

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
магістра

на тему: **Порівняльний аналіз визначення тепловтрат будівлі за вітчизняною та європейськими методиками**

Виконав: студент гр. 601-мНТ
спеціальності 144 Теплоенергетика

" ___ " _____ 2025 р. _____ Стоян Є.І.

Керівник

" ___ " _____ 2025 р. _____ проф. Голік Ю.С.

Рецензент

" ___ " _____ 2025 р. _____

Допустити до захисту:

завідувач кафедри "Теплогазопостачання,
вентиляції та теплоенергетики" _____

к.т.н., проф. Голік Ю.С.

" ___ " _____ 2025 р.

Полтава - 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Стоян Є.І. Порівняльний аналіз визначення тепловтрат будівлі за вітчизняною та європейськими методиками, на прикладі реконструкції будівлі діючого підприємства Товариство з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "ТЕХПОЛ", яке розташовується в м. Вінниця по вулиці Данили Нечая, 38.

Метою даної роботи є оцінювання тепловитрат бувшого виробничого-лабораторного корпусу та дослідження можливості переобладнання для використання в якості офісних приміщень.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 - Теплоенергетика, науковий керівник Ю. С. Голік. «Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Навчально-науковий інститут нафти і газу Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики», 2024.

Проаналізовано актуальні нормативні вимоги до зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією, їх класифікацію за конструктивними особливостями та критерії вибору на основі доступних вихідних даних.

У рамках запиту підприємства було проведено порівняльний аналіз заходів з енергозбереження будівлі відповідно до вимог ДБН та актуальних європейських норм.

У рамках проведених розрахунків, за завданням підприємства, передбачено зменшення площі віконних прорізів у приміщеннях з метою підвищення енергоефективності. Для досягнення відповідності сучасним вимогам, виконано розрахунки термічного опору конструкцій зі збільшенням товщини шару утеплювача.

					601-МНТ 11393673		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Стоян Є. І.			Порівняльний аналіз визначення тепловтрат будівлі за вітчизняною та європейськими методиками		
Перевір.		Голік Ю.С.					
Зав. кафедри		Голік Ю.С.			Літ.	Арк.	Архів
						2	111
					Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», кафедра ТГВ та Т		

Результатами теплотехнічних розрахунків доведено відповідність прийнятих проектних рішень встановленим нормативним вимогам.

Ключові слова: енергоефективність, теплоізоляція, термічний опір, коефіцієнт теплопередачі, огорожувальні конструкції, теплотехнічні розрахунки.

					601-МНТ 11393673			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Стоян Е. І.</i>			Порівняльний аналіз визначення тепловтрат будівлі за вітчизняною та європейськими методиками	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Голік Ю.С.</i>					3	111
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Голік Ю.С.</i>				<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т</i>		

ЗМІСТ

	стор
АНОТАЦІЯ.....	2
ЗМІСТ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГО- ЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ.....	9
1.1 Аналіз нормативної бази України.....	9
1.2 Класифікація зовнішніх огорожувальних конструкцій із фасадною теплоізоляцією.....	13
1.3 Енергоефективність в країнах Європейського Союзу та України....	33
РОЗДІЛ 2 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ.....	44
2.1 Вибір загальних даних до розрахунку.....	44
2.2 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	46
2.3 Розрахунок теплової інерційності конструкцій	49
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗА ПОРІВНЯЛЬНИМИ ВАРІАНТАМИ.....	53
3.1 Загальні вимоги до розрахунку.....	53
3.2 Визначення опору теплопередачі будівельних конструкцій.....	54
РОЗДІЛ 4 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКОЮ МЕТОДИКОЮ.....	80
4.1 Теплова потужність системи опалення.....	83
4.2 Порівняльний аналіз результатів розрахунків.....	102
ВИСНОВКИ	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	110

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Актуальність теми дослідження:

В Україні щороку споживається близько 90 мільйонів тон нафтового еквіваленту енергії (тне) та має один з найвищих показників енергоємності та енергозалежності серед світових економік.

Якщо б енергоємність економіки України відповідала середньосвітовому рівню, це дозволило б зменшити споживання енергії приблизно на 52 млн тон нафтового еквівалента. При цьому майже 45% від загального обсягу виробленої та імпортованої енергії втрачається під час її перетворення та транспортування до кінцевого споживача, що перевищує аналогічний показник у країнах ЄС на 12%.

З 90 мільйонів тон нафтового еквівалента первинної енергії, що споживається, близько 52 мільйон тон (тне) використовуються для забезпечення постачання. Потенціал зниження енергоспоживання може досягати приблизно 60%. Лише у деяких основних секторах — житловому, бюджетному і енергопостачанні (що складають разом біля 65% енергетичного балансу нашої країни) — енергоефективний потенціал становить заощадження понад 18 млн тон нафтового еквівалента, що дорівнює приблизно 8,0 млрд євро на рік. В Україні енергоспоживання на опалення громадських, комерційних і житлових будівель, а також енергоспоживання на вуличне освітлення традиційно не було зосереджено на принципах енергетичної ефективності та з використанням відновлювального виду джерела теплоенергії. Більшість таких будівель є наслідком неякісного виконання будівельних робіт, мають низький рівень теплоізоляції та не завжди отримують необхідного технічного регламенту, що може призвести до низької енергоефективності та недостатнього комфорту під час експлуатації.

Зокрема, більшість використаного обладнання, що використовується для надання послуг населенню, зокрема системи газу, водо, та теплопостачання та також вуличного освітлення, а також інші елементи інфраструктури,

					601-МНТ 11393673	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перебувають у незадовільному технічному стані та експлуатуються з низьким коефіцієнтом корисної дії.

Кожна громада несе витрати на енергію, спожиту громадськими об'єктами загального використання, такими як дитячі садки, школи, лікарні та адміністративні будівлі та споруди. Взагалі всі ці витрати можуть розподілитися між різними статтями витрат місцевого фонду загального бюджету, утворюючи велику частку його обсягу. Зниження витрат на енергоносії може привести до утворення бюджетного профіциту, який можна буде спрямувати на покращення та розвиток місцевої інфраструктури та громад.

Енергоефективність полягає у зниженні питомого енергоспоживання будівлі [кВт·год/м³] без зниження якості внутрішнього середовища та рівня комфорту. Для досягнення цієї мети зазвичай потрібні капіталовкладення. З економічної точки зору, сукупний обсяг фінансових заощаджень, отриманих внаслідок впровадження заходів із підвищення енергоефективності, має перевищувати обсяг інвестицій. Значний акцент робиться на інтеграції заходів з енергозбереження з поточними ремонтними та реставраційними роботами, що дозволяє ефективно використовувати наявні ресурси. Етапи реалізації енергоефективних заходів часто можна виконати у межах реставраційних процесів.

Ще одним важливим аспектом є забезпечення енергетичної безпеки. Це передбачає аналіз виробництва та постачання енергоресурсів з урахуванням потреб споживачів. Заміна імпортного викопного палива на локальні альтернативні джерела, диверсифікація зовнішніх енергопостачальників та підвищення енергоефективності є ключовими шляхами досягнення енергетичної незалежності та зміцнення безпеки енергосистеми держави.

Енергоаудит і супровід систем управління енергоспоживанням є ключовими інструментами для ефективної реалізації комплексних заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності та імплементацію структурних реформ. Аналіз енергетичних показників будівель і споруд у межах

					601-МНТ 11393673	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоаудиту дозволяє оцінити рівень відповідності об'єктів сучасним енергетичним стандартам і сформулювати рекомендації для покращення їх енергетичної ефективності.

Значущим етапом у створенні ринку послуг з енергоаудиту в Україні стало ухвалення в червні 2017 року Закону України «Про енергетичну ефективність будівель». Цей закон впроваджує положення «Директиви 2010/31/ЄС», встановлюючи основні принципи функціонування ринку енергетичних послуг, а також зобов'язання щодо проведення енергетичної сертифікації. Зокрема, сертифікація є обов'язковою для:

- будівель, що зводяться;
- об'єктів державного та громадського призначення з опалювальною площею понад 200 м² у разі їх термомодернізації;
- споруд, які беруть участь у програмах термореновації, що фінансуються за рахунок державних коштів.

Цей законодавчий акт сприяє розвитку ринку енергоаудиту, стимулюючи реалізацію заходів із термомодернізації та підвищення енергетичної ефективності в Україні.

Термомодернізація будівель — це ефективний інструмент для зниження енергоспоживання та підвищення енергоефективності будівель. Вона включає комплекс заходів, таких як:

1. Термоізоляція зовнішніх стін, покриттів та стелі підвалу, трубопроводів подачі тепла та зворотного опалення.
2. Заміна елементів будівлі, зокрема вікон та дверей.
3. Відновлення та встановлення систем дренажної системи, а також локальних систем вентиляції з рекуперацією тепла, центрального теплообмінника в системах вентиляції.
4. Реконструкція систем опалення:
 - встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП).
 - балансування теплових мереж.
 - встановлення термостатів та лічильників тепла.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Енергозберігаючі заходи:

- заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі.
- встановлення автоматичних механізмів закриття дверей.
- проведення енергоаудиту.

Проблема втрат теплової енергії в Україні залишається актуальною, оскільки тепловий опір стін будівель, побудованих до 1990 року, суттєво нижчий за сучасні норми. Для порівняння, в країнах з холодним кліматом, таких як Фінляндія чи Швеція, показники втрат тепла значно нижчі завдяки високим стандартам термоізоляції. В Україні ж втрати тепла на опалення в 4-5 разів перевищують показники цих країн, що обумовлено застарілими будівельними нормами. Сучасні вимоги «ДБН В.2.6-31:2016» передбачають коефіцієнт опору теплопередачі 2,8–3,4 м² °С/Вт, тоді як у старих будівель цей показник становить лише 0,6–0,8 м² °С/Вт. Це вказує на необхідність масштабної термомодернізації для забезпечення енергоефективності.

У контексті зростання дефіциту та постійного підвищення вартості енергетичних ресурсів, питання термомодернізації існуючих громадських споруд та впровадження енергоефективних технологій набуває дедалі більшої актуальності. Прийняття нового покоління нормативних актів, спрямованих на енергозбереження, створює передумови для приведення будівель у відповідність із сучасними вимогами ефективного використання енергії. Це, своєю чергою, сприятиме підвищенню рівня енергетичної безпеки держави та узгоджується із її стратегічною політикою в енергетичній сфері.

Введення нових законодавчих норм також стимулює розвиток національної промисловості, зокрема виробництва будівельних матеріалів, які відповідають міжнародним стандартам якості. Особливий акцент робиться на збільшенні обсягів виготовлення ефективних теплоізоляційних матеріалів, енергозберігаючих віконних систем, конструкційних елементів та супутніх засобів.

Постійне зростання вартості енергоносіїв змушує місцеві територіальні громади приділяти значну увагу заходам із оптимізації споживання енергії у

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673				

процесі експлуатації будівель. За умов обмеженого бюджетного фінансування особлива увага має бути зосереджена на економічній доцільності та часових рамках реалізації енергозберігаючих заходів.

Такий підхід дозволяє забезпечити комплексне вирішення завдань підвищення енергоефективності об'єктів, одночасно сприяючи зміцненню енергетичної незалежності та сталого розвитку країни.

