

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

Кафедра Промислове та цивільне будівництво  
(повна назва)

## Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр  
(рівень вищої освіти)

на тему: Модернізація 9-типоверхової каркасно-монолітної житлової будівлі за рахунок застосування технологій термо- та енергоефективності

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-  
пцб-д

Байрактар Ярослав Іванович  
(ПІБ)

Спеціальність

192 «Будівництво та цивільна  
інженерія»  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма

промислове і цивільне будівництво  
(шифр і назва)

Керівник доц., к.т.н. Мішук К.М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Данкевич Н.О.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_  
Спеціалізація \_\_\_\_\_

Промислового та цивільного будівництва  
другий (магістерський)  
(другий (магістерський) рівень)  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(шифр і назва)  
«Промислове і цивільне будівництво»  
(шифр і назва)  
-  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри промислового та  
цивільного будівництва  
проф. І.А. Арутюнян  
" " 20 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

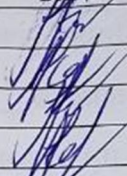
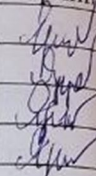
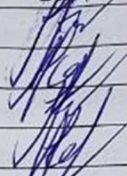
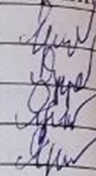
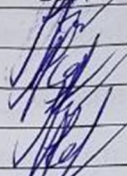
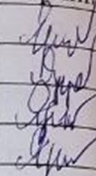
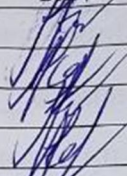
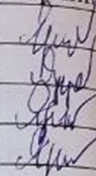
Байрактар Ярослав Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Модернізація 9 поверхової  
каркасно монолітної житлової будівлі за рахунок застосування термо та  
енерго ефективності  
керівник роботи Мішук Катерина Миколаївна, доц., к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ЗНУ від "02" 06 2022 року № 597-с
- Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2022р.
- Вихідні дані до кваліфікаційної роботи існуюча житлова будівля з усіма  
вихідними даними, план та розріз
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити) Вступ, розділ 1 – сучасний стан енергоефективності в Україні  
та дослідження методів енергомодернізації, розділ 2 – аналіз та методи  
оцінки теплозахисних конструкцій, розділ 3 – характеристика об'єкту  
обстеження, розділ 4 – організаційно-технологічний  
Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
До 10 плакатів А1

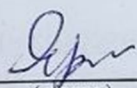
6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Мішук К.М., доц. кафедри		
Розділ 2	Мішук К.М., доц. кафедри		
Розділ 3	Мішук К.М., доц. кафедри		
Розділ 4	Мішук К.М., доц. кафедри		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примі
1	Розділ 1		
2	Розділ 2		
3	Розділ 3		
4	Розділ 4		

Студент  Байрактар Я.І.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)  Мішук К.М.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер  Данкевич Н.О.  
 (підпис) (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Байрактар Ярослав Іванович. Модернізація 9 поверхової каркасно-монолітної житлової будівлі за рахунок застосування термо та енергоефективності.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник К.М. Мішук. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебня, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2022.

В роботі розглядаються питання пов'язані із модернізації 9 поверхової каркасно монолітної житлової будівлі за рахунок застосування термо та енергоефективності. Увагу приділено використанню інноваційних технологій та матеріалів в модернізації старого житлового фонду. Виконано аналіз застосування сучасних технологій та матеріалів при будівництві..

Розглянуті основи забезпечення термо та енергоефективності. Проаналізовані варіанти модернізації житлового фонду України. Досліджено варіанти модернізації які використовують при проведенні енергоефективності огорожувальних конструкцій. Проведено теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій до та після утеплення.

Розроблено технологічну карту на виконання утеплювальних робіт мінераловатними плитами за технологією мокрий фасад при модернізації 9 поверхової каркасно-монолітної житлової будівлі.

**Ключові слова:** модернізація, енергоефективність, термомодернізація, сучасні матеріали утеплення, теплові втрати.

Список публікацій магістранта:

1. Байрактар Я.І., Пастухова С.В., Мішук К.М. Модернізація 9 поверхової каркасно монолітної житлової будівлі за рахунок застосування термо та енергоефективності. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез*

всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С 324-326.

## ABSTRACT

Bairaktar Yaroslav Ivanovych. Modernization of a 9-story frame monolithic residential building due to the use of thermal and energy efficiency.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor K.M. Mishchuk Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2022.

The paper considers issues related to the modernization of a 9-story frame monolithic residential building due to the use of thermal and energy efficiency. Special attention was paid to the use of innovative technologies and materials in the modernization of the old housing stock.

An analysis of the use of modern technologies and materials in civil construction was carried out. Considered meaning and role, current technologies, organizational and technological features of innovative technologies and materials. The work substantiates the methodological foundations of ensuring thermal and energy efficiency. Options for thermal and energy modernization of the housing stock of Ukraine were analyzed. Variants of modernization, which are used when external energy efficiency of the facade is carried out, have been studied.

Thermal engineering calculation of external enclosing structures before and after insulation was carried out. A technological map has been developed for the performance of insulation works with mineral wool slabs using the wet facade technology during the modernization of a 9-story frame monolithic residential building.

**Key words:** modernization, energy efficiency, thermal modernization,

modern insulation materials, heat losses.

List of postgraduate publications:

1. Байрактар Я.І., Пастухова С.В., Мішук К.М. Модернізація 9 поверхової каркасно-монолітної житлової будівлі за рахунок застосування термо та енергоефективності. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С 324-326. .*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
<b>1 СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ.....</b>	<b>13</b>
1.1 Енергозбереження в Україні .....	13
1.2 Термомодернізація та енергоефективність житлових будівель.....	16
1.3 Заходи з термомодернізації будівель.....	21
<b>2 АНАЛІЗ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ТЕПЛОЗАХИСНИХ</b>	
<b>КОНСТРУКЦІЙ .....</b>	<b>35</b>
2.1 Теплові втрати через огорожувальні конструкції.....	35
2.2 Технології та методи утеплення фасаду. Утеплення	
багатоповерхових будинків .....	43
2.3 Методи оцінки теплозахисних властивостей огорожувальних....	52
конструкцій. Різновиди програмних продуктів.....	52
<b>3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ.....</b>	<b>61</b>
<b>ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....</b>	<b>61</b>
3.1 Відомості про об’єкт дослідження .....	61
3.2 Нормативно кліматичні показники.....	62
3.3 Теплотехнічний розрахунок непрозорих огорожувальних	
конструкцій з використанням програмного комплексу ROCKWOOL.....	62
3.4 Заходи з підвищення енергоефективності.....	66
<b>4 ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....</b>	<b>69</b>
4.1 Технологічна карта з монтажу систем теплоізоляції фасадів .....	69
4.1.1 Область застосування.....	70
4.2 Технологія й організація виконання робіт .....	70
4.2.1 Склад робіт.....	70
4.2.2 Підрахунок обсягу робіт .....	72
4.2.3 Вказівки по виробництву робіт.....	72
4.2.4 Калькуляція трудових витрат .....	77
4.2.5 Відомість матеріально-технічних ресурсів .....	79

4.2.6 Контроль якості робіт .....	83
4.3 Охорона праці та промислова безпека в будівництві .....	85
4.3.1 Вимоги з техніки безпеки і охорони праці .....	85
4.3.2 Охорони праці при роботі на підвісних будівельних люльках .....	89
<b>ВИСНОВОК</b> .....	<b>93</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>95</b>



## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Енергоефективність може стати одним із головних питань для економічного та соціального розвитку цього сторіччя. Відображення цього ми бачимо у зростанні цін на енергоносії. Нераціональне використання енергоносіїв завдає шкоди навколишньому середовищу. Тому, все суспільство повинно бути зацікавленим в ощадливому споживанні енергоносіїв та ефективному використанні природних ресурсів.

Підвищення енергоефективності, зниження обсягу енергоносіїв, стало головним предметом енергетичної та економічної політики багатьох держав. Проте, показник енергоємності значно коливається між різними країнами. Факти свідчать, що українські споживачі і компанії нераціонально витрачають енергоносії. Енергоємність української економіки перевищує країни Європи у 3,8 рази.

З початком 1970-х років, багато країн впроваджували політику і програми з підвищення енергоефективності. Прийнято міжнародний стандарт ISO 50001, який регулює в тому числі енергоефективність.

Для прикладу, теплоізоляція будинку дозволяє використовувати менше енергії на опалення та охолодження для досягнення і підтримки затишної температури у будівлі. Встановлення більш економічного освітлення такого як: світлодіодне, флуоресцентне або великих вікон, зменшує кількість витраченої енергії, в порівнянні з звичайними лампами розжарення при тому ж рівні освітленості. Утеплення огорожувальних конструкцій будівель, заміна вікон та дверей, встановлення індивідуальних теплових пунктів, - зменшує кількість тепловтрат та споживання енергії. Покращення енергоефективності досягається шляхом прийняття більш ефективних технологій та виробничого процесу або застосуванням загальноприйнятих способів для зменшення втрат енергії. Зменшення споживання енергії прямопропорційно знижує витрати на енергію та приводить до заощадження

коштів споживачів. Зменшення споживання енергії, також розглядається в екологічному питанні для скорочення викидів парникових газів та зменшення забруднення атмосфери.

Для України енергоефективність в мирний, а також у військовий час, має вигоду для національної безпеки, оскільки її може бути використано для зниження темпів споживання енергії, за яких внутрішні енергетичні ресурси виснажуються.

**Мета і задачі дослідження.** Мета полягає у дослідженні сучасних методів енергетичної модернізації житлового фонду України, та визначення факторів що впливають на енергетичні втрати.

Задача дослідження розробка теоретичних і практичних рекомендацій термо та енерго модернізації будівлі. Визначення енергетичних витрат та розробка методичних рекомендацій із зменшення тепловитрат будівлі через огорожувальні конструкції для більшої термо- та енергоефективності.

**Об'єкт дослідження.** Термо- та енерговитрати при експлуатації будівлі через огорожувальні конструкції.

**Предмет дослідження.** Підходи і методи підвищення ефективності із зменшення енергопотреб будівлі за рахунок утеплення огорожувальних конструкцій будівлі.

**Актуальність теми.** В сучасних умовах модернізація старого житлового фонду стоїть на одному з перших місць по термо- та енергоефективності в Україні. Утеплення огорожувальних конструкцій - це ефективний варіант організації зменшення енергоспоживання будівлею з врахуванням сучасних економічних умов.

**Методи дослідження.** Аналіз і узагальнення наукових праць, нормативних документів, законодавчих актів, визначення факторів енергетичних витрат для виявлення особливостей формування енергетичних витрат.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Визначено фактори, які треба розглядати у взаємозв'язку з нормативною базою сертифікації

енергетичного класу, енергетичною ефективністю, що до об'єкту, який розглядається у даній роботі. Висновок результатів та факторів представлена, як у текстовій частині (теплотехнічний розрахунок) , так і у графічній (технологічна карта). Сформульовані рекомендації для досягнення базових нормативних показників, зокрема теплового опору огорожувальних конструкцій та ін..

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення роботи докладалися в 2022 році на всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2022р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

**Структура і об'єм магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 92 сторінки тексту, у тому числі 28 рисунків, 12 таблиць. Список використаних джерел містить 22 найменувань.

# 1 СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГО ЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ

## 1.1 Енергозбереження в Україні

Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України. З огляду на важливість проблеми заощадження енергії в глобальному масштабі, практично у всіх країнах проводяться різні заходи, покликані зменшити кількість споживаної енергії як у промислової, так і в соціальної сферах. [18] У багатьох країнах світу прийняті національні програми по енергозбереженню. Такі програми розробляються й у нашій країні:

- Програма Львівської міської ради «Теплий дім» для ОСББ та ЖБК

Ухвалою Львівської міської ради № 4413 від 19.03.2015 (зі змінами) затверджено Програму відшкодування частини кредитів, отриманих ОСББ, ЖБК на впровадження заходів з енергозбереження, реконструкції і модернізації багатоквартирних будинків у м. Львові на 2015-2025 роки («Теплий дім»). Відповідно до Програми здійснюється відшкодування частини кредитних коштів, залучених ОСББ, ЖБК на впровадження заходів з енергозбереження, реконструкції і модернізації багатоквартирних будинків, поліпшення комфорту мешканців міста та підвищення енергоефективності багатоквартирних будинків.

- Урядова програма "ТЕПЛИХ КРЕДИТІВ"

Програма «Теплі кредити» діє в Україні з 2014 року. Її розпочинали як пілотний проект, який стимулював населення переходити на альтернативні види палива (державна частково компенсувала вартість заміни газових котлів на твердопаливні). Згодом програма поширилася і на придбання енергоощадного обладнання для власників будинків та ОСББ. Програмою передбачено відшкодування з держбюджету у таких розмірах:

- 20% суми кредиту (але не більше 12 тис. грн) на придбання негазових/неелектричних котлів для фізичних осіб та відповідного додаткового обладнання і матеріалів до них;
- 35% суми кредиту (але не більше 14 тис. грн) на придбання енергоефективного обладнання/матеріалів для фізичних осіб - власників приватних будинків;
- 40% суми кредиту (але не більше 14 тис. грн. в розрахунку на одну квартиру) для ОСББ/ЖБК, як юридичних осіб, для загальнобудинкових заходів.

Питання енергозбереження та енергоефективності з кожним роком стають все більш актуальними. При цьому напрямок викликає інтерес не тільки у держави та власників бізнесу, а також у представників простих домогосподарств.

Цьому служать ряд причин, серед яких можна виділити:

- питання енергетичної безпеки України;
- поступове збільшення споживання енергоресурсів;
- щорічне зростання цін на імпортовані Україною енергоресурси (газ, нафта).
- дефіцит і постійне зменшення природних ресурсів;

Провідні компанії України в більшості представлені металургійним сектором, видобувну та машинобудівну галузі вже почали приділяти велику увагу показникам енергоспоживання та енергоефективності. З метою виявлення потенціалу енергозбереження в різних регіонах України був розроблений і розрахований спеціальний індекс (*Ukrainian Energy Index (UEI)*).

Потенціалу енергозбереження в промислових галузях залежить від ціни імпортованих енергоресурсів і ступеня зношеності основних виробничих фондів.

Більш актуальним питанням є оцінка потенціалу енергозбереження і витрат ресурсів в житлово-комунальному секторі. Потенціал

енергоефективності в житлових будівлях становить близько 40% від усього споживання енергії в Україні. За допомогою термомодернізації та капітального ремонту житлового фонду можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10-25 %. При цьому в цілому по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75%

В житлових будинках витрачається майже половина загального обсягу споживаної теплової енергії України. Здійснюючи на значні низьковитратні енергозберігаючі заходи, такі як: заміна вікон на енергозберігаючі, заміна системи освітлення приміщень, можна досягти значного ефекту, який відобразиться в загальній динаміці витрат на оплату енергоресурсів.

Досвід європейських країн показує, що вже сьогодні можна реалізовувати потенціал енергозбереження використовуючи такі методи як:

- впровадження систем обліку енергоресурсів: електроенергії, водопостачання, газопостачання, тепlopостачання;
- впровадження державних програм по термо- та енерго- модифікації старого житлового фонду.
- застосування фінансових пільг для соціальних шарів населення;
- контроль за дотриманням державних норм при будівництві нових будівель «Державні будівельні норми».
- виробництво енергії з альтернативних джерел.

У цілому сумарне споживання енергетичних ресурсів в Україні в останні роки становило близько 990 млн. т у. т. При використанні в Україні енергозберігаючих технологій та обладнання на рівні з країнами ЄС, можливе зменшення споживання енергоресурсів з близько 990 млн. т у. т. до обсягу 650 млн. т у. т. При цьому потенціал енергозбереження України становить приблизно 35%.

Розроблені дослідження, бізнес та військово-політична ситуація в країні –показує, що енергозбереження та виробництво альтернативних видів енергії далі буде розвиватися і набирати обертів, як на глобальному, так і на національному рівнях.

## 1.2 Термомодернізація та енергоефективність житлових будівель

Житлового-комунальний сектор України споживаючий 37% енергії країни, давно застарів і потребує оновлення.

За інформацією ПРООН в Україні, через відсутність енергоефективності будівель тепловтрати іноді становлять 47%.

За даними Європейсько-українського енергетичного агентства, за допомогою термомодернізації і капітального ремонту в будинках можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10-25%. В цілому по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75%.

Енергетична ефективність будівлі - це властивість будівлі, конструктивних елементів, з яких вона складається, та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов [7].

Енергетична ефективність будівлі, це також і властивість, що характеризується кількістю енергії, необхідною для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі (Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»)[18].

Відомо, що значна кількість енергії споживається саме будівлями і більша її частина витрачається на опалення та кондиціонування, тому пріоритетним є розвиток проектування нових енергоефективних будинків, які характеризуються раціональним використанням енергії, а також термомодернізація вже побудованих будівель з метою їх приведення у відповідність до сучасних вимог з енергоефективності.

На сьогоднішній день чинне законодавство України передбачає, що питомі тепловитрати на опалення будинків розрахункові або фактичні повинні бути менші за максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період.

При цьому показники нормативних максимальних теплових витрат житлових і громадських будинків ( $E_{max}$ ) передбачено [7], в той час як питомі тепловитрати на опалення будинків розрахункові або фактичні встановлюються на підставі результатів експериментальних випробувань, з використанням математичних моделей теплового режиму будинку, а також за результатами розрахунків.

На основі різниці у відсотках розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, від максимально допустимого значення встановлюються класи енергетичної ефективності будинку. Чинні будівельні норми та європейські стандарти виділяють шість класів енергоефективності будинку: А, В, С, D, E, F, де F – найгірший клас енергетичної ефективності, А – найкращий.

