної та просторової дезорганізації будівельного середовища, соціальної диференціації до надспоживання та розтрати природних ресурсів. Перше визначення розуміє ресурсозберігаючі будівництва як набір технологічних рішень, друге - як нову культурологічну парадигму. Узагальнюючи аналіз термінологічної бази, можна сказати, що єдиного розуміння та визначення ресурсозберігаючого будівництва нині в науці не вироблено. Нами запроваджено новий, просторово-організаційний аспект, який розкривається через таке визначення: Ресурсозберігаюче будівництво – це комплексна ресурсно-збалансована просторова система об'єктного, містобудівного та регіонального рівня, що виражає організацію споживання. В основі функціонування ресурсозберігаючого простору лежать принципи, що відповідають його ресурсного та ресурсозберігаючого потенціалу.

На наступному етапі дослідження виявлено, інтерпретовано та систематизовано 27 приватних теоретичних принципів та 3 етапи розвитку ресурсозберігаючого будівництва.

На першому етапі, період до 1900 р., у будівництві не ставиться проблеми заощадження ресурсів, але інтуїтивно будівельниками

порушуються ці питання. На цьому етапі виявлено 5 принципів: - будівля екологічний знак; соціально-просторова утопія; лінійне місто; формування с/г зон усередині міського простору; місто-садок як соціально економічна одиниця. Етап характеризується пошуком формальних рішень проблеми заощадження ресурсів.

Другий етап – з 1900 по 1987 р.р. - характеризується становленням екологічного імперативу у будівництві без осмислення проблем ресурсозбереження. Виробляються різнобічні та суперечливі концепції та методології. На цьому етапі виявлено 15 приватних принципів: органічне зведення; біодинамічний сад (Р. Штейнер, М. Фукуок, Б. Моллісон); будинок-вежа у просторі міста-парку (Ле Корбюзьє, І. Леонідів); енергонезалежний будинок фабричного виробництва (Б. Фуллер, Н. Фостер, В. Соббек); проміжний простір (К. Курокава); універсальна оболонка (К. Кікутаке, Т. Іто); використання відходів (DropCity); каркас із елементами, що замінюються (Archigram); «Ковчег» - автономне місто-супутник (П. Солері, Н. Фостер); партисипація (Л. Кролль, Р. Ерскін); заощадження інформаційно-історичного каркасу міста (А. Россі); інтеграція з локальним природним ландшафтом (В. Греготті, Я. МакХаг, Д. Вінс); біотехнології та біоінженерія у будівництві (Н. Тод, Ю.С. Лебедєв, R&Sie(n)); локалізація будівельного процесу (Х. Фатхі, К. Дей); кліматизація внутрішнього простору ресурсами флори (К. Янг) Етап характеризується технологічним та соціальним підходами до ресурсозбереження у будівництві.

Третій період – з 1987 р. по н.в. - пов'язані з висуванням концепції «стійкого розвитку» і характеризується появою найбільш цілісних теоретичних концепцій. Встановлено 7 принципів: озеленення вертикальних поверхонь (П. Бланк); «Новий урбанізм» (П. Калроф, сел. Хаверляй); "фізіологічна архітектура" (Ф. Рам); "легкий урбанізм" (MVRDV); вертикальний агрофармінг (MVRDV); 3D оптимізація (MVRDV); Використання замкнутого природного середовища (Ж. Клеман). Третій етап характеризується формуванням просторового підходи до завдань

ресурсозбереження. Встановлено, що філософсько-соціальна парадигма ресурсозберігаючого простору виражена у таких концепціях: ноосфера, синергетика; коеволюція; планета-Гайя та її антагонізм планета-Медея. Розроблена періодизація та принципи складають комплексну генеалогію ресурсозберігаючої архітектури та розкривають три універсальні просторові рівні ресурсозбереження: об'єктний - об'ємно-планувальні принципи; міський –функціонально-організаційні принципи; регіональний – принципи організації розселення.

У будівництві це втілюється у планувальних, функціональних та організаційних аспектах. Кожному щаблі розвитку споживчої моделі характерна суворо певна модель будівельно-просторової організації соціуму (М. Фуко, Д. Харві, С. Вілсон, М. Н. Шубенков). Для виявлення її змісту запропоновано таке поняття: Форма споживання - це система виробничих відносин (філософська, соціальна та економічна), виражена в характерних їй структурах просторової організації на образному, функціонально-планувальному та організаційному рівні. Розроблене визначення дозволяє говорити про простір як про фізичне втілення універсальних процесів споживання та встановити єдність цієї системи – «простір-споживання». Виявлено та описано 7 форм, що розвиваються в хронологічному порядку: первісна система споживання (субстратні поселення та житла); поселення як замкнута система споживання (місто-клан, місто-громада); місто як елемент територіальної системи споживання (типологія міст); держава як система споживання (міста-колонії); корпоративна мережа споживання (глобальне місто); мережа глобальних спеціалізованих регіонів (ресурсозберігаюча форма); космологічна форма (двійкова просторова система) Тут фіксується критична точка появи нової форми споживання – ресурсозберігаючого простору.

В результаті проведеного аналізу можна зробити такі висновки:

– встановлені приватні теоретичні принципи утворюють історичну послідовність підходів до організації ресурсозберігаючого будівельного

простору, що розвивається від застосування формальних підходів до формування комплексних ресурсозберігаючих систем різних рівнів;

– в основі еволюції будівництва, організації простору та іконографічних образів лежать комплекси ресурсних систем, що використовуються суспільством;

– встановлена еволюційна роль ресурсозберігаючого будівництва як нова просторова форма, що виражає процеси споживання.

У розділі «Теоретична модель ресурсозберігаючого будівельного простору» нами сформульовано такі шість універсальних принципів організації ресурсозберігаючого будівельного простору:

1. Принцип ресурсної локалізації простору полягає у використанні: локального ресурсного потенціалу – будівельні матеріали, трудові, інформаційні та вторинні ресурси; локальної топографії; природних та антропогенних особливостей ресурсозберігаючого потенціалу простору; архетипу локального традиційного житла або інших усталених типологій – концепція субстрату архітектурної культури в основі програми простору.

2. Принцип автономності простору полягає у розвитку замкнутих ресурсних ланцюжків трьох категорій: рівень об'єктної типології; автономних муніципальних утворень - незалежні поселення; автономних екосистем - природні системи, що самовідновлюються. Ресурси в такій системі стають матеріалом, що циркулює.

3. Принцип просторових обмежень – це мінімізація та оптимізація внутрішньої структури об'єкта: габарити, обсяг, співвідношення приміщень тощо; створення проміжних зон та часових просторів - гнучкість та адаптованість простору; обмеження експансії антропогенного простору - баланс природного та штучного середовища, мінімізація та скорочення простору проживання.

4. Принцип гібридності простору залежить від інтеграції простору з урахуванням соціальних моделей ресурсозберігаючого споживання, тобто. побудова ресурсозберігаючої гетеротопії; у змішуванні ресурсозберігаючих

просторів у функціонально-планувальній структурі – максимальний набір функціональної програми для інтенсифікації соціальних взаємодій та ресурсної рухливості системи, у поєднанні двох типів просторів – антропогенного та природного біологічного, на основі біотехнологій та методів біоінженерії.

5. Принцип спеціалізації простору полягає у відповідності ресурсних можливостей середовища режиму їх використання – щільність забудови, види виробництв.

Принцип можна розкрити через таку методологію: спеціалізація - виявлення режиму використання простору, що найбільше зберігає ресурси; оптимізація простору полягає у підвищенні ресурсного та ресурсозберігаючого потенціалу засобами планування та реорганізації простору -інтенсифікація рециркуляції ресурсів; максимізація простору - це заключна стадія спеціалізації, коли створюється максимально продуктивний режим циркуляції та виробництва ресурсів у масштабі регіонального планування.

6. Принцип структурності простору заснований на трьох елементах: ресурсозберігаюча тканина - це об'єктна типологія, мережа ресурсно-оптимізованих осередків, незалежне архітектурне середовище, що оновлюється, наприклад, «нульові» будинки; ресурсозберігаючий каркас міста забезпечує рециркуляцію ресурсів всіх рівнів, це мережа функціонально пов'язаних модулів, що забезпечують функціонування ресурсозберігаючої системи; спеціалізовані територіальні елементи екосистеми, наприклад міста-супутники - незалежні автономні позасистемні елементи.

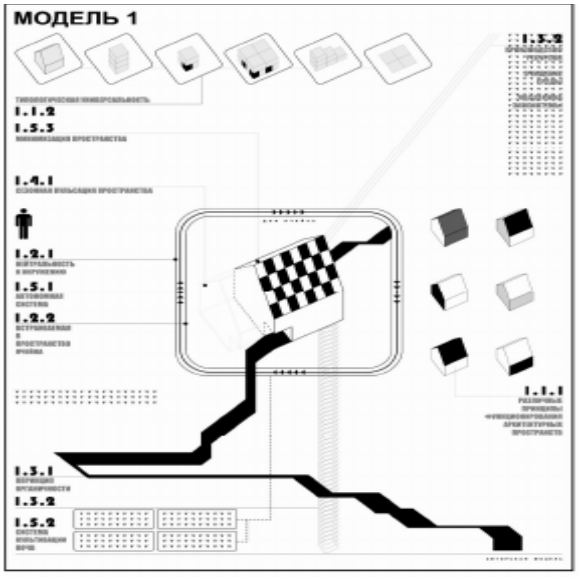



Рисунок 1.2 – Модель 1: ресурсозберігаючий осередок - тканина ресурсозберігаючої системи споживання, де кожен елемент локальна та незалежна ресурсна система з різними програмами ресурсозбереження. Основа функціонування моделі - це мінімальне споживання первинних ресурсів усім стадіях життя архітектурного об'єкта.

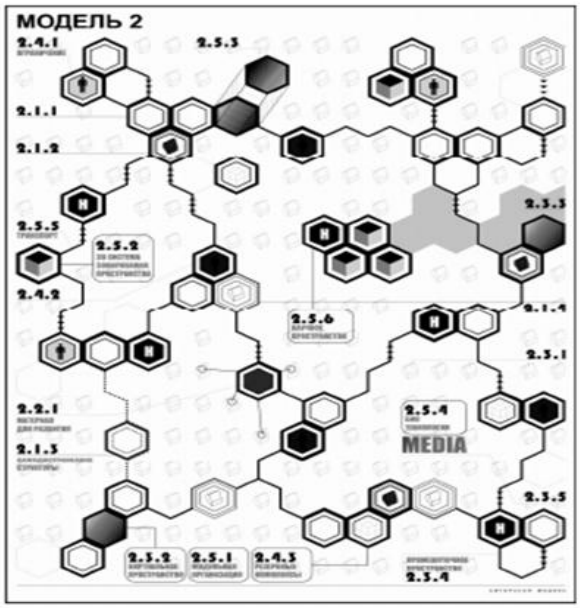



Рисунок 1.3 – Модель 2: системний муніципальний модуль.

Система модулів розглядається як «ресурсозберігаючий каркас», де кожен модуль відповідає за локальну ресурсозберігаючу функцію. Ресурсозберігаючий каркас - це містобудівна система об'єктів різного функціонального значення, що забезпечують циркуляцію ресурсів, процеси

переробки, ресурсозберігаючого споживання, очищення, утилізації; у комплексі, що забезпечують ресурсний баланс навколишньої екосистеми.

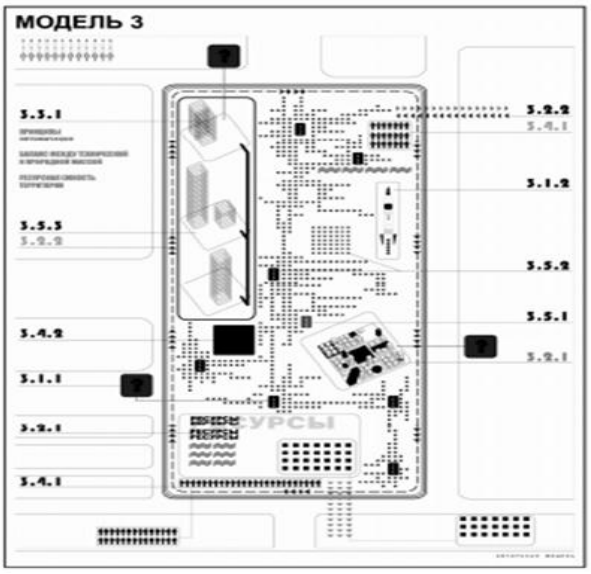



Рисунок 1.4 – Модель 3: регіональна одиниця розселення, основу якої сукупність територіальних ресурсозберігаючих елементів. Така містобудівна система функціонує на основі принципів спеціалізації, локалізації, оптимізації та максимізації споживання. Архітектурне середовище «вростає» в екосистему, збільшуючи ресурсний потенціал та біорізноманіття ареалу проживання людини.




Рисунок 1.5 – Модель 4: ідеальна архітектурна ресурсозберігаюча система заснована на концепції тотальної біо-технологічної коеволюції

штучного довкілля, природного середовища та людини. Біогород - це відкрита автономна самодостатня система, яка пульсує мережу-ландшафт, де архітектурна організація визначається потребою екологічної системи та ресурсною можливістю. Формується безперервний ресурсозберігаючий простір, що розвиває екосистему.

Організація ресурсозбереження в будівництві – це комплекс заходів, спрямованих на раціональне використання матеріальних, енергетичних, трудових та фінансових ресурсів під час реалізації будівельних проектів. Вона базується на застосуванні сучасних технологій, управлінських рішень та оптимізації виробничих процесів, щоб забезпечити мінімізацію витрат і максимальну ефективність (див.рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Організація ресурсозбереження в будівництві

Основи ресурсозбереження

Ресурсозбереження охоплює:

– оптимізацію використання будівельних матеріалів: скорочення втрат матеріалів через ефективне планування, логістику та застосування сучасних технологій.

– зниження енерговитрат: використання енергоефективних рішень, альтернативних джерел енергії, автоматизованих систем управління споживанням.