Мета роботи – аналіз, розробка обґрунтувань та визначення оптимальних конструктивно-технологічних рішень для забезпечення ефективної термоізоляції будівлі діючого підприємства

Товариство з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "ТЕХПОЛ", що розташоване в місті Вінниця по вулиці Данили Нечая, 38 на підставі даних обстеження та оцінки енергоефективності.

Досягнення поставленої мети здійснювалося шляхом розв'язання наступних завдань:

1. Аналіз та визначення основних положень чинних нормативних документів, що регулюють вимоги до проектування захисних конструкцій будівель і споруд із зовнішньою термоізоляцією.
2. Дослідження основних типів конструкцій зовнішніх стін, їх класифікації та критерії вибору при реконструкції будівель.
3. Вивчення результатів енергетичного обстеження та оцінювання енергоефективності існуючої будівлі, а також обґрунтування необхідності реалізації заходів щодо підвищення її енергетичної ефективності.
4. Обґрунтування вибору проектних рішень та оцінка їх відповідності чинним нормативним вимогам, зокрема нормам ДБН та європейським стандартам.
5. Порівняльний аналіз проведених заходів з енергозбереження будівлі згідно з нормами ДБН та європейськими нормами.

Об'єкт дослідження: будівля діючого підприємства Товариство з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "ТЕХПОЛ", розташованого в місті Вінниця по вулиці Данили Нечая, 38.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

1.1 Нормативно-правова база

Для визначення стандартів і вимог, що регулюють процеси проектування, виконання робіт із термомодернізації та впровадження енергозберігаючих технологій в Україні, були розроблені й ухвалені відповідні державні норми та стандарти.

Основні нормативні документи включають:

- «ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010» «Будівельна кліматологія» — цей стандарт визначає кліматичні параметри, які використовуються під час проектування будівель і споруд, а також систем опалення, вентиляції, кондиціонування та водопостачання. Окрім цього, він регламентує складання енергетичного паспорта будівлі відповідно до вимог «ДБН В.2.6-31», «ДСТУ-Н Б А.2.2-5». Також даний документ використовується при плануванні та забудові міських і сільських територій. [9]

- «ДБН В.2.6-31:2016» «Теплова ізоляція будівель» — цей нормативний документ регулює вимоги щодо енергоефективності і теплотехнічних характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій (термоізоляційної оболонки) будівель та споруд під час їхнього проектування, будівництва та оцінювання. Мета полягає в забезпеченні раціонального використання енергетичних і теплових ресурсів для опалення, охолодження, гарячого водопостачання, створення нормативних санітарно-гігієнічних умов та параметрів мікроклімату в приміщеннях, а також довговічності огорожувальних конструкцій у процесі експлуатації.

Ці норми застосовуються під час:

- проектування будівель, що опалюються, кондиціонуються та охолоджуються;

					601-МНТ 11393673	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нового будівництва;
- реконструкції, капітального ремонту та термомодернізації;
- складання енергетичного паспорта будівель;
- оцінювання енергетичних характеристик для визначення витрат паливно-енергетичних ресурсів, які споживаються для опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення. [8]

- «ДБН В.2.6-33:2018» «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування» – дані будівельні норми встановлюють основні положення щодо проектування зовнішніх огорожувальних конструкцій з фасадною теплоізоляцією (надалі — конструкції з фасадною теплоізоляцією) для різних типів будівель (житлових, громадських, промислових), що зводяться, реконструюються або підлягають капітальному ремонту. Ці норми враховують вимоги, викладені в Технічному регламенті будівельних виробів, будівель і споруд «ДБН В.1.2-11». [6]

- «ДБН В.2.6-220:2017» «Покриття будівель і споруд» – ці норми стосуються проектування покрівельних систем для будівель та споруд як виробничого, так і невиробничого призначення. Вони регулюють вимоги до конструктивних параметрів покриттів, дахів, а також забезпечення вентиляції для комбінованих і мансардних дахів, водовідведення та розміщення на покрівлях технологічних установок. [7]

- «ДСТУ Б А.2.2-12:2015» «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» – цей стандарт встановлює методику визначення енергетичних витрат будівель і споруд, які виникають в процесі опалення, охолодження, вентиляції, освітлення і гарячого водопостачання. Він визначає основні національні правила для розрахунку річних енергетичних витрат відповідно до «ДСТУ Б EN ISO 13790», а також синхронізує їх із регіональними і міжнародними стандартами, що стосуються енергетичної ефективності. [10]

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- «ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015» «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель» – цей стандарт визначає методологічні підходи до розробки документів, що містять інформацію про енергетичні характеристики будівель або їх окремих частин. Метою є оцінка фактичних показників енергетичної ефективності існуючих об'єктів, а також проведення аналізу відповідності встановленим мінімальним вимогам енергетичної ефективності будівель і споруд під час енергетичних обстежень (аудитів). [11]

- «ДСТУ Б В.2.6-34:2008» «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги» – цей стандарт охоплює вимоги до зовнішніх огорожувальних конструкцій стін з фасадною теплоізоляцією (так звані конструкції з фасадною теплоізоляцією або збірні системи) для житлових, громадських і промислових будівель, як для нових споруд, так і для об'єктів, що підлягають реконструкції або капітальному ремонту (включаючи термічну модернізацію). Він визначає класифікацію та основні технічні вимоги до таких конструкцій і збірних систем фасадної теплоізоляції. [12]

- «ДСТУ Б В.2.6-36:2008» «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови» – цей стандарт регулює вимоги до конструкцій зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією, що мають штукатурне покриття або складаються з дрібно штучних елементів (так звані конструкції з фасадною теплоізоляцією, збірні системи). Стандарт поширюється на житлові, громадські, адміністративні та побутові будівлі промислових підприємств. Збірні фасадні системи можуть використовуватись як для нових об'єктів, так і для реконструкції або капітального ремонту (включаючи термічну модернізацію) будівель. [13]

Для визначення базових термінів та понять у державній нормативній документації використовуються наступні терміни:

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1. «Багатошарова огорожувальна конструкція» – це конструкція, що має кілька шарів матеріалу, кожен з яких має різні теплофізичні властивості, при цьому відмінність між ними становить не менше 20%.
2. «Енергетична ефективність будівлі» – це здатність будівлі, її конструктивних компонентів та інженерних систем задовольняти вимоги щодо мікроклімату та комфорту для людини протягом усього життєвого циклу будівлі, забезпечуючи оптимальні умови для її експлуатації з урахуванням енергетичних витрат на опалення, вентиляцію, кондиціонування, освітлення та гаряче водопостачання, відповідно до місцевих кліматичних умов та встановлених норм.
3. «Енергетичний паспорт будівлі» – це офіційний документ, що містить розрахункові дані про енергетичні властивості будівлі, які визначаються на етапі проектування згідно з діючими нормативами.
4. «Енергетичні характеристики будівлі» – це кількість енергії, яку будівля споживає для покриття своїх енергетичних потреб, зокрема для опалення, охолодження, гарячого водопостачання, вентиляції, кондиціонування та освітлення.
5. «Клас енергетичної ефективності будівлі» – це категорія, що визначає рівень енергетичної ефективності будівлі або споруди на основі їх енергетичних характеристик, відповідно до вимог нормативних стандартів.
6. «Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі» – це граничні значення показників, що характеризують здатність будівлі, її конструкцій та інженерних систем забезпечувати енергетичні потреби на рівні, що дозволяє підтримувати належні умови для проживання, зокрема в аспектах опалення та кондиціонування. Ці вимоги визначаються на основі економічно обґрунтованого рівня енергетичної ефективності, а також нормативно допустимих енергетичних витрат на одиницю площі чи об'єму будівлі для забезпечення комфортних мікрокліматичних умов протягом її життєвого циклу.
7. «Огорожувальні конструкції» – це елементи будівлі, які утворюють термоізоляційну оболонку для збереження тепла або холоду в приміщеннях, а також для захисту від атмосферних впливів. Вони також виконують роль

					601-МНТ 11393673	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розподілу простору будівлі на різні частини з різними умовами вологості та температури експлуатації.

8. «Питома енергопотреба» – це показник, який характеризує кількість енергії, необхідної для підтримання оптимальних теплових умов у кондиціонованому просторі. Він визначається на одиницю опалювальної або кондиціонованої площі та показує потребу в теплоті для підтримки встановлених температурних режимів.

9. «Теплоізоляційна оболонка будинку» – це система огорожуючих конструкцій, що забезпечує збереження тепла або холоду в межах будівлі, допомагаючи підтримувати оптимальні умови для опалення чи кондиціонування внутрішніх приміщень.

10. «Термомодернізація будівлі» – це комплекс заходів, які спрямовані на покращення теплотехнічних властивостей огорожуючих конструкцій та енергоефективності будівлі. Включає в себе роботи з реконструкції або капітального ремонту для досягнення рівня енергетичної ефективності, що відповідає мінімальним вимогам, встановленим для будівель.

1.2 Класифікація зовнішніх стінових конструкцій з системою фасадної теплоізоляції

Конструкція фасадної теплоізоляції розробляється з метою забезпечення відповідності нормативним теплотехнічним вимогам, зазначеним у «ДБН В.2.6-31»[8] для зовнішніх покриттів будівель. Крім того, вона сприяє реалізації принципів енергозбереження, викладених у «ДБН В.1.2-11»[5].

Збірна фасадна система складається з несучої конструкції зовнішнього покриття та набору термоізоляційних матеріалів, що розміщуються на її зовнішній поверхні. Система включає шар термоізоляції, захисний зовнішній шар і механізми кріплення, що забезпечують фіксацію елементів на основній несучій частині стіни. Конструкції фасадної термоізоляції відносяться до

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

відновлювальних компонентів будівель та мають високий рівень ремонтпридатності, що робить їх зручними для подальшого обслуговування. Вимоги до цієї збірної системи визначаються низкою нормативних стандартів, таких як «ДБН В.2.6-31, ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36», а також «ДСТУ Б EN 13830»[3]. Зовнішні стіни з фасадною термоізоляцією класифікуються за конструктивними характеристиками, що включають класи і підкласи, визначені в таблиці 1.1[6, 12].