Так, у будинках класу енергоефективності А показник різниці у відсотках розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат від максимально допустимого значення ( $E_{max}$ ) становить мінус 50 і менше, при класі В – від мінус 49 до мінус 10, при класі С – від мінус 9 до 0, при класі D – від 1 до 25, E – від 26 до 75, F – 76 і більше

У світовій практиці сформувався низка визначень будинків залежно від кількості енергії, що використовується в них:

- «старі будинки» (будівлі побудовані до 1970-х років), які потребують для свого опалення орієнтовно 300 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).
- «нові будинки» (ті, що були збудовані до 2000 року), які потребують для свого опалення орієнтовно 150 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).
- «будинки з низьким споживанням енергії» (впроваджено з 2002 р.), які потребують для свого опалення від 50 до 60 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).



- «пасивний будинок» — це будівля, для якої тепловий комфорт можна досягти виключно шляхом нагрівання або охолодження свіжої повітряної маси, яка необхідна для досягнення достатніх умов якості повітря в приміщенні без необхідності додаткової рециркуляції повітря. Є цілісною концепцією зі створення енергоефективних, комфортних, доступних та екологічних будівель з дотриманням чітко визначених кількісних показників. Річне енергоспоживання для таких будівель встановлено на рівні не більше 15 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).

- «мультикомфортний будинок», крім базових енергетичних стандартів «Пасивного будинку», передбачає досягнення високого рівня комфорту завдяки гарній акустиці, оптимальному освітленню, якості повітря, пожежній безпеці та екологічності.

- «будинок нульової енергії» (zero net energy (ZNE) building, net-zero energy building (NZEB), net zero building(NZB)) — це будинок з нульовим енергетичним балансом протягом року, який може досягатись шляхом сезонного накопичення та перерозподілу енергії різними архітектурно-конструктивними та інженерними методами.

- «будинок плюсової енергії», в якому отримується енергії більше ніж будівля потребує протягом року. Для цього може застосовуватись комплекс інженерного обладнання, зокрема, геліоколектори, теплові насоси, вітрогенератори.

Для основної частини вже побудованих будівель в Україні основним напрямком підвищення енергетичної ефективності є проведення їх термомодернізації.

Термомодернізація будівель – комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, покращення показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель.

Підгрунтям для проведення термомодернізації будівель є їх поступовий фізичний та моральний знос.

Одними із основних завдань термомодернізації будівель є не тільки досягнення зменшення споживання енергоресурсів, і як наслідок скорочення видатків на їх оплату, але й створення комфортних умов, забезпечення дотримання санітарно-гігієнічних норм, покращення теплозахисних характеристик будівель та продовження терміну їх експлуатації.

Таблиця 1.1 - Очікувані результати від термомодернізації

<b>Економічні та енергетичні результати</b>	<b>Соціальні результати</b>	<b>Технічні результати</b>	<b>Екологічні результати</b>
зменшення споживання енергетичних ресурсів зменшення оплати за енергоносії	створення комфортних умов перебування у будівлі забезпечення дотримання санітарно – гігієнічних вимог у будівлі	покращення теплозахисних характеристик будівлі подовження терміну експлуатації будівлі	зменшення викидів парникових газів

### 1.2.1 Шляхи підвищення енергетичної ефективності будівель

Основні шляхи підвищення ефективності та ощадливого споживання енергетичних ресурсів в рамках процесу термомодернізації будівель можуть розглядатися за такими напрямками:

- зменшення енергопотреби та енергоспоживання будівель шляхом їх комплексної або поступової термомодернізації (утеплення, огорожувальних конструкцій, модернізація інженерних систем);
- вжиття організаційно-технічних заходів, удосконалення обліку та контролю за витратами енергоресурсів;
- впровадження нового енергоефективного обладнання та технологій;
- заміщення і вибір найефективніших енергоносіїв, в тому числі із використанням альтернативних джерел енергії;
- заходи щодо скорочення непродуктивних втрат енергоресурсів (наприклад, відновлення аварійних трубопроводів системи опалення або холодної води).

Етапи реалізації проектів з термомодернізації будівель.

Зазвичай, під час впровадження всі проекти з термомодернізації будівель реалізуються у декілька етапів, а саме:

- прийняття рішення щодо проведення реновації будівлі шляхом впровадження енергоефективних та енергозберігаючих заходів;
- Енергоаудит, підготовка техніко – економічного обґрунтування, проведення інших техніко – економічних розрахунків тощо із визначенням переліку заходів, їх очікуваної вартості та економії енергоресурсів;
- Процес проектування;
- Монтажно-будівельні роботи.

## 1.3 Заходи з теплодернізації будівель

### 1.3.1 Утеплення огорожувальних конструкцій (утеплення стін, перекриття покрівлі/орища, цоколю, перекриття підвалу)

Найбільші втрати тепла в будівлях відбуваються через огорожувальні конструкції. Якісне проведення утеплення огорожувальних конструкцій, дозволяє економити від 50% споживання теплової енергії в залежності від початкового стану будівлі. Утеплення огорожувальних конструкцій проводиться тільки з урахуванням державних будівельних норм. З вимогами до теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівель можна ознайомитися у ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». При проведенні термомодернізації будівель слід врахувати, що в Україні існує дві температурні зони, для кожної з яких у затверджені свої мінімальні вимоги до енергоефективності.

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Рисунок 1.1 - Карта-схема температурних зон України

## Заходи утеплення огорожувальних конструкцій

Серед заходів щодо утеплення огорожувальних конструкцій можна розглядати наступні:

- Утеплення покрівлі – утеплення горищного (скатна покрівля) або суміщеного (плоска покрівля) перекриття шляхом улаштування додаткового теплоізоляційного прошарку та гідроізоляційного шару (див. рис. 1.2).

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі для суміщеного перекриття (плоска покрівля) становить згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» для I температурної зони –  $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ , для II температурної зони –  $5,5 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ . Для горищних перекриттів неопалювальних горищ - для I температурної зони –  $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ , для II температурної зони –  $4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$  відповідно.

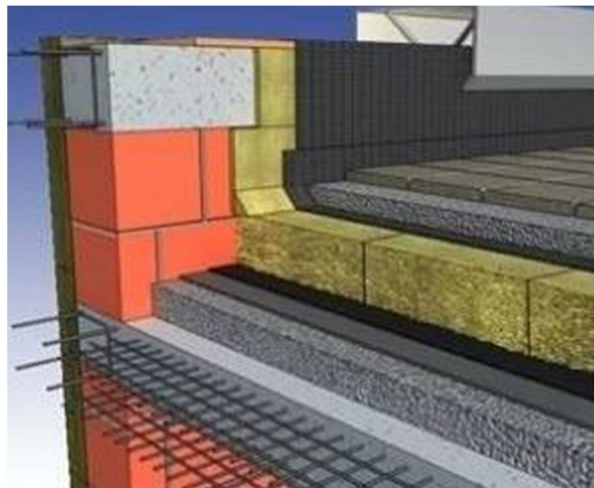


Рисунок 1.2 - Утеплення плоскої покрівлі

- Утеплення зовнішніх стін - улаштування додаткового теплоізоляційного шару зовнішніх стін. Найбільш розповсюдженими технологіями утеплення на сьогодні є: утеплення методом скріпленої теплоізоляції та методом вентильованого фасаду (див. рис. 1.3).

Для утеплення зовнішніх стін використовують: мінеральну вату, пінополістирол, піноізол, піноскло. Вибір матеріалу для утеплення враховується нормами чинного законодавства, щодо забезпечення пожежної безпеки будівлі, що термомодернізується. Мінімально допустиме значення

опору теплопередачі для зовнішніх стін становить згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» для I температурної зони –  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ , для II температурної зони –  $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ .

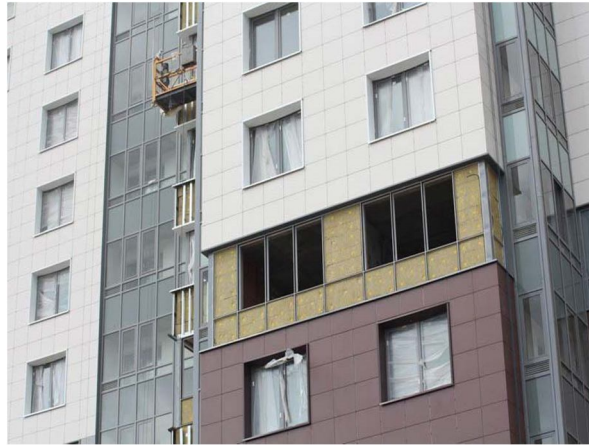


Рисунок 1.3 - Утеплення методом вентильованого фасаду

- Утеплення перекриття підвалу – за наявності в будівлі підвалу або технічного підпілля, виконується утеплення підвального перекриття, тобто знизу плити перекриття підвалу або техпідпілля (див. рис. 1.4).

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі для перекриття над неопалювальними підвалами становить згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» для I температурної зони –  $3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ , для II температурної зони –  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ .



Рисунок 1.4 - Утеплення перекриття підвалу

- Утеплення цоколю - додаткове утеплення будівлі зовнішньої цокольної частини підвальної стіни, що контактує із землею або із

заглибленням утеплювача нижче рівня землі в частині фундаментів. Згідно діючих нормативів зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом, у будинках без підвалу необхідно утеплювати на глибину 0,5 м нижче поверхні ґрунту, у будинках із підвалом – на глибину 1 м нижче поверхні ґрунту (див. рис. 1.5).



Рисунок 1.5 - Утеплення цоколю будівлі

### 1.3.2 Заміна вікон та дверей на енергоефективні

- Заміна вікон – демонтаж старих вікон та встановленні сучасних металопластикових енергозберігаючих вікон(див. рис. 1.6).

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі для I температурної зони повинно бути не менше ніж  $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$ , для II -  $0,60 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$  [7]. Якщо в будівлі вже виконано часткову заміну вікон, та їх опір теплопередачі не відповідає нормативним показникам, розглядається можливість заміни склопакетів у вже встановлених металопластикових вікнах на склопакети із кращими показниками теплового опору.

При заміні вікон для забезпечення роботи існуючої системи самоплинної витяжної вентиляції в них необхідно обов'язково передбачити режим мікро провітрювання.



Рисунок 1.6 - Встановлення металопластикових вікон

- Заміна дверей – заміна старих дерев’яних або металевих дверей та встановлення сучасних металопластикових (див. рис. 1.7) з опором теплопередачі не менш ніж  $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$  для I температурної зони, та  $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{оК}/\text{Вт}$  для II температурної зони [7].

На вхідні групи дверей рекомендується встановлення дотягувачів (пристрої для автоматичного закривання дверей). Встановлення дотягувачів сприяє підтриманню температурного режиму (зменшення інфільтрації через вхідні групи дверей) в приміщеннях і економії енергії, захищає людей від зовнішнього шуму. При налаштуванні швидкості зачинення дотягувачі знижують ударні навантаження на конструкцію вхідної групи дверей і продовжують термін їх експлуатації.

Один із ефективних заходів модернізації вхідних груп дверей з метою зменшення тепловтрат є улаштування тамбуру: другого ряду дверей в зоні вхідної секції, що призводить до утворення буферної зони між зовнішніми та



внутрішніми дверима. В цій зоні затримується холодне повітря, що надходить в середині будинку, та тепле повітря, що виходить із будинку.



Рисунок 1.7 - Встановлення металевих дверей

### 1.3.3 Реконструкція системи опалення

В рамках реконструкції системи опалення проводиться :

- Гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних балансувальних клапанів або ручних балансувальних вентилів із попереднім налаштуванням

Балансування системи опалення виконується шляхом встановлення балансувальних клапанів/вентилів на стояках системи опалення (див. рис. 1.8). У разі впровадження цього заходу споживання теплової енергії розподіляється рівномірно по всій будівлі що дозволяє запобігти недогрів або перегрів окремих приміщень або цілих поверхів в будівлі.

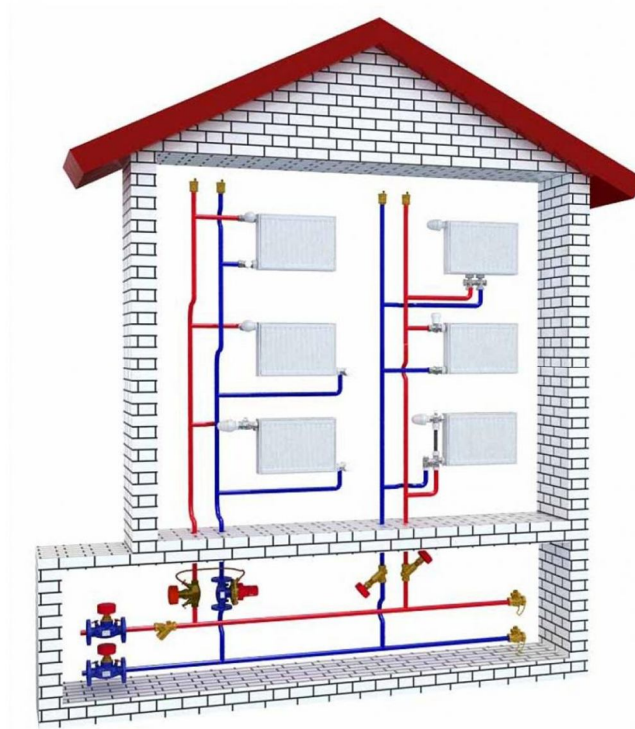


Рисунок 1.8 - Гідравлічне балансування системи опалення

- Встановлення індивідуального теплового пункту

В рамках цього заходу на вводах в будівлю проводиться оснащення теплових вузлів модулями підготовки теплоносія, які забезпечують автоматичне обмеження його витрати, автоматичний контроль та управління регулятором теплового потоку та циркуляційними насосами у їх складі, згідно з зовнішньою температурою та графіком роботи будівлі (див. рис. 1.9). Дозування теплоносія проводиться клапаном з електроприводом. З'являється можливість змінювати температуру теплоносія, проводити цей захід дозволяє вузол підмішування зворотної води системи опалення. Для здійснення підмішування, постійної циркуляції теплоносія та подолання гідравлічного опору системи опалення використовуються циркуляційні насоси. Система керування автоматично корегує температуру в системі опалення за температурним графіком керуючись показниками датчиків температури.



Рисунок 1.9-Індивідуальний тепловий пункт ІТП

- Улаштування системи вентиляції із встановленням локальних/централізованих рекуператорів

Організація ефективної роботи вентиляційних систем є важливим чинником для дотримання санітарно-гігієнічних умов перебування людей у приміщеннях будівель. Припливно-витяжна система вентиляції безперервно замінює повітря на свіже у вентилятованих кімнатах протягом всього року або за необхідним графіком за рахунок улаштованої системи автоматичного контролю. Для забезпечення належного рівня повітрообміну та підігріву припливного повітря улаштовуються системи вентиляції з використанням рекуперативних установок. Установки дозволяють ефективно використовувати енергетичний потенціал витяжного відпрацьованого повітря, який застосовується для попереднього підігріву свіжого припливного повітря.

- Утеплення магістральних трубопроводів та фасонних елементів системи опалення та гарячого водопостачання

Дуже часто ізоляція магістральних трубопроводів та фасонних елементів (запірної арматури) системи опалення та гарячого водопостачання в неопалювальних приміщеннях відсутня або знаходиться в неналежному

стані (див. рис. 1.10). Це призводить до значних втрат тепла та зниження температури теплоносія. Використання теплоізолюючих матеріалів на поверхні трубопроводів та фасонних елементів дозволяє зменшити теплові втрати через їх поверхні, а також захистити їх від впливу зовнішніх небажаних факторів.

Товщину шару теплоізоляції трубопроводів системи опалення, внутрішнього теплопостачання та гарячого водопостачання слід приймати не менше від мінімального значення згідно з таблицею Б.1, додатку Б, ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».



Рисунок 1.10 - Утеплення магістральних трубопроводів

- Модернізація системи освітлення

Впровадження енергоефективної та автоматизованої системи освітлення, наприклад на основі світлодіодних світильників, датчиків руху та освітлення, дозволить при нормованій комфортній освітленості споживати в декілька разів менше електроенергії (див. рис. 1.11). Економічний ефект забезпечується за рахунок зниження витрат на оплату електроенергії, що споживається існуючою системою освітлення [8]. Додатковим ефектом являється покращення якості освітлення. При проведенні модернізації системи освітлення слід врахувати вимоги ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Яскравість	220+	400+	700+	900+	1300+
 Стандарт	25 W	40 W	60 W	75 W	100 W
 Галоген	18 W	28 W	42 W	53 W	70 W
 CFL	6 W	9 W	12 W	15 W	20 W
 LED	4 W	6 W	10 W	13 W	18 W

Рисунок 1.11 - Порівняльна характеристика ламп освітлення

#### **1.4 Енергетичне обстеження, методи та прилади визначення енергоефективних характеристик будівель**

Енергетичний аудит – це експертиза житлового будинку або підприємства, проведена спеціалізованим фахівцем з енергетичної сертифікації будівель метою якої є з'ясувати його технічний стан та ефективність споживання енергії.

Законом України «Про енергозбереження» встановлено, що енергетичний аудит – це визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (далі – ПЕР) та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення.

Трактуючи цю норму Закону, енергоаудит проводиться з метою встановлення ефективності використання енергетичних ресурсів і розроблення економічно обґрунтованих заходів щодо зниження обсягів їх споживання, тобто визначення способів підвищення енергоефективності будівель різного призначення (від будинків до підприємств різних галузей). На основі визначення проблеми фахівець з аудиту розробляє відповідні енергозберігаючі заходи, програми та рекомендації, які необхідно запровадити для підвищення енергоефективності та зниження втрат енергії в цій будівлі.