– скорочення трудовитрат: впровадження механізації, автоматизації та роботизації будівельних процесів.

– раціональне використання водних ресурсів: системи повторного використання води, збирання дощової води та застосування технологій зменшення витрат води.

Основні принципи організації ресурсозбереження:

– принцип сталого розвитку: усі ресурси мають використовуватися з урахуванням впливу на навколишнє середовище та майбутні покоління.

– принцип замкнутих циклів: застосування підходів, які забезпечують повторне використання відходів як вторинних ресурсів.

– принцип інтеграції процесів: узгодженість між етапами будівництва для мінімізації ресурсних витрат.

– принцип використання сучасних технологій:(див.рис.1.7) інновації допомагають досягти більшої ефективності та зменшити втрати.

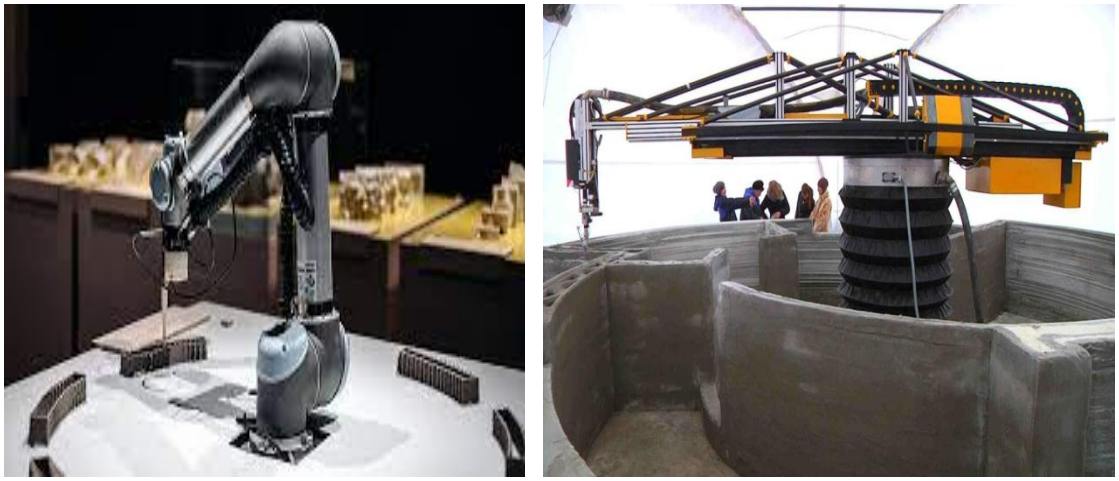


Рисунок 1.7 – Використання сучасних технологій з інноваційною допомагають

Ключові напрямки теоретичного обґрунтування:

– Матеріалозбереження Раціональне проектування: Оптимізація конструкцій і використання матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками (наприклад, композитних або полегшених бетонів).

Мінімізація будівельних відходів: Вторинне використання залишків бетону, металу та інших матеріалів.



Рисунок 1.7 – Вторинне використання залишків бетону, металу та інших матеріалів (композитних або полегшених бетонів)

Альтернативні матеріали: Використання локальних і відновлюваних ресурсів, таких як деревина з сертифікованих лісів або перероблені будівельні матеріали.



Рисунок 1.8 – Відновлювані джерела енергії: Інтеграція сонячних батарей, теплових насосів і вітряних турбін у будівлі

– Енергозбереження Застосування енергоефективних рішень: Будівництво енергоощадних об’єктів із використанням пасивного опалення, високоефективної теплоізоляції та рекуперації тепла.

Управління водними ресурсами: Системи повторного використання води: Впровадження технологій очищення та повторного використання стічних вод для технічних потреб.

Використання дощової води: Проектування систем збору дощової води для поливу чи технічного обслуговування.



Рисунок 1.9 – Впровадження технологій очищення та повторного використання стічних вод

Скорочення трудовитрат. Автоматизація процесів: Використання роботів для укладання цегли, бетонування, монтажу конструкцій.

Модульне будівництво: Завчасне виготовлення будівельних елементів у заводських умовах, що знижує потребу в робочій силі на будівельному майданчику.



Рисунок 1.10 – Модульне будівництво

Цифрові технології. Інформаційне моделювання будівель (BIM): Створення цифрових моделей для аналізу використання ресурсів і зменшення втрат на етапах проектування та будівництва.



Рисунок 1.11 – Інформаційне моделювання будівель (BIM)

Системи моніторингу: Використання датчиків для відстеження витрат енергії, води та інших ресурсів у реальному часі.

Інструменти для організації ресурсозбереження. Технологічні карти: Документальне планування використання матеріалів і технологій для оптимального виконання робіт.

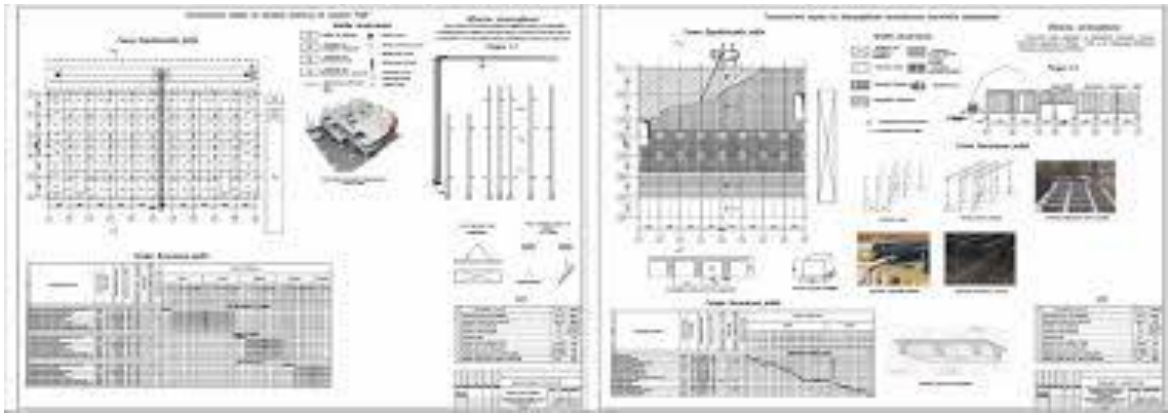


Рисунок 1.12 –Документальне планування використання матеріалів і технологій

Стандарти енергоефективності: Дотримання міжнародних стандартів, таких як ISO 50001, LEED, BREEAM.

Аудит ресурсозбереження: Постійний аналіз витрат ресурсів і пошук шляхів їх оптимізації.




Рисунок 1.13 – Аудит ресурсозбереження

## 1.2 Принципи теоретичної організації ресурсзберегаючого будівельного простору

Ресурсозберігаючі проекти стають дедалі популярнішими в усьому світі завдяки їх екологічній, економічній та соціальній ефективності. Ось кілька прикладів успішного застосування інноваційних підходів у будівництві, які демонструють різноманітність підходів до економії ресурсів.

1. Екопоселення Hammarby Sjöstad, Швеція

– це міський район у Стокгольмі, побудований на місці колишньої промислової зони; основною метою проекту було створення сталого району з використанням замкнутих циклів ресурсів.

– енергозбереження: Використання біогазу, отриманого з органічних відходів, для опалення будинків; сонячні панелі забезпечують частину електроенергії.

– водозбереження: очистка та повторне використання дощової води. система збору та очищення стічних вод дозволяє використовувати їх для технічних потреб.

– будівельні матеріали: локальні матеріали з низьким вуглецевим слідом.

2. Пасивні будинки в Німеччині

– у Німеччині концепція "пасивного дому" стала стандартом для будівництва енергоефективних будівель.

– технології: високоефективна теплоізоляція стін, вікон і даху; рекуперація тепла з вентиляційних систем; використання сонячного світла як основного джерела тепла.

– результати: енергоспоживання пасивного будинку на 80% нижче порівняно з традиційним.

3. Smart City в Сонгдо, Південна Корея

– Сонгдо - це перше у світі "розумне місто", побудоване з нуля, з інтегрованими системами енергозбереження та управління ресурсами.

– енергозбереження: усі будівлі обладнані автоматизованими системами енергоконтролю, що знижують витрати енергії на опалення, освітлення та кондиціонування.

– водозбереження: системи повторного використання води для поливу та технічних потреб.

– будівельні матеріали: у конструкції використані екологічні матеріали, які знижують вуглецевий слід.

4. Bosco Verticale, Італія

– "Вертикальний ліс" у Мілані — це пара житлових хмарочосів, які мають понад 20 000 рослин на фасадах.

– екологічні переваги: рослинність зменшує споживання енергії на охолодження влітку та обігрів взимку; покращення якості повітря завдяки поглинанню $CO_2$ і виробленню кисню.

– ефективність використання води: система збору дощової води використовується для поливу рослин.

5. Модульні будівлі за технологією 3D-друку в ОАЕ

– ОАЕ активно впроваджує технології 3D-друку у будівництві житлових та комерційних об'єктів.

– економія матеріалів: використання лише необхідної кількості бетону, що мінімізує відходи.

– швидкість будівництва: завдяки автоматизації зведення модульних об'єктів здійснюється в рази швидше за традиційні методи.

Приклад проекту: Друк офісу "Future Office" у Дубаї, що є найбільшим 3D-друкованим будинком.

6. Зелені дахи в Канаді

– канадські міста, такі як торонто, активно впроваджують "зелені дахи" на комерційних і житлових будівлях.

– енергозбереження: зменшення витрат на кондиціонування повітря влітку завдяки охолоджувальному ефекту рослинного покриву.

– водозбереження: рослинність поглинає дощову воду, зменшуючи навантаження на системи дренажу.

– додаткові переваги: Покращення міського мікроклімату та створення середовища для флори і фауни.

7. "Зелені" офісні будівлі в США (One Angel Square, The Edge)

– One Angel Square (Манчестер, Велика Британія): одна з найекологічніших офісних будівель у світі; використовує геотермальне опалення, сонячні батареї та систему збору дощової води.

– The Edge (Амстердам, Нідерланди): "Розумна" будівля, яка автоматично регулює освітлення та температуру залежно від часу доби і зайнятості приміщення; 70% енергії надходить із відновлюваних джерел.

8. Програми відновлюваної енергії в Індії

– уряд індії активно підтримує будівництво "сонячних міст".

– енергозбереження: використання сонячних панелей на дахах будинків.

– соціальна значущість: масштабні проекти забезпечують енергією навіть віддалені райони країни.

Ці приклади демонструють широкий спектр підходів до ресурсозбереження, від оптимізації енергоспо живання до використання інноваційних матеріалів і технологій. Інтеграція цих методів у будівництво дозволяє досягати високої ефективності та зменшувати екологічний вплив будівельних процесів.

## 1.4 Значення енергоефективності під час будівництва цивільних об’єктів

Енергоефективність є одним із ключових факторів, що визначає не лише економічну доцільність будівництва цивільних об’єктів, але й їхній вплив на навколишнє середовище, рівень комфорту для мешканців та суспільну цінність. Сучасний підхід до будівництва має враховувати глобальні виклики, такі як зростання попиту на енергоресурси, їх обмеженість, а також негативний вплив традиційного будівництва на кліматичні зміни.

Основні переваги енергоефективності у будівництві:

Зменшення енергоспоживання Енергоефективні будівлі проектуються так, щоб мінімізувати втрати енергії завдяки використанню сучасних ізоляційних матеріалів, герметичних конструкцій і продуманій системі вентиляції з рекуперацією тепла.

Застосування трикамерних склопакетів із низькоемісійним покриттям зменшує тепловтрати до 50% порівняно зі звичайними вікнами.

Використання енергозберігаючих ламп і датчиків руху для освітлення дозволяє скоротити витрати електроенергії на освітлення до 40%.

Зниження експлуатаційних витрат Завдяки зменшенню витрат енергії на опалення, охолодження, освітлення та водопостачання, власники будівель можуть суттєво зекономити кошти. У багатьох країнах, включаючи Україну, уряди надають податкові пільги чи субсидії для будівництва енергоефективних об’єктів, що робить цей підхід ще вигіднішим.

Екологічна користь Традиційний будівельний сектор є одним із найбільших джерел викидів парникових газів у світі. Енергоефективні технології дозволяють скоротити викиди $CO_2$ шляхом зменшення споживання енергії. Крім того, такі об’єкти часто інтегрують відновлювані джерела енергії:

Сонячні панелі для електропостачання.

Геотермальні теплові насоси для опалення та охолодження.

Використання дощової води для технічних потреб, що зменшує витрати на водопостачання.

Покращення мікроклімату і здоров'я мешканців У енергоефективних будівлях створюються оптимальні умови для життя:

Системи теплоізоляції забезпечують стабільну температуру в приміщеннях протягом року, усуваючи перепади.

Системи вентиляції з рекуперацією гарантують чистоту повітря, видаляючи шкідливі речовини та забезпечуючи приплив кисню.

Використання натуральних і екологічних будівельних матеріалів запобігає появі токсичних випарів.

Економічний розвиток і стимул для інновацій Розвиток енергоефективних технологій стимулює будівельну галузь впроваджувати нові методи проектування, виробництва матеріалів та експлуатації будівель. Це створює нові робочі місця, зменшує залежність від імпорту енергоносіїв та стимулює розвиток локального ринку інновацій.

Приклади реалізації енергоефективних проектів у різних країнах

Німеччина

Німеччина є лідером у впровадженні стандарту пасивних будинків (Passivhaus), які характеризуються мінімальним споживанням енергії. Відомий приклад – житловий комплекс "Solarsiedlung" у Фрайбурзі, який виробляє більше енергії, ніж споживає, завдяки поєднанню пасивного проектування та сонячних панелей.

США

Програма LEED сертифікує будівлі за рівнем енергоефективності. Наприклад, хмарочос "Empire State Building" після модернізації став одним із найбільш енергоефективних висотних будівель у світі, скоротивши своє енергоспоживання на 38%.

Швеція

У країні популяризуються будинки з нульовим споживанням енергії ("Zero Energy Buildings"), які використовують теплові насоси, біопаливо та сонячну енергію. Знаковим прикладом є район Västra Hamnen в Мальме, що працює повністю на відновлюваних джерелах енергії.