Класифікація збірних систем за характеристиками конструктивних елементів

Таб. 1.1

Класи	Найменування класів	Найменування підкласів
1	2	3
Клас А	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та/або з опорядженням штукатуркою	А.1 З опорядженням тонким шаром штукатурки А.2 З опорядженням товсто шаровими штукатурками А.3 З опорядженням дрібно розмірною плиткою
Клас Б	Конструкції зовнішніх стін із теплоізоляцією фасаду та опорядженням цеглою	Б.1 З опорядженням керамічною цеглою Б.2 З опорядженням силікатною цеглою Б.3 З опорядженням пресованим каменем
Клас В	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та з опорядженням індустріальними елементами	В.1 «З опорядженням керамічними плитками» В.2 «З опорядженням плитками з природного Каменю» В.3 «З опорядженням металевими дрібноштучними та великорозмірними панелями» В.4 «З опорядженням плитками з цементно-волокнистих матеріалів та композитів» В.5 «З опорядженням композитними алюмінієвими панелями» В.6 З опорядженням виробами із дрібнозернистого бетону та композиту В.7 З опорядженням полімер-бетонними панелями В.8 З опорядженням ламінованими панелями В.9 З опорядженням керамогранітного каменю В.10 З опорядженням іншими елементами
Клас Г	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням з прозорими елементами	Г.1 З опорядженням будівельним склом Г.2 З опорядженням загартованим будівельним склом Г.3 З опорядженням склом з енергозберігаючим покриттям Г.4 З опорядженням сонцезахисним склом Г.5 З опорядженням фасадним склом з нанесеним емалевим покриттям Г.6 З опорядженням візерунковим склом Г.7 З опорядженням склом армованим Г.8 З опорядженням ламінованим склом (триплексом) Г.9 З опорядженням склом, забарвленим у масі Г.10 З опорядженням гідрофобним склом Г.11 З опорядженням іншими типами скла, що дозволені для застосування у будівництві

Класифікація фасадних збірних систем за типом конструкції та матеріалом несучої частини стіни та матеріалом термоізоляційного шару [6, 12] надана в таблиці 1.2

Таб. 1.2

Класи	За характером сприйняття стіною навантажень	За матеріалом стіни	За матеріалом теплоізоляційного шару
1	2	3	4
Клас А	1. Несучі 2. Самонесучі 3. Навісні	1. Із цегли 2. Із монолітного або збірного залізобетону, керамзитобетону 3. Із блоків важких бетонів, у тому числі із порожнечами 4. Із блоків із легкого конструктивного бетону	Із плит із базальтової вати Із плит зі скляного штапельного волокна Із плит із спінених полімерних матеріалів або <u>торкретаційного шару</u> Із блоків із легких бетонів
Клас Б			Із плит із базальтової вати Із плит зі скляного штапельного волокна Із плит із спінених полімерних матеріалів Із блоків із легких бетонів
Клас В			Із плит із базальтової вати Із плит зі скляного штапельного волокна
Клас Г	2. Самонесучі 3. Навісні	1. Із комбінованим світлопрозорим фасадом 2.3 суцільним світлопрозорим фасадом	Із плит із базальтової вати 3 плит зі скляного штапельного волокна 3 плит із спінених полімерних матеріалів Із блоків із легких бетонів 3 склопакетів з подвійним склінням

Залежно від конкретного конструктивного рішення в проекті будівництва застосовуються різноманітні збірні системи, включаючи варіанти з обробкою та опорядженням.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. «Компоненти фасадної теплоізоляції з опорядженням» (покриттями або дрібноштучними елементами, клас А) класифікуються за варіантом кріплення термоізоляційного шару до стіни.
2. «Конструкції теплоізоляції фасадів із цегляним опорядженням або стіновими каміннями» (клас Б) поділяються за типом зв'язку між опоряджувальними шарами та плитами перекриття.
3. «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим прошарком повітря та опорядженням індустриальними елементами» (клас В) класифікуються за типом матеріалу, що використовується для захисту від повітря.
4. «Конструкції теплоізоляції» можуть мати одношаровий або двошаровий теплоізоляційний шар, що відрізняє їх за конструктивним виконанням.
5. «Конструкції фасадної теплоізоляції із прозорими елементами» (клас Г) розрізняються за конструктивним рішенням і технологією зведення світлопрозорого опоряджувального шару, що використовуються як захисний елемент.
6. «Конструкції, що мають заповнення непрозорими ділянками стін з прозорим захисним шаром» поділяються за матеріалом заповнення та кількістю шарів скла (одношарові, двошарові та тришарові).
7. «Збірні системи з прошарком між шарами скла» класифікуються в залежності від виду заповнювачів цього прошарку.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При використанні будівельних конструкцій із фасадною термоізоляцією з різними видами опоряджувальних шарів висуваються певні вимоги.

- *Збірні комплексні фасадні системи з комплектами термоізоляції, покритими легкою штукатуркою, або дрібноштучними елементами, виконуються з термоізоляцією, що кріпиться до несучої частини стіни, при цьому на поверхню термоізоляційного шару наноситься опоряджувальне покриття. Комплект елементів включає клейові матеріали, термоізоляційні елементи, механічні засоби для кріплення термоізоляції, армуючі сітку та опоряджувальне покриття.*
- *Збірні системи з елементами теплової ізоляції та індустріальними опоряджувальними елементами передбачають кріплення теплової ізоляції для несучої стіни з утворенням повітряного прошарку що вентилюється між зовнішньою стіною та зовнішнім опорядженням. Комплект елементів включає термоізоляційні матеріали, повітрозахисний шар, індустріальні опоряджувальні елементи, кріпильний каркас, до складу котрого належать несучі та з'єднувальні вироби, а також елементи кріплення термо- та повітрозахисних шарів і елементи для примикання до будівельних конструкцій.*
- *Збірні фасадні системи, що включають світлопрозорі елементи, використовують термоізоляцію, яка може використовуватись як прикріпленою, так і самонесучою. Вона встановлена з елементом повітряного прошарку між зовнішньою фасадною поверхнею та захисними світлопрозорими шарами. Компонент містить світлопрозорі елементи, несучий каркас, що включає стояки, ригелі, систему елементів кріплення, а також непрозорі елементи з тепловою ізоляцією, що розташовані зі сторони приміщення.*

Для кожної системи, яка планується до використання, визначається конструктивний тип, марка виробів та компонентів згідно з нормативними вимогами, з перевіркою відповідно до стандартів, таких як «ДСТУ Б EN 13830», «ДСТУ-Н Б ETAG 017», «ДСТУ Б В.2.6-34», «ДСТУ Б В.2.6-35»,

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

«ДСТУ Б В.2.6-36». У разі зміни компоненту чи типу елементів комплексу (термоізоляційного шару, зовнішнього шару, армувальної сітки, кріпильних компонентів) здійснюється перевірка всіх характеристик системи зокрема на теплотехнічні показники, несучу здатність та довговічність.

Критерії застосування фасадних теплоізоляційних систем передбачають:

1. Проектування конструкцій з фасадною теплоізоляцією має відповідати чинним нормативним актам «ДБН В.1.1-7», «ДБН В.1.1-12», «ДБН В.1.1-24», «ДБН В.1.1-31», «ДБН В.2.2-9», «ДБН В.2.2-15», «ДБН В.2.6-31» та «ДГН 6.6.1-6.5.001». Воно повинно гарантувати безпеку для життя і здоров'я людей, а також забезпечувати захист та безпеку повітряного середовища.

2. Експлуатаційна безпека конструкцій будівель та споруд, в яких використовуються фасадні теплоізоляційні системи, має відповідати нормам, викладеним у «ДСТУ Б В.2.6-34», «ДСТУ Б В.2.6-35», «ДСТУ Б В.2.6-36», «ДСТУ Б EN 13830», з урахуванням конструктивних рішень, які використовуються в системах теплоізоляції.

3. Застосування негорючих матеріалів (група горючості НГ за ДБН В.1.1-7) допускається без обмежень для споруд та будівель з висотою над рівнем моря понад 48 м.

4. Матеріали низької (Г1) та помірної горючості (Г2) можуть використовуватися у фасадній теплоізоляції лише для споруд з умовною висотою до 9 м. Виключення становлять будівлі дошкільних навчальних закладів, закладів охорони здоров'я, закладів для людей з інвалідністю, а також споруди з I, II та III ступенем вогневої стійкості згідно з «ДБН В.2.2-3», «ДБН В.2.2-4», «ДБН В.2.2-10», «ДБН В.2.2-17», «ДБН В.2.2-18», «ДБН 363».

5. Для багатоповерхових споруд з висотою до 26,5 м конструкції з фасадною теплоізоляцією із штукатуркою або дрібноштучними елементами повинні виконуватись із використанням теплоізоляції групи Г1 або Г2 та оздоблювальних матеріалів негорючої або низькогорючої категорії (Г1). Для висоти від 9 до 26,5 м обов'язковим є виконання протипожежних поясів через

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

кожні три поверхи, а також обрамлення прорізів негорючими матеріалами шириною не менше двох товщин основної теплоізоляції.

6. Індустріальні елементи фасадної теплоізоляції з негорючою теплоізоляцією та базовим шаром низької горючості (Г1) дозволено застосовувати для споруд висотою до 26,5 м. Винятки становлять дошкільні навчальні заклади, заклади освіти, охорони здоров'я, заклади для людей з інвалідністю, а також культурно-видовищні споруди, для яких передбачені окремі нормативи.

7. Згідно з даними «ДБН В.1.1-7», фасадні конструкції з теплоізоляцією та прозорими елементами, виконані із застосуванням теплоізоляційних матеріалів групи з низькою горючістю Г1, можливо бути використані у багатоповерхових будівлях та спорудах з висотою меншою ніж 25,5 м. Виключення становлять будівлі дошкільних закладів, закладів освіти, медичних закладів «згідно з ДБН В.2.2-3, ДБН В.2.2-4, ДБН В.2.2-10», а також будівлі культурно-видовищного призначення, закладів дозвілля з I, II та III ступенями вогневої стійкості.

Для споруд та будівель з умовним рівнем більше ніж 9 м обов'язково є наявність горизонтальних протипожежних прошарків через кожні умовні три поверхи, а також використання обрамлення віконних і балконних прорізів теплоізоляційними матеріалами негорючої групи. Ширина обрамлення повинна бути не меншою за дві товщини використовуваної теплоізоляції.

Ці положення забезпечують відповідність теплоізоляційних систем чинним стандартам і нормам з урахуванням вимог щодо безпеки, функціональності та експлуатаційної надійності.

Можливість застосування конструктивних елементів із фасадним типом термоізоляції залежить від їх типу, висоти споруд та горючості компонентів, з яких виконані термоізоляційний і опоряджувальний шари. Усі необхідні параметри надані в таблиці 1.3. При проектуванні компонентів кріпильного каркасу для конструкцій з фасадною термоізоляцією має забезпечувати механічну стійкість для сприйняття навантажень відповідно до вимог «ДБН В.1.2-2». Клас енергоефективності споруд та будівель із фасадною

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

теплоізоляцією визначається під час їх проектування за положеннями «ДБН В.2.6-31».

Параметри для світлопрозорих компонентів збірних систем встановлюються згідно з «ДБН В.1.1-31, ДБН В.2.2-15, ДБН В.2.5-28, ДБН В.2.6-31, ДСТУ Б В.2.6-23, ДСТУ Б EN 1279-1, ДСТУ Б EN 1279-5[14], ДСТУ Б EN 13830»

на основі показників теплотехнічного опору теплової передачі, температури внутрішньої поверхні конструкції, температурного перепаду, розрахованих для визначених температур зовнішнього середовища, а також повітропроникності, коефіцієнта спрямованого пропускання світла, індексу звукоізоляції, інсоляції та рівня природного освітлення приміщень у будівлі.

Можливість застосування конструкцій з фасадною термоізоляцією залежно від конструктивного типу, та горючості будівельних компонентів

Таб. 1.3

Конструктив- на схема збірної системи	Умовна висота будівель та споруд H, м	Група горючості термоізоляційного матеріалу			Група горючості опоряджувального матеріалу		
		НГ	Г1	Г2	НГ	Г1	Г2
А	H < 9	+	+	+	+	+	+
	9 < H < 26,5	+	+	+	+	+	-
	26,5 < H < 47	+	-	-	+	-	-
	H > 47	+	-	-	+	-	-
Б	H < 9	+	+	+	+	+	-
	9 < H < 26,5	+	-	-	+	+	-
	26,5 < H < 47	+	-	-	+	-	-
	H > 47	+	-	-	+	-	-
В	H < 9	+	+	+	+	+	+
	9 < H < 26,5	+	+	-	+	+	-
	26,5 < H < 47	+	-	-	+	-	-
	H > 47	+	-	-	+	-	-

Вимоги до фізико-технічних характеристик збірних систем

Фізико-технічні показники встановлюються відповідно до конструкційного типу збірних компонентів системи за чинними нормативними документами: «ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36, ДСТУ Б EN 13830».