Проведення енергоаудиту складається з декількох етапів:

- підготовчий,
- документальне енергетичне обстеження,
- інструментальне енергетичне обстеження,
- оформлення результатів.

Енергетичний аудит будівлі – це технічне обстеження огорожуючих конструкцій та інженерних систем будівлі, а саме: систем опалення, вентиляції, охолодження, кондиціонування, освітлення, гарячого водопостачання, стислого повітря, електропостачання, газопостачання та

інших систем будівлі, у яких використовуються будь-які паливно-енергетичні ресурси [8]

Енергоаудит проводиться з використанням набору певного обладнання який включає в себе прилади для вимірювання показників якості електроенергії, витрати рідини, витрати теплового потоку, температури, виявлення течі та інше.

Для проведення енергоаудиту будівлі використовують мобільну вимірювальну лабораторію а також набір портативних пересувних приладів.

Мобільна вимірювальна лабораторія являє собою транспортний засіб оснащений вимірювально-обчислювальним комплексом. Найчастіше використовується автобус, оснащений центральним комп'ютером, який оброблює зібрані дані від різних вимірювальних пристроїв та датчиків в реальному часі.

До комплекту лабораторії входять такі засоби вимірювання:

- метеостанція (вимірювання температури, вологості навколишнього повітря, швидкості вітру);
- безконтактний ультразвуковий витратомір рідин (газів, сумішей);
- аналізатор електроспоживання (вимірювання сили струму, напруги, потужності і т. д.);
- осцилограф (перегляд вимірювальних сигналів);
- інфрачервоні вимірювачі температури поверхні;
- тепловізор;
- вимірювачі якості води;
- датчики для вимірювання щільності теплового потоку ;
- термоелектричні термометри;
- вимірювальні перетворювачі тиску

Набір портативних приладів вимірювання та основні вимоги до них:

- при вимірюванні режиму електричних ланцюгів - відсутність впливу на роботу досліджуваних електричних ланцюгів;
- портативність - вага не більше 15 кг, виконання в захищеному

корпусі;

- зв'язок з комп'ютером - наявність порту і програмного забезпечення для передачі даних на ПК;
- автономність - наявність вбудованого джерела живлення, що забезпечує кілька годин роботи;
- можливість реєстрації даних - наявність внутрішнього накопичувача або, в крайньому випадку, уніфікованого виходу для підключення зовнішнього пристрою, що запам'ятовує;
- наявність діючого свідоцтва про калібрування або свідоцтва про повірку.

Мінімальний набір обладнання для проведення енергетичного обстеження (див. рис. 1.12):

- аеродвері
- анемометр
- вимірювач теплового потоку/теплопровідності
- газоаналізатор концентрації димових газів
- пірометр
- датчик витоків природного газу з зондом
- датчик концентрації чадного газу CO
- датчик концентрації CO<sub>2</sub> з можливістю реєстрації показників із заданою дискретністю – не менше 4 пристроїв
- датчик низькоемісійного Low-E покриття
- контактний термометр
- люксометр
- лазерний віддалемір
- манометр
- реєстратор параметрів електричної енергії з можливістю реєстрації показників з заданою дискретністю
- струмовимірювальні кліщі
- тепловізор



- термогірометр з можливістю реєстрації показників із заданою дискретністю (логер для заміру температури та вологості) – не менше 5 пристроїв
- термогірометр портативний
- ультразвуковий витратомір



Рисунок 1.12 - Набір приладів для енергообстеження

## 2 АНАЛІЗ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ТЕПЛОЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

### 2.1 Теплові втрати через огорожувальні конструкції

У холодний період року в результаті різниці внутрішньої і зовнішньої температур відбувається передача теплоти з будівлі в навколишнє середовище. Тепловтрати здійснюються через теплопередачу будівельних конструкцій та за рахунок проникнення холодного повітря через: шви та стики панелей, нещільності вікон, дверей і будівельних конструкцій [17].

Найчастіше головною причиною втрати тепла через огорожувальні конструкції є:

- вікна та двері. Старі не енергоефективні або неправильно встановлені вікна, застарілі дверні полотна, відсутність тамбурів випускають великий масив тепла з квартири та будівлі через щілини та не достатню енергоефективність;
- погана конструкція стін, яка зношується та втрачає свої властивості з плином часу, також стає причиною тепловтрат;
- конструкція перекриття та покриття.
- стан теплової відмови в огорожувальних конструкціях будівель встановлюється при наявності таких параметрів:
  - перевищення значень перепаду температур між приведеною температурою внутрішньої поверхні конструкції і температурою повітря допустимих за санітарно-гігієнічними вимогами;
  - зниження локальних значень температур внутрішньої поверхні до температури конденсації пари повітря;
  - накопичення вологи в товщі конструкції в річному експлуатаційному циклі; поява на внутрішній поверхні конструкції або під її

оздоблювальними шарами цвілі, грибкових утворень.

Теплова відмова огорожуючих конструкцій, теплоізоляційної оболонки чи будинку в цілому відноситься до часткових відмов. Виникає втрата їх спроможності виконувати частину своїх функцій. При виникненні теплової відмови теплоізоляційної оболонки будинок не втрачає своїх характеристик загальної надійності. Але при цьому не виконуються перераховані вище критерії експлуатаційної придатності будинку.

Поняття теплової відмови пов'язане з поняттям граничного стану конструкції, під яким у даному випадку слід розглядати такий стан теплоізоляційної оболонки будинку або об'єкта досліджень, при якому подальша його експлуатація пов'язана з порушенням нормальних умов життєдіяльності людини, підвищеними економічними витратами, а також зменшенням довговічності конструкцій.

Розглянемо класифікацію теплових відмов ізоляційної оболонки будинків.

- Проектні (конструкційні) відмови, які спричинені недосконалістю або порушенням норм проектування, що призводить до необґрунтованого вибору рівня теплоізоляції елементів теплоізоляційної оболонки, нехтуванням аналізу конструктивних особливостей огорожень і, як наслідок, появою конденсату на їх внутрішній поверхні або накопичення вологи в їх товщі в холодний період року, недостатній облік факторів, що впливають на експлуатаційні властивості або неправильний вибір розрахункових параметрів матеріалів;

- Технологічні (виробничі) відмови, які спричинені недосконалістю виготовлення й монтажу конструкцій і, як наслідок, вплив випадкових факторів (відхилення від проектної щільності теплоізоляційного шару, недотримання проектних рішень герметизації стикових з'єднань панелей, елементів тощо) на експлуатаційні властивості теплоізоляційної оболонки в цілому;

- Експлуатаційні (відмови через неправильне поводження), що

спричинені зниженням потужності роботи систем опалення й вентиляції, випадкові замочування конструкцій, тощо;

- Концептуальні (системні) відмови, які пов'язані з недосконалістю нормативної бази, що встановлює неадекватні для сучасних конструкцій нормативні розрахунки теплових показників та недостатньо чітко регламентує правила та параметри їх оцінки, здійснення проектування без встановлення вимог теплової надійності до основних елементів, що формують тепловологісний режим, і які можливо усунути тільки після реформування нормативної бази проектування конструкцій теплоізоляції будинків [10].



Рисунок 2.1 - Теплова відмова внаслідок внутрішнього утеплення стіни

Статистичні дані результатів досліджень виникнення чотирьох типів

теплових відмов в будинках (див. рис. 2.2), що запроектовані за радянськими нормами до 1996 р. та за вітчизняними нормами після 1996 р.

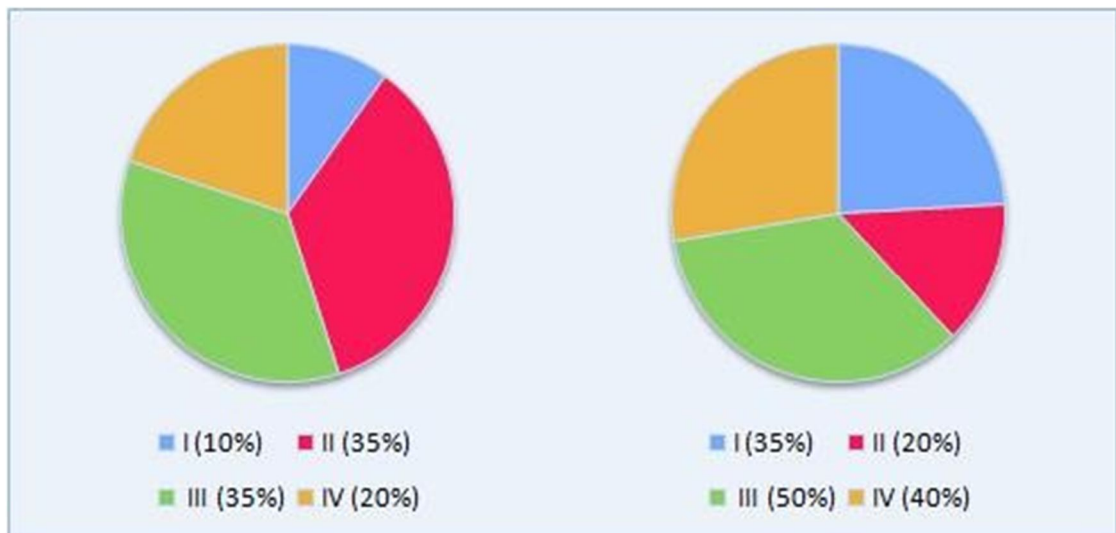


Рисунок 2.2 - Структура розподілу виникнення теплових відмов за їх типами в будинках забудови 1960-1996 рр. (зліва) та забудови після 1996 р.(справа)

У більш сучасних будинках збільшилася питома вага відмов 1-го типу, що обумовлено наступним. До 1996 р. зовнішні стіни житлових та громадських будівель в основному були одношаровими, термічно однорідними, і оцінювання теплотехнічних показників при їх проектуванні було методично простим. Крім того, проектування здійснювалося на підставі типових рішень, які проходили детальну теоретичну та експериментальну перевірку, і тому при використанні більш складних в теплофізичному відношенні тришарових стінових панелей кількість помилок при проектуванні була невеликою. Введення підвищених нормативних вимог до рівня теплоізоляції зовнішніх огорожень житлових та громадських будівель призвело до кардинальної зміни їх конструктивних рішень. Сучасні конструкції є багатошаровими, теплопровідність матеріалів шарів відрізняється на кілька порядків, що обумовлює необхідність застосування більш складних методичних положень при проведенні оцінки теплотехнічних показників конструкцій.

Крім того, принципово змінився архітектурний вигляд житлових та громадських будинків, фасади виконуються з використанням сучасних

конструктивних систем, крім того значно підвищився коефіцієнт засклення фасадів. На одному будинку використовують декілька варіантів теплоізоляції. На зміну типовому проектуванню прийшло індивідуальне, але при цьому необхідна перевірка не здійснюється, що і призводить до виникнення станів теплових відмов, незважаючи на високі значення опору теплопередачі по основному полю конструкцій.

Відмови 2-го типу займають значну частину від загальної кількості теплових відмов для будинків забудови 1960-1996 рр., що проаналізовано вище. Але і для нових будинків відмови цього типу є також відчутними. При цьому симптоматичним є те, що вони найбільш часто зустрічаються в конструкціях з зовнішнім фасадним утепленням, тобто в тих конструктивних рішеннях, які найбільш фізично обґрунтовані для теплоізоляції будинків. Виникнення цих типів теплових відмов було обумовлено відсутністю нормативних вимог з улаштування систем фасадного утеплення і, як наслідок, не проведенням відповідного контролю якості виконання робіт. Однак, зараз розробляється система нормативних документів до конструкцій фасадної теплоізоляції, що дасть змогу зменшити в практиці будівництва кількість теплових відмов даного типу.

Значна кількість теплових відмов у будинках забудови 1960-1996 рр. виникла в середині 90-х років минулого сторіччя, коли в Україні вольовим рішенням місцевих експлуатаційних органів було знижено параметри теплоносіїв в житлових та громадських будівлях. В результаті невиконання умови теплового балансу, при якому забезпечуються нормальні тепловологісні параметри приміщень, в масовому порядку виникають теплові відмови 3-го типу.

Відносно невелика частка відмов 4-го типу в будинках радянської забудови пояснюється тим, що вони проектувалися за часів дешевих енергоносіїв і до концептуальних недоліків слід відносити тільки те, що нормативна методика визначення оптимального опору теплопередачі огорожувальних конструкцій на практиці не застосовувалася. Для будинків

нової забудови частка цього типу відмов є найбільш вагомою внаслідок змін саме конструктивних принципів проектування теплоізоляційної оболонки будинків.

Для великопанельних будинків, які займають одну з основних ніш в існуючому житловому фонді України і потребують масової реконструкції, причиною виникнення теплових відмов є наступні конструктивно-технологічні недоліки:

- недостатня або погана герметизація стикових з'єднань панелей при монтажу будинку. Це обумовлює високу інфільтрацію зовнішнього повітря всередину будинку, внаслідок чого знижуються температури внутрішньої поверхні стін, створюються недопустимі теплові умови, що призводить до можливої появи конденсату й виникнення плісняви; ця проблема спостерігається в зонах кутових з'єднаннях панелей та інше;

- використання панелей з технологічними дефектами. За результатами досліджень великопанельних будинків зафіксовано, що густина виникнення теплових відмов найбільша в приміщеннях першого та останнього поверху будинків. Причиною виникнення відмов були технологічні відхилення при виготовленні панелей. У процесі монтажу завжди зустрічалися дефектні панелі з відхиленням нормативних показників такими як: тріщини, невідповідна вага, пустоти в бетоні та інші. Їхні теплотехнічні показники були низькі вже в початковий момент, і замість їх повернення (що призводило до уповільнення термінів, збільшувало собівартість будинку, а монтаж здійснювався, як правило, силами домобудівельного комбінату, тобто виробника панелей) такі дефектні панелі монтували на верхньому поверсі, де нижчі несучі навантаження і менший ризик руйнування самого будинку;

- конструктивна недосконалість інженерних систем будинків. На перших та останніх поверхах (в залежності від поверховості будинків) причиною теплових відмов є недосконалість систем опалення будинків перших масових серій – відсутність поповерхового розведення труб опалення

обумовлює істотну розбіжність параметрів мікроклімату по висоті будинку;

- необґрунтовані технічні рішення з термомодернізації теплоізоляційної оболонки будинків. Підвищення показників теплоізоляції будинку потребує значних коштів, тому в економічних умовах нашої країни дуже поширеною є часткова реконструкція (клаптикове утеплення)– в окремо взятій квартирі (див. рис. 2.3) :



Рисунок 2.3 - Часткова (клаптикова) термореконструкція старих будинків

- заміни старих вікон в дерев'яних рамах на сучасні з ПВХ зі склопакетами, в алюмінієвому обрамленні. Якщо, вибрані вікна не підходять в тепловому відношенні, така заміна погіршує тепловологісний режим приміщень. Більшість населення обирає більш дешеві вікна з однокамерними склопакетами зі стандартного скла, опір теплопередачі яких не вищий, ніж у старих дерев'яних вікон, але повітропроникність набагато нижча (в 5-15 разів). Така заміна при незмінній системі вентиляції (припливно-витяжній з припливом через віконні елементи) істотно погіршує повітрообмінний та вологісний режим приміщень. В результаті цього теплові відмови після такої реконструкції з'являються ще з більшою інтенсивністю, аніж до заміни вікон (див. рис. 2.4);





Рисунок 2.4 - Теплова відмова (утворення плісняви та підвищена вологість) після заміни дерев'яних вікон на металопластикові

- герметизації зовнішньої поверхні стін (див. рис. 2.5) в зоні квартир, де підвищена вологість стін виконують нанесення гідроізоляції на зовнішню поверхню стіни за такою логікою: якщо стіна волога, то причиною цього є протікання стіни від атмосферних опадів. В результаті волога яка утворюється на поверхні та після герметизації в товщі стіни консервується та накопичується ;



Рисунок 2.5 - Герметизація зовнішньої поверхні стін гідроізолюючими паронепроникними матеріалами

У будинках із сучасними архітектурними рішеннями фасадів та світлопрозорих конструкцій особливе значення має проектне опрацювання конструктивних рішень теплового стану вузлів сполучення конструкцій між собою. Якщо цей етап не буде виконано є дуже висока вірогідність виникнення станів теплових відмов.

## **2.2 Технології та методи утеплення фасаду. Утеплення багатоповерхових будинків**

Значна частина населення України проживає в містах, де більша частина житлового фонду складається з багатоповерхових будівель які потребують термо та енергомодернізацію.

В наш час зведення нових будинків відбувається за всіма правилами енергозберігаючих технологій, але зі старими будинками, особливо з типовими багатоповерхівками, виникає цілий комплекс проблем. Перш за все, це великі тепловтрати. Повна термомодернізація будинків, - річ складна і недешева, і в нашій країні одинична кількість проектів що пройшли грамотну термомодернізацію. А утеплення фасадів багатоповерхівок є невід'ємною і важливою складовою термомодернізації та, при цьому, порівняно недорогим і ефективним заходом.

Утеплення фасаду- являє собою обов'язковим етапом при будівництві нових будинків [9]. Проте більша частина житлового фонду була побудована в часи, коли комуналка коштувало копійки та над проблемою енергозбереження ніхто не задумувався. Результатом цього - практично весь житловий фонд потребує термомодернізації. Дивлячись на те, що сьогодні комунальні платежі - це серйозна стаття витрат бюджету сімей, практично всі споживачі прагнуть оптимізувати витрати на енергоносії.

Утеплення будинку - важливий етап оптимізації, який дозволяє зберегти тепло в будинку і забезпечити йому естетичний вигляд. Адже до 40% тепла, квартира або будинок втрачають через не утеплені огорожуючі конструкції.