Японія

У Токіо широко впроваджуються технології, які мінімізують витрати енергії, включаючи високоефективні скляні фасади, зелений дах та системи автоматичного керування освітленням. Такі проекти спрямовані на створення "розумних" міст.

ОАЕ

Масдар-Сіті в Абу-Дабі – унікальний проект, який використовує тільки відновлювану енергію, має оптимізовану вентиляцію, систему охолодження та навіть спеціальні дороги, які відображають тепло, знижуючи нагрівання повітря.

Перспективи розвитку енергоефективного будівництва

Розробка нових матеріалів з підвищеними теплоізоляційними властивостями.

Інтеграція штучного інтелекту для моніторингу та автоматизації систем енергоспоживання.

Використання 3D-друку для створення будівель із оптимальними енергозберігаючими характеристиками.

Масштабування проєктів із використанням відновлюваних джерел енергії.

## 1.5 Ресурсозберігаючі технології при будівництві, реконструкції та експлуатації будівель

Ринкові відносини в сучасній економіці, а також нинішній екологічний стан України, та й усього світу загалом, це лише малий спектр тих причин, які мають вплинути на вирішення такого важливого питання, як зменшення обсягів споживання енергоресурсів [1].

Як показують дослідження багатьох вчених, основні тепловтрати в житлових будинках розподіляються наступним чином: близько 30% - це частка на зовнішні стіни, близько 25% - світлопрозорі зовнішні огорожі, всього 5% йде на підлогу першого поверху і горищне приміщення (стеля останнього поверху), а інші відсотки посідає нагрівання зовнішнього повітря необхідного для вентиляції за санітарними нормами. Питання про енергозбереження при будівництві, реконструкції та експлуатації багатоповерхових будинків є найбільш актуальним в умовах щорічного приросту нового житлового будівництва - 2% від існуючого житлового фонду, що стоять питань капітального ремонту у зв'язку з прийнятою програмою капітального ремонту багатоквартирних будинків [2].

Відповідно ключовим пріоритетом для розвитку Української економіки є інноваційна діяльність з енергозбереження як у новобудовах, так і в будівлях і спорудах, що реконструюються і експлуатуються.

Проаналізувавши основні складові енергоємності будівлі, можна припустити, що знизити енергоспоживання можливо, якщо дотримуватися основних принципів: теплотехнічні характеристики віконних камер повинні бути максимально наближені до характеристик конструкцій, що захищають; застосування нових інженерних систем (сонячні батареї, колектори, теплові насоси, припливно-витяжні установки з рекуперуванням повітря, датчики руху та багато іншого), що дозволяють знизити експлуатаційні витрати; зменшення ваги самої будівлі чи споруди; обмеження використання матеріалів із високим показником енергоємності; скорочення витрат матеріалів на одиницю будівельної продукції; забезпечення низької теплопровідності огороджувальних конструкцій [3].

Розглянемо деякі раціональні пропозиції щодо енергозбереження докладніше. Правильне розподілення простору на однакові приміщення або приміщення з мінімальною різницею в обсягах дозволить зменшити перепади температури в будівлі. Отже, температура буде стабільною, якщо використовувати відкриті планування при об'єднанні функціональних просторів.

Нещодавно з'явилася нова концепція будівництва житлових будівель. Вона передбачає потовщення стіни за рахунок влаштування підсобних, комор, складських приміщень вздовж огороджувальних конструкцій з північної частини будинку, шляхом створення ефекту додаткового повітряного прошарку.

Захист входу в будинок повітряним завісам, прибудова тамбуру або подвійного входу, мансардного поверху (із застосуванням дерев'яних та металевих каркасів, а також пористого бетону), це той мінімум заходів, які втілюють у життя європейські країни при реконструкції будівель та споруд, створюючи тим самим перехідне повітряний простір між холодним зовнішнім простором та приміщенням [4].

Україна теж не стоїть на місці, і на сьогоднішній день нагромадила величезний досвід у проектуванні свого «ноу-хау XXI століття», будівництва ширококорпусних житлових будинків (ШКД).

Пілотними проектами стали цегляні, панельні, блокові новобудови в областях Києва та інших містах. Істотною відмінністю ШКД від типових багатоповерхівок, полягає у збільшенні ширини корпусу до 20м, тобто. відношення корисної площі до площі зовнішніх стін збільшується, а втрати втрати скорочуються в середньому на 30%. Немало важливим є той факт, що це спосіб підходить і при реконструкції будинків, які не підлягають знесенню, поверховість яких не перевищує п'яти. Такі будівлі складаються з двох частин: нова частина (система ширококорпусних будинків) і стара частина (будинок, що сам підлягає реконструкції). Все навантаження системи ШКД передаватиметься на додатковий фундамент, але архітектурно-планувальні рішення, обладнання та інженерні системи такого будинку загальні. З конструктивної точки зору це виглядає приблизно так, з одного боку будинку, що реконструюється, на всю його висоту монтуються етажерки шириною 5-6 м, з іншого боку пілони. На рівні шостого поверху бетонуються балки-стінки, верхнім поясом яких встановлюється монолітне перекриття-платформа.

За рахунок цієї платформи будівля, що реконструюється, може мати будь-яку кількість надбудованих поверхів, так як вона сприймає навантаження від них. Ця концепція дозволить раціонально використовувати території міст без значного розширення кордонів.

Існують різні варіанти конструктивних рішень збільшення енергоефективності зовнішніх огорож: покриття їх мінерально-ефективними матеріалами, багатошарові конструкції стін (вентильовані фасади, використання мінеральних та полістирольних плит із кріпленням їх на самі стіни або на каркас).

Утеплення фасадів за допомогою системи «Термошуба» - це багатошарова, збалансована за своїми характеристиками конструкція, що

складається з: плит утеплювача, приклеєних до основи; захисного зовнішнього шару, армованого спеціальною сіткою; надійного та естетичного оздоблювального покриття зі штукатурного складу та фасадної фарби.

Разом з тим, використання у навісній системі вентильованого фасаду утеплювача різної товщини дозволяє здійснити чудову термо- та шумоізоляцію будівель.

Утеплення з внутрішньої сторони огороджувальної конструкції виконують наклеюванням або механічним кріпленням на стіни жорстких плит утеплювача, які потім шпаклюють, готуючи до фінішної обробки.

Поряд з утепленням фасадної частини будинок, важливо приділити увазі його конструкціям, які безпосередньо взаємодіють з навколишнім середовищем. Тільки при утепленні покрівлі, установки вікон за сучасними технологіями, можливий повний комплекс збереження тепла в будинках, що будуються і реконструюються.

Приклад:

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару огороджень зовнішніх стін.

Завдання: Визначити за теплотехнічними умовами товщину зовнішньої стіни житлового будинку, виконаної із цегли глиняної звичайної на цементно-перлітовому розчині (див. рис. 1.2).

Вихідні дані:

Споруда, що розраховується, відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС-2.

Район будівництва – м. Київ, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» відноситься до відноситься до І зони кліматичного поясу.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін житлових будинків для І температурної зони згідно ДБН В.2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівлі»: $R_{q\,min} = 4{,}0$ м$^2$·К/Вт.

Мікроклімат приміщень і умови експлуатації огороджень, згідно ДБН В.2.6 – 31 - 2021 «Теплова ізоляція будівель», за розрахунковими значеннями температури та вологості внутрішнього повітря житлових будинків ($t_в$ = 21°С і $\varphi_в$ = 48%) визначаємо вологісний режим приміщень в опалювальний період – вологий.

Умови експлуатації матеріалу в огороджувальних конструкціях при сухому вологісному режимі – «А».

За умовами експлуатації (А) визначаємо розрахункові характеристики матеріалів (додаток Г). Дані зведені в табл. 1.1.

Для здійснення теплотехнічного розрахунку приймаємо значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої $\alpha_в$=8,7 та зовнішньої $\alpha_з$=23,0 Вт/(м$^2$ ×К) поверхонь огороджувальної конструкції, що проектується (табл. 2.3).

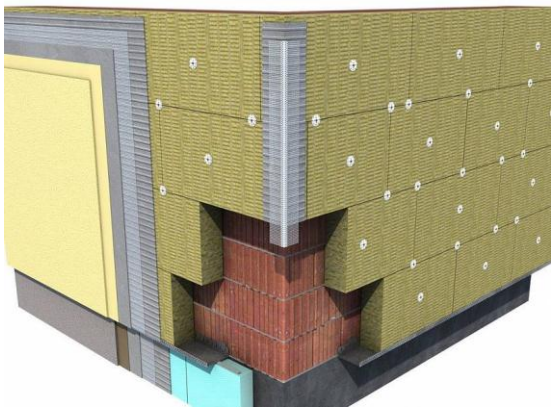
Розраховуємо за теплотехнічними показниками необхідну товщину теплозахисного шару (утеплювача) $\delta_у$ , м, за формулою 1.3

Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти, зводимо до таблиці 1.2.



Рисунок 1.14– Конструкція стіни вентильованого фасаду

Таблиця 1.2 – Конструкція зовнішньої стіни і розрахункові данні

| Конструкція стіни | Розрахункові характеристики матеріалів |
|---|---|
|  | 1. Мурування з глиняної звичайної цегли ГОСТ 530-80 на цементно-піщаному розчині М25: $\rho_0$=1800 кг/м$^3$; $\delta_1$ = 0,25+0,12 м; $\lambda_1^Б$ = 0,81 Вт/м×К<br>2. Повітряний прошарок: $\delta_2$ = 0,02м; $R_{пп}$ = 0,14 м$^2$ Вт/м×К<br>3. Теплоізоляційні плити "Ізовер" з вітрозахисним облицюванням: $\delta_3$ = 0,025м; $\lambda_3^Б$ = 0,042 Вт/м×К<br>4. Теплоізоляційні плити "Ізовер": $\delta_4$ = ? м; $\lambda_4^Б$ = 0,049 Вт/м×К<br>5. Вапняно-піщана штукатурка: $\delta_5$ = 0,02м; $\lambda_5^Б$ = 0,93 Вт/м×К<br>6. Металеві зв'язки з оцинкованої сталі Ø6 А240С через 600мм по довжині стіни та через 4-5 рядів кладки по висоті (в розрахунок не включається) |

Виконання розрахунку:

Термічний опір кожного шару огороджуючої конструкції $R_i$ (м$^2$×К)/Вт, визначається за формулою 1.1:

$$R_{\Sigma\ пр} = \frac{1}{a_{внутр.}} + \sum_i R_i + \frac{1}{a_{зовн.}} \qquad (1.1)$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \qquad (1.2)$$

де $\delta_i$ – товщина і-го шару матеріалу, м;

$\lambda_{ip}$ – теплопровідність матеріалу і-го шару в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м × К).

Розрахункова товщина утеплювача $\delta_4$, м, визначається за формулою 1.3:

$$\delta_3 = (R_{q\,min} - \frac{1}{a_{\text{внутр.}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_5}{\lambda_5} - \frac{1}{a_{\text{зовн.}}}) \times \lambda_4 \qquad (1.3)$$

$\delta_3$ = ( 4,0 – 0,11 – 0,45 – 0,14 – 0,60–0,021 – 0,043) × 0,049 =2,64 ×0,049 = 0,129 м

Товщину утеплювача приймаємо згідно існуючої номенклатури виробів – 0,130 мм.

Необхідний термічний опір шару утеплювача $R_{\Sigma пр}$ (м$^2$×К)/Вт, визначається за формулою 1.4:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (1.4)$$

Підставляючи знайдені значення до формули 1.2, визначимо термічний опір шару утеплювача:

$R_{пр}$ = 0,11 + 0,45 + 0,14 + 0,60 + 2,65 + 0,021 + 0,043 = 4,014 м$^2$×К/Вт

Згідно вимог [3] для зовнішніх огороджуючих конструкцій опалюваних будівель і споруд обов’язкове виконання умови 1.4:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q\,min} \qquad (1.5)$$

$R_{пр}$ = 4,014 м$^2$×К/Вт > $R_{q\,min}$ = 4,0 м$^2$×К/Вт

Умова виконується, тип конструкції обрано вірно.

Основний акцент в енергоефективних будинках слід приділяти системам вентиляції та опалення. У приміщенні завжди має бути тепло та затишно незалежно від початку або закінчення опалювального сезону. Для цього необхідно встановити автономну систему опалення багатоквартирного будинку у спеціально відведеному приміщенні. Топкова, як правило, встановлюється на даху будинку, це дуже комфортно в плані подачі гарячої води споживачам і це дозволяє не використовувати димарі. Бажано, щоб у такому будинку була запроектована поквартирна, горизонтальна система опалення з розведенням трубопроводу по периметру квартир. Це система «двох котлів», газовий та електричний, які підключені до єдиної опалювальної системи та працюють по черзі: вдень газовий, вночі електричний. Це пов'язано з тим, що вартість електричної енергії в в Україні в нічний період набагато дешевше, ніж у денний (у деяких районах ціна відрізняється в чотири рази), а природний газ коштує однаково [5].

Також до електричного котла можна підключити сонячні батареї, що виробляють енергію за будь-яких погодних умов. Якщо отриманого тепла буде достатньо, то газовий котел можна взагалі не включати. Сонячні батареї можна встановити як на дахи багатоповерхівок, так і на їх стіни, орієнтовані на південь.

Одним із рішень цієї проблеми є примусова система вентиляції. Вона набагато надійніша і зручніша за природну систему, тому що робота її не пов'язана з температурою зовнішнього середовища. Видалення повітря у такій системі здійснюється через отвір у зовнішній стіні.

У кожному помешканні мають бути запроектовані малошумні вентилятори зі зворотним клапаном, бажано, щоб вони були синхронізовані з вимикачами освітлення (див. рис. 1.15). Якщо врахувати, що через утилізатор припливно-витяжного агрегату проходить вдвічі більше повітря, ніж витяжного, його необхідно обладнати підігрівачем потужністю приблизно 2 кВт. Так само якщо таку систему зробити автоматичною, то температура повітря припливу буде завжди постійною [6].