1. Оцінка несучої здатності кріпильного каркасу

Несуча здатність конструкційних елементів каркасу зовнішньої термоізоляції (металеві профілі, анкерні елементи, дюбелі, стикові з'єднання профілів та їх кріплення до основних несучих компонентів будівлі) визначається шляхом розрахунків для двох груп граничних станів. Розрахунки виконуються відповідно до вимог таких нормативів: «ДБН В.1.2-14, ДБН В.1.2-12, ДБН В.2.6-162, ДБН В.2.6-165, ДБН В.2.6-198». Особливості та їхні комбінації визначаються згідно з «ДБН В.1.2-2, ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1».

2. Урахування навантажень і впливів

У розрахунках несучої здатності необхідно враховувати наступні види навантажень:

- масу шару теплоізоляції та зовнішнього оздоблення відповідно до проектної документації;

- вітрові навантаження;

- температурні деформації та кліматичні впливи;

- сейсмічні й деформаційні навантаження.

3. Теплотехнічні показники фасадної ізоляції

Такі показники, як опір теплопередачі, повітропроникність та теплостійкість, визначаються згідно з «ДБН В.2.6-31, ДСТУ Б В.2.6-189, ДСТУ-Н Б В.2.6-190, ДСТУ-Н Б В.2.6-191». Тепло та вміст вологи конструкції оцінюється згідно з «ДБН В.2.6-31, ДСТУ-Н Б В.2.6-192».

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4. Особливості проектування систем із вентиляваним повітряним прошарком

Для фасадних систем з вентиляваним прошарком, включаючи конструкції з горизонтальними елементами каркасу, комбінованими рішеннями або розділенням повітряного прошарку на поверхи, слід забезпечити відповідність вимогам «ДСТУ Б В.2.6-35» [15].

5. Оздоблення фасадів та шумозахист

Товщина оздоблювального компонента для збірних комплексних систем класу А не має бути більшою за 32 мм. Система фасадної ізоляції повинна забезпечуватися звукоізоляцією відповідно з «ДБН В.1.1-31» та виключати шумові ефекти під час експлуатації [8].

6. Захист від вологи та деформаційні шви

Конструкційні компоненти для укосів, відливів, парапетів, стиків, а також дверей і вікон мають запобігати проникненню вологи в теплоізоляційний шар. Штукатурний шар слід розділяти деформаційними швами, відстань між якими не повинна перевищувати 8 м.

7. Пожежна безпека

Системи термоізоляції мають відповідати вимогам з пожежної безпеки згідно з «ДБН В.1.1-7». У конструкціях з оздобленням світлопрозорими елементами слід встановлювати захисні козирки з негорючих матеріалів товщиною не менше 0,50 мм, які мають бути розташовані на певній відстані від прорізів. Для будівель і споруд із умовною висотою понад 9 м дозволяється застосування конструкцій із термоізоляційною штукатуркою груп низької горючості Г1 та помірної горючості Г2 за умови, що фасадна система теплоізоляції не сприяє поширенню вогню. Властивості фасадного комплексу чи збірної конструкції щодо поширення вогню визначаються на основі результатів натурних вогневих випробувань, які необхідно виконати перед початком будівельно-монтажних робіт.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

8. Експлуатаційна надійність

Строк служби несучих елементів термоізоляційних систем має становити не менше 30 років згідно з ДБН В.1.2-14. Ефективність експлуатації визначається за результатами випробувань теплотехнічних характеристик, оцінки міцності матеріалів і довговічності конструкцій.

9. Спосіб фіксації опоряджувального шару повинен забезпечувати надійність вузлових з'єднань компонентів, запобігання виникненню вібраційних процесів в елементах і уникнення послаблення монтажних з'єднань.

10. Тривалість експлуатації несучих елементів конструкцій термоізоляційних систем визначається відповідними нормативними актами, але не повинна бути меншою за 30 років для будівель і споруд, що належать до відповідних класів наслідків, згідно з положеннями ДБН В.1.2-14.

11. Конструкції з фасадною термоізоляцією впроваджуються з урахуванням:

- результатів досліджень теплотехнічних характеристик компонентів збірної системи та їх відповідності нормам, зазначеним у ДБН В.2.6-31;
- даних випробувань несучої здатності конструктивних елементів фасадної теплоізоляції та їх відповідності чинним нормативам;
- розрахунків відповідності вимогам за вітровими навантаженнями, температурними деформаціями з урахуванням кількості поверхів, сейсмічної активності району розташування будівлі, а також складних інженерно-геологічних умов;
- експериментальної оцінки терміну ефективного використання теплоізоляційних матеріалів;
- результатів дослідження енергетичної ефективності матеріалів теплоізоляційного шару;
- даних про санітарно-гігієнічні характеристики всіх складових елементів збірної системи.

Усі конструкції повинні відповідати енергетичним, механічним, санітарно-гігієнічним вимогам відповідно до чинних стандартів і норм.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Показники, за якими здійснюється оцінювання
придатності компонентів ізоляції

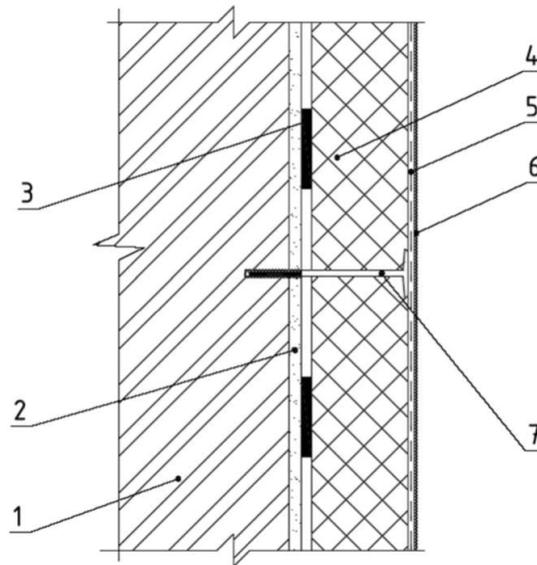
Таб. 1.4

Фізико-механічні показники	Конструктивна схема		
	А	Б	В
1	2	3	4
1. Приведений опір теплопередачі	+	+	+
2. Міцність зчеплення теплоізоляційного шару із захисно-опоряджувальним шаром	+	-	-
3. Теплоізоляційний шар:			
- строк ефективної експлуатації;	+	+	+
- клас енергетичної ефективності;	+	+	+
- теплопровідність;	+	+	+
- міцність на осьовий розтяг;	+	+	+

- міцність на стиск при 10 % -вій лінійній деформації;	+	+	+
- товщина;	+	+	+
4. Товщина повітряного прошарку	-	+	+
5. Зусилля виривання дюбеля з несучої стіни	+	+	+
6. Допустиме зниження опору теплопередачі системи після випробувань надійності теплової ізоляції конструкції	+	+	+
7. Допустимі відхилення від проектного положення (плит опорядження, повітряного прошарку, елементів кріплення)	-	+	+
8. Кількість дюбелів для кріплення каркаса до несучої частини стіни	-	+	+
9. Стійкість опоряджувального шару до впливу кліматичних факторів	+	+	+
10. Стійкість опоряджувального шару при ударі	+	+	-
11. Безпека опоряджувального шару при ударі	-	-	+
12. Маса 1 м ² фасадної теплоізоляції у стані експлуатаційної вологості	+	-	-
13. Коефіцієнт паропроникності теплоізоляційного та повітрязахисного шарів	+	+	-
14. Опір паропроникності опоряджувального шару	+	-	-
15. Вимоги до антикорозійного захисту кріпильних елементів каркаса конструкцій фасадної теплоізоляції	-	+	+
16. Вимоги до матеріалу, геометричних розмірів дюбелів, глибини їх анкерування	+	+	+
17. Опір повітропроникності шару (шарів) теплоізоляції та повітроізоляції	-	+	+
18. Вимоги до марок металу кріпильних елементів каркаса, кляммерів тощо та товщини профілів кріпильного каркаса	-	+	+
19. Допустима довжина монтажних елементів стояків та ригелів	-	+	+
20. Групи горючості матеріалів теплоізоляційного шару	+	+	+
21. Групи горючості матеріалів опоряджувального шару	+	+	-
22. Здатність конструкцій фасадної теплоізоляції поширювати вогонь	+	-	-
23. Водонепроникність конструкції	-	+	+
24. Деформативність каркаса під вітровими навантаженнями	-	-	+

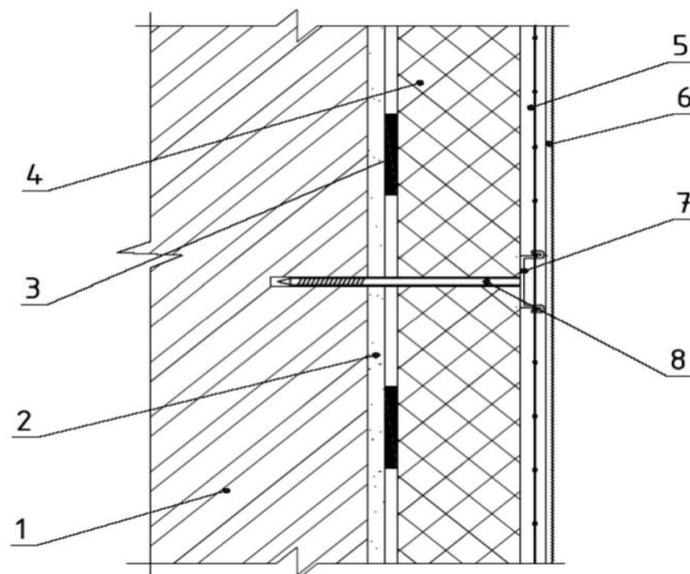
					601-МНТ 11393673	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 1.1-1.6 надані основні конструкційні схеми компонентів з фасадною термоізоляцією [6, 12].



«1 - несуча частина стіни; 2 - вирівнюючий шар штукатурки; 3 - клейовий шар; 4 - шар теплової ізоляції; 5 - захисний шар, армований склосіткою; 6 – зовнішнє опоряджувальне покриття; 7 - дюбель кріплення утеплювача.»