Проживаючи в приватному будинку, ви будете утеплювати весь будинок. Але якщо ви власник квартири, то такий варіант як утеплити тільки свою квартиру так зване клаптикове утеплення, виявиться малоефективним. Будинки будувалися так, що міжплиточні шви, через які відбуваються

найбільші тепло витрати, розташовані в межах окремо взятої квартири. При цьому фасад вашого будинку, буде покритий різнокольоровими плямами «латками» адже кожен виконує роботи на свій смак і бюджет. Таке оформлення фасаду виглядає зовсім не привабливо та місцями огидно. Рекомендується проведення термоізоляції всієї будівлі для отримання належного теплового та естетичного ефекту. Сучасні способи утеплення досить різноманітні, в залежності від побажань замовника і його фінансів.

Згідно ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією», а також ДБН В. 1.1 -7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. »

- житлові будівлі, вище 9 метрів (до трьох поверхів - відносяться до малоповерхових будівель) і до 26,5 метрів (восьмиповерхові - відносяться до багатоповерхових будівель) допустимо утеплювати, як пінополістиролом, так і мінеральною - кам'яною або базальтовою ватою;

- житлові будівлі висотою більше, ніж 26,5 метрів (восьмиповерхові і вище - відносяться до будівель підвищеної поверховості, висотних і т.п.) утеплюються, виключно, мінеральною - кам'яною або базальтовою ватою.

- При утепленні пінополістиролом багатоповерхових будинків обов'язково влаштовуються протипожежні пояси біля вікон і через кожні три поверхи з негорючого утеплювача – мінеральної вати.

### **2.2.1 Технології та матеріали утеплення**

Мокрі фасади - це загальна назва всіх методів обробки, в яких для кріплення облицювального матеріалу, утеплювача та арматурної сітки використовуються рідкі або напіврідкі клейові розчини. Такий спосіб утеплення включає в себе такі шари (див. рис. 2.6):

0. Зовнішня стіна будинку.
1. Ґрунтовка глибокого проникнення.
2. Клей для приклеювання утеплювача.
3. Базовий шар клею на мінеральній основі.
4. Утеплювач (пінополістирол або мінеральна вата)
5. Спеціальний фасадний забивний або гвинтовий дюбель.
6. Склосітка фасадна, для армування базового шару клею.
7. Ґрунтовка з домішками кварцового піску.
8. Декоративний штукатурний шар.

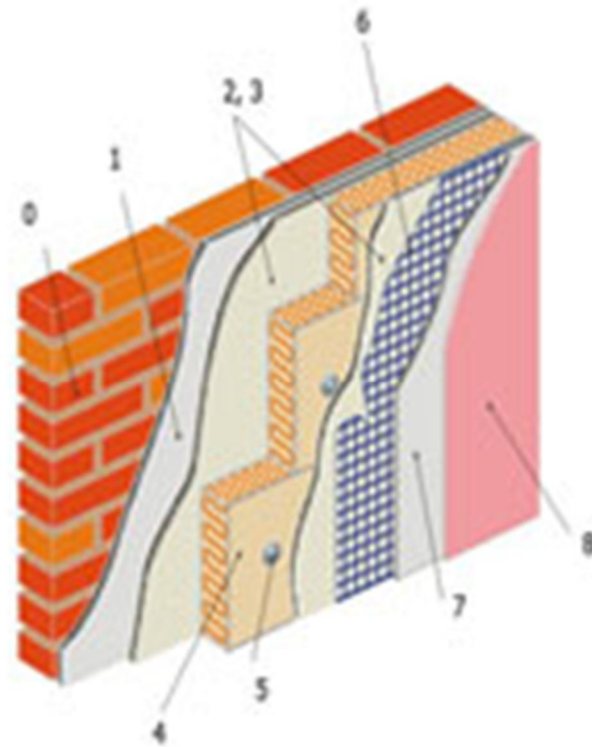


Рисунок 2.6 - Шари утеплення за технологією мокрий фасад

Основними теплоізоляційними матеріалами є мінеральна вата, екструдований пінополістирол і звичайний пінополістирол. Усі вони забезпечують збереження тепла і мікроклімату всередині будівлі. Проте вони мають різницю факторів і параметрів таких як: коефіцієнт теплопровідності, опір динамічним навантаженням, гігроскопічність, екологічність, клас горючості й інші [13].

Види теплоізоляційних матеріалів:

- Мінеральна (базальтова чи кам'яна) вата (див. рис. 2.7) виготовляється з гірських порід каменю, має високу екологічність і довговічність, низьку теплопровідність, високу звукоізоляцію, а саме основне – природну циркуляцію повітря. Мінеральна вата розрізняється матеріалом виготовлення:

- Скловата (виготовляється з кварцового піску);
- Шлаковата (застосовується у промислових будівлях);
- Кам'яна мінеральна вата, яка зазвичай виготовляється з базальту із додаванням вапняку, доломіту і глини. Саме вона найчастіше використовується у системах мокрого фасаду.



Рисунок 2.7 - Мінеральна вата

При виборі мінеральної вати слід звертати увагу на її щільність (для мокрого фасаду оптимальною є щільність 135-145 кг/м<sup>3</sup>) Товщина утеплювача розраховується проєктантами та залежить від багатьох факторів: кліматичні умови того чи іншого регіону, вид матеріалу, що використовувався для зведення стін будівлі, та інше. Для кліматичних умов України при зведенні цегляних стін доцільно використовувати мінеральну вату товщиною 100 мм.

- Екструдований пінополістирол (ЕПП) (див. рис. 2.8)- це утеплювач призначений для використання в умовах підвищеної вологості та

навантаження, має нульову капілярність і низьке водопоглинання, а також володіє дуже високою міцністю на стиск. ЕПП: морозостійкий, довговічний і хімічно стійкий (окрім органічних розчинників), не гниє під дією агресивного навколишнього середовища і не руйнується комахами та гризунами.

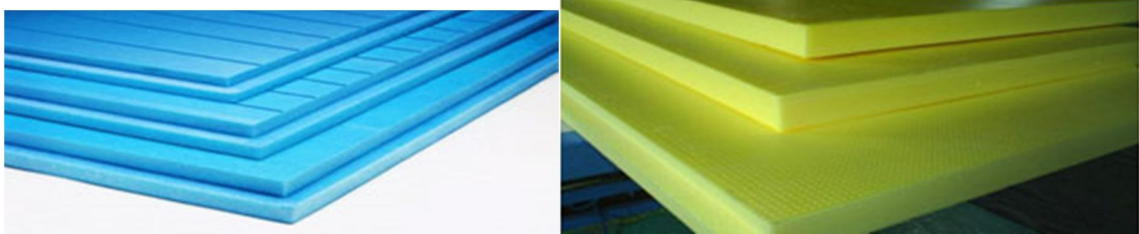


Рисунок 2.8 – Пінополістирол

- Пінопласт (див. рис. 2.9) являє собою гранули, розміри яких коливаються в межах від 3 до 10 мм. Гранули на 2% складаються з полістиролу та на 98% з повітря. Пінопласт формується при високій температурі, відбувається спаювання гранул полістиролу між собою. Матеріал складається з полістиролу та повітря, це дає його найнижчу ціну із усіх зазначених теплоізоляційних матеріалів .



Рисунок 2.9 – Пінопласт

В залежності від застосування пінопласт поділяється на три основні марки: ПСБ-С-15 (щільність 15 кг/м<sup>3</sup>), ПСБ-С-25 (щільність-25 кг/м<sup>3</sup>) і ПСБ-С-35 (щільність 35 кг/м<sup>3</sup>). В системах утеплення фасаду використовуються марки ПСБ-С-25 або ПСБ-С-35.

- Базовий шар

Базовий шар здійснюється після наклеювання на поверхню стін утеплюючого матеріалу утворює жорсткий прошарок, захищає утеплювач від механічних впливів і служить основою для декоративного покриття. Утеплюючий матеріал закріплюється дюбелями, армується скловолоконною сіткою та ґрунтується ґрунтовкою. Довжина спеціальних дюбелів визначається товщиною утеплюючого матеріалу.

Фасадна скловолоконна сітка використовується у якості армуючого матеріалу в системах зовнішнього утеплення будинків. Для мокрих фасадів найчастіше використовується сітка щільністю 140-165 г/м<sup>2</sup>. Виконує функції: сприяє подоланню внутрішніх напружень, має високу опірність до розривів та розтягувань, захищає поверхню від утворення тріщин і покращує її механічну міцність. При виборі сітки потрібно звертати увагу на показниками: щільність, міцність на розрив, розмір клітини, клас горючості.

- Декоративне покриття

Найпоширенішим покриттям у системах мокрого фасаду є фактурна штукатурка. Вона проста в реалізації, має помірну вартість, невелику вагу, зовнішню привабливість (великий вибір кольорів і фактур) і стійкість до агресивного навколишнього середовища.

Вентильовані фасади (ВФС).

Вентильовані фасади (ВФС) — це система конструкцій, які встановлюються на зовнішніх стінах будинків для зміни зовнішнього вигляду, захисту від впливу зовнішнього середовища, а також утеплення з метою енергозбереження.

Ця система конструкцій складається з декількох шарів:

- зовнішнього облицювального шару;
- під облицювального шару (обрешітки);
- повітряного або вентиляційного шару;
- теплоізоляційного шару;

Схема системи утеплення вентильованій фасад (див. рис. 2.10):

1. Вертикальна направляюча.
2. Несучий кронштейн.
3. Сферична шайба.
4. Теплоізоляційна прокладка під кронштейн.
5. Анкерний дюбель для кріплення кронштейну до несучої стіни.
6. Саморіз по металу або заклепка.
7. Утеплювач.
8. Гідро та вітрозахисна мембрана.
9. Дюбель для кріплення утеплювача.
10. Зовнішній облицювальний матеріал.

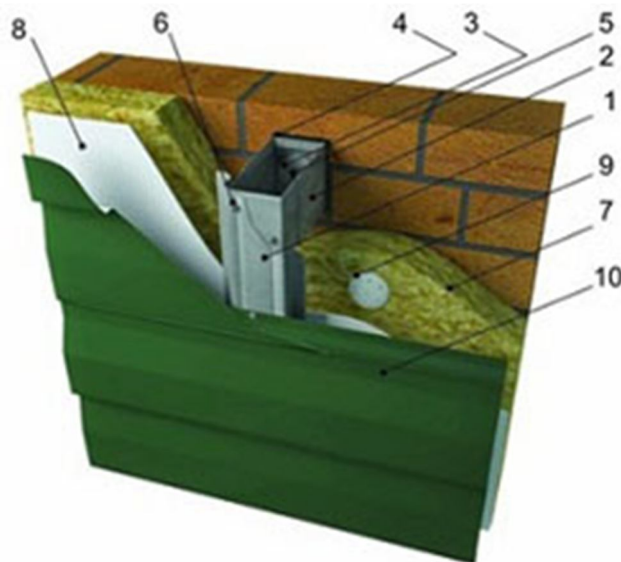


Рисунок 2.10 - Схема утеплення вентиляований фасад

- Зовнішній облицювальний шар створює естетичний вигляд будівлі, виконує захисні функції. У якості лицьового шару застосовуються оздоблювальні матеріали: керамогранітні та гранітні плити, композитні панелі з алюмінію, фіброцементні плити, панелі з металу, сайдинг, дерево.

Конструктивні особливості системи визначаються з урахуванням кліматичної зони ділянки будівництва, її розташування, конфігурації, висоти будівлі та матеріалу стін.



- Обрешітка. У якості матеріалу для обрешітки можуть застосовуватись алюмінієві сплави, нержавіюча та оцинкована сталь, аналоги з дерева. Ключовими елементами в облаштуванні обрешітки є кронштейни. Вони з'єднують облицювальний шар з несучою стіною але при цьому, кронштейни стають «містками холоду». Від площі перетину використовуваних кронштейнів залежить значення тепловтрат будинку.

- Повітряний або вентиляційний шар — завдяки повітряному зазору, який передбачено між облицювальним екраном і теплоізоляцією, забезпечується виведення конденсату та атмосферної вологи з поверхні фасаду. Такий повітряний прошарок зменшує тепловтрати, так як температура повітря всередині конструкції на три-чотири градуси вище, ніж зовні.

- Теплоізоляційний шар. Матеріалом для нього виступають мінераловатні плити на базальтовій основі, оскільки вони мають такі переваги: незаймистість, високі теплоізоляційні властивості, довговічність, екологічність, збереження природної циркуляції повітря, а також співвідношення ціни і якості. Щільність утеплювача повинна бути від 30 кг/м<sup>3</sup>.

Використання пінополістиролу в системах вентиляованого фасаду категорично не рекомендується, оскільки пінопласт не захищений шаром штукатурки, яка підвищує його пожежобезпечність.

Теплі штукатурки.

Фізичні властивості теплої штукатурки залежать від її особливого складу. У теплій штукатурці, у якості заповнювача, використовуються речовини з низькою теплопровідністю.

Види теплої штукатурки:

- Спучений вермикуліт, який входить до складу одного з видів “теплої штукатурки” є легким мінеральним заповнювачем, який отримано в результаті термообробки вермикулітової гірської породи. Вермикулітові

системи мають антисептичні властивості та можуть застосовуватись як для внутрішньої, так і для зовнішньої обробки приміщень.

- Тирсова штукатурка, яка складається з тирси, цементу, глини та паперу. Даний тип утеплюючої штукатурки використовується для утеплення стін всередині приміщення. Тирсової штукатуркою можна покривати як бетонні (цегляні), так і дерев'яні поверхні.

- Штукатурка з використанням гранул полістиролу. Дану штукатурку, можна використовувати як для фасадів будинків, так і на поверхні всередині приміщення.

До переваг теплої штукатурки можна віднести:

- швидкість виконання робіт
- висока адгезія;
- стійкість до біологічних впливів (грибків, гризунів і комах);
- екологічність;
- енергоефективність;
- негорючість.
- можливість застосування як на фасадах, так і на поверхні всередині приміщення.

До недоліків :

- висока вартість;
- необхідність додаткової обробки стін (для завершення роботи потрібно провести ґрунтування, фарбування або покриття декоративними штукатурками. Проте деякі види теплих штукатурок можуть відразу утворювати фактурне покриття);

- вага “тепла штукатурка” важча, аніж використання інших утеплювачів, що слід враховувати при розрахунку фундаменту будівлі.

### **2.3 Методи оцінки теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій. Різновиди програмних продуктів.**

Енергоаудитори дивляться на будівлю як на цілісну структуру. Потрібно знати і розуміти фізику теплового та масового енергетичного балансу будівель, це допомагає знаходити правильні рішення з поліпшення енергоефективності під час модернізації будівель. Основні енергетичні витрати будівлі припадають на огорожуючі конструкції: стіни, двері, вікна, покрівля, цокольне перекриття. Решта енергії втрачається через отвори та вент канали, які дозволяють теплому повітрю виходити, а холодному заходити в приміщення (або ж спеціально – через вентиляцію, або неконтрольовано – через отвори та тріщини). Ця втрачена енергія має компенсуватися системою опалення. Рівень теплонадходження залежить від:

- Різниці температур між приміщенням і вулицею
- Теплоізоляційних властивостей оболонки будівлі
- Кількості свіжого повітря, яке надходить до будівлі через контрольовану вентиляцію або нещільні вікна, двері чи стики в стінах.

Великі тепловтрати відбуваються через структуру стін. Через це поліпшення ізоляції в цьому місці є важливим заходом, який допомагає як заощадити енергію, так і захистити будівлю від подальшого руйнування. У будівельних кодексах та нормах містяться вимоги щодо мінімальних параметрів. Загалом, цікаво зрозуміти ідею, яка лежить у основі оптимальної товщини теплоізоляції. Як правило, кожен наступний доданий сантиметр теплоізоляції дає дедалі меншу економію енергії.

Методи оцінки теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій [10]:

При виконанні теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій будівель чи споруд (зовнішні стіни, покриття й перекриття і ін.) визначаються наступні параметри:

- встановлюється температурна зона району будівництва відповідно до карти-схеми температурних зон України (див. рис. 1.1);
- визначається мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_{q \min}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ , в залежності від призначення будівлі і виду огорожувальної конструкції (табл. 2.1);
- визначається тепловологісний режим приміщень будівлі в опалювальний період, за яким встановлюються умови експлуатації матеріалу (А чи Б) в огорожувальних конструкціях (додаток Б);
- приймаються значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів огорожувальної конструкції, що проектується, у відповідності до умов її експлуатації (додаток Г);
- розраховується за теплотехнічними характеристиками необхідна товщина теплозахисного шару (утеплювача)  $\delta_y$ , м, за формулою

$$\delta_y = \left( R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{1}{\alpha_s} - \sum_{i=1}^n R_i \right) \cdot \lambda_y = \left( R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{1}{\alpha_s} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \right) \cdot \lambda_y ; \quad (2.1)$$

- приймається товщина утеплювача згідно виробничим параметрам теплоізоляційних матеріалів і виробів стосовно їх розмірів, чинних ДСТУ або ГОСТ , але не менше розрахункових значень;
- встановлюються остаточні розміри загальної товщини огорожувальної конструкції, що проектується, за наслідками теплотехнічного розрахунку з обліком конструктивних і техніко-економічних чинників, фізико-механічних властивостей і розмірів будівельних матеріалів і виробів, єдиної модульної системи та будівельних норм і правил;
- розраховується сумарний опір теплопередачі за формулою 2.3;
- виконується перевірка виконання обов'язкової умови проектування огорожувальних конструкцій за теплотехнічними та санітарно-гігієнічними вимогами за формулами 2.2, 2.3.

Основною задачею теплотехнічного розрахунку є визначення

необхідних теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій будинків в залежності від призначення будівлі, кліматичних умов (температурної зони) району будівництва, умов експлуатації будинку і в решті, розрахунок необхідної товщини утеплювального шару та визначення товщини як окремих елементів конструкції, так і її конструктивної товщини в цілому.