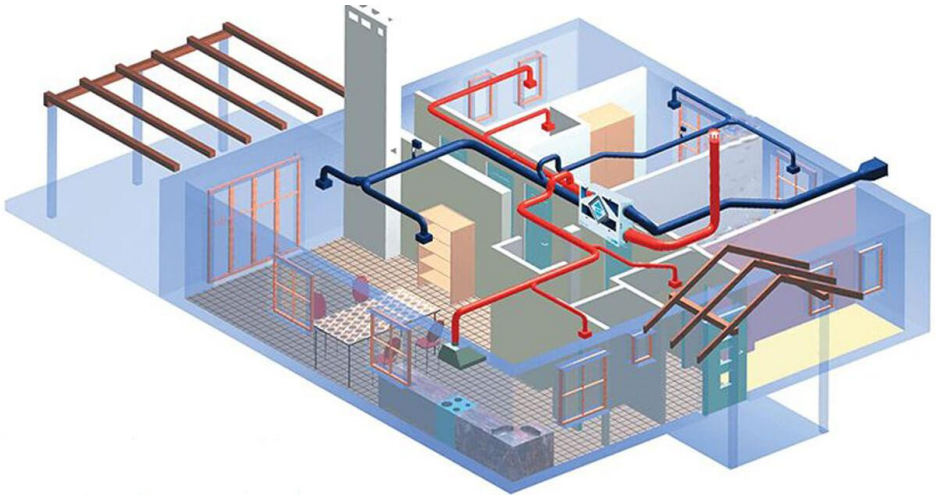


Рисунок 1.15 – Система припливно-витяжної вентиляції у квартирі

Всім цим інженерним рішенням є місце бути і на Українському ринку. Наприклад, у 2010 році було здано в експлуатацію 18-поверховий будинок у Києві. У проекті, якого було враховано сучасні системи вентиляції, опалення, водопостачання. Через кілька опалювальних сезонів було проведено оцінку показників енергоефективності цього пілотного проекту стосовно будівельних норм ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель».

За цими характеристиками можна зробити висновок, що споживання теплової енергії для такого будинку необхідно на 30% менше.

Державна політика щодо впровадження інноваційних технологій, стимулювання вчених та фахівців у сфері будівництва, а також формування нормативної будівельної бази може призвести до зниження енергетичних витрат більш ніж на 50% [7]. А заощаджені кошти доцільніше буде вкласти в наступні енергозберігаючі заходи.

Таблиця 1.2 – Характеристики енергозбереження експериментального багатоквартирного житлового будинку

| № п/п | Характеристика | Пілотний проект | ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2021 Енергетична ефективність будівель |
|---|---|---|---|
| 1 | Опір теплопередачі що захищають конструкції, $м^2*°С/Вт$: стін | 3,33 | 3,16 |
| | вікон | 0,61 | 0,54 |
| | покриття | 4,78 | 4,71 |
| 2 | Відношення поверхні вікон до поверхні стін, включаючи вікна | 0,17 | 0,18 |
| 3 | Показник компактності будівлі | 0,19 | 0,25 |
| 4 | Питома витрата теплової енергії системами опалення та вентиляції, $кВт×год/м^2$ за опалювальний період | 67/58* | 95 |
| * При регулюванні повітрообміну в квартирах залежно від режиму експлуатації. | | | |

На підставі вище сказаного можна зробити такий висновок, що розвиток стратегії енергозбереження - це важливий крок для гідного майбутнього нашої країни.

# 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

## 2.1 Ефективність ресурсозберігаючих технологій у будівництві на прикладі спорудження стін будівель

Будівельні цивільні об'єкти, що будують, виконують капітальні і поточні ремонти таких об'єктів, реконструюючи і реставруючи їх, створюють у сукупності більше 10% валового внутрішнього продукту. Забезпечення цих робіт будівельними матеріалами, машинами і механізмами, іншою продукцією здійснюється підприємствами інших галузей. Будівельна продукція відрізняється високою матеріаломісткістю та тривалим виробничим циклом, а також низькою оборотністю активів, нестабільністю цін на ринку нерухомості. Ці чинники безпосередньо впливають як зниження прибутку, і збільшення витрат. Сьогодні стає особливо актуальним застосовувати ефективні ресурсозберігаючі технології, що дозволяють зменшити вартість будівництва.

Ресурсозбереження спрямоване на проектування менш матеріаломістких, але ефективних будівельних об'єктів. Створюються недорогі види будівельних матеріалів, розробляються ресурсозберігаючі конструкції та технології у будівництві. Дослідження в галузі ресурсозбереження при будівництві стін будівель у малоповерховому будівництві. Особливу увагу приділено тому, що з метою підвищення конкурентоспроможності будівельних об'єктів необхідно дотримуватись принципів екологічного будівництва, таких як енергоефективність, раціональне використання будівельних матеріалів, ресурсів та енергії; екологічна чистота, мінімальний негативний вплив на здоров'я людини та

навколишнє середовище; комфорт, забезпечення максимального рівня зручності для людини, яка проживає чи працює у подібній будівлі.

На сьогоднішній день у будівельній галузі спостерігається зниження обсягів інвестицій та, як наслідок, погіршення економічних показників підприємств галузі. Протягом останніх років продукція цієї галузі становила близько 10% ВВП, будуючи об'єкти як цивільного будівництва. Сьогодні багато підприємств або зменшують обсяги будівельних об'єктів, або взагалі відмовляються від зведення нових промислових об'єктів, заморожуючи вже будуються [1].

Високі ставки оподаткування, тривалий виробничий цикл при 100% передоплаті за дорогий будівельний матеріал, висока кредиторська заборгованість будівельних підприємств робить цю галузь низькорентабельною та не цікавою для розвитку бізнесу [2, 3].

Все це спонукало уряд України внести корективи до законодавства, яке захищає замовників будівельних об'єктів, забезпечуючи їм необхідний безпековий рівень.

Для самих забудовників важливо, з метою підвищення конкурентоспроможності будівельних об'єктів, підвищувати їх енергетичну та ресурсну ефективність, застосовувати при будівництві екологічно чисті матеріали. До будівельних об'єктів сьогодні пред'являються вимоги, що виходять за межі просто будівництва [4, 5]. Житловий об'єкт має мінімізувати вплив на здоров'я людей та природу, а також відрізнятися низьким енергоспоживанням, скороченням витрат на його утримання та будівництво [6].

При будівництві будівель слід застосовувати такі принципи:

1) раціональність використання матеріалів та енергоресурсів як під час будівництва, так і при експлуатації будівлі;

2) екологічна чистота, мінімізація негативного впливу на здоров'я людини та природу;

3) комфортність проживання чи роботи у побудованому будинку.

Ці принципи повинні дотримуватися всіх етапах будівництва, експлуатації і навіть зносу будівлі.

Криза, що спостерігається в будівельній галузі, проте сильно не впливає на такий сегмент, як малоповерхове будівництво. Сьогодні на малоповерхові житлові об'єкти припадає близько половини всього житла, що зводиться галуззю. Таке будівництво має свої особливості, які його вигідно відрізняють від будівництва великих об'єктів, де спостерігається стагнація або навіть спад. Це і короткий цикл будівництва, і низька собівартість, і можливість легко адаптувати будівельний проект під особливі природні умови, і найбільш доступні в конкретній місцевості матеріали.

Дослідження щодо оцінки економічної ефективності ресурсозберігаючих будівельних матеріалів, конструкцій та технологій малоповерхового будівництва. Насамперед дослідження було проведено в галузі ресурсозбереження під час будівництва фундаментів будівель у малоповерховому будівництві [10].

Для оцінки економічної ефективності з погляду ресурсозбереження були вивчені технології будівництва фундаментів:

1) пальово-ростверковий за технологією індивідуального будівництва та екології (далі - TICE);

2) стрічковий;

3) пальовий;

4) плитний.

Вивчивши дані фундаменти з погляду русурсозбереження було визначено, що за технічними характеристиками і технологічними особливостями фундамент, побудований за TICE, найбільш ефективний, тому що витримує серйозні навантаження, що виникають у різних типах ґрунту (пучення, сейсмічні, динамічні впливи). Фундамент, побудований за TICE, ефективний і з погляду екології, оскільки мінімізує негативний вплив на здоров'я людини та природу, забезпечує надійність та комфортність експлуатації збудованої будівлі [10].

Технологія індивідуального будівництва та екології поширюється не лише на фундаменти, а й на стіни. Насамперед представимо основні аспекти ТИСЕ під час будівництва стін у малоповерховому будівництві [11].

При зведенні стін відповідно до ТІСЕ використовується металева переставна опалубка. На сьогоднішній день виробляється випуск будівельних опалубок трьох видів:

– ТІСЕ-1 дозволяє зводити стіни завтовшки 19 см (вагою 13 кг, 190 мм), як правило, використовується при будівництві перегородок, огорож і гаражів тощо;

– ТИСЕ-2 дозволяє зводити стіни завтовшки 25 см (вагою 14 кг), це універсальна опалубка для різних стін;

– ТІСЕ-3 дозволяє зводити стіни товщиною 38 см (вагою 18 кг), за допомогою її будують тришарові капітальні стіни під час зведення будинків та підвалів.

Довжина і висота у всіх блоків, що формуються, однакова - 51 і 15 см відповідно. За допомогою оснастки можна формувати порожні, суцільні та половинні блоки, тротуарну плитку.

У форму компактно укладені як сама будівельна опалубка, так і її оснащення (всі інструменти та пристрої, необхідні для зведення стін) (див. рис. 2.1, 2.2).

ТИСЕ дозволяє зводити тришарові стіни, які мають між собою гнучкі зв'язки. Для цього використовується опалубка ТИСЕ-3 з поворотом порожньоутворювачів. Це так звані «мостки холоду», які є у стандартних будівельних блоках (наприклад, шлакоблок). Ці порожнечі сприяють тому, що теплопровідність стінок знижується. Таким чином, така стіна-сендвіч, яка збудована за технологією ТІСЕ-3, суттєво підвищує теплоізолюючі властивості стін. Звичайно, це залежить і від засипного утеплювача, яким рекомендується заповнити порожнечі (ширина порожнеч 18 см).

Наприклад, якщо заповнити порожнечу в такій стіні керамзитом, теплоізоляційні характеристики отриманої стіни прирівнюються до теплоізоляційних характеристик 1,5-метрової цегляної кладки. Якщо використовувати піноізоляцію, то теплоізоляційні характеристики стіни, що вийшла, вже будуть відповідати цегляній кладці товщиною 3 м.

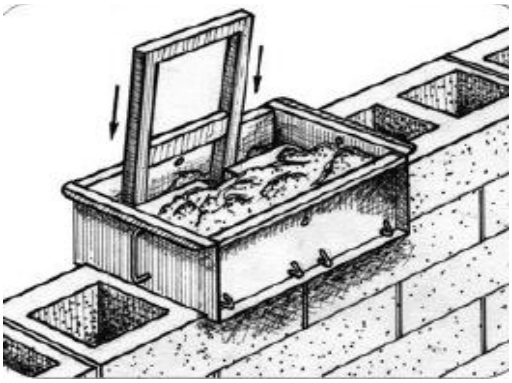


Рисунок 2.1 – Укладання розчину у форму ТИСЕ [11]

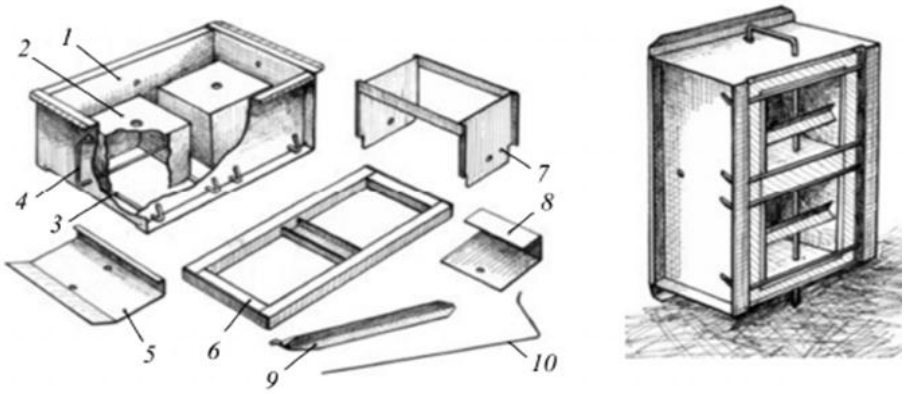



Рисунок 2.2 – Деталі модуля ТИСЕ [11]:
1 – форма; 2 – пустотоутворювач; 3 – поперечний штир;
4 – поздовжній штир; 5 – перегородка-скребок; 6 – вичавлена панель-трамбування; 7 – опалубка-компенсатор; 8 – скоба; 9 – куточок формувальний; 10 – стопор дротяний

Армування стіни, збудованої по ТИСЕ, може бути горизонтальним, коли армування виконується склопластиковою «дорожньою» сіткою, прокладання якої здійснюється через 4-5 рядів кладки, а може бути поперечним армуванням з гнучкими зв'язками діаметром 6 мм або з базальтових волокон, або із сталевих прутків. , які закладаються в кожен стіновий блок, коли відбувається його формування. З метою забезпечення міцності та стійкості збудованої тришарової стіни, поперечні арматурні елементи рекомендується встановлювати під кутом. Якщо в процесі будівництва напрями армування змінюються, це створює просторову ферму, яка допомагає стіні повноцінно сприймати та витримувати всі навантаження, що діють на побудовану таким чином стіну.

Важливим фактором, що знижує матеріаломісткість і трудомісткість будівельних робіт, є те, що при зведенні стін за технологією, що описується, стіни виходять рівні, що не вимагають нанесення товстого штукатурного шару.

Для формування стінових блоків (рис.2.3) суміш повинна мати достатню жорсткість, виготовлятися з цементу марки М400 та піску з додаванням невеликої кількості води (1:3:0,5). Пісок для розчину, як правило, використовується великий або середній, що не вимагає просіювання.