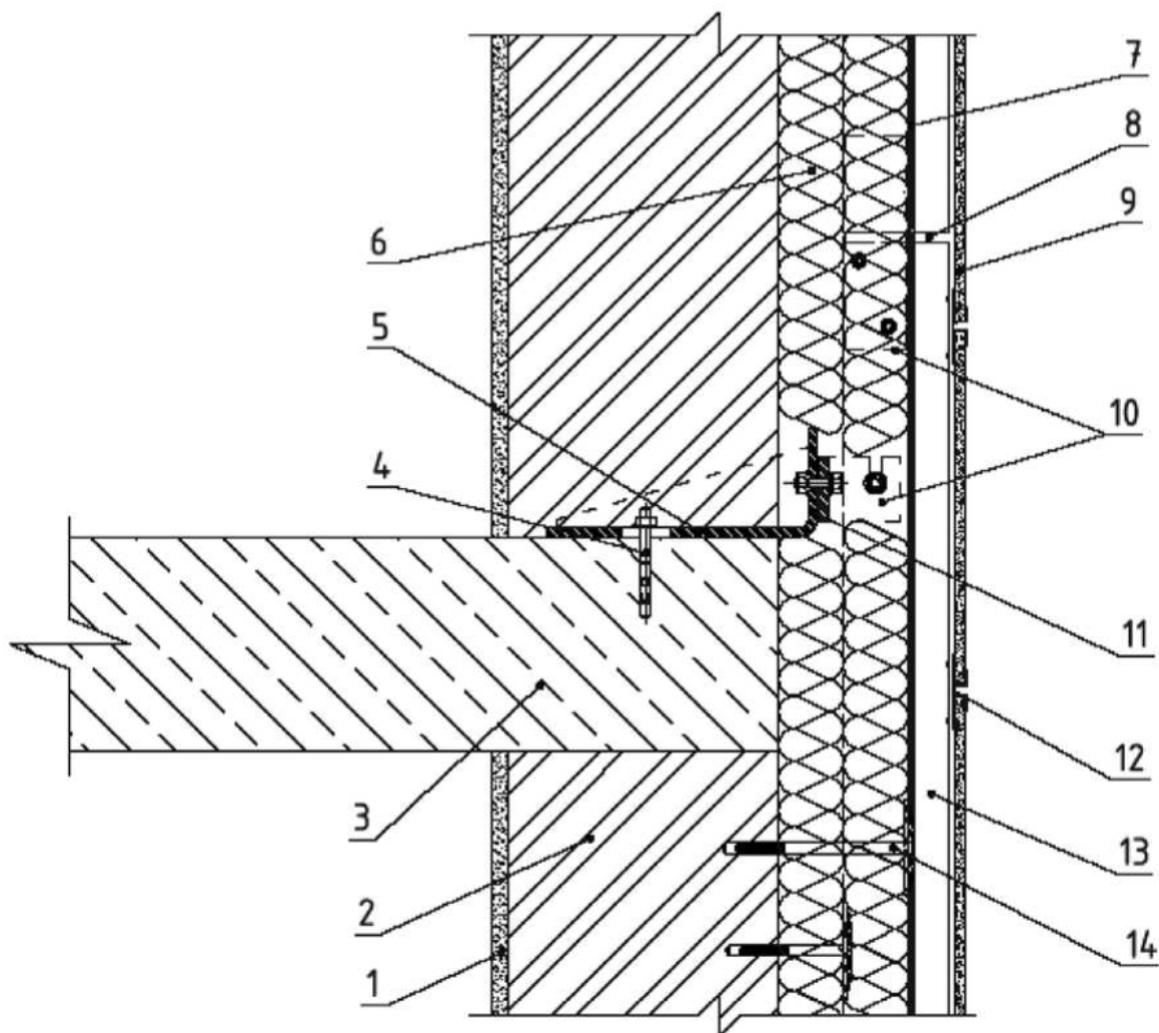
Рисунок 1.1- Конструкція збірної системи з опорядженням легкими тонкошаровими штукатурками:



«1 - несуча частина стіни; 2 - вирівнюючий шар штукатурки; 3 - клейовий шар; 4 - шар теплової ізоляції; 5 - захисний шар, армований склосіткою; 6 - зовнішнє опоряджувальне покриття; 7 - фіксатор сітки; 8 – елемент кріплення утеплювача.»

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Рисунок 1.2 – Конструкція збірної системи з опорядженням
легкими товстошаровими штукатурками.



«1 - внутрішня штукатурка; 2 - несуча частина стіни; 3 - залізобетонна плита перекриття; 4 - клиновий анкер; 5 - кронштейн; 6 - шар теплової ізоляції; 7 - повітрозахисна мембранна плівка; 8 - повітряний вентиляований прошарок; 9 - індустріальні покривні елементи (керамічні плити); 10 - з'єднувальні елементи; 11 - прокладки; 12 - кляммер; 13 - стояк; 14 - елемент механічного кріплення утеплювача.»

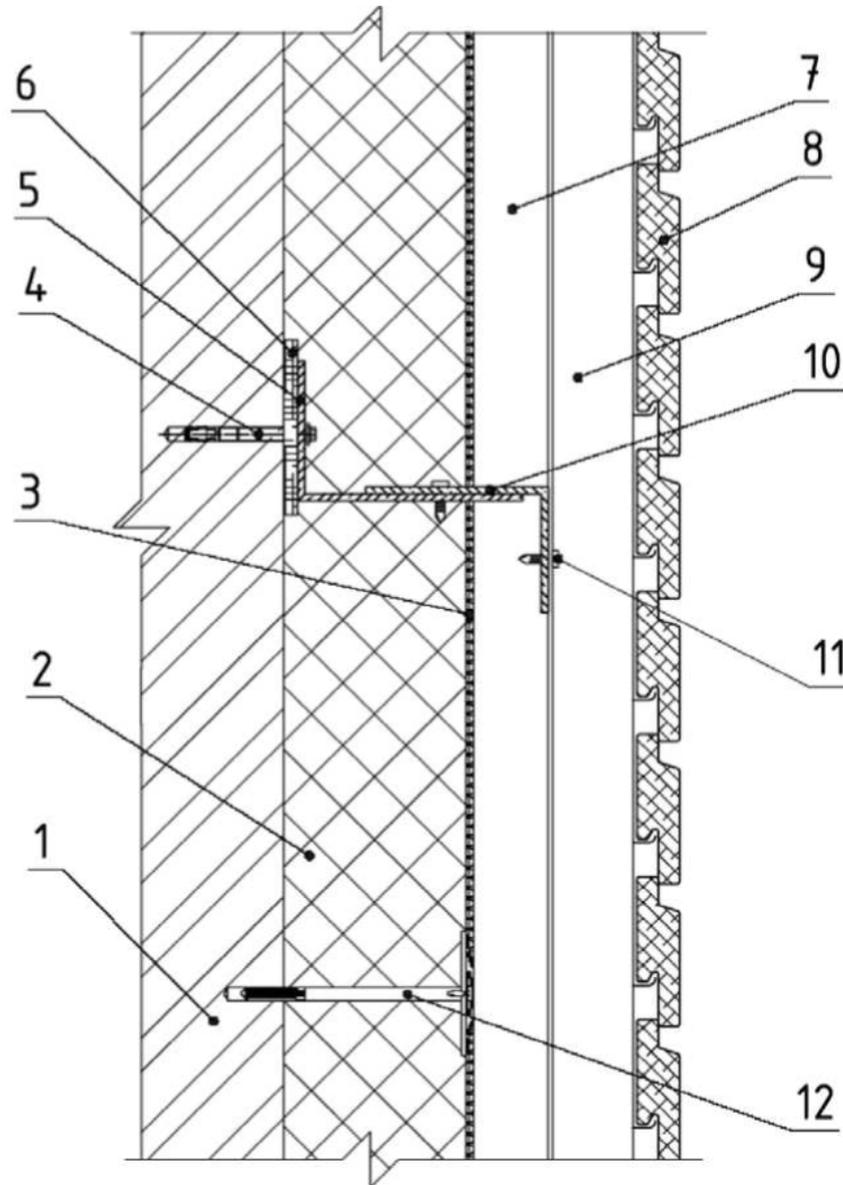
Рисунок 1.3 - Конструктивна схема збірної системи з стояковим кріпленням
зовнішнього опоряджувального захисного шару

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТ 11393673

Арк.

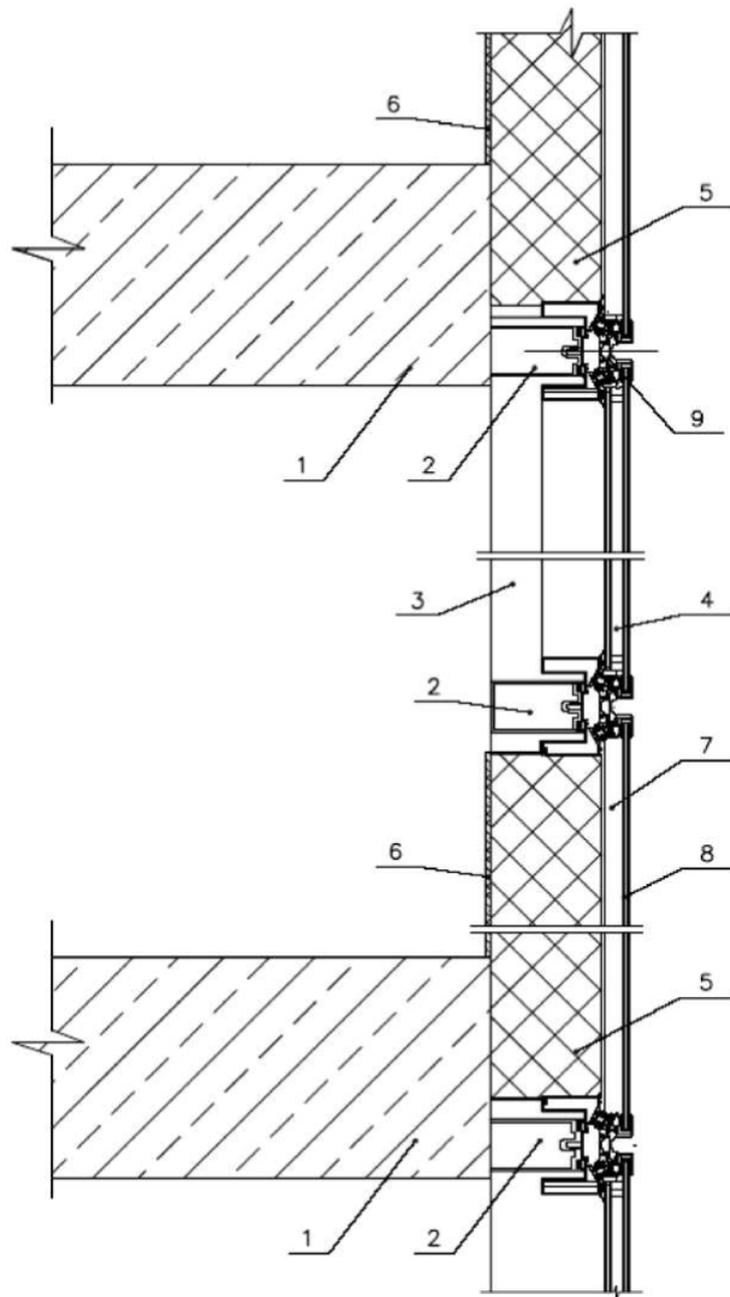
28



«1 - внутрішня штукатурка; 2 - несуча частина стіни; 3 - повітрозахисна мембранна плівка; 4 - анкер; 5 - кронштейн; 6 - прокладка паронітова; 7 - повітряний вентиляований прошарок; 8 - індустріальні покривні елементи (ламіновані панелі); 9 - стояк; 10 - ригель; 11 - з'єднувальні елементи; 12 - елемент механічного кріплення утеплювача.»