Для зовнішніх термічно однорідних огорожувальних конструкцій опалювальних будинків та споруд обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma} \geq R_{q \min} \quad (2.2)$$

$$\Delta t_{np} \leq \Delta t_{cr} \quad (2.3)$$

де:  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі непрозорої термічно однорідної огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K/Wt$ ;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K/Wt$ ;

$\Delta t_{np}$  – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}C$ ;

$\Delta t_{cr}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}C$ .

Мінімально допустиме значення  $R_{q \min}$  опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків встановлюється згідно таблиці 2.1 залежно від температурної зони експлуатації будинку, що приймається за рисунком 1.1.

У разі реконструкції будинків, що виконується з метою їх

термомодернізації, допускається для непрозорих огороджувальних конструкцій приймати значення  $R_{q \min}$  згідно з таблицею 2.1 з коефіцієнтом 0,8.

Таблиця 2.1 - Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції житлових та громадських будинків ( $R_{q \min}$ )

оз.	Вид огороджувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт, для	
		I	II
1	2	3	4
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огороджувальні конструкції	0,75	0,6
7	Вхідні двері що розташовані на перших поверхах	0,6	0,5

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції  $\Delta t_{cr}$ , °С, встановлюється залежно від призначення будинку і виду огороджувальної конструкції згідно з таблицею

Таблиця 2.2 - Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\Delta t_{ст}$ , °С

Призначення будинку	Вид огорожувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні)	Покриття та перекриття горищ	Перекрыття над проїздами та підвалами
1	2	3	4
Житлові будинки, дитячі установи, школи, інтернати	4,0	3,0	2,0
Громадські будинки, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0	4,0	2,5

Опір теплопередачі для термічно однорідних непрозорих огорожувальних конструкцій,  $R_{\Sigma}$ ,  $m^2 \cdot K/Вт$ , розраховується за формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з}, \quad (2.4)$$

де  $\alpha_в$ ,  $\alpha_з$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $Вт/(m^2 \cdot K)$ , які приймаються згідно з таблицею 2.3;

$R_i$  – термічний опір  $i$ -го шару конструкції,  $m^2 \cdot K/Вт$ , що розраховується за формулою 2.5:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}; \quad (2.5)$$

$\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К), що приймають згідно з додатком 4;

$n$  - кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку.

Таблиця 2.3 - Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої  $\alpha_v$  та зовнішньої  $\alpha_z$  поверхонь огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі,	
	$\alpha_v$	$\alpha_z$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра $h$ до відстані між $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7	23
	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

Вибір розрахункових величин коефіцієнтів теплопровідності матеріалів, що входять в конструкцію, визначається згідно з додатком Г, де для кожного матеріалу приведено три значення коефіцієнта теплопровідності: для сухого стану та два для різних умов експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях.

Умови експлуатації огорожувальних конструкцій (А і Б)



встановлюють згідно тепловологісному режиму експлуатації приміщень будинків і споруд в опалювальний період за додатком Б (табл. Б.1, Б.2, Б.3).

Розрахункові значення термічного опору повітряного прошарку приймаються згідно з додатком В.

### Програмні продукти з енергоефективності

Управління процесами енергоспоживання та енергозбереження окремих будівель і галузі в цілому потребує розвитку та вдосконалення науково-технічних та управлінських методів.

Виконаємо огляд існуючих програмних продуктів для оцінювання показників енергоефективності будівель (див. рис. 2.11).

Існуюче на цей час програмне забезпечення має високу точність проектування, автоматизацію процесів та швидкість розрахунків, інструменти для аналізу даних та проектування. До основних недоліків відносяться складність інтерфейсу, нестабільність та ресурсоємність.

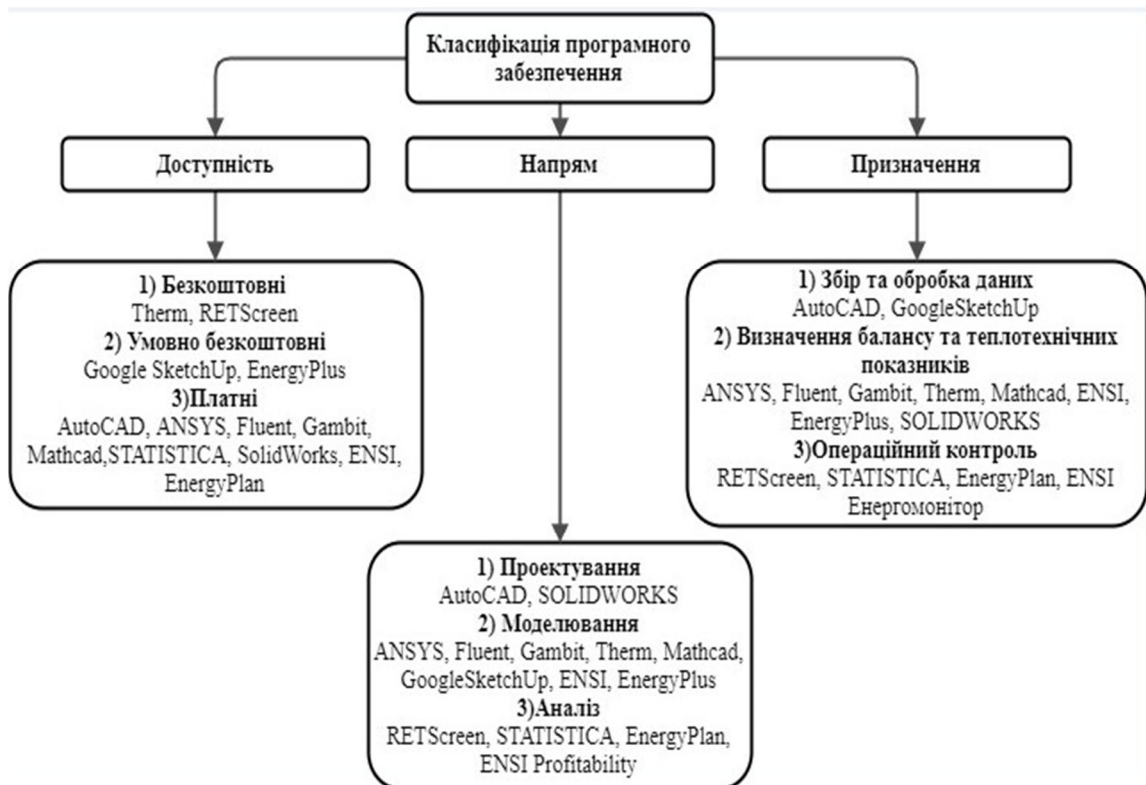


Рисунок 2.11 - Схема класифікації програмного забезпечення  
Перелік програмних комплексів:

- Програмний комплекс фірми Sankom

Має повний комплекс програмного забезпечення з розрахунку інженерних систем опалення та водопостачання.

Програма Audytor OZC – версія 6.9 – розроблена для України.

Дана програма виконує розрахунок тепловтрат згідно з нормою EN12831 і враховує параметри, характерні для України.

Базові функції програми:

- 1) виконання розрахунку коефіцієнту теплопередачі  $U$  для огороджуваних конструкцій.
- 2) виконання розрахунку теплового навантаження.
- 3) автоматичне перерахування тепловтрати приміщень і всієї будівлі в разі зміни огороджуваних конструкцій та інше.

- Програмний комплекс ROCKPROJEKT

Дана програма використовується для виконання проектування теплоізоляційної оболонки і розрахунку енергетичних параметрів будівлі.

Базові функції програми, виконання розрахунків з:

- 1) приведення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій відповідно до вимог ДБН В.2.6-31: 2016, ДСТУ Б В.2.6-189;
- 2) повітропроникності огороджувальних конструкцій відповідно до вимог ДБН В.2.6-31: 2016, ДСТУ-Н Б В.2.6-191;
- 3) вологісного режиму огороджувальних конструкцій відповідно до вимог ДБН В.2.6-31: 2016, ДСТУ-Н Б В.2.6-189;
- 4) параметрів енергетичного паспорта і класу енергоефективності будівлі відповідно до вимог ДБН В.2.6-31: 2016.

- Програмний продукт RETScreen

Програмне забезпечення RETScreen використовується для оцінки проектів з енергоефективності, а також для систем енергомоніторингу та безперервного аналізу показників енергоефективності.

Базові функції програми, виконання аналізу:

- 1) енергетичного аналізу;

- 2) аналізу собівартості;
- 3) аналізу емісії парникових газів;
- 4) фінансового аналізу;
- 5) аналізу ризиків;
- 6) аналізу чутливості системи.

База матеріалів в програмі заснована на даних додатка «Л» ДБН В.2.6-31: 2016 та додатки «А» ДСТУ Б В.2.6-189.

Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції виконується відповідно до вимог ДБН В.2.6-31: 2016, ДСТУ Б В.2.6-189. Для конструктивних рішень, у яких використовуються матеріали ROCKWOOL, передбачена можливість розрахунку мінімально необхідної товщини теплоізоляції виходячи з вимог норм.

ПЗ ROCKPROJECT дозволяє користувачеві за результатами мирозрахунків сформувати енергетичний паспорт будівлі відповідно до вимог ДБН В.2.6-31: 2016. Загальна інформація про будівлю, передбачена формою енергетичного паспорта, вноситься користувачем у Блоці опису будівлі.

Енергетичний паспорт формується в \* .pdf форматі.

Та інші програмні продукти для оцінювання показників енергоефективності будівель: Mathcad, SOLIDWORKS, STATISTICA, ENVI, EnergyPlus, EnergyPlan, Fluent+ Gambit, Therm

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

#### 3.1 Відомості про об'єкт дослідження

9-поверхова каркасно-монолітна житлова будівля розташована на території міста Миколаїв яке відноситься до II району будівельно-кліматичної зони.

Загальна характеристика будівлі представлена в таблиці 3.1

Таблиця 3.1- Технічні характеристики будівлі

Найменування	Житлова будівля
Рік забудови	2000
Загальна площа забудови, м <sup>2</sup>	5980,5
Будівельний об'єм, м <sup>3</sup>	20542,32
Категорія по тех. паспорту	2
Кількість поверхів	9
Стіни S, м <sup>2</sup>	Цегляні – 2573,5

Огороджувальні конструкції. Загальна характеристика зовнішніх стін представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Характеристика зовнішніх стін

№з/п	Конструкція стіни	Товщина стіни, м	Термічний опір R, м <sup>2</sup> к/Вт
1	Стіни будівлі виконані з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	0,76

### 3.2 Нормативно кліматичні показники

В таблиці 3.3 приведені нормативні та прийняті кліматичні дані згідно ДСТУ-НБВ.1.1 27:2010 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 3.3 - Нормативні кліматичні показники

Найменування	Показники
Температурна зона	II
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C	-19
Середня температура за опалювальний період, °C	0,6
Кількість днів опалювального періоду	166

Нормативні умови мікроклімату представлені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Нормативні умови мікроклімату

Найменування	Показники
Відносна вологість повітря, %	50-60
Внутрішня температура повітря, °C	+20
Кратність повітрообміну, год <sup>-1</sup>	0,8-1,5

### 3.3 Теплотехнічний розрахунок непрозорих огорожувальних конструкцій з використанням програмного комплексу ROCKWOOL

Розрахунок приведеного опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій прикладним методом.

1) Визначення мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q min}$$

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в II-й температурній зоні експлуатації України становить  $R_{q \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

2) Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою 2.4:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\beta}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\beta}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.4)$$

Де  $\alpha_{\beta}$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б:

$$\alpha_{\beta} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) ; \alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

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

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність),  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

Розрахункову теплопровідність матеріалів приймають згідно з додатком А. Для замкнутих повітряних прошарків значення теплового опору визначають за даними, наведеними у додатку В. Отже, характеристики шарів стінової конструкції:

-  $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$ ;  $\lambda_1 = 0,47 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  - характеристики внутрішньої гіпсової штукатурки;

-  $\delta_2 = 0,51 \text{ м}$ ;  $\lambda_2 = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  - характеристики цегляної кладки;

Тоді,

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} \times \frac{0,02}{0,41} \times \frac{0,51}{0,87} \times \frac{1}{23} = 0,79 \text{ м}^2 \times \text{К}/\text{Вт}$$

$$R_{\Sigma} = 0,79 \text{ м}^2 \frac{\text{К}}{\text{Вт}} < R_{\Sigma q \min} = 2,8 \text{ м}^2 \text{К}/\text{Вт}$$

З розрахунку видно, що опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції менше мінімально допустимого значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх

стін. Отже, не відповідає мінімально допустимому.

Розрахунок розроблений в програмному комплексі ROCKWOOL.



Отчет о расчете  
строительной  
конструкции

#### Описание проекта

Тип здания	Жилые многоквартирные здания
Климатическая зона или город	II
Наименование проекта	
Описание проекта	
Адрес проекта	
Инвестор	
Проектировщик	

#### Список конструкций - изложение

Вид конструкции	Описание конструкции	R [м <sup>2</sup> ·К/Вт]	Rmin [м <sup>2</sup> ·К/Вт]
Наружные стены	Стена с гипсовой штукатуркой	0.79	2.24



**Результат для: Стена с гипсовой штукатуркой**

## Описание конструкции

Вид конструкции	Наружные стены
Общая площадь конструкции	2573.50 [m <sup>2</sup> ]
Направление теплового потока	снизу вверх
Влажностный режим помещений	Нормальный
Расчетные значения коэффициентов теплоотдачи внутренней и наружной: Зовнішні стіни, суміщені покриття, перекриття над проїздами	
α <sub>з</sub>	23.00 [Вт/(м <sup>2</sup> ·К)]
α <sub>в</sub>	8.70 [Вт/(м <sup>2</sup> ·К)]

## Проектирование сегмента (начиная с внутреннего слоя наружу)

Название материала	λб [Вт/(м·К)]	μ [мг/(м·год·Па)]	d [мм]	R [(м <sup>2</sup> ·К)/Вт]
Силікатної на цементно-піщаному розчині (1800 кг/м <sup>3</sup> )	0.870	0.11	510.0	0.59
Внутренняя гипсовая штукатурка	0.470	0.10	20.0	0.04

## Результаты

Минимально допустимое значение сопротивления теплопередачи	2.24 [м <sup>2</sup> ·К/Вт]
Сопротивление теплопередачи конструкции	0.79 [м <sup>2</sup> ·К/Вт]
Сопротивление теплопередаче без теплопроводных включений	0.79 [м <sup>2</sup> ·К/Вт]

### 3.4 Заходи з підвищення енергоефективності

#### Утеплення стін

Пропонується провести термомодернізацію зовнішніх стін для виконання нормативних умов по опорі теплопередачі зовнішніх стін для житлових та громадських будівель у II кліматичній зоні  $R_q = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Загальна площа утеплення складає – 2573,5 м<sup>2</sup>.

Витрати на впровадження утеплення зовнішніх стін

Вартість роботи з матеріалом за  $1\text{ м}^2$  складає приблизно—  $2600\text{ грн/м}^2$ .

Перелік робіт, що входить у вартість:

- Виїзд спеціаліста на заміри;
- Складання кошторису;
- Монтаж теплоізоляційного матеріалу;
- Виконання армуючого шару;
- Фарбування стін;
- Демонтаж/монтаж відливів;
- Вартість утеплювача та додаткових матеріалів.

Орієнтована загальна кошторисна вартість  $6\ 691\ 100\text{ грн}$ .

Розрахунок приведенного опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій та визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару:

1 шар – кладка цегляна з повнотілої цегли силікатної на цементно-пісчаному розчині:  $\rho_0=1800\text{ кг/м}^3$ ;

$$\delta_1 = 510\text{ мм} = 0,51\text{ м};$$

$$\lambda_1^B = 0,87\text{ Вт/м}\cdot\text{К}.$$

2 шар – утеплювач: мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому негофрованої структури:  $\rho_0=175\text{ кг/м}^3$ ;

$$\delta_y - ?$$

$$\lambda_y^B = 0,052\text{ Вт/м}\cdot\text{К}.$$

3 шар –Армуюча штукатурка теплоклейовим розчином;

$$\delta_3 = 8\text{ мм} = 0,008\text{ м};$$

$$\lambda_3^B = 0,81\text{ Вт/м}\cdot\text{К}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін громадських будинків для II температурної зони  $R_{q\text{ min}} = 2,8\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ .

За розрахунковими значеннями температури та вологості внутрішнього повітря громадських будинків ( $t_g = 20^\circ\text{C}$  і  $50 \leq \varphi_g \leq 60\%$ ) визначаємо вологісний

режим приміщень в опалювальний період – нормальний.

Умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях при нормальному вологісному режимі – «Б».

За умовами експлуатації (Б) визначаємо розрахункові характеристики матеріалів (додаток Г). Дані зведені в табл. 4.2.

Коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь зовнішньої стіни відповідно мають значення  $\alpha_{в}=8,7$ ;  $\alpha_{з}=23,0$  Вт/м<sup>2</sup>·К.

Розраховуємо за теплотехнічними показниками необхідну товщину теплозахисного шару (утеплювача)  $\delta_y$ , м, за формулою 2.1

$$\begin{aligned} \delta_y &= \left[ R_{q \min} - \left( \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_{III} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_y = \\ &= \left[ 2,8 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,87} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,052 = 0,136(\text{м}) \end{aligned}$$

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_y=0,150$  м = 150 мм.

Виконуємо перевірку виконання обов'язкової умови проектування огорожувальних конструкцій за теплотехнічними вимогами, для чого визначаємо сумарний опір теплопередачі зовнішньої стіни за формулою 2.3

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,87} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{0,15}{0,052} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт,}$$

що відповідає вимозі:

$$R_{\Sigma} \geq R_{q \min} \quad 3,89 > 2,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Обов'язкова умова виконується.