Для забезпечення високої якості блоків не можна використовувати дрібний та пилуватий пісок. Це неминуче призведе до того, що блоки після розпалубки не триматимуть форму. Під час експлуатації та обслуговування такої будівлі вони не зможуть повноцінно сприймати та витримувати всі необхідні навантаження.

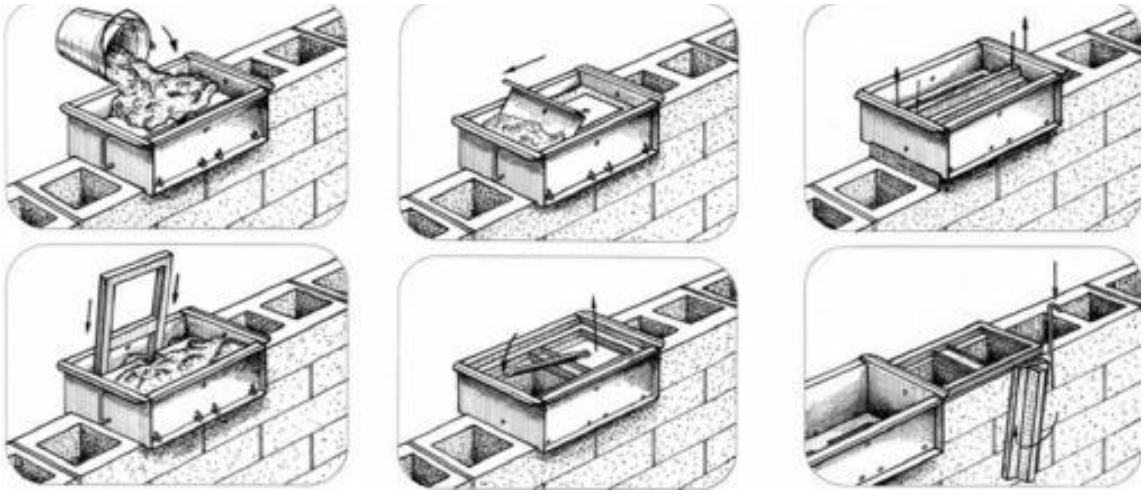


Рисунок 2.3 – Формування блоку [11]

Для формування блоку половина форми заповнюється розчином і потім втрамбується несильними ударами. Після цього додається бетонна суміш, що залишилася, і завершується ущільнення. Якщо суміш виготовлена за рекомендованою технологією, то наприкінці ущільнення має виступити «цементне молочко».

Зайва суміш видаляється скребком, яким зрізається надлишок під верхній шар порожньоутворювачів. Для того щоб виконати розпалубку, немає необхідності чекати на схоплювання суміші. Поздовжній та поперечні штирі виймаються в першу чергу. На відформований блок укладається вичавна панель і важелем (у вигляді трамбування зі штиром) піднімаються і витягуються пустотоутворювачі, потім форма з блоку знімається, одночасно відбувається притискання до блоку панелі вичавки. Таким чином, процес формування блоку виконується за 4-6 хв.

Після того, як розпалубка зроблена, у стіні залишаються отвори від фіксуючих штирів, діаметр яких становить 10 мм (див.рис. 2.4).

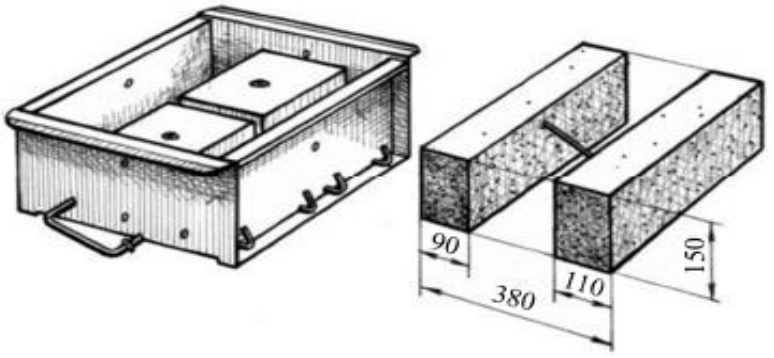



Рисунок 2.4 – Опалубка та блок TICE-3 [11]

Як теплоізоляція не рекомендується використовувати пористі заповнювачі, такі як шлак, керамзит, піноскло, це пов'язано з тим, що вони значно знижують морозостійкість матеріалу та рівень теплоізоляції. Це суперечить вимогам екологічності у будівництві, оскільки знижує енергетичну та ресурсну ефективність будівельних об'єктів, а також при експлуатації можуть збільшитись енергоспоживання та витрати на утримання об'єкта.

Можна відзначити, що у зв'язку з тим, що розпалубка блоків виконується до того, як почав схоплюватися розчин, немає необхідності використовувати мастило, яке зазвичай використовують при розпалубці бетонних виробів (див. рис. 2.5, 2.6).

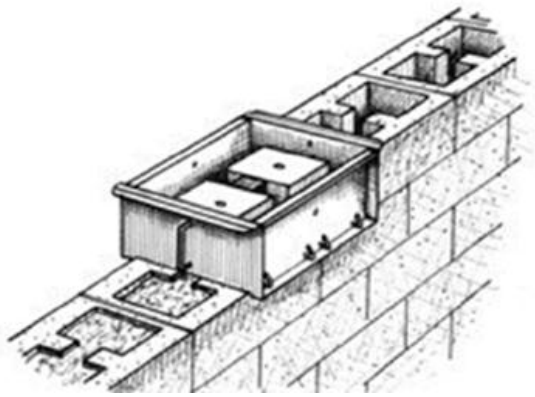


Рисунок 2.5 – Формування зі зменшеним перерізом містків холоду, виконується з дерев'яною міжпустотною вставкою, що видобувається при розпалубці [11]

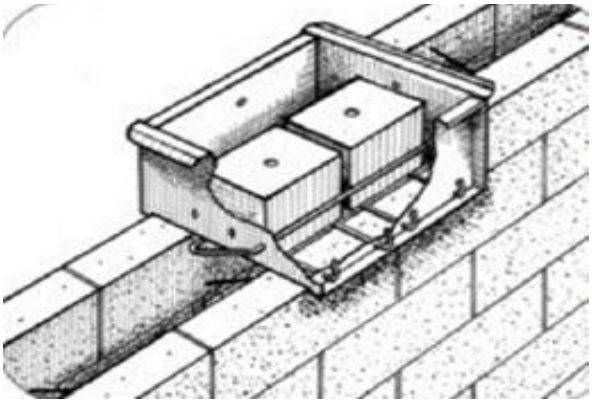


Рисунок 2.6 – Формування блоків без містків холоду, виконується з TICE-3 з поворотом пустотоутворювачів [11]

Стінові блоки, вироблені за представленою технологією, пройшли випробування міцності, морозостійкості та теплопровідності. Стінові блоки, відформовані з опалубкою TICE-2, виконані з цементу марки М 400, змогли витримати близько 100 т на стиск, а показники морозостійкості у кілька разів вищі, ніж у керамзитобетонних блоків.

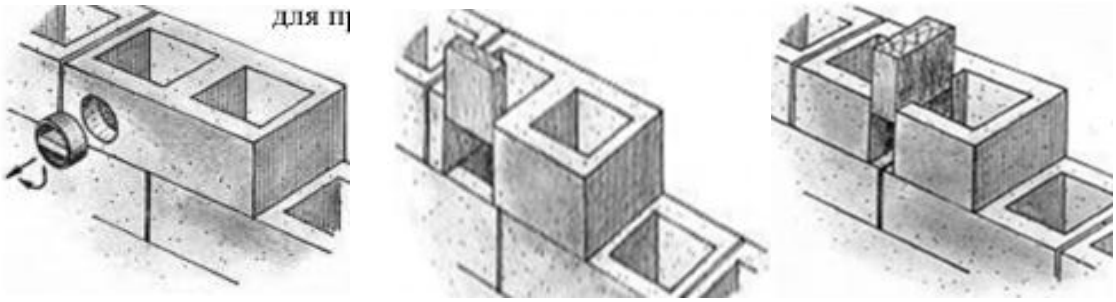
На підставі отриманих результатів можна говорити про досить великий запас міцності, а також морозостійкість блоків, що дозволяє рекомендувати описану технологію для зведення стін при малоповерховому, а особливо індивідуальному будівництві без обмежень.

Перед тим, як почати формувати новий стіновий блок, поруч із щойно відформованим блоком у стіну встановлюється форма. Таким чином, стінові блоки формуються шарами. На день можна звести один шар блоків. Якщо погода тепла, то до формування наступного ряду блоків можна приступати через 4 год.

У форму можна встановлювати вкладки. Робиться це для створення в стіні отвору та отвору під монтаж проводки, інженерних комунікацій, пазів під розміщення балок перекриття, вікон систем вентиляції тощо. (див. рис. 2.7).

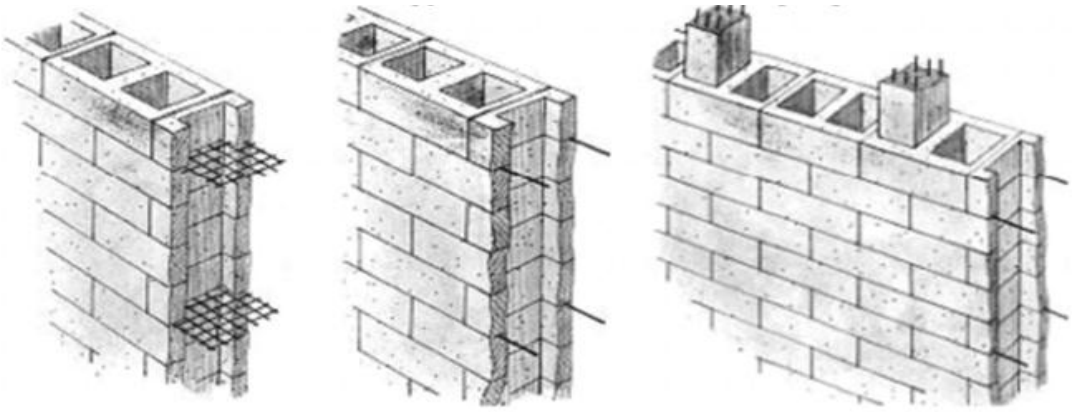
Як уже говорилося раніше, TICE передбачає армування стіни, горизонтальне армування може виконуватися також прокладанням зварної

сітки або прутків арматури діаметром 5-6 мм. При вертикальному армуванні, крім рекомендованих раніше, можна використовувати дорожню неметалеву сітку. Коли заповнюються вертикальні колодязі стін арматурою та бетоном, створюються силові вертикальні стійки, такі стійки добре витримують вертикальні та бічні навантаження. Таке вертикальне армування рекомендується застосовувати під опорами перемичок широких віконних та дверних отворів (див. рис. 2.8, 2.9).



а) б) в)

Рисунок 2.7 – а)отвір для проводки; б)отвір для вентиляції; в)отвір для балки. [11]



а) б) в)

Рисунок 2.8 – а) армування сіткою; б)армування прутками; в)вертикальне армування.[11]

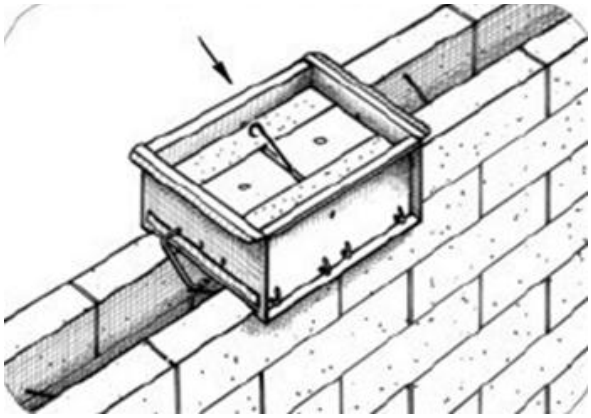


Рисунок 2.9 – Горизонтальне армування блоку ТІСЕ-3 [11]

При зведенні стін підвалів або стін будинків, що будуються в районах з високою сейсмічною активністю, рекомендується використовувати опалубку ТИСЕ-3 та проводити вертикальне армування кожної четвертої криниці стіни.

У тому випадку, якщо на шар блоків планується укладання бетонних перекриттів, ці блоки необхідно формувати на арматурну сітку. Таке технічне рішення дозволить укласти в порожнечі вироблених блоків керамзитобетон, який у свою чергу стане зручним майданчиком під монтаж плит (див. рис. 2.10).

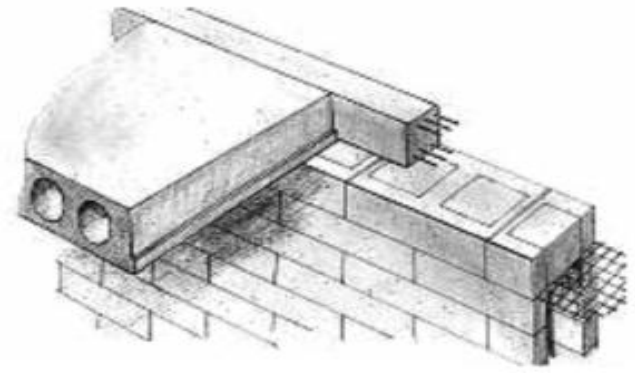


Рисунок 2.10 –Укладання перекриттів [11]

Існують різні підходи до утеплення стін, зведених за описаною технологією. Оскільки TICE спрямована не лише на вирішення екологічних проблем у будівництві, а й на підвищення економічної ефективності будівельного об'єкта, то рівень порожнечі таких стін становить 45%. Це необхідно для того, щоб конструктивно створити достатню для теплоізоляції товщину стіни за мінімізації матеріальних витрат.

Подивимося, наскільки відрізняється теплоізоляція стіни за описаною технологією під час заповнення та незаповнення теплоізоляційними матеріалами.