Рисунок 1.4 - Конструктивна схема збірної системи з стояково-ригельним кріпленням зовнішнього опоряджувального захисного шару:

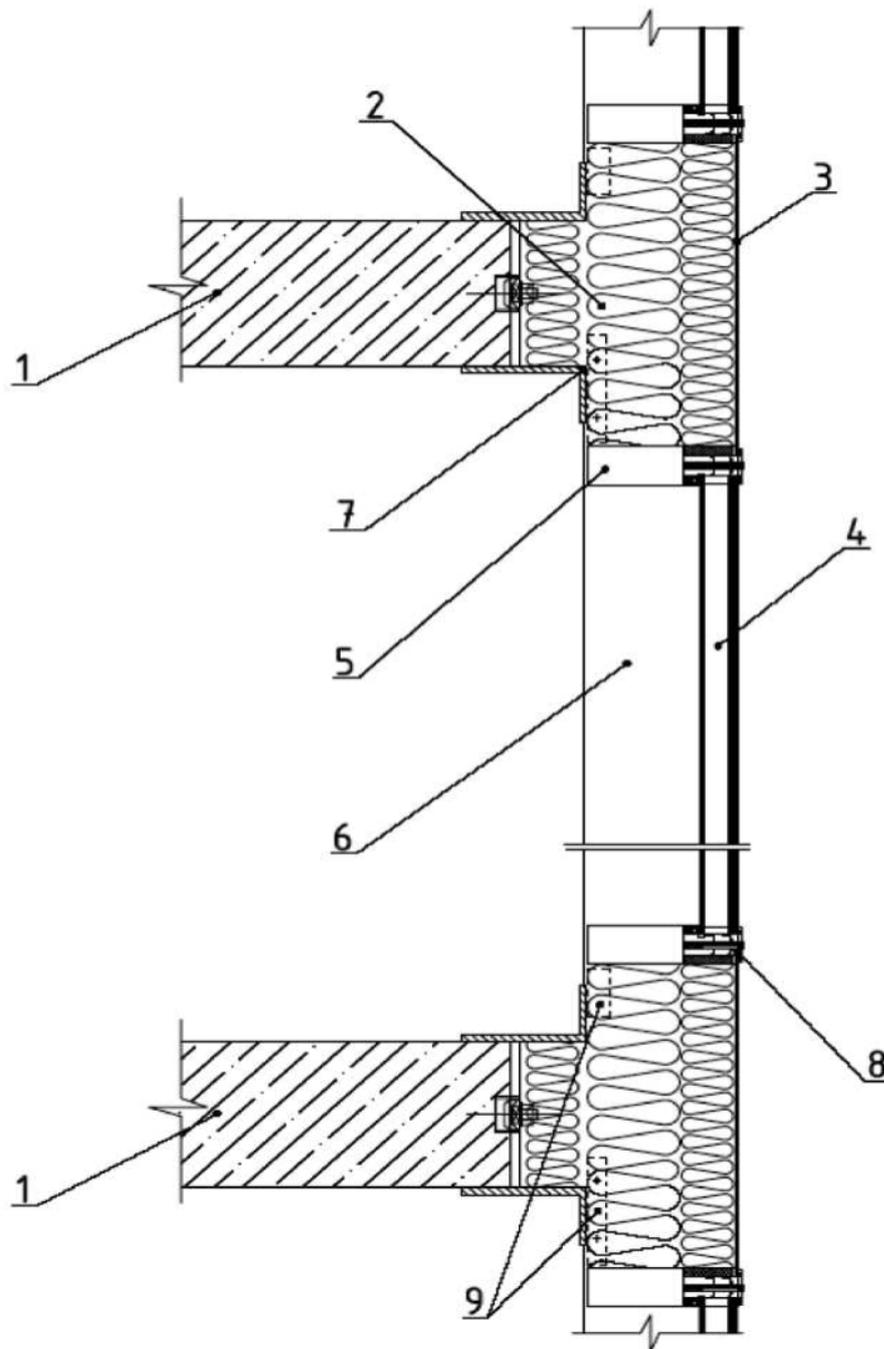
					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



«1- плита перекриття; 2 - елементи несучого каркасу (ригель); 3 - елементи несучого каркасу (стояки); 4 - склопакети (із сонцезахисним склом); 5 - утеплювач; 6 - внутрішня обшивка; 7 - вентиляований повітряний прошарок; 8 - зовнішній світлопрозорий шар; 9 - елемент кріплення опоряджувального шару.»

Рисунок 1.5 - Конструктивна схема збірної системи з комбінованим світлопрозорим фасадом

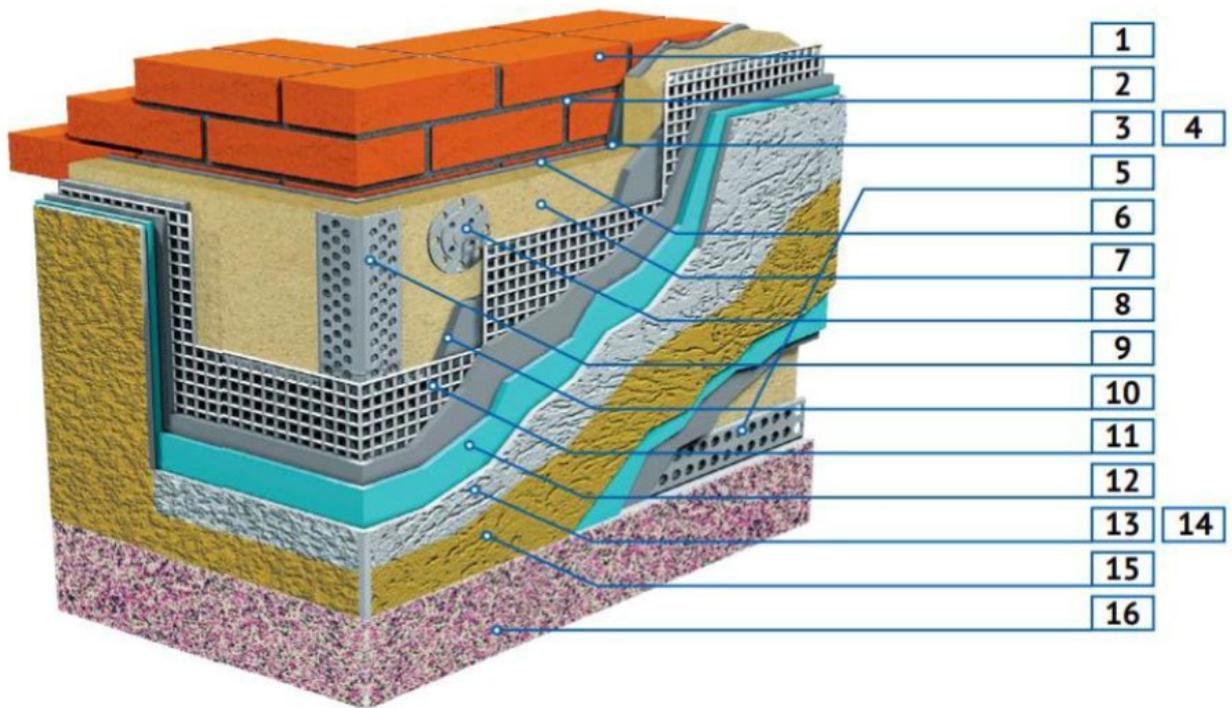
					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



«1 - плита перекриття; 2 - елементи несучого каркасу (ригель); 3 - елементи несучого каркасу (стояки); 4 - склопакети (із сонцезахисним склом); 5 - утеплювач; 6 - внутрішня обшивка; 7 - вентиляований повітряний прошарок; 8 - зовнішній світлопрозорий шар; 9 - елемент кріплення зовнішнього шару.»

Рисунок 1.6 - Конструктивна схема збірної системи з суцільним світлопрозорим фасадом із термоізоляцією плит перекриттів.

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673					



1. Огороджувальна конструкція (бетонні блоки, цегла тощо).
2. В'яжуча суміш (в залежності від виду стінових матеріалів).
3. Шар для вирівнювання поверхні стіни, яка підлягає утепленню (штукатурка цементна або інші види штукатурок).
4. Ґрунтовка.
5. Цокольний профіль.
6. Клей для кріплення термоізоляційних матеріалів.
7. Плити теплоізоляційні мінераловатні.
8. Пластикові дюбелі.
9. Кутовий армувальний профіль.
10. Суміш клеюча армувальна для теплоізоляції.
11. Армувальна лугостійка скловолокниста сітка.
12. Ґрунтувальна фарба.
- 13, 14. Штукатурки на мінеральній основі декоративні: «камінцева» або «короїд».
15. Фарби фасадні.
16. Оздоблення цоколю.

Рисунок 1.7 - Принципова схема теплоізоляції з використанням мінераловатних плит

									601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						32

1.3 Енергоефективність в країнах Європейського Союзу та Україні

Збільшення споживання енергії є прогнозованою тенденцією, що спостерігається в усьому світі, і на найближчі десятиліття цей тренд продовжить посилюватися. За даними Міжнародного Енергетичного Агентства (IEA), до 2040 року попит на енергію збільшиться на 35% через високий темп зростання енергетичних потреб у країнах, що розвиваються. При цьому, Європейський Союз виступає лідером у впровадженні заходів з підвищення енергоефективності [16].

Незважаючи на загальну залежність від традиційних джерел енергії, що часто сконцентровані в кількох географічних зонах, світова енергетична система стикається з проблемами стабільності. Це створює вразливість до короткострокових кризових ситуацій, таких як політичні конфлікти в країнах-постачальниках енергоресурсів, а також до довгострокових викликів, що виникають через дисбаланс між попитом і пропозицією. Міжнародне Енергетичне Агентство підкреслює, що енергоефективність є надзвичайно важливим інструментом для зменшення навантаження на постачальників енергоресурсів, оскільки вона дозволяє оптимізувати витрати енергії при збереженні високого рівня комфорту.

Окрім економічних, зростаючі обсяги енергоспоживання спричиняють серйозні екологічні наслідки, зокрема викиди парникових газів, що підвищують темпи глобального потепління. На думку численних експертів, енергоефективність є одним із найбільш ефективних і водночас економічно доцільних способів боротьби з кліматичними змінами. Зниження споживання енергії дозволяє значно зменшити викиди вуглекислого газу, метану та інших парникових газів, що, в свою чергу, сприяє поліпшенню екологічної ситуації та підвищенню якості життя людей.

Законодавча база, що регулює ефективне функціонування енергетичного ринку в країнах Європейського Союзу, складається з Директив, які є обов'язковими для виконання усіма державами-членами.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним нормативним актом, що визначає загальні задачі з енергоефективності та засоби для їх реалізації, є «Директива 2012/27/ЄС». Вона спрямована на підвищення ефективності використання енергії на всіх етапах: від постачання та транспортування до споживання. Директива передбачає обов'язкові заходи для досягнення встановлених цілей щодо скорочення енергоспоживання, водночас дозволяючи певну гнучкість у адаптації до національних потреб країн-членів ЄС. Всі статті цієї Директиви взаємодіють між собою для досягання поставленої мети в галузі енергетичної ефективності.