Встановлена величина задовольняє нормативним вимогам ДБН В.2.6-31.

Таким чином, мінімально необхідна товщина теплоізоляції стіни на основі цегляної кладки з мінераловатних плит густиною 175 кг/м<sup>3</sup> становить 150 мм

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 4.1 Технологічна карта з монтажу систем теплоізоляції

Технологічна карта передбачає використання системи скріпленої теплоізоляції з використанням:

- мінерального утеплювача SWEETONDALE, що закріплюється на зовнішніх стінах фасаду спеціальними клейовими сумішами та фасадними дюбелями;
- базового шару, клейової суміші, армованої склотканинної сітки;
- декоративного штукатурного шару.

Теплоізоляція виконується з метою забезпечення:

- відповідності мікроклімату внутрішніх приміщень будівель і споруд вимогам діючих на території України теплотехнічних параметрів;
- зменшення витрат енергії на створення необхідних параметрів мікроклімату внутрішніх приміщень будівель і споруд;
- стабілізації теплового режиму у внутрішніх приміщеннях будівель і споруд у різні пори року;
- швидкого прогрівання повітря внутрішніх приміщень у період опалювального сезону і швидкого охолодження в літній період року;
- кращого збереження будівель і споруд за рахунок зменшення деформацій конструкцій, що виникають внаслідок різких перепадів температури навколишнього середовища;
- поліпшення зовнішнього вигляду фасадів раніше довгостроково експлуатованих будівель і споруд.

#### **4.1.1 Область застосування.**

Технологічна карта розроблена на виконання утеплювальних робіт за технологією компанії SWEETONDALE при модернізації 9-поверхового житлового будинку в місті Миколаїв. Будинок має складну форму з загальними розмірами в осях 15х44,32м.

Стіни з силікатної цегли: товщиною 510мм.

Висота першого поверху 3,2 ; типового 2,8 м. Площа стін що підлягає утепленню  $S=2573,5 \text{ м}^2$

Виконується система утеплення будинку від компанії SWEETONDALE на основі мінераловатних плит.

Технологічна карта розроблена на виконання робіт у теплий період року. При використанні її у інших умовах, потрібне корегування.

## **4.2 Технологія й організація виконання робіт**

### **4.2.1 Склад робіт**

- Огляд будівельного об'єкта і визначення готовності його до виконання робіт;
- Розробка проекту виконання робіт;
- Планування і облаштування будівельного майданчика біля об'єкта,;
- Установка риштувань (або навішення люльок) і підйомників для підняття на необхідну висоту матеріалів, виробів, інструментів і пристосувань;
- Доставка на будівельний майданчик і складування матеріалів,

виробів, інструментів і пристосувань;

- Підготовка поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкції для виконання робіт з утеплення;
- Прикріплення перфорованих цокольних профілів до нижньої частини будівлі по її периметру;
- Ґрунтування поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- Приготування клейової розчинної суміші з сухої суміші і води;
- Нанесення клейової розчинної суміші на поверхню плит утеплювача і приклеювання їх до поверхні огорожувальних конструкцій;
- Заповнення ущільнюючим матеріалом місць примикання плит утеплювача до віконних і дверних рам;
- Закріплення плит утеплювача на огорожувальних конструкціях за допомогою з'єднувальних елементів (дюбелів, гвинтів з гайками та шайбами);
- Приготування клейової розчинної суміші з сухої суміші і води та нанесення її на поверхню утеплювача; зміцнення перфорованими куточками по торцях першого поверху, а також по периметру віконних прорізів будівлі і приклеювання склосітки по всьому фасаду будівлі;
- Ґрунтування поверхні захисного шару;
- Приготування декоративних штукатурних розчинів із сухої суміші і води;
- Оштукатурювання поверхні фасаду;
- Закріплення в нижніх частинах віконних отворів металевих козирків;
- Влаштування навісів з гідроізоляцією, з'єднаних з покрівлею;
- Фарбування фасаду будівлі фарбами або гідрофобними складами.

#### 4.2.2 Підрахунок обсягу робіт

Обсяг робіт підраховано по робочим кресленням у відповідності з правилами, приведенними у Державних будівельних нормах України ( ДСТУ ).

Загальна площа фасаду  $F = 2573,5 \text{ м}^2$

Влаштування теплоізоляції  $F = 2573,5 \text{ м}^2$

Периметр віконних і дверних прорізів  $P = 1608,6 \text{ м}$

Глибина віконних і дверних прорізів -  $0.17 \text{ м}$

Штукатурна обробка прорізів  $F = 1608,6 * 0.17 = 273,5 \text{ м}^2$

#### 4.2.3 Вказівки по виробництву робіт

Перед початком утеплення, прикріплення термоізоляції, необхідно виконати підготовку основи , демонтувати усі елементи, які затрудняють або роблять неможливим щільне кріплення мінераловатних плит і виконання на них захисно-опоряджувальних шарів. Додатковий шар утеплювача стовщує стіну, що приводить до необхідності збільшення розмірів металевих листів для парапету, підвіконників тощо. Вимоги до поверхні стін, основа повинна бути несучою, стабільною, чистою. Це потрібне для правильного з'єднання ізоляційних плит зі стіною при одночасному зменшенні витрати клейового розчину. При підготовці поверхні основи необхідно дотримуватись вимог таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Вимоги до поверхні основи

Технічні вимоги	Граничні відхилення	Метод і обсяг контролю
Допустимі відхилення Поверхні основи по горизонталі і вертикалі	-10мм	Вимірювальний за допомогою двометрової рейки. Щонайменше п'ять вимірів на кожні 100м <sup>2</sup> поверхні.
Число нерівностей плавних контурів на довжині 2 метри	не більше 2	Вимірювальний за допомогою двометрової рейки. Щонайменше п'ять вимірів на кожні 100м <sup>2</sup> поверхні.
Допустима вологість основ перед нанесенням ґрунтовки не повинна перевищувати: бетонних, цементно-піщаних цегляних	4% 4% 5%	Вимірювальний за допомогою вологомірів. Не менше двох вимірів на кожні 100м <sup>2</sup> поверхні конструкції.

Роботи з підготовки поверхні виконуються ланкою штукатурів у складі:

- штукатур IV розряду - 1 особа;
- штукатур III розряду - 2 особи;
- штукатур II розряду - 2 особи.

Після проведення підготовчих робіт потрібно перевірити несучу дію шляхом проведення проби приклеювання мінераловатної плити.

На підготовлену (очищену, вирівняну і заґрунтовану) поверхню.

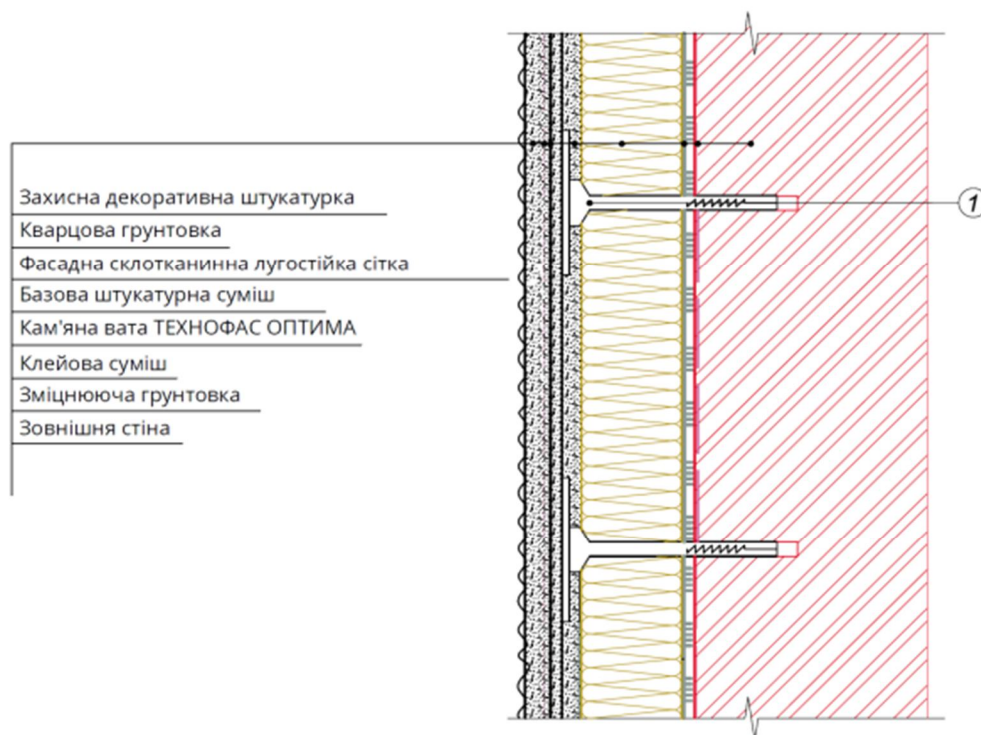
Товщина мінеральної вати визначається на основі теплотехнічного розрахунку, враховуючих термічну ізоляцію стіни до утеплення, а також запланований коефіцієнт теплопровідності і прибуток від економії у результаті опалення будівлі після утеплення (див. пункт 3.3-3.4).

На основі розрахунків виявлено, що товщина додаткового шару мінеральної вати повинна бути мінімум 150 мм. У результаті цього стіни



будуть тепліше на 30-40%.

Після приклеювання утеплювача, матеріал потребує механічного кріплення за допомогою пластмасових дюбелів (див. рис 4.1). Довжина дюбелів підбирається таким чином, щоб їх кінцівка була поглинута у конструкцію стіни (без урахування штукатурки), як мінімум на 6 см у стіну.



① Тарілчастий дюбель з розпірним елементом

Рисунок 4.1 - Схема закріплення скріпленої теплоізоляції на поверхні зовнішньої стінової конструкції

Для запобігання виникненню діагональних тріщин в зоні віконних і дверних отворів виконується підрізання теплоізоляційних плит відповідно до схеми (див. рис. 4.2).

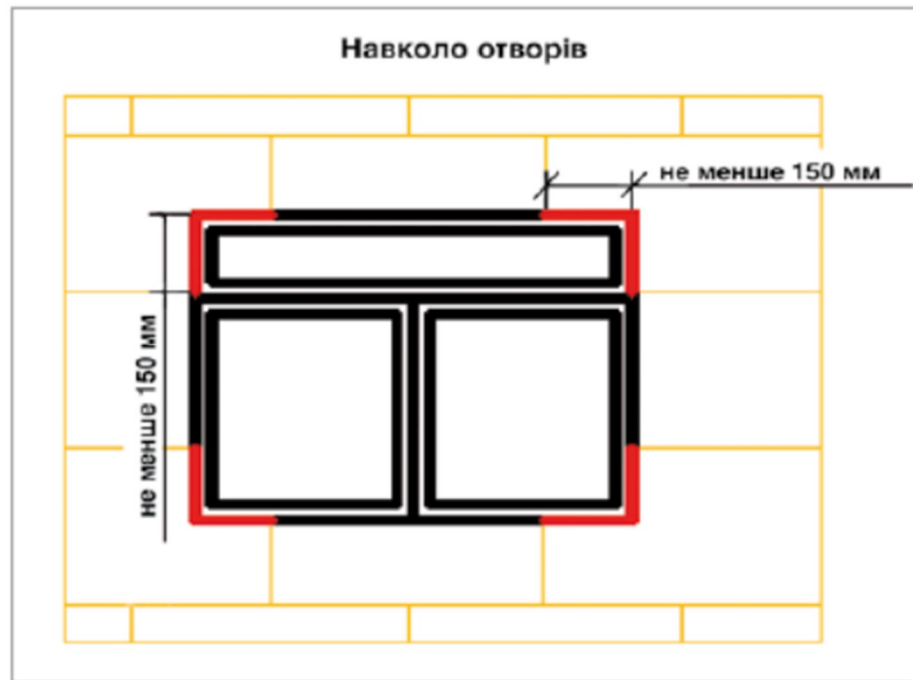


Рисунок 4.2 - Схема підрізання теплоізоляційних плит

Перев'язка плит виконується за схемою наведеною на рисунку 4,3. Щілини більше 2 мм заповнюються тим же теплоізоляційним матеріалом.

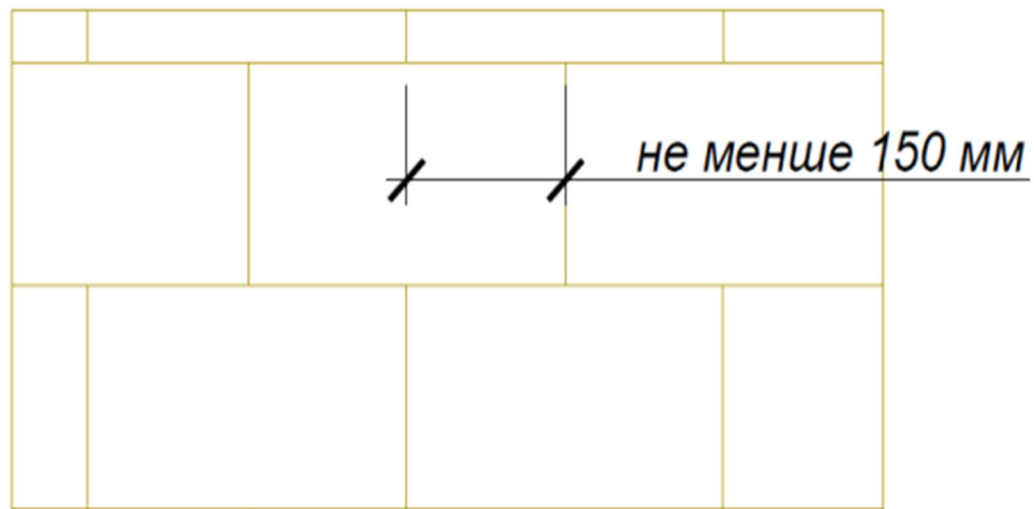


Рисунок 4.3 - Схема перев'язки плит утеплювача

Зовнішні кути віконних і дверних отворів до влаштування армуючого шару зміцнюються елементами : пластикові перфоровані кути та склосітки, Армуючі елементи із склосітки укладають діагонально по відношенню до віконного або дверного блоку під кутом  $45^\circ$  (див. рис. 4.4). Це необхідно виконати, щоб уникнути утворення тріщин, що розповсюджуються від зовнішнього кута отвору по поверхні фасаду.

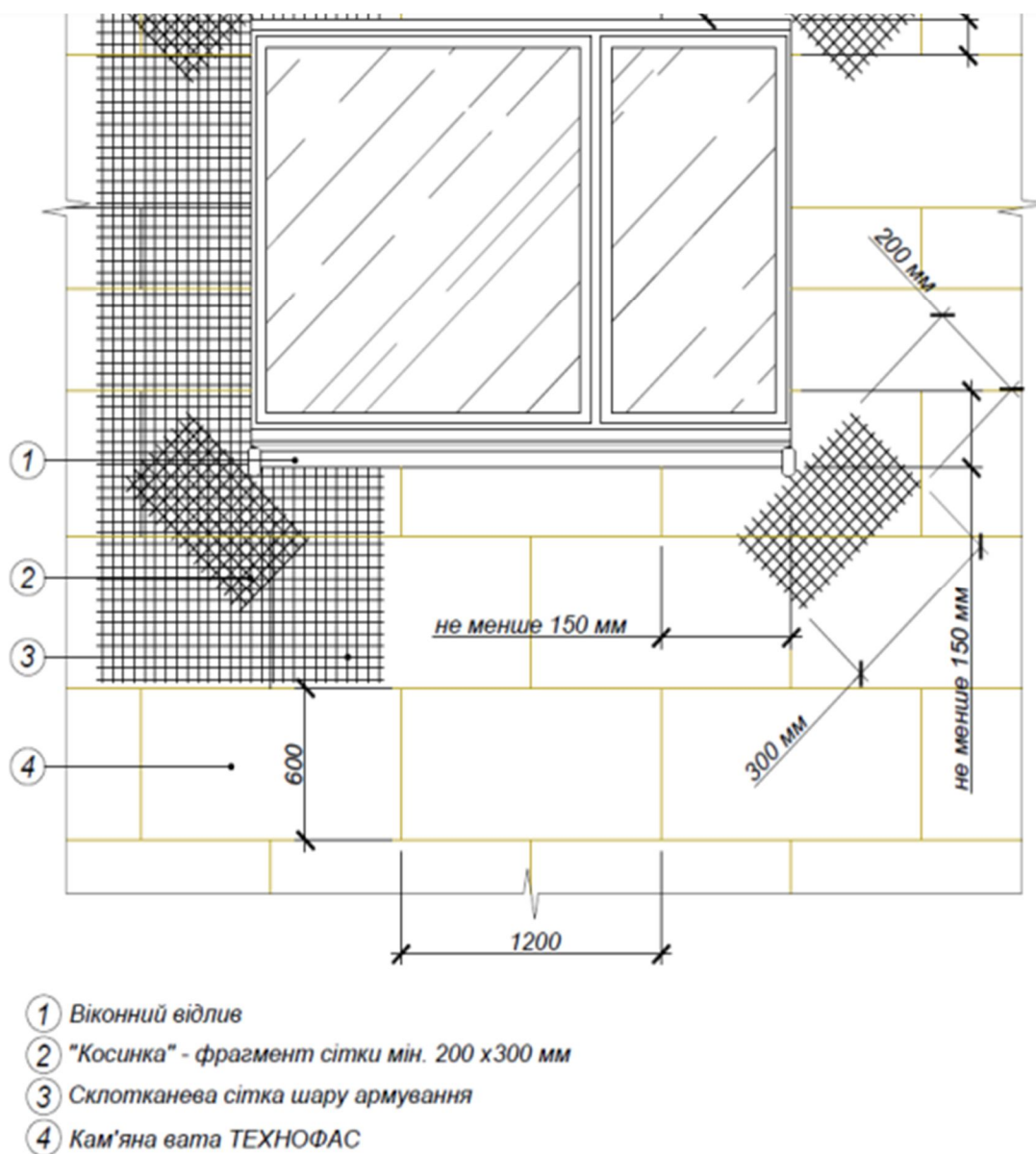


Рисунок 4.4 - Схема посилення гідрозахисного штукатурного розчину в кутах віконних отворів