У зв'язку з тим, що конвективний теплообмін у порожнинах погіршує теплоізоляцію, навіть якщо порожнечі в блоках не заповнювати утеплюючими матеріалами, теплоізоляція стіни, зведеної за описаною технологією, відповідає цегляній стіні тієї ж товщини. У разі заповнення порожнин керамзитом теплоізоляція збільшується в 1,5 рази. Якщо використовувати для заповнення пінопластову крихту або мінеральну вату, то теплоізоляція збільшується в 2 рази. Це максимальний рівень ізоляції, оскільки «мостки холоду» у стінових блоках знаходяться навколо теплоізоляції та знижують її ефективність. Таким чином, за умови використання високоефективтивної ізоляції така стіна, товщина якої становить 38 см, абсолютно відповідає за теплоізоляційними показниками цегляної кладки, товщина якої становить 75 см.

Яким би чином не зводилися стіни за цією технологією і які б варіанти утеплення не застосовувалися, стіни, як говорилося вище, вишиковуються дуже рівні і зсередини їх можна обробити найрізноманітнішими матеріалами. У стінових блоках є технологічні отвори, до яких легко кріпляться горизонтальні або вертикальні рейки під вагонку як з вертикальною, так і горизонтальною орієнтацією. Суха штукатурка може бути закріплена як на дерев'яному каркасі, так і безпосередньо на самій стіні шурупами або на мастиці. На зведену стіну можна укласти склошпалери або рідкі шпалери, які мають деяку рельєфність.

При створенні проекту будівлі, що зводиться за описаною технологією, рекомендується врахувати, що найменші витрати будуть при будівництві двоповерхового будинку з невисоким двосхилим дахом, а менш вигідним є одноповерховий будинок з ламаним дахом.

Оцінимо описану технологію з погляду екологічності.

Оскільки TICE розшифровується як «технологія індивідуального будівництва та екології», екологічна складова цієї технології займає важливе місце. Принципів екологічного будівництва налічується багато, але найголовніші з них – це енергоефективність, раціональне використання будівельних матеріалів, ресурсів та енергії; екологічна чистота, мінімальний негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище; комфорт, забезпечення максимального рівня зручності для людини, яка проживає чи працює у подібній будівлі. Найбільш яскраве відображення цих принципів ТИСЕ знаходить ефективну теплоізоляцію стін. Найбільш наочний приклад – TICE-3. Використання засипних утеплювачів дозволяє підвищити пожежну безпеку будівлі або споруди. Технологія передбачає мінімальний арматурний каркас у стінах, що дозволяє знизити загальний рівень електромагнітного поля.

В рамках оцінки економічної ефективності TICE порівняємо вартість одного блоку стіни, зведеної по TICE-3, та частини цегляної стіни, що дорівнює розмірам одного блоку TICE-3.

Уточнимо розміри: розмір одного блоку TICE-3 дорівнює 380×510×150 (мм). Це говорить про те, що розміри одного блоку приблизно відповідають двом цеглам у довжину, півтори цегли в ширину і також двом цеглам у висоту.

Оскільки довжина фасаду розрахункового будинку 9 м, то в одному ряду буде приблизно 82,5 блоки. У середньому один ряд блоків йде 9 мішків цементу. Вартість одного мішка 420 грн. Витрати на цемент на 1 блок становитимуть 46 грн

Для будівництва використовується непросіяний кар'єрний пісок середньої крупності. Вартість 1 м$^3$ такого піску варіюється від 1000 до 1500 грн Візьмемо середню величину – 1300 грн Об'єм одного блоку (за вирахуванням порожнин) становить 0,01611 м$^3$. Таким чином, з 1 м$^3$ піску буде вироблено 62 блоки, а отже, на 1 блок витрати на пісок становитимуть 22 грн

У порожнечі блоку раціонально засипати утеплювач з піноскляної крихти, так як вона має дуже високі теплотехнічні властивості. Вартість 1 м$^3$ становить середньому 10000 грн . Порожнеча одного блоку становить 0,02907 – 0,01611 = 0,01296 м$^3$. Для виробництва 77 блоків вистачить 1 м$^3$ піноскляної крихти. Витрати на 1 блок становитимуть 130 грн

Для одного блоку достатньо взяти пруток арматури завдовжки 360 мм. Використовуємо сталеву арматуру 35ГС діаметром 5,5 мм та вартістю в середньому 35 грн/кг. Оскільки співвідношення 1 кг на 1 м такої арматури становить 0,187, то вага дроту довжиною 0,36 м становитиме 0,067 кг. І його вартість складе приблизно 3 грн

Разом вартість всіх матеріалів, що витрачаються на 1 блок, становить 46 +22 +130 +3 = 201,0 грн. З урахуванням витрат за оплату праці ця сума зросте до 200-300 грн.

Для порівняння візьмемо цеглу керамічний одинарний рядовий пустотілий М-125 розміром 250 × 120×65 (мм). Вартість однієї такої цегли становить у середньому 15,2 грн. У частині стіни, яка еквівалентна розміру одного блоку ТИСЕ-3, буде 12 цегли. У разі вартість частини стіни даних розмірів становитиме 16×12 = 182,4 грн. І це без урахування витрат на оплату праці під час кладки стін.

Вартість відрізняється майже вдвічі. А значить, стіни, збудовані за ТІСЕ-3, не тільки вирішують екологічні проблеми малоповерхового будівництва, а й економічно вигідні в умовах фінансової кризи, що спостерігається в галузі.

## 2.2 Аналіз технологій ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів

Технології ресурсозбереження в будівництві – це сукупність методів, інструментів і технологічних рішень, які дозволяють мінімізувати витрати енергоресурсів, матеріалів та робочої сили при збереженні або покращенні якості та безпеки будівельних об'єктів. Впровадження таких технологій дозволяє знизити витрати, підвищити економічну ефективність проектів і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Енергозбереження під час будівництва є важливим аспектом сучасної будівельної індустрії. Впровадження енергоефективних технологій дозволяє не тільки знижувати витрати на енергетичні ресурси, але й зменшувати екологічний вплив будівельних процесів, а також створювати комфортні умови для подальшої експлуатації будівель. Вибір і застосування відповідних технологій на різних етапах будівництва можуть суттєво скоротити витрати енергії і часу.

– Використання енергоефективного обладнання та машин

Одним із основних напрямків енергозбереження в будівництві є модернізація та оптимізація використовуваного обладнання:

– Електричні будівельні машини та інструменти

Заміна традиційних дизельних і бензинових машин на електричні або гібридні аналоги дозволяє знизити витрати на паливо та зменшити рівень викидів $CO_2$. Електричні версії техніки (крани, підйомники, транспортери) мають меншу енергоємність, за рахунок чого зменшується потреба в енергетичних ресурсах для роботи будівельного майданчика.

– Інтелектуальні системи керування обладнанням

Системи, що автоматично оптимізують роботу будівельних машин залежно від потреб, допомагають мінімізувати споживання енергії. Такі

технології дозволяють, наприклад, відключати непотрібне обладнання в певний час або регулювати потужність в залежності від навантаження.

– Енергозберігаючі генератори та джерела живлення

Використання дизель-електричних генераторів нового покоління з низьким споживанням палива або сонячних панелей для живлення будівельного обладнання значно зменшує витрати енергії і знижує екологічний вплив.

– Використання відновлюваних джерел енергії

Відновлювані джерела енергії (сонце, вітер, геотермальна енергія) набувають популярності у будівництві завдяки своїй низькій вартості експлуатації і позитивному впливу на навколишнє середовище.

– Сонячні панелі

Сонячні панелі можуть бути використані для забезпечення енергетичних потреб на будівельному майданчику. Вони забезпечують енергію для освітлення, роботи електричних інструментів і навіть для обігріву тимчасових будівель. Використання таких панелей дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії.

– Вітрові турбіни

Вітрові турбіни можуть бути встановлені на будівельних майданчиках, де є достатньо вітрів. Вони генерують електричну енергію, що також може використовуватись для живлення будівельних інструментів, освітлення або побутових потреб.

– Геотермальні системи обігріву та охолодження

Геотермальні системи дозволяють використовувати тепло, яке знаходиться під землею, для обігріву будівель в холодну пору року і для охолодження влітку. Встановлення таких систем у будівлях значно зменшує потребу в електричній енергії для обігріву та кондиціювання.

– Технології енергоефективного освітлення

Освітлення є одним з основних споживачів електричної енергії на будівельному майданчику та в майбутніх будівлях. Використання сучасних освітлювальних технологій дозволяє значно знизити споживання енергії:

– LED-освітлення

Заміна традиційних ламп на світлодіодні (LED) зменшує споживання енергії на 80–90%. Крім того, LED-лампи мають тривалий термін служби, що знижує витрати на їх заміну.

– Автоматизація освітлення

Встановлення датчиків руху та систем автоматичного регулювання освітлення дозволяє заощаджувати енергію, вмикаючи світло лише в разі потреби. Це особливо ефективно для великих будівельних майданчиків і складів.

– Технології утеплення та захисту від втрат тепла

Одним з важливих аспектів енергозбереження є утеплення будівель і запобігання тепловим втратам. Застосування енергоефективних матеріалів на етапі будівництва допомагає не лише скоротити витрати енергії під час експлуатації будівлі, але й забезпечити більш комфортні умови для робітників на майданчику.

– Теплоізоляція будівель

Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів, таких як пінополістирол, мінеральна вата, спінений полістирол, дозволяє знижувати теплові втрати в будівлі. Це дозволяє заощаджувати енергію на обігрів чи кондиціювання приміщень.

– Теплоізоляція для тимчасових будівель та складів

Для тимчасових споруд на будівельних майданчиках (склади, офіси, намети) також використовуються енергоефективні матеріали для утеплення. Це дозволяє зберігати тепло в зимовий період і знижувати потребу в обігріві.

– Інноваційні системи утеплення

Застосування інноваційних методів, таких як інфрачервоні нагрівальні панелі, що працюють від сонячної енергії, або спеціалізовані теплоізоляційні плівки, може значно зменшити споживання енергії для обігріву на етапі будівництва.

– Використання "розумних" систем для енергозбереження

"Розумні" будівлі, які оснащені технологіями автоматизації та управління енергією, значно знижують споживання енергоресурсів на всіх етапах – від будівництва до експлуатації.



Рисунок 2.11 – –Використання "розумних" систем для енергозбереження

– Інтелектуальні системи управління енергією

Інтелектуальні системи можуть автоматично коригувати споживання енергії на основі даних про температуру, освітленість, вологість та інші параметри. Наприклад, ці системи можуть вмикати обігрів або кондиціювання лише тоді, коли це необхідно, знижуючи таким чином витрати на енергоспоживання.

– Системи моніторингу споживання енергії

Використання датчиків та систем моніторингу для контролю за витратами енергії дає змогу точно визначати, які частини будівлі споживають найбільше енергії і де можна зробити енергозберігаючі зміни.

# 3 РОЗРОБИТИ ЗАХОДИ ЩОДО РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

## 3.1 Особливості ресурсозбереження у будівництві цивільних об'єктів

Будівельна галузь та житлово-комунальне господарство в Україні є найбільшими споживачами матеріальних та енергетичних ресурсів. Це випливає з їх функціональних статусів, що займаються в економіці країни, - створення та експлуатація більшості матеріальних основних фондів країни. Тому на їхню частку припадає більша частина технічного потенціалу підвищення енергоефективності - 134 млн т.у.т., або третина всього показника по країні, в технічний потенціал економії енергії у житлових будинках – 76 млн. т.у.т., або 55% всього енергоспоживання житлового сектора [7]. А за матеріаломісткістю з будівельною галуззю не може зрівнятися жодна інша галузь.

Можливості економії ресурсів у цих галузях відрізняються великою різноманітністю та мають свої функціональні особливості. При цьому ресурсозбереження поряд з вирішенням завдань економічного характеру робить великий внесок у покращення екологічної обстановки, адже видобуток природних ресурсів, процеси їх переробки та перетворення на різні види енергії та матеріали будівельного призначення часто завдають шкоди навколишньому середовищу. Також слід відзначити роль сучасних будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і технологій у створенні нового, більш привабливого, довкілля та підвищення якості життя населення.

Таким чином, ресурсозбереження робить великий внесок у енергетичну, екологічну безпеку та підвищення якості життя населення – складові елементи національної безпеки України. Тому вивчення

особливостей ресурсозбереження у будівництві становить великий інтерес і зможе виявити наявні в цих системах закономірності та проблеми.

Це питання, поряд з практичним значенням, має також методологічний аспект, адже він дозволить систематизувати підходи до процесів ресурсозбереження в названих галузях, встановити межі їх ресурсомісткості та ресурсоекономічності (у термінологіях «Ресурозбереження. Загальні положення»), а також упорядкувати склад і структуру самих галузей. Такий підхід є актуальним тим, що навчальна література та наукова періодика часто вільно трактують зміст понять будівництво, ідентифікуючи їх з поняттями будівельний комплекс та міське господарство відповідно. Також часто фактори ресурсозбереження, що стосуються будівництва, позиціонуються помилково і ставляться до невластивих галузей.

Об'єктом уваги є будівництво, причому саме будівельне виробництво, відмінне від будівельного комплексу, який включає до свого складу крім будівельного виробництва промисловість будівельних матеріалів та будівельних конструкцій, а також проектно-вишукувальні організації. Інший об'єкт вивчення розглядається як складова частина (галузь) міського господарства.

Слід зазначити, що літератури, присвяченої комплексним дослідженням ресурсозбереження в обох галузях, практично немає, а існуюча література [7, 10, 12, 13, 17, 21] в основному присвячена питанням енергозбереження в системі будівництва та розглядає експлуатаційні фактори енергозбереження та питання енергоефективності технологічного (генеруючого) обладнання. Недостатньо уваги приділяється дослідженням взаємозв'язків енергетичної та матеріальної складових ресурсозбереження. Переважає підхід до ресурсозбереження у будівництві без урахування конкретних умов його прояву, а саме, життєвого циклу споруджуваних об'єктів (будівництво будівель, споруд або їх експлуатація), поділу цих умов на фактори прямого та непрямого впливу, що часто призводить до стирання

відмінностей між цими галузями [ 19]. Факторами прямого впливу, що закладаються і реалізуються в межах однієї галузі, а факторами непрямого впливу - один галуззю, що закладається, і реалізується іншою галуззю в різні етапи життєвого циклу об'єкта.