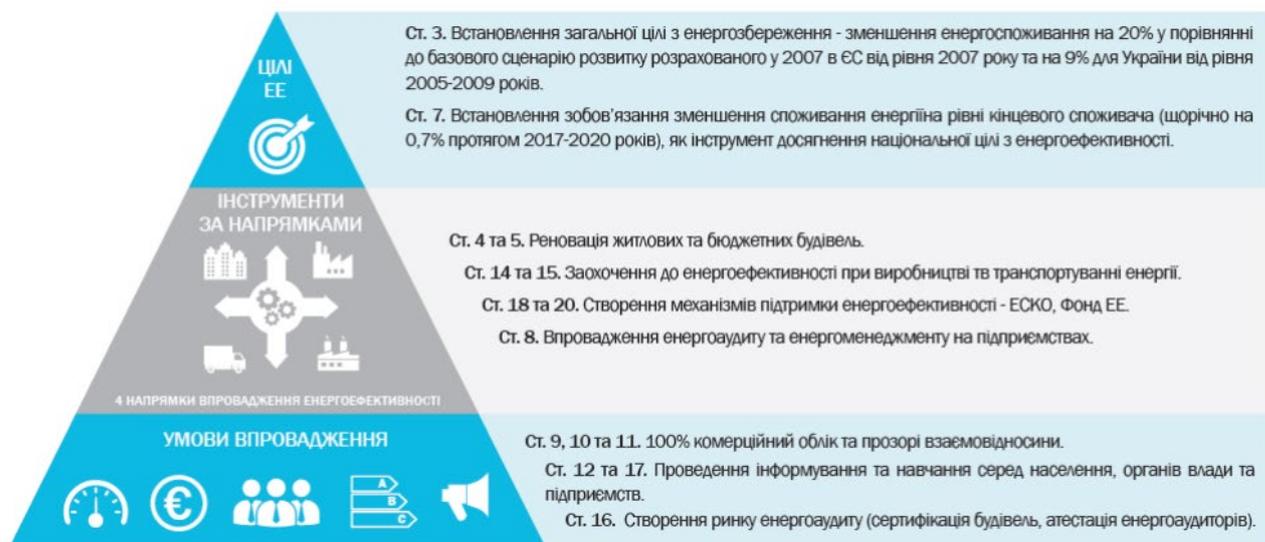


Рис. 1.9. - Ключові статті «Директиви 2012/27/ЄС».

Окремо регулюється впровадження енергоефективних заходів у будівлях та спорудах через Директиву 2010/31/ЄС. Цей нормативний акт встановлює мінімальні вимоги щодо енергоефективності як для нових, так і для існуючих будівель, визначаючи при цьому необхідні заходи та інструменти для досягнення цих стандартів, зокрема проведення енергетичних обстежень та сертифікацію споруд та будівель.

В 2008 році Європейська Комісія визначила загальну для країн мету — зменшити використання енергії в країнах ЄС на 22% до 2025 року в порівнянні з базовим сценарієм, який не передбачає заходів щодо енергоефективності.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673					

відповідати класам А або ще вище (А+++), що означає майже нульове споживання енергії, що є найвищим стандартом для будівель.

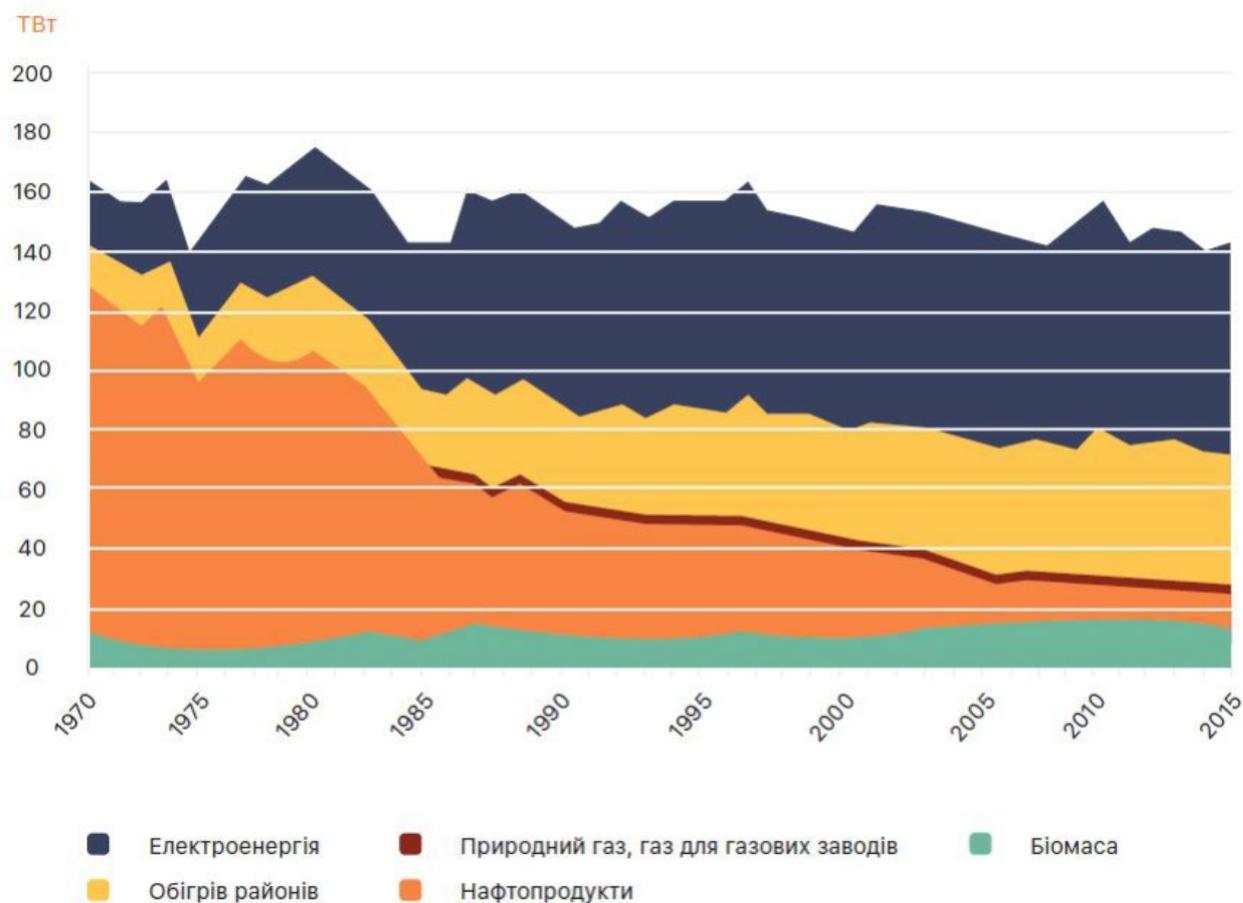


Рис. 1.11 - Використання теплової енергії в секторі ЖК будівництва 1970–2015 рр., ТВт.

Для оцінки енергоефективності будівель в країнах ЄС використовується сертифікація, яка базується на положеннях Директиви ЄС щодо енергоефективності будівель. Така система сертифікації застосовується також у ряді інших країн, зокрема в Україні. Сертифікати енергоефективності зазвичай класифікуються за шкалою від А до G, в якому клас С є мінімально допустимим стандартом, що відповідає вимогам щодо енергетичних характеристик будівель.

Сертифікація енергоефективності — це методика оцінки енергетичних показників будівель, яка використовується в країнах ЄС. Вона передбачає надання класу енергоефективності будівлі на основі її енергетичних

більшості будівель країни. Він визначає мінімальні вимоги до енергетичної ефективності споруд та будівель та вводить обов'язкову сертифікацію енергоефективності для будівель та споруд. З 1 липня 2018 року сертифікація з енергетичної ефективності стала обов'язковою. Законом також передбачається розробка державного графіку для збільшення кількості будівель з нульовим споживанням енергії, а також запроваджує низку заходів для покращення енергозбереження в країні.

Директива 2010 року про енергоефективність будівель та Директива 2012 року про загальну енергоефективність є основними законодавчими інструментами, які підтримують підвищення енергоефективності в будівельному секторі країн Європейського Союзу. Зокрема, Директива 2010 року запровадила вимоги щодо енергоефективності для реклами продажу та оренди будівель, дозволяючи громадянам приймати рішення, що ґрунтуються на енергетичних показниках будівель. Вона також встановила обов'язкове надання енергетичних декларацій для усіх громадських споруд з площею понад 260 квадратних метрів.

Згідно Директиви 2012 року країни-члени ЄС зобов'язані розробляти та подавати державні плани заходів з енергетичної ефективності, що повинні визначати конкретні кроки для досягнення цілей енергозбереження у різних секторах економіки, включаючи будівельний. Ці плани мають регулярно оновлюватися на основі отриманих результатів. Наприклад, Швеція в рамках Четвертого ДПЗЕЕ на 2021 рік запланувала досягнення рівня енергозбереження у 111,3 ТВт до 2025 року, що перевищує загальноєвропейську мету у 106 ТВт.

Обидві Директиви не лише сприяють підвищенню енергоефективності, але й забезпечують широкі супутні переваги, такі як зменшення викидів CO₂, зниження енергетичних витрат та стимулювання розвитку стійкої економіки.

Міжнародне енергетичне агентство визначає кілька вимірюваних переваг від підвищення енергоефективності, зокрема:

					601-МНТ 11393673	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систем опалення, вентиляції, а також покращення ефективності джерел тепла та системи транспортування тепла.

У випадку електричної енергії заходи енергоефективності включають аудит та модернізацію різноманітного обладнання, що споживає електроенергію в межах будівлі, такого як освітлення, вентиляційні системи, насоси, побутова техніка, а також додаткові пристрої для опалення чи охолодження. Ці заходи сприяють зменшенню загального споживання електроенергії та зниженню витрат на енергетичні ресурси.