#### 4.2.4 Калькуляція трудових витрат

Таблиця 4.2 - Калькуляція трудових витрат

п/п	Підстава	Найменування робіт	од. вим.	обсяг робіт	Норма часу на од. вим., люд.-г.	Витрати часу на обсяг робіт, люд.-г.
1	2	3		5	6	7
1	ЕНиР Е 8-1-1	Очищення стін від напливів бетону або розчину (вручну)	м <sup>2</sup>	2573,5	1,24	3191,1
2	ЕРКУЕР 21-124	Очищення стін від пилу	м <sup>2</sup>	2573,5	0,12	308,2
3	ЕНиР Е 8-1-1	Грунтування поверхні стін	м <sup>2</sup>	2573,5	0,015	38,6
4	ЕНиР Е 1-9	Подача плит утеплювача від місця складування до місця підйому (при товщині плит утеплювача 150 мм і щільності матеріалу 150 кг / м <sup>3</sup> )	т	57,9	1,2	69,48
5	ЕНиР Е И -76	Підйом плит утеплювача на висоту до 10 м (на кожні наступні 5 м підйому слід додати 0,12 люд.-год)	м <sup>3</sup>	386	2,22	1042,27
6	ЕНиР Е 11-49 (таблиця 1)	Приготування розчинної суміші	м <sup>3</sup>	61,6	1,58	97,32
7	ЕНиР Е 1-19	Подача розчинної суміші в тарі від місця приготування до місця підйому	т	30,8	1,2	37,05
8	ЕНиР Е 11-76	Підйом розчинної суміші в тарі на висоту до 10 м (при підйомі на висоту понад 10 мна кожні 5 м додається 0,27 люд.-год)	м <sup>3</sup>	61,6	5,4	332,64
9	Стосовно ЕРКУЕР 1 1-37	Нанесення клейової суміші розчину на поверхню теплоізоляційних плит	м <sup>2</sup>	2573,5	0,32	823,52
10	Стосовно ЕНиР Е 8-1-38	Наклеювання плит утеплювача на поверхню зовнішніх стінових конструкцій	м <sup>2</sup>	2573,5	1,3	2908,5
11	ЕНиР Е 8-3-8, випуск 3	Кріплення плит утеплювача дюбелями	м <sup>2</sup>	2573,5	0,032	82,352
12	ЕНиР Е 11-49, (таблиця 1)	Приготування розчинної суміші	м <sup>3</sup>	24,64	1,58	38,93
13	ЕНиР Е 1-19	Подача розчинної суміші в тарі від місця приготування до місця підйому	т	12,32	1,2	14,78
14	ЕНиР Е 11-76	Підйом розчинної суміші в тарі на висоту до 10 м (при підйомі на висоту понад 10 мна кожні 5 м додається 0,27 люд.-год)	м <sup>3</sup>	24,6	5,4	132,84
15	Стосовно ЕРКУЕР 11-37	Нанесення першого шару розчинної суміші на поверхню теплоізоляційних плит	м <sup>2</sup>	2573,5	0,32	823,52
16	Стосовно ЕНиР Е 8-1, (таблиця 3)	Кріплення склосітки	1 м смуги	4117,6	0,18	741,168

## Продовження таблиці 4.2

17	ЕниР Е 1-19	Подача куточків і цокольних профілів від місця складування до місця виконання робіт	м <sup>3</sup>	92,6	0,64	59,29
18	ЕниР Е 24-25, (таблиця 2)	Підйом куточків на висоту до 10 м (при підйомі на висоту понад 10 м, на кожні наступні 5 м додаються 0,12 люд.-год)	т	2,57	1,4	3,6
19	ЕниР Е 6-53	Кріплення цокольних профілів до цоколя будівлі дюбелями	п.м.	100,6	0,009	0,9
20	ЕниР Е 5-1-18 (таблиця 1)	Кріплення куточків по периметру віконних і дверних прорізів за допомогою розчинної суміші	т	1,1	33	36,3
21	Стосовно ЕРКУЕР 11-37	Нанесення другого шару розчинної суміші на поверхню теплоізоляційних плит (по склосітці)	м <sup>2</sup>	2573,5	0,32	823,52
22	ЕниР Е 8-1, (таблиця 4)	Грунтування оштукатуреної поверхні ґрунтовкою	м <sup>2</sup>	2573,5	0,015	38,6
23	ЕниР Е 11-49, (таблиця 1)	Приготування штукатурної декоративної розчинної суміші	м <sup>3</sup>	20,6	1,58	32,53
24	ЕниР Е 1-19	Подача декоративної штукатурної суміші розчину в тарі від місця приготування до місця підйому	т	10,3	1,2	12,36
25	ЕниР Е 11-76	Підйом розчинної суміші на висоту до 10м (при підйомі на висоту понад 10 м на кожні 5 м додається 0,27 люд.-год)	м <sup>3</sup>	20,6	5,4	1,62
26	ЕниР Е 8-1-18, (таблиця 4)	Нанесення декоративної штукатурної суміші розчину на поверхню зовнішніх стінових конструкцій	м <sup>2</sup>	2573,5	0,13	334,55
27	Стосовно ЕниР Е 5-1-18	Обробка декоративної штукатурної суміші розчину і додання необхідної фактури.	м <sup>2</sup>	2573,5	0,53	1364

## 4.2.5 Відомість матеріально-технічних ресурсів

Таблиця 4.3 - Потреба в основних матеріалах і елементах на монтування системи зовнішньої скріпленої теплоізоляції будівель

Найменування матеріалів, елементів	Марки матеріалів, елементів. Позначення нормативних документів, що регламентують вимоги до матеріалів, елементів	Призначення матеріалів, елементів	Одиниця виміру	Витрата матеріалів на утеплення:								
				1 м2 стін		1 укосів вікон і дверей		обробку 1 м.п. виступаючих кутів	зміцнення додаткового шаруна 1 м <sup>2</sup> поверхні	влаштування армуючого захисноштукатурного шару на 1 м <sup>2</sup> не утеплювальної поверхні	обробку 1 м2 поверхні фасаду	
				мінераловатними плитами	пінополістирольними плитами	мінераловатними плитами	пінополістирольними плитами					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Плити мінераловатні	"По ТУ У В 2.7-01235001-01-98 або по ДСТУ БВ.2.7- 56-2000 або іншої документації по якій випускаються плити	Влаштування теплоізоляційного шару	м <sup>2</sup>	1,08		7						
2. Грунтовка глибоко проникаюча	-	Обробка поверхонь зовнішніх стінових конструкцій з метою поліпшення зчеплення клею з поверхнями	м <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20					
3. Суміш суха	-	Приклеювання мінеральних та пінополістирольних плит до поверхонь стінових конструкцій; Виконання тонкошарового гідрозахисного штукатурного шару, армованого склосіткою	кг	12		15		1,4	3,5			
4. Склосітка з розмірами вічок(5x5) мм	-	Армування тонкошарового гідрозахисного штукатурного шару, що наноситься на поверхню теплоізоляційних плит	м <sup>2</sup>	1,6		2,76	2,73	0,46	1,30	1,30		

## Продовженні таблиці 4.3

5. Профілі цокольні з перфорованим і полочками	ДСТУ БВ.2.7-3-95	Влаштування маякового ряду для кріплення першого ряду плит утеплювача	м.	1,05									
6. Профілі кутові з перфорованими стінками з розмірами полочок (25x25) мм і товщиною полочки 0,5 мм	ДСТУ БВ.2.7-3-97	Зміцнення вертикальних ребер на першому поверсі будівлі, а також укосів віконних і дверних прорізів	м.п.					1,05					
7. Пінополіетиленовий джгут або прокладки пінополіетиленові "Вілатерм"	ППЖ-20 ТУ У00203482.005-98ТУ44-3-616-82	Ущільнення деформаційних швів в шарі теплоізоляції	м.п.	1,10	1,10								
8. Мастика герметизуюча	ДСТУ Б 8.2.7-158 :2008	Герметизація місць примикання плит утеплювача до віконних і дверних рам; герметизація деформаційних швів	кг на 1 п.м. кг на 1 п.м.			0,033	0,033						
9. Дюбелі-втулки розпірні або амідні для будівництва	Дюбелі, що забезпечують зусилля вириваючі не менше 0,9 кН	Зміцнення цокольних профілів	на 1 п.м.	3	3								
10. Шурупи	-	Зміцнення цокольних профілів	т. на 1 п.м.	3	3	-							
11. Шайби	-	Зміцнення цокольних профілів	шт. на 1 п.м.	3	3								

Продовження таблиці 4.3

12. Дюбелі поліамідні з сердечником з нержавіючої сталі	ТУ У 25.2- 30426732.001- 2001	Зміцнення плит утеплювача на поверхні зовнішніх огороджувальних конструкцій	шт										
13. Фарба грунтуюча	-	Підготовка основи під декоративну тонкошарову штукатурку	Дм <sup>3</sup>										0,5
14. Штукатурка декоративна	ТУ У 26.6- 31034804001-2003	виконання тонкошарової декоративної штукатурки по армованому гідрозахисного штукатурному шару	кг										4,0
15. Вода	-	Приготування розчинних сумішей	Дм <sup>3</sup>	відповідно до інструкцій з приготування розчинних сумішей									

Таблиця 4.4 - Потреба в машинах, устаткуванні, інструментах і пристосуваннях.

Найменування обладнання, інструментів, інвентарю та пристосувань	Марка позначення нормативного документа	Кількість	Призначення	Коротка технічна характеристика
1	2	3	4	5
1 Розчинозмішувач	СО-46Б	1 шт	Приготування клеючих і штукатурних складів із сухих сумішей	Місткість – 80 дм <sup>3</sup> ; Потужність двигуна приводу – 1,5 кВт; маса – 200 кг
2. Дриль Низько оборотний зі спеціальною насадкою	ИЭ-1023А	1 шт	Приготування клеючих і штукатурних складів із сухих сумішей	
3. Перфоратор	ИЭ-1511 або ИЭ-4717	1 шт	Свердління отворів в зовнішніх стінових конструкціях	Потужність приводу – 0,5 кВт; двошвидкісний; діаметр свердління- 13 мм
4. Електро- шуруповерт	ИЭ-3604Э	1 шт	Загвинчування шурупів, дюбелів при зміцненні цокольних профілів і плит утеплювача	Потужність приводу – 0,23 кВт
5. Пілосмокт промисловий	SE60E	1 шт	Очищення поверхонь від пилу, а також продування отворів після висвердлювання	Кількість всмоктуваного повітря- 3600; потужність приводу-1,2 кВт; місткість канистри-18 дм <sup>3</sup> ; довжина шланга-3,5 м; маса-11 кг.



Продовження таблиці 4.4

6. Агрегат фарбувальний високого тиску	7000H	1 шт	Промивання поверхонь зовнішніх стінових конструкцій при підготовці до улаштування системи	Робочий тиск-25 Мпа, маса-75 кг
7. Шліфувальна машина (кутова)	9150 «SKIL» або ИЭ-2110або ИЭ-2107	1 шт	Механічне очищення поверхні зовнішніх стінових конструкцій	Потужність приводу -0,56 кВт
8. Пила – ножівка	-	3 шт	Нарізання плит утеплювача	-
9. Відра поліетиленові місткістю 5 дм <sup>3</sup> , 20 дм <sup>3</sup> , 30 дм <sup>3</sup>	-	10 шт	Приготування розчинних сумішей; подача розчинних сумішей від місця приготування до місця виконання робіт	-
10. Пензель-макловиця	ГОСТ 10597-87	3 шт	Нанесення ґрунтовки 8САИМ1Х Б18РЕК81А або ґрунтуючої фарби	-
11. Кельма для плиточника	-	3 шт	Нанесення клейової розчинної суміші на поверхню плит утеплювача	-
12. Шпатель зубчастий з квадратнимизубцями	-	3 шт	Розрівнювання клейової розчинної суміші по поверхні плит утеплювача	Ширина зубців від 6 мм до 10 мм
13. Шпателькутовий зовнішній	-	3 шт	Закладення і загладження оштукатурених торців будівель і місць улаштування деформаційних швів (по утеплювачу)	-
14. Шпателькутовий внутрішній	-	3 шт	Закладення і загладження оштукатурених місць з'єднання плит утеплювача з дверними і віконними рамами	-
15. Правила, терки і напівтерки	-	3 шт	Притискання плит утеплювача до поверхні основи при приклеюванні. Формування фактури декоративного структурного шару.	Напівтерка зубчаста – довжиною 600 мм, напівтерка зубчаста зубчастий мала – довжиною 250мм, ширина зуба -10 мм
16. Шпателі металеві	-	3 шт	Закладення тріщин, підмазування окремих місць поверхні зовнішніх стінових конструкцій при підготовці зовнішніх стінових конструкцій до влаштування системи	Ширина лопаток: 10 см, 20 см, 30 см
18. Ножиці	-	1 шт	Нарізання імпрегнованої склосітки	-

Продовження таблиці 4.4				
17. Ножиці ручні для різання металу	-	1 шт	Різка оцинкованої сталі привлаштуванні козирків, які встановлюються в нижній частині віконних отворів (операція виконання при необхідності підгонки розмірів козирків при установці за місцем)	-
18. Герметизатор (шприц)	-	1 шт	Заповнення місць примикань плит утеплювача до поверхні віконних і дверних рам	-
19. Набір інструментів і пристосувань для виконання жерстяних робіт	-	1 шт	Установка відливів в місцях примикання плит утеплювача до нижньої частини віконних прорізів і кріплення металевих фартухів по парапету будівлі	-
20. Рулетка металева	-	3 шт	Розмітка поверхні зовнішніх стінових конструкцій	-
21. Лінійка металева	-	3 шт	Вимірювання плит утеплювача при різанні	Довжина: 300 мм, 500 мм, 1500мм
22. Рейка дерев'яна	-	1 шт	Визначення нерівності стіни	Довжина не менше 2 м
23. Косинці	-	2 шт	Визначення нерівності стіни, відхилення укосів	-
24. Правило	-	1 шт	Відхилення від горизонталі	-
25. Рівень	-	1 шт	Відхилення від горизонталі	-
26. Набір щупів	-	1 шт	Відхилення від горизонталі, вертикалі, а також товщини шарів розчинних сумішей	-
27. Вологоміри	-	1 шт	Вологість (поверхнева) зовнішніх стінових конструкцій	-

#### 4.2.6 Контроль якості робіт

##### Методи контролю якості робіт

- Роботи по утепленню будівель скріпленою теплоізоляцією необхідно виконувати у відповідності з конструктивними рішеннями, передбаченими проектом і цією технологічною картою.

- Для виконання робіт по утепленню будівель можна використовувати тільки ті матеріали, які передбачені проектом.
- Ефективність змонтованої системи утеплення повинна визначатися відсутністю «містків холоду».
- Місця з'єднання теплоізоляції з віконними і дверними блоками, а також місця з'єднання з утеплювачем покрівлі і покрівельним покриттям повинні бути ретельно ущільнені сумішами для герметизації, і не створювати «містків холоду».
- Після закінчення роботи в процесі експлуатації будівлі з утепленими зовнішніми стіновими конструкціями не допускається відшаровування системи ущільнення, а також окремих її шарів від поверхні конструкції.
- Ширина швів між плитами утеплювача повинна бути не більше 2 мм.
- Нахльостування полотнищ, армованої склосітки в місцях її з'єднання повинно бути не менше 10 мм.
- Поверхня фасаду будівлі, при утепленні, повинна бути рівною, без вириків та інших пошкоджень теплоізоляційного матеріалу, а також штукатурних і обробних шарів. Проміжок між контрольною 2-метровою рейкою і поверхнею конструкції не повинен перевищувати 5 мм.
- Допустиме відхилення товщини теплоізоляційного шару від проектного значення не повинно перевищувати  $\pm 5\%$ .
- У теплоізоляційному, штукатурному і обробному шарах не повинно бути тріщин.
- Кольорова гама фасаду будівлі повинна відповідати вимогам проекту. Відмінність у відтінках кольору на різних ділянках фасаду не допускається. Смоги, плями від висолів і місцевих виправлень обробного шару, які виділяються на загальному фоні, не допускаються.
- Температурні і деформаційні шви в теплоізоляційному і обробному шарах повинні бути ретельно ущільнені еластичними сумішами для

герметизації.

- Якість матеріалів, які використовуються під час виконання робіт, контролюють відповідно до вимог нормативних документів і вимог, викладених у технологічній карті на ці матеріали, а також згідно вимог нормативних документів, які регламентують способи і методи випробування цих матеріалів.

- Стан і готовність будівель, споруд, окремих конструктивних елементів і їх поверхонь контролюють візуально, а також із застосуванням інструментальних методів контролю.

- Наявність і стан механізмів та інструментів, які застосовуються при виконанні робіт по утепленню фасадів, перевіряють візуально, а також відповідно до методів, вказаних у нормативних документах на ці механізми й інструменти.

### **4.3 Охорона праці та промислова безпека в будівництві**

#### **4.3.1 Вимоги з техніки безпеки і охорони праці**

Згідно ДБН А.3.2-2:2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

- До початку робіт усі робітники і інженерно-технічний персонал повинні бути ознайомлені із проектом виробництва робіт або з технологічною картою.

- На території будівельного об'єкту перед початком робіт по улаштуванню елементів фасаду повинні бути визначені зони, небезпечні для робіт і проходи людей.