У зв'язку з неринковими відносинами у будівництві (як і у всій економіці) в Україні питання енергозбереження гостро не стояло, хоча й постійно декларувалося. Тому перші системні роботи у цьому напрямі можна віднести лише до кінця XX ст. [3, 5].

У цих роботах було сформульовано такі чинники ресурсозбереження у будівництві:

– реалізації проектів планування та комплексної забудови територій, що забезпечують мінімум витрат на будівництво та експлуатацію;

– реалізації проектів об'єктів, що зводяться, що забезпечують мінімум витрат на будівництво та експлуатацію;

– застосування нових ресурсозберігаючих будівельних матеріалів, виробів;

– застосування нових ресурсозберігаючих будівельних конструкцій та технологій будівництва.

До факторів ресурсозбереження слід зарахувати також:

– застосування сучасної ефективної будівельної техніки;

– раціональну організацію будівельних робіт та скорочення термінів будівництва.

Якщо розглядати перелік факторів ресурсозбереження ширший у масштабах всього будівельного комплексу, слід доповнити його розробкою проектно-кошторисної документації, ефективних будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і технологій їх виробництва. Однак це завдання цієї статті не входить.

Економія від чинників ресурсозбереження розподіляється так:

– містобудівні та архітектурно-планувальні рішення – 25%;

– конструктивні та інженерні системи – 55%;

– різні виробничі та експлуатаційні технології – 20% [5].

Для визначення факторів ресурсозбереження та складу конкретних заходів, що входять до них, доцільно коротко розглянути його багатоступінчасту структуру, пов'язану з матеріальними та енергетичними потоками (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Структура будівництва та систем ресурсопостачання та ресурсозбереження

<table>
<tr><td colspan="4">БУДІВНИЦТВО</td></tr>
<tr><td colspan="4">РЕСУРСОПОСТАЧАННЯ</td></tr>
<tr><td colspan="3">ЄНЕРГОПОСТАЧАННЯ</td><td rowspan="2">водопостачання та водовідведення.</td></tr>
<tr><td>електропостачання</td><td>теплопостачання та гаряче водопостачання</td><td>газопостачання</td></tr>
<tr><td colspan="4">РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ</td></tr>
<tr><td colspan="2">енергозбереження</td><td colspan="2">матеріалозбереження</td></tr>
</table>

Будівництво включає дві самостійні підгалузі - житлове господарство і комунальне хозяйство [14, 18]. Основними елементами комунального господарства є комунальні підприємства інженерного забезпечення (ресурсозабезпечення) міста. Це підприємства водопостачання та водовідведення, комунальної енергетики (тепло- та електропостачання), газопостачання. Перед даних підгалузей припадає переважна більшість споживаних і ресурсів.

До основних видів їх послуг належать:

– електропостачання;

– теплопостачання та гаряче водопостачання (ГВ);

– газопостачання;

– водопостачання та водовідведення (В та В).

Зазначені види послуг також називають ресурсопостачанням, виділяючи енергетичну складаючу - енергопостачання (електро-, тепло-,

газопостачання та постачання гарячої води), яку часто називають комунальною енергетикою. Знання особливостей виробництва та споживання даних видів енергії та енергоресурсів, а також енергетичної логістики становить основу енергозбереження у комунальній енергетиці. Наведена структура будівництва та перелік елементів ресурсопостачання дозволяють простежити послідовний ланцюг технологічних процесів «ресур-сопостачання – ресурсозбереження» та виділити при цьому основні фактори ресурсозбереження в галузі [14], маючи на меті економію:

– електроенергії;
– тепла;
– газу;
– водоспоживання (гарячої та холодної води).

Заходи, спрямовані на їх реалізацію, поділяються на технічні, економічні та організаційні (див. рис. 3.1)[19].

Серед технічних заходів виділяються:

1) зменшення втрат тепла в житлових та громадських будинках шляхом додаткового утеплення їх огороджувальних конструкцій;

2) зниження втрат при транспортуванні теплоносія за рахунок застосування під час прокладання теплотрас сучасних матеріалів та технологій;

3) модернізація генеруючих потужностей та впровадження нових енергетичних технологій;

4) модернізація обладнання насосних станцій та зниження втрат у водопровідних мережах;

5) застосування (установка) приладів обліку тепла, гарячої та холодної води та газу, а також регуляторів витрати тепла на окремих опалювальних приладах;

6) застосування енергозберігаючих та світлодіодних ламп.




Рисунок 3.1 – Основні фактори ресурсозбереження в галузі

Говорячи про модернізацію генеруючих потужностей та впровадження нових енергетичних технологій, поряд з енергозбереженням у комунальній енергетиці необхідно виділити також її енергоефективність, можливо, навіть більшою мірою. Також слід врахувати, що встановлення приладів обліку та регуляторів витрати тепла може проводитись як при новому будівництві, так і на об'єктах, що експлуатуються.

Як економічні та організаційно-управлінські заходи можна назвати:

– вдосконалення антимонопольної та тарифної політики;

– вдосконалення організаційних форм управління;

– застосування нових форм енергетичного менеджменту;

– формування інфраструктури інвестиційних проектів у комунальній енергетиці;

– правову підтримку заходів щодо ресурсозбереження.

Аналіз факторів ресурсозбереження в будівництві, його матеріальної та енергетичної складових з урахуванням меж дії та функціональних особливостей цих галузей дозволяє встановити взаємозв'язок як самих галузей у підходах до ресурсозбереження, так і складових ресурсозбереження. з урахуванням життєвого циклу зведених та експлуатованих об'єктів [2, 9, 11, 19].

Повертаючись до факторів ресурсозбереження в будівництві, необхідно відзначити, що спроба розділити їх на матеріальні та енергетичні показує, що вони, в основному, мають матеріо-зберігаючий характер і пов'язані зі зменшенням матеріаломісткості об'єктів, що зводяться, включаючи зменшення водоспоживання, за рахунок економії електроенергії. тепла та палива безпосередньо в процесі будівельного виробництва. необгрунтовано відносять [20] цільове матеріалозбереження. -жіння та енергозбереження тісно пов'язані один з одним, причому часто матеріалозбереження, забезпечуючи пряму економію матеріальних ресурсів, побічно підпорядковане цілям енергозбереження.

На відміну від будівництва ресурсозбереження носить, в основному, енергозберігаючий характер (економія електроенергії, тепла та гарячої води, газу). ступеня впливати на обидві складові ресурсозбереження.

Будівництво тісно взаємопов'язані і в процесі ресурсозбереження практично вирішують не тільки одні й ті самі питання, а й концентрують вирішення цих питань на одних і тих же об'єктах, які будуються в процесі будівельного виробництва та експлуатуються різними структурами. Особливо це стосується енергозбереження за рахунок реалізації закладеного у процесі будівництва потенціалу. Тому розглядаючи фактор «відкладеного» енергозбереження, що закладається при зведенні об'єктів, необхідно розуміти, що реальна віддача від нього припадає на частку зведення, що експлуатує ці енергоємні об'єкти, тобто наступну стадію їх життєвого циклу.

Як випливає з вищевикладеного, будівництво до вирішення проблеми ресурсозбереження підходять практично однаково - через реалізацію двох його складових.

Однак при цьому будівництво мають різні пріоритети і шляхи вирішення проблем, що стоять перед ними. Вони, в основному, полягають у різній послідовності підходу до вирішення проблем.

Ресурси - ідеологію існування та функціонування цих галузей. фонду, об'єктів соціальної сфери та інженерного забезпечення міста. взаємовідносин

будівельної галузі, яка полягає у визначенні цими галузями пріоритетів щодо складових ресурсозбереження – енергозбереження та матеріалозбереження.

Будівельна галузь, реалізуючи проектну документацію, зводить об'єкти, які повинні відповідати сучасним вимогам до енергозбереження та матеріалозбереження при дотриманні інших експлуатаційних вимог та вимог до життєзабезпечення. технологій та матеріалів, тобто первинним у даному ланцюжку є матеріалозбереження, а енергозбереження - вторинним. застосування сучасних енергоефективних будівельних технологій, машин та обладнання.

Підрозділи будівництв, органи муніципального управління та інші власники, виступаючи як забудовники і замовники, безпосередньо будівництвом об'єктів на території міста не займаються. та за рахунок додаткових енергозберігаючих заходів.



Рисунок 3.2 – Ресурсозбереження за етапами життєвого циклу будівель: 1-й етап – проектування; 2-й етап – будівництво; 3-й етап – експлуатація.

Житлові будинки та громадські будівлі на різних етапах їх життєвого циклу являють собою проектований, незавершений або завершений об'єкт будівництва (проектування та будівництво) та місце існування (експлуатація), що характеризується комплексом споживчих характеристик (див. рис. 3.2). І, як було показано, кожен етап життєвого циклу має свої особливості ресурсозбереження, які полягають як у співвідношенні його

складових, так і у функціональній приналежності до галузей, що їх реалізують.

Якщо розглядати об'єкти за етапами їх життєвого циклу, то на саме будівельне виробництво, виробництво та транспорт будівельних матеріалів, виробів та конструкцій припадає відповідно 2 та 8% енергії, що споживається за життєвий цикл будівлі. Так як третій етап життєвого циклу будівлі, експлуатація, є найбільш тривалим, сумарні витрати енергії на енергопостачання будівель у процесі їх експлуатації набагато перевищують одноразові енергетичні витрати на їх будівництво і становлять до 90% всієї енергії, що витрачається за життєвий цикл будівлі [10]. Витрати матеріальних ресурсів на етапах життєвого циклу будівлі показують практично протилежну якісну ситуацію.

В цілому енергетичні витрати у складі собівартості створюваної будівельної продукції займають відносно малу частину, на питомі витрати паливних ресурсів припадає 8%, енергії – 2,8% від загальної суми витрат будівельного виробництва. У промисловості будівельних матеріалів ці витрати становлять відповідно 13,6 та 11,6% [8, 10].

На закінчення, аналізуючи результати дослідження, слід зазначити, що особливості підходу будівельної галузі до ресурсозбереження полягають у їх пріоритетах серед енергетичних та матеріальних факторів ресурсозбереження, а також функціональної приналежності до різних етапів життєвого циклу об'єктів, що зводяться та експлуатуються.

# 4 РОЗРОБИТИ ЗАХОДИ ЩОДО РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

## 4.1 Особливості ресурсозбереження у будівництві цивільних об'єктів

На даний момент проблема ресурсозбереження у житловій сфері є однією з найважливіших світових проблем. В Україні ця тема так само, як і для всього світу, є актуальною, але вона менш вивчена порівняно з ресурсозбереженням у країнах США, Заходу та Європи.

Аналіз закордонного досвіду управління ресурсозбереженням є базовим знанням для проектування та вивчення нових технологій зі збереження ресурсів в Україні, виходячи з багаторічного досвіду роботи з ресурсозбереженням в інших країнах, цю проблему сучасності вчені можуть частково вирішити і для України.

Нині основні проблеми ресурсозбереження в Україні пов'язані саме з інженерними комунікаціями, які поступово зношуються та витрачають більше ресурсів, ніж мають витрачати. Зарубіжні країни вирішують ці проблеми модернізацією теплових, каналізаційних, електричних, вентиляційних систем. Великою відмінністю політики ресурсозбереження в Росії та закордоном є зацікавленість держави у технологіях заощадження ресурсів. У США, Японії та країнах Європи держава зменшує або зовсім звільняє підприємства, які зацікавлені у ресурсозбереженні від податків. Орендарі та мешканці будинків також отримують заохочення від держави у вигляді зниження кредитних ставок. На Заході дуже цінується ефективне та раціональне витрачання ресурсів, у тому числі й комунальних.

Населені пункти в США досягли значних успіхів у сфері ресурсозбереження: за останні 20-25 років завдяки технологіям заощадження

ресурсів та енергозберігаючих заходів споживання ресурсів знизилося на чверть. Даний ефект вийшов за рахунок багаторічної роботи уряду у проведенні численних досліджень в галузі ресурсозбереження, розробки структури політики збереження ресурсів, різних законодавчих актів, а також використання цих актів для впровадження та використання інноваційних технологій. Стимулювання ресурсозбереження США підтримується лише на рівні держави.

Існує 5 способів стимулювання:

1. Вплив на ситуацію у державних установах. У США працює комітет із використання енерго-, теплоресурсів, розробляються норми та стандарти.

2. Політика тарифів. У США організовано багатофункціональну тарифну систему для різних категорій споживачів. Якщо щомісячне споживання ЖКГ послуг досягає певного мінімального рівня, держава регламентує найменший тариф для населення. Тариф підвищується за умови, якщо ресурси витрачатиму понад норму.

3. Політика купівлі товарів та послуг у приватних підприємств. Хоч і держава не може змусити ввести заходи щодо ресурсозбереження для приватних підприємств, вона може керувати цим процесом завдяки посиленню або скасування укладання договорів із приватними підприємствами, які не відповідають нормам енергозбереження.

4. Політика податків: податкове відстрочення, пільги.

5. Гранти держави для додаткового фінансування, наприклад, у оновлене обладнання. Що більше підприємство, то більше ресурсів можна заощадити.

Невід'ємним елементом політики заощадження ресурсів є взаємини ресурсопостачальних підприємств і споживачів. У реалізований практично принцип: ресурсопостачальна компанія зобов'язана за законом задовольняти будь-який попит ресурс у зоні своєї відповідальності. Тому коли виникає перспектива підвищення попиту на ресурс, компанія підраховує, що їй вигідніше - збільшити потужності або зберегти існуюче ресурсоспоживання

шляхом проведення ресурсозберігаючих заходів. Як правило, сплатити подібні заходи дешевше, ніж створювати нові потужності, що потребують значних капітальних вкладень [2]. У США існують і активно розвиваються нові форми ведення бізнесу: компанії пропонують свої послуги з проведення за власний рахунок заходів щодо збереження ресурсів, а повернення вкладених коштів та прибуток отримують за рахунок ресурсів, які змогли заощадити.