- До початку робіт необхідно: – визначити місця складування і

зберігання матеріалів, обладнання і інструментів на будівельному майданчику; – забезпечити будівельний об'єкт питною і технічною водою, а також засобами для надання першої медичної допомоги; – обладнати місця відпочинку робітників; – забезпечити всіх робітників засобами індивідуального захисту і проінструктувати про порядок користування та догляду за ними.

- Організація робочих місць на будівництві повинна забезпечувати безпеку виконання робіт.

- Робітники, які працюють на обладнанні теплоізоляції, забезпечуються робочим одягом відповідно до діючих норм.

- При виконанні робіт на висоті більше 1,1 м і при неможливості виконання настилів з огорожами робітники повинні бути забезпечені запобіжними поясами. Місця закріплення ланцюгів або канатів запобіжних поясів повинні бути вказані робітникам наперед.

- Запобіжні пояси, їх ланцюги і канати, які видаються робітникам, повинні мати паспорти і бірки. У разі відсутності паспортів поясів до їх застосування повинні бути проведені випробування відповідно з діючими ДСТУ.

- Забороняється виконувати роботи з обладнання скріпленої теплоізоляції на фасаді одночасно в двох і більше ярусах по одній вертикалі, якщо немає відповідних захисних пристосувань.

- Будівельні машини, механізми, верстати, будівельний інвентар та інструменти повинні відповідати характеру виконуваної роботи, а також повинні використовуватися в справному вигляді і мати належні огорожі. До управління машинами з електричним двигуном забороняється допускати осіб, які не мають посвідчення на право управління даною машиною.

- Робітники, які обслуговують машини і керують ними, повинні мати інструкцію, в якій вказані вимоги з техніки безпеки, вказівки з системи сигналів, правила управління машиною і доглядом за робочим місцем, вказівки про граничні навантаження і допустимі швидкості роботи машини, а

також вказівки про можливі об'єднання операцій.

- Наладка, установка, реєстрація, огляд і експлуатація підйомних пристосувань повинні виконуватися відповідно до вимог діючих правил Держміськтехнагляду.

- Використання вантажних підйомників і кранів для переміщення людей забороняється.

- У неробочий час всі машини і механізми повинні знаходитися у стані, що виключає можливість їх запуску сторонніми особами.

- До роботи з електрифікованим і пневматичним інструментом допускаються тільки робітники, що пройшли спеціальне навчання.

- Робота несправним механізованим інструментом забороняється.

- Виконання робіт за допомогою механізованого інструменту з приставних драбин забороняється.

- Включати в мережу електродвигуни, електроінструменти, прилади електричного освітлення і т. п. необхідно тільки за допомогою існуючих для цих цілей приладів; виконувати включення і виключення скручуванням дротів забороняється.

- Перенесення матеріалів на ноші в горизонтальному напрямку допускається у виняткових випадках на відстань не більше 50 м, а по сходах-драбинах - забороняється.

- Вантажно-розвантажувальні роботи з пилоподібними матеріалами (сухі будівельні суміші, цемент, гіпс, вапно і т. п.) слід виконувати тільки механізованим способом і при їх температурі не більше +40°C. 7.25. Скидання матеріалів і сміття без жолобів або інших пристосувань з висоти більше одного поверху заборонено.

- Обрешетування, що використовується на будівництві, повинно бути інвентарним і виготовлятися за типовими проектами. Неінвентарне обрешетування допускається лише у виняткових випадках, а при висоті більше 4м - за спеціально затвердженими проектами. При виготовленні, установці і експлуатації всіх видів обрешетування (трубних, рамних,

сходових, підйомних, пересувних, випускних і підвісних колисок, драбин і приставних драбин) необхідно дотримуватися всіх вимог, викладених в «Правилах техніки безпеки для будівельно-монтажних робіт».

- До робіт із застосуванням сухих сумішей допускаються особи, що досягли вісімнадцяти років і які пройшли: – професійну підготовку; – попередній медичний огляд відповідно до вимог Мінохоронздоров'я України; – увідний інструктаж з безпеки праці, виробничої санітарії, пожежної і електробезпеки. Періодичність проведення інструктажів на робочих місцях і перевірка знань робітників по безпечному виконанню робіт повинні відповідати «Типовому положенню про навчання, інструктаж та перевірку знань з питань охорони праці», яке затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 04.04.98 р. № 30. 7.29.

- Небезпеки, які можуть виникнути при роботі з обладнанням при виконанні робіт з теплоізоляції фасаду.

Механічні травми при: порушенні правил виконання вантажно-розвантажувальних робіт; неправильному обладнанні та експлуатації риштувань, настилів на риштуваннях, сходів і містків; неправильному і нерівномірному розподілі навантажень на настилах риштувань; доторку до необгороджених рухомих частин машин і механізмів, що обертаються; невикористанні або неправильному використанні засобів захисту від травм; наявності шорсткості і гострих країв в інструментах, що використовуються.

Електротравми при: – доторку до не за ізольованих електропроводів, металевих неструмоведучих частин устаткування, що опинилися під напругою через відсутність заземлення або занулення, а також через порушення ізоляції проводів.

Гострі і хронічні професійні захворювання, що виникають у робітників внаслідок загазованості, запиленості повітря робочої зони, розсипу сухих сумішей, невикористання засобів індивідуального захисту.

Перед початком робіт на об'єкті з робітниками повинен бути проведений інструктаж про прийоми і способи роботи, що забезпечують

дотримання правил техніки безпеки відповідно до «Типових положень про навчання, інструктаж та перевірку знань робітників з питань охорони праці».

#### **4.3.2 Вимоги з охорони праці при роботі на підвісних будівельних люльках**

Згідно НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.. Експлуатація підвісних будівельних люльок (колисок):

1. До роботи на колісках допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж з правил техніки безпеки, ознайомлені з паспортом та інструкцією по експлуатації монтажу люльки.

2. Небезпечну зону біля підвішеної люльки на кожній робочій позиції слід вигороджувати тимчасовою інвентарною суцільною огорожею із заборонними написами і знаками.

3. Всі суміщені роботи по вертикалі на робочій позиції люльки, а також ближче 8 м від люльки по фасаду повинні бути тимчасово призупинені.

4. Консолі, до яких підвішуються люльки, повинні спиратися через підкладки. Опора консолей на карниз забороняється. Підкладки під опорами консолей на стіні повинні бути закріплені до опор для запобігання випадкового їх падіння. Виліт консолей від зовнішньої грані стіни будівлі до осей люльки не повинні перевищувати 550 мм.

5. Перед приєднанням канатів до консолей слід уважно оглянути їх і перевірити надійність затиску кінців канатів затискачами.

6. Верхній вільний кінець канату люльки після приєднання до консолі закріпити до надійних елементів будівлі, місця закріплення визначає виконроб.



7. Надійність кріплення канатів і консолей перевіряти після кожної перестановки коліски на нову позицію.

8. Запобіжні та вантажні канати повинні бути натягнуті вантажами на землі. Відстань від землі до вантажів не менше 200 мм.

9. Рух канатів при підйомі і опусканні колісок повинен бути вільним. Тертя канатів по конструкціям не допускається. Необхідно стежити за правильним намотуванням канатів на барабани лебідок – витки повинні лягати рівномірно.

10. Настил коліски повинен бути в горизонтальному положенні (перекошування дозволяється – не більше  $5^\circ$ ), не виходити за габарити коліски, регулярно прибиратися від сміття, снігу і льоду.

11. Переміщення люльки по землі уздовж фасаду виконувати при ослаблених канатах по обмеженому напрямку із швелерів або щитів.

12. При виявленні в конструкції люльки електроструму її потрібно опустити на землю, і роботи на ній припинити до усунення неполадок в електроустаткуванні.

13. При відключенні електроенергії люльку необхідно опустити на землю (або в крайньому випадку – в найближчий віконний отвір або балкон) за допомогою ручного приводу. При виході на балкон або отвір люльку необхідно підтягнути до нього і надійно закріпити. При цьому робітник повинен обв'язуватися страховою мотузкою, закріпленою до будівлі. Після використання ручного приводу, важіль, що приводить його до дії, потрібно прибрати.

14. Входити на люльку і виходити з неї дозволяється тільки тоді, коли вона знаходиться на землі. Підйом людей в колісці дозволяється тільки при справній роботі лебідок, пасток, електрообладнання тощо.

15. Щоб випадково не випасти з люльки, робітники повинні користуватися страховими поясами, які кріпляться до поручнів люльки.

16. Під час роботи забороняється: – завантажувати люлька вантажем масою понад певної паспортними даними; – доступ сторонніх осіб до лебідок

і підйом сторонніх осіб у колисці; – використання люльки як будівельного підйомника, а також для зварювальних робіт і робіт по скління; – працювати зі знятими кожухами барабана лебідки і пастки; – збільшувати виліт консолей більше 550 мм від зовнішньої стіни (перекриття) до осі вантажного канату; – залишати ручку ручного приводу на валу лебідки після користування ним; – використовувати віконні прорізи, балкони, переkritтя для входу на люльку; – влаштовувати перехідні настили з люльки в люльку або у віконний отвір, додаткові огорожі, "утеплювачі" тощо; – залишати незакріплені консолі з навішеними канатами, з'єднані з люлькою; – поєднувати роботу колісок в одній вертикальній площині при відстані між ними по горизонталі менше 5 м; – залишати люльку з не вимкненим електроживленням; – працювати в колисці на висоті до 60 м при силі вітру більше 10-12 м/с, – на висоті більше 60 м – при силі вітру більше 7,5 м/с; – підключати сторонніх споживачів електроенергії в шафу управління люльки.

17. Робота в колісках дозволяється тільки в захисних касках, свердління отворів і різання металу шліфувальними машинами – в захисних окулярах.

18. Після закінчення робіт люльку слід опустити на землю і відключити електроенергію.

19. При експлуатації і ремонту електрообладнання необхідно дотримуватись вимог охорони праці, наведені в "Правилах монтажу електроустановок", "Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів" і "Правилах техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів".

20. Всі металеві не струмопровідні частини електрообладнання повинні бути заземлені. Заземлення люльки здійснюється шляхом з'єднання металоконструкцій з заземленою нейтраллю мережі через нульовий провід кабелю.

21. Розведення відкритого вогню і куріння на колисці і поблизу неї на поверххах забороняється. На найближчому до місця виконання робіт поверсі

кожної люльки необхідно встановити по 1 (одному) вогнегаснику.

22. Для координації робіт по переміщенню вантажів краном і виконанню робіт з колісок призначити наказом по організації-виконавцю особу, відповідальну за безпечну спільну їх роботу.

23. Зазначені особи, кранівник та старші на колісках повинні мати між собою постійний зв'язок (радіозв'язок, мобільний зв'язок).

24. Переміщення вантажів краном над будинком здійснювати на висоті не більше 2-х метрів від його конструкцій.

25. Про зазначені обмеження зробити записи в крановому журналі кранівника.

26. До початку робіт виконроб повинен уважно оглянути вантажні та запобіжні канати, петлі, до яких вони кріпляться, а також кріплення консолей.

27. Обслуговування електрообладнання коліски дозволяється тільки особам, які пройшли навчання і мають посвідчення.

28. Огляд електроустаткування виконується: – періодично 1-2 рази на місяць; – щодня – перед початком робіт.

29. Перекошування люльки при переміщенні виправляється кнопками. Вирівнювання виконується лебідкою (правою).

30. Технічне обслуговування люльки виконується щозміни і періодично. Щозмінне технічне обслуговування виконується протягом зміни і включає: – контрольний огляд люльки перед кожною зміною; – перевірка справності роботи лебідок; – перевірка правильності розташування канатів; – перевірка дії гальм і пульта керування; – перевірка надійності кріплень консолей, контролю вантажу і натяжних вантажів; – перевірка канатів. Періодичне технічне обслуговування виконується через 100 годин.

## ВИСНОВОК

Енергоефективність в Україні не відповідає чинним нормам, а рівень споживання енергоносіїв перевищує європейські показники подекуди в 3-4 рази. Причиною цього є: не енергоефективна структура виробничого сектору; енерговтрати через недосконалі засоби постачання енергії; застарілий житловий фонд, який будувався в часи мінімальних цін на комунальні платежі та інші. На теперішній час в Україні для підвищення ефективності споживання енергоресурсів, було розроблено низку законодавчих та нормативних актів. Було прийнято закон «Про енергетичну ефективність будівель», за яким було встановлено 7 класів енергоефективності будівель – від А до G, які за своїми вимогами аналогічні європейським стандартам. Розроблені держпрограми теплих кредитів для відшкодування частки затрачених коштів на тепло та енергомодернізації.

На теперішній час розроблено і багато методів, нормативних баз, програмних продуктів та приладів для полегшеного та швидкого обстеження будівель, з подальшою модернізацією.

Було розглянуто методи модернізації будівель для приведення їх під сучасні норми енергозбереження, існуюче програмне забезпечення для оцінювання показників ефективності енергоспоживання будівель.

Показано, що на сьогодні існує велика кількість інструментів для вирішення задач з моніторингу та диспетчеризації, енергетичного аудиту, моделювання різних режимів роботи та ін. Аналіз програмних продуктів дозволив зробити висновки щодо широко спектру можливостей автоматизації процесів у напрямках:

- фінансового аналізу енергоефективних проектів у програмному комплексі RETScreen;
- моделювання базового енергоспоживання будівель різного призначення (EnergyPlus, програмний продукт на базі Excel та ENSI EAB

Software);

- автоматизованої системи енергомоніторингу EnergyPlan та ін.

Розглянуті програмні продукти автоматизують процес виконання енергетичних обстежень, проте не дозволяють при цьому повністю враховувати особливості огороджувальних конструкцій складної форми, характеристики інженерних мереж та комунікацій та формувати кінцевий звіт за результатами розрахунків. Тому з огляду на значну кількість параметрів, що необхідно врахувати для розробки подібних заходів постає потреба у автоматизації процесів обчислення.

Розглянуто заходи з термо та енерго модернізації житлового фонду.

Виявлені причини теплових втрат(теплові відмови) через огороджувальні конструкції.

Наведено приклад енергоаудиторських вишукувань , а саме виконано теплотехнічний розрахунок на основі прикладного та програмного методу у комплексі ROCKWOOL. Основною задачею якого є визначення теплозахисних параметрів огороджувальних конструкцій.

Об'єктом енергоаудиту стала система споживання енергоносіїв 9-поверховий каркасно-монолітний житловий будинок. Для свого функціонування будинок споживає: тепло від міських теплових мереж, електричну енергію, газове постачання, гаряче та холодне водопостачання. Основне споживання припадає на теплову енергію. Після аналізу поточного стану будівлі для зменшення теплових втрат було запропоновано заходи з термомодернізації зовнішніх стін, та розроблено технологічну карту на монтаж скріпленої теплоізоляції.

Після впровадження рекомендованих заходів, очікується зменшення теплових втрат до 40% , та економію енергоспоживання у розмірі 30-35%.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН А.3.2-2:2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012. 122с.
2. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016-08-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2016. 51 с.
3. ДБН В. 1.1 -7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2022-09-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство розвитку громад на території України 2022. 39 с.
4. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд, енергозбереження та енергоефективність. [Чинний від 2017-01-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2017. 21 с.
5. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. [Чинний від 2009-01-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2008. 25 с.
6. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. [Чинний від 2018-12-01]. Вид офіц. Київ, Мінрегіонбуд України 2018. 34 с.
7. ДБН В.2.6–31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство розвитку громад та територій України 2022. 27 с.
8. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Чинний від 2016-01-01]. Вид офіц. Київ, Мінрегіон України, 2015. 145 с.

9. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. [Чинний від 2014-01-01]. Вид офіц. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 44 с.

10. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків та споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. [Чинний від 2010-01-20]. Вид офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. 90 с.

11. ДСТУ ISO 50001:2020. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування. (ISO 50001:2018, IDT). [На заміну ДСТУ3582-97 чинний від 2015-01-01]. Вид офіц. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2020. 33 с

12. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 2014-01-01]. Вид офіц. Київ, Мінрегіон України, 2014. 55 с.

13. ДСТУ Б В.2.7-38-95 (ГОСТ 17177-94) Матеріали і вироби теплоізоляційні. Методи випробувань. [Чинний від 1996-16-11]. Вид офіц. Київ, Державний комітет України, 1997. 65 с.

14. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту. [Чинний від 2017-01-01]. Вид офіц. Київ, Мінрегіон України, 2016. 50 с.

15. ДСТУ Б В.2.7-126:2011 Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови. [Чинний від 2011-06-01]. Вид офіц. Київ, Мінрегіон України, 2011. 66 с.

16. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних. [Чинний від 2009-12-01]. Вид офіц. Київ, Мінрегіон України, 2010. 32 с.

17. ДСТУ Б В.2.2-21:2008. Будинки і споруди. Метод визначення питомих тепловтрат на опалення будинку. . [Чинний від 2009-06-01]. Вид

офіц. Київ, Мінрегіон України, 2019. 24 с.

18. Закон України № 2118 від 22.06.2017 «Про енергетичну ефективністьбудівель» / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359.

19. Шовкалюк Ю.В. Інструменти і методи для підвищення енергоефективності будівельного фонду. *Молодий вчений*. №1(53) 2018.

20. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. [Чинний від 2018-04-10]. Вид офіц. Київ, Міністерство соціальної політики України, 2018. 247 с.

21. Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. К.: Поліграф плюс, 2014. 247с.

22. Барзилович Д.В., Фаренюк Г.Г. Розвиток системи нормативних документів України із забезпечення енергозбереження та енергоефективності будівель. *Будівельні конструкції*. Вип.77. Київ.: НДІБК, 2013. С. 3-9.