У Німеччині для вирішення проблем ресурсозбереження, держава може видати кредит зі зниженою ставкою або безвідсотковий кредит. Загалом методика вирішення проблем ресурсозбереження в Німеччині схожа зі США, використовуються ті ж самі інвестиції та кредити, а витрати окупаються за короткі терміни. Історія використання ресурсозбереження у Німеччині бере свої витоки 1993 р. у м. Лейпцигу. Адміністрація міста у 1993-1995 роках. надавала мешканцям будинків, а також житловим компаніям гранти щодо здійснення діагностики будівель та економії енергії. Для більш активного впровадження програм збереження енергії надавалися податкові пільги. В даний час у Східній Німеччині активна програма з ремонту житлових приміщень, на підставі якої здійснюється кредитування робіт з покращення та ремонту житла.

У результаті всі проведені заходи щодо ресурсозбереження стали окупатися протягом 2-3 років. У тих випадках, коли проект не міг окупитися за 10 років, основні витрати оплачувала держава. За 15 років Східна Німеччина завдяки ресурсозбереженню модернізувала більшу частину свого житлового фонду.

Для Швеції вартість комунальних послуг є значним ударом у сімейний бюджет. Виходячи з дорогих комунальних послуг, у Швеції використовуються ресурсозберігаючі технології, завдяки яким можна заощадити. Застосування лампочок із сенсорами у сходових клітках під'їздів – одна з таких технологій. Такі лампочки економлять електроенергію за рахунок запалювання лише на 1 хвилину, також заплановано автоматичне

вимкнення. Усі комунальні послуги відстежуються встановленими лічильниками обліку.

У Швеції також розвинена програма з ресурсозбереження та енергозбереження. Завдяки енергоресурсозберігаючій програмі, підприємства, які раціонально використовують енергію під час виробництва, звільняються від сплати податків з енергії на 5 років. При застосуванні по всій країні цей метод значно економить споживання енергії.

У Японії приводом для вжиття заходів щодо ресурсозбереження стала перша нафтова криза. Уряд відредагував закон про енергозбереження. З нової редакції випливало, що Міністерство міжнародної торгівлі та промисловості Японії має встановлювати та оновлювати політику управління ресурсозбереженням та енергозбереженням для стимулювання раціонального споживання ресурсів у основних користувачів.

До обов'язків міністерства входять такі обов'язки:

1. Встановлення необхідних норм та стандартів, які забезпечуватимуть ефективне використання енергії.

2. Розробка вказівок щодо раціонального спалювання палива, модернізації систем охолодження та опалення, усунення теплових втрат, переробки енергії тепла в електрику, скорочення втрат електроенергії.

3. Зобов'язати підприємства промисловості та енергетики, які споживають ресурси (газ, тепло) понад норму, організовувати службу енергетичного менеджменту. Відстежувати розробку планів заощадження енергії.

Фахівці з Данії довели, що використання сталевих трубопроводів неефективне, вони швидко зношуються, отже, можливі витікання газу та води. Рішенням стало використання труб із полімерних матеріалів, які забезпечують зміну структури матеріалу, розгерметизацію стиків, виключають знос. Термін експлуатації використання трубопроводів із полімерних матеріалів може перевищити 100 років [2].

Переваги трубопроводів з полімерних матеріалів порівняно з чавунними та сталевими трубами:



Рисунок 4.1 – Корозієстійкість: термін експлуатації не менше 50 років.

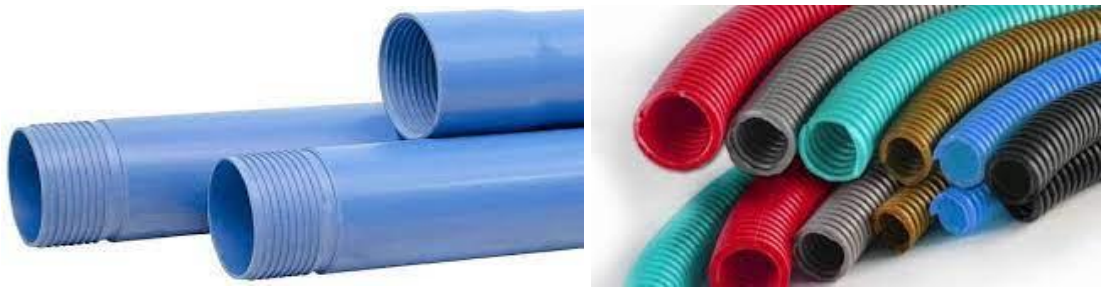


Рисунок 4.2 – Найменша маса: полімерні труби в 4 рази легші, що не потребує використання габаритної техніки.

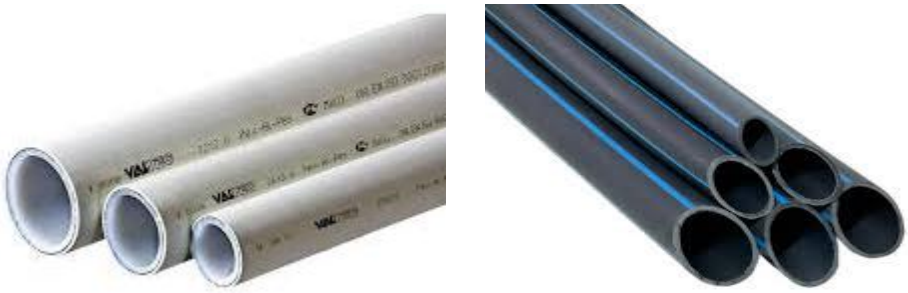


Рисунок 4.3 – У трубопроводах з полімерних матеріалів запобігають відкладенням завдяки гладкій поверхні внутрішніх стінок. Також, завдяки цій властивості, такі труби не потрібно періодично прочищати.



Рисунок 4.4 – . Гнучкість, що дозволяє прокладати труби під різними ухилами



Рисунок 4.5– Технологічність в обслуговуванн

Зарубіжний досвід збереження ресурсів вплинув на теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства.

За допомогою теплонасосних установок можна домогтися значного поліпшення екологічних та економічних характеристик виробництва. у країнах проектуються близько до споживача, це дозволяє скоротити як протяжність тепломереж, а й втрати тепла.

У таблиці 3.1 Зведено основні ресурсозберігаючі методи, які можуть використовуватися в Україні.

| Країна | Спосіб ресурсозбереження | Економія ресурсу |
|---|---|---|
| Швеція | зниження цін на комунальні послуги, за умови, що в будівлі будуть використані технології ресурсозбереження | енергоресурси |
| | лампочки із сенсорами | електрика |
| Чехія | заміна вікон на утеплені | тепло |
| | використання малих електростанцій | електрика, тепло |
| Німеччина | видача державою безвідсоткових чи полегшених позик | енергоресурси |
| | інвестиції, кредити для ремонту | |
| | реконструкція | |
| США | організація спеціальної комісії, яка досліджуватиме використання ресурсів та займатиметься розробкою стандартів | |
| | тарифна політика | |
| | регулювання ресурсозбереження на підприємствах | |
| | податкова політика | |
| | організація фірм, які коригуватимуть проект майбутньої будівлі з метою збереження ресурсів | |
| США, Німеччина | гранти | |
| Німеччина, Чехія, Швеція, Японія | державні програми, закони, заходи | |
| Японія | розробка плану енергозбереження на підприємствах | скорочення тепловтрат |
| | встановлення норм споживання ресурсів | тепло, газ, вода, електрика |
| Японія, Англія | труби з полімерних матеріалів | тепло, газ, вода |
| Англія | бестраншейна прокладка трубопроводів | скорочення тепловтрат |
| | теплонасосні установки | скорочення тепловтрат |

В Україні складно застосовувати нові актуальні технології боротьби з нераціональним використанням ресурсів, оскільки для цього потрібне використання великої кількості матеріальних засобів житлово-комунального господарства підприємств. Зарубіжний досвід у цій галузі може стати основою для розробки вітчизняних технологій, стандартів та нормативів для ефективного енергозбереження та ресурсозбереження у сфері житлово-комунального господарства.

# ВИСНОВКИ

1. Організація ресурсозбереження під час будівництва цивільних об'єктів є важливим напрямком, який дозволяє досягти економічних, екологічних та соціальних переваг. Інтеграція сучасних технологій і принципів сталого розвитку в процес будівництва дозволяє зменшити навантаження на природні ресурси, знизити витрати та забезпечити комфорт і довговічність об’єктів. Ресурсозбереження не лише знижує собівартість будівництва, але й сприяє створенню екологічно відповідального середовища.

2 Організація ресурсозбереження в будівництві цивільних об’єктів є ключовим завданням сучасного будівництва. Її реалізація дозволяє зменшити вплив на навколишнє середовище, знизити витрати на будівництво, а також підвищити якість та конкурентоспроможність об’єктів. Розробка та впровадження теоретично обґрунтованих методів ресурсозбереження забезпечує сталий розвиток галузі та економіку ресурсів для майбутніх поколінь.

3. Енергоефективність є фундаментальним елементом сучасного будівництва. Її впровадження дозволяє знизити витрати на енергоресурси, покращити умови життя мешканців, зменшити негативний вплив на довкілля та стимулювати інновації у будівельній галузі. У майбутньому енергоефективність стане не лише перевагою, а й обов’язковою умовою для будівництва нових цивільних об’єктів.

4.Технології енергозбереження під час будівництва дозволяють значно знизити витрати на енергетичні ресурси, підвищити ефективність робочих процесів, знизити екологічний вплив та створити комфортні умови для подальшої експлуатації будівель. Використання відновлювальних джерел енергії, енергоефективного обладнання, інноваційних матеріалів для утеплення і "розумних" систем управління енергоспоживанням сприяє

сталому розвитку будівельної індустрії, знижуючи її залежність від традиційних енергетичних ресурсів і одночасно зменшую

5.Технології ресурсозбереження в будівництві цивільних об'єктів включають широкий спектр методів, від оптимізації витрат матеріалів і енергії до впровадження новітніх автоматизованих технологій. Вони не лише допомагають знижувати витрати, але й зменшують негативний вплив будівництва на навколишнє середовище.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар-Підгурська О. В. Науково-методичні підходи до оцінки енергоефективності як фактора конкурентоспроможності промислової продукції в інноваційній моделі розвитку України. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. Кіровоград, 2012. Вип. 22, ч.ІІ. С. 470.

2. ДСТУ 3755-98. Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію. [Чинний від 1999-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 1999. 8 с.

3. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році / С.Ф. Єрмілов, В.М. Геєць, Ю.П Ященко, В.В. Григоровський, В.Е. Лір та ін. Київ : НАЕР, 2009. 93 с.

4. Єрмілов С.Ф. Державна політика енергоефективності в українському та європейському контексті : матеріали VII Міжнародного енергоекологічного конгресу «Енергетика. Екологія. Людина», м. Київ, березень 2017 р. Київ : 2017. С. 133–136.

5. Микитенко В.В. Енергоефективність промислового виробництва : монографія. Київ : Об’єднаний інститут економіки НАН України, 2004. 282с.

6. Рубан-Максимець О.О. Особливості розрахунку показників енергетичної ефективності на базі статистичної звітності України. Проблеми загальної енергетики. Київ : 2009. № 20. С. 21–26.

7. Поглиблений огляд політики та програм України у галузі енергоефективності. Брюссель: Секретаріат Енергетичної Хартії, 2013. 144 с.

8. Управління енергоефективністю 2-е видання: довідкове керівництво. Париж : МЕА, 2011. 71 с.

9. Дешко В.І., Шовкалюк М.М., Шевченко О.М., Шовкалюк Ю.В. Аналіз нормативів споживання теплоти в Україні та світі. Нова тема. 2018. №2. С. 6–10.

10. Руководство по эксплуатации переставной опалубки ТИСЭ [Электронный ресурс]. - URL: https: //instrument-orugie.ru/content/attachments/00096773_inst-rukciya-dlya-opalubki-tise % 60.pdf (дата обращения: 02.02.2017).

11. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій. Київ : Гама - Принт, 2019. 216 с.

12. Чурсіна Ю.А., Малков П.Л. Ефективність ресурсозберігаючих технологій у будівництві з прикладу будівництва фундаментів будинків // Інтернет-журнал «Наукознавство» - 2016. - Т. 8, № 6. - URL: http://naukove-denie.ru/PDF/94TVN616.pdf (дата звернення: 27.01.2017).

13. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель : наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. №169. Офіційний вісник України. 2018. № 55. С. 301.

14. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката : наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. № 172. Офіційний вісник України. 2018. № 55. С. 334.

15. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Communities. 2010. № L153. P. 13-35.

16. ДСТУ Б EN 15217:2013. Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007, IDT). [Чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонрозвитку України, 2014. 44 с.

17. ДСТУ Б EN 15603:2013. Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT). [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонрозвитку України, 2014. 92 с.

18. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT). [Чинний від 2013-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонрозвитку України, 2013. 135 с.

19. Праховник А. В., Дешко В. І., Шевченко О. М.. Енергетична сертифікація будівель. Наукові вісті НТУУ «КПІ». 2011. № 1. С. 140–153.

20. КТМ 204 Україна 244-94. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. [Чинний від 1993-12-14]. Вид. офіц. Київ, 1993. 189 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 27 с.

22. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України : Українські енциклопедичні знання. Київ, 1998. 512 с.

23. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проєктування. [Чинний від 2018-12-01]. Київ : Мінрегіонбуд України. 2018. 25 с.

24. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. [Чинний від 2023-03-01]. Київ : Мінрегіонбуд України. 2023. 156 с.

25. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна

кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Київ : Мінрегіонбуд України. 2011. 135с.

26. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків. [Чинний від 2015-10-01]. Київ : Мінрегіон України. 2015. 67 с.

27. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 р. № 2118-VIII. Голос України. 2017. №134. С. 18.