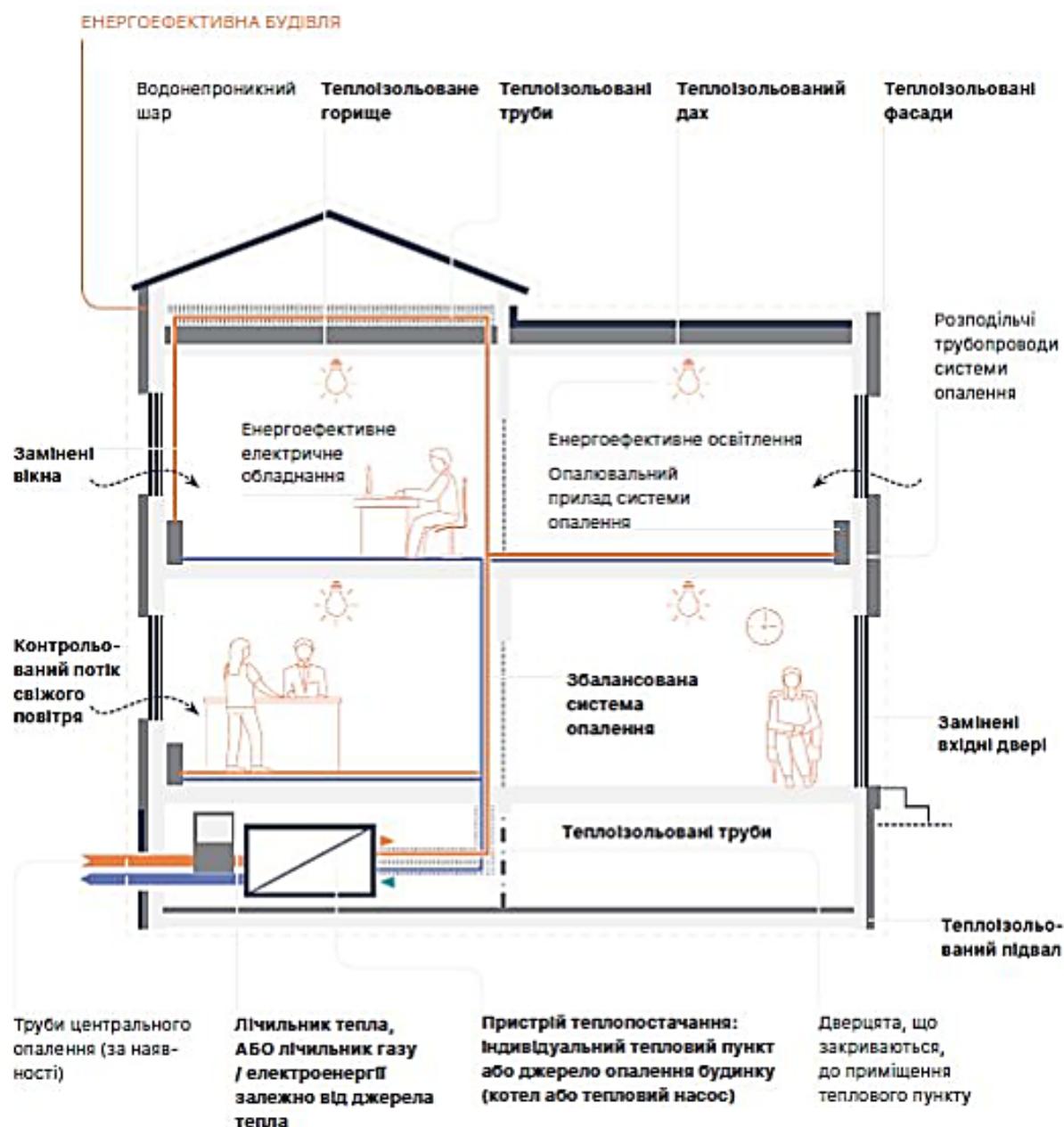


Рис. 1.14 Жорсткі заходи з енергетичної ефективності

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

М'які заходи енергетичної ефективності включають в себе дії, які потрібні бути виконані всіма особами, що використовують цю будівлю — мешканцями, співробітниками, орендарями та відвідувачами, та мають за мету зниження енергоспоживання. Вони спрямовані на зміну поведінки користувачів будівлі, часто не потребуючи великих витрат або фінансування, оскільки такі заходи зазвичай є дешевими або навіть безкоштовними.

До м'яких заходів належать інформування користувачів будівлі через таблички, настанови та інші способи передачі знань, що стосуються ефективного використання енергії. Одним із методів є візуалізація енергоспоживання в будівлі, наприклад, надання інформації про поточне використання енергії та порівняння з минулими показниками (день, тиждень, місяць). Іншим підходом є встановлення цілей для користувачів, що може мотивувати працівників чи орендарів змагатися за досягнення найкращих результатів у зниженні споживання енергії.

М'які заходи заохочують зміни в поведінці, зокрема серед орендарів і відвідувачів будівлі, і можуть призвести до економії до 5-10 % енергії. Вони також доповнюють жорсткі заходи енергоефективності, посилюючи їхній ефект і дозволяючи максимально розкрити потенціал зниження енергоспоживання в будівлі.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ

2.1 Вибір загальних даних

Вибір параметрів зовнішнього повітря

Згідно з вимогами «ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010», зазначена інформація стосується кліматичних характеристик регіону та розташування підприємства, що є важливими для проектування та експлуатації будівель і інженерних мереж, а також для визначення необхідних заходів з енергоефективності та безпеки будівель. Ось перелік ключових даних для м. Вінниці, де знаходиться ТОВ "Виробниче підприємство "ТЕХПОЛ":

1. ****Кліматичний район****: II кліматичний район.
2. ****Атмосферні опади****: Середньорічно випадає близько 600 мм опадів.
3. ****Місцезнаходження****:
 - Місто: Вінниця
 - Адреса: вулиця Данили Нечая, 38, м. Вінниця
4. ****Географічна широта****: 49°19' Пн. ш.
5. ****Температурні показники****:
 - ****Середньомісячна температура в зимовий період**** (за січень): -5,1 °С.
 - ****Середньомісячна температура в літній період**** (за липень): +18,5 °С.
 - ****Середньорічна температура****: +7,3 °С.
 - ****Максимальна температура за місяць, що є найбільш жарким****: 27 °С.
 - ****Температура найхолоднішої доби з ймовірністю 0,92****: -26 °С.
 - ****Температура найхолодніших п'яти діб з ймовірністю 0,92****: -21 °С.
 - ****Середня температура найбільш холодного періоду року****: -8 °С.
 - ****Абсолютна мінімальна температура****: -37 °С.
 - ****Абсолютна максимальна температура****: +37 °С.

									601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						44

Ці дані допомагають визначити вимоги до теплоізоляції, систем опалення та кондиціонування, а також до протипожежних та енергозберігаючих технологій будівлі в умовах конкретного клімату.

Повторюваності вітру по напрямках

Таб. 2.1

Повторюваність вітрів, %									
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
За Січень	10,2	5,6	7,4	11,2	13,7	14,7	22,6	14,8	7,2
За Липень	15,5	8,1	8,9	7,4	8,3	8,7	19,9	23,2	14,8

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Таб. 2.3

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря для опалення	$\Theta_{int,s,H}$	°C	16
Розрахункова температура зовнішнього повітря для охолодження	$\Theta_{int,s,C}$	°C	-21
Усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію: - в кондиціонованому об'ємі - між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємами - між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем	$Q_{ve,mn}$	м ³ /год	-
Тривалість опалювального періоду	$Z_{оп}$	доба	166
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°C	0,6
Розрахункова кількість градусоднів опалювального періоду	D_d	°C * доба	3250
Внутрішня теплоємність будівлі	C	Вт*год/(м ² *К)	80

$$R_0^{mp.} = \frac{t_e - t_n}{\Delta t_n} \times \frac{1}{\alpha_e} \times n \times m,$$

де t_b – температура внутрішнього повітря у робочій зоні для холодного періоду року;

$$t_b = 16 \text{ }^\circ\text{C}, \text{ приймається } t_b = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

t_n – розрахункова зовнішня температура повітря.

В залежності від масивності конструкції (масивна, середня чи мала) задаємося параметром t_n .

Для обчислення опору теплопередачі огорожуючої конструкції (R_0 тр) використовується така формула, що враховує температурні параметри та фізичні характеристики конструкції:

1. t_b – температура внутрішнього повітря в робочій зоні в холодний період року, яку приймаємо рівною $t_b = 16 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. t_n – розрахункова температура зовнішнього повітря. Для масивної конструкції приймається розрахункова температура на рівні найхолоднішої п'ятиденки, тобто $t_n = -21 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Δt_n – температурний перепад, що нормується:

$$\Delta t_n = t_b - t_n \quad \Delta t_n = t_b - t_n$$

В даному випадку $\Delta t_n = 16 \text{ }^\circ\text{C} - (-21 \text{ }^\circ\text{C}) = 37 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. α_e – параметр, що описує умови теплообміну на внутрішній поверхні конструкції, який має значення $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$.
5. n – коефіцієнт, що вказує положення зовнішньої поверхні стіни відносно зовнішнього повітря: $n = 1$.
6. m – коефіцієнт, що визначає ступінь індустріальності конструкції: $m = 1$.

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673				

На основі цих параметрів можна розрахувати необхідний опір теплопередачі огорожуючої конструкції (R_{0TP}) за допомогою відповідної формули.

Отже,

$$R_0^{mp} = \frac{16+21}{7} \times \frac{1}{8,7} \times 1 \times 1 = 0,642 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$$

Знаходимо фактичний термічний опір стінової конструкції:

$$R_0\Phi = R_e + R_1 + R_2 + R_n = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ де}$$

R_e – термічний опір на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції;

R_1, R_2 – термічний опір відповідно у шарах перлітобетону та у шарі вапняно-піщаного розчину;

b_1, b_2 – товщина будівельних шарів матеріалу, відповідно: $b_2 = 20$ мм;

λ_1, λ_2 – коефіцієнти теплопровідності матеріалу відповідно:

Для шару перлітобетону з $\gamma_0 (\rho) = 1200$ кг/м³: $\lambda_1 = 0,44$ Вт/м×°C

Для шару вапняно-піщаного розчину з $\gamma_0 (\rho) = 1600$ кг/м³: $\lambda_2 = 0,7$ Вт/м×°C;

R_n – термічний опір на зовнішній поверхні;

α_e, α_n – коефіцієнти, що визначають існуючі умови по теплообміну на внутрішній та зовнішній поверхнях конструкцій приймається як:

$$\alpha_e = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}; \alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}.$$

Маємо товщину основної несучої стінової поверхні b_1 як невідому.

Припускаємо, що $R_0\Phi = R_0^{TP}$, тоді ми зможемо визначити b_1 :

$$b_1 = \lambda_1 \left[R_0\Phi - \left(\frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_e} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right];$$

$$b_1 = 0,44 \left[0,64 - \left(\frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right] = 19,9 \text{ см},$$

										Арк.
										48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673					

b_1 приймається рівною кратному знайденому цілому числу см.

Приймається, що $b_1 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

Визначається, що фактичний опір теплопередачі становитиме:

$$R_0\Phi = R_6 + R_1 + R_2 + R_n = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\bar{b}_1}{\lambda_1} + \frac{\bar{b}_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_0\Phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,44} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{23} = 0,644 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$$

2.3 Розрахунок теплової інерційності конструкцій

Визначимо теплову інерційність D стінової огороджуючого компонента:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i S_i = R_1 S_1 + R_2 S_2,$$

де, R_i – опір теплопередачі стінової огороджуючої конструкції:

$$R_i = \frac{\bar{b}_i}{\lambda_i}; \quad R_1 = \frac{\bar{b}_1}{\lambda_1} = \frac{0,2}{0,44} = 0,456 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}; \quad R_2 = \frac{\bar{b}_2}{\lambda_2} = \frac{0,02}{0,7} = 0,0286 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}};$$

S_i – визначені коефіцієнти теплотасвоєння:

$$S_1 = 6,37 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}; \quad S_2 = 9,78 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}$$

$$\text{Тоді: } D = 0,456 \times 6,37 + 0,0288 \times 9,78 = 3,24$$

Залежно від рівня масивності огорожувального компонента, теплова інерційність D може набувати таких значень:

- $D > 7$ – масивна конструкція,

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- $4 < D \leq 7$ – середньої масивності,
- $1,5 < D \leq 4$ – легка,
- $D \leq 1,5$ – дуже легка.

У нашому випадку параметр D дорівнює 3,24. Це означає, що за показником теплової інерційності стінова огорожувальна конструкція (зовнішня стіна) належить до легких. Спочатку було обрано масивну конструкцію, для якої розрахунок проводився за температурою зовнішнього повітря t_n , що дорівнює $t_{нб}$.

У зв'язку з цим необхідно повторно обчислити $R_0\Phi$ і R_{0tr} для досить легкої конструкції, задавши (як початкове значення) температуру зовнішнього середовища t_n , що відповідає температурі найбільш холодної доби із забезпеченістю 0,92 тхс, тобто -27°C .

Тому

$$R_0^{mp} = \frac{16 + 27}{7} \times \frac{1}{8,7} \times 1 \times 1 = 0,706 \frac{\text{м}^2 \times \text{оС}}{\text{Вт}},$$

щоб знайти параметр $R_0\Phi$, треба знайти параметр b_1 :

$$b_1 = 0,44 \left[0,706 - \left(\frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,227 = 0,23 \text{ м}.$$

Теплова інерційність огорожуючої стінової конструкції:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 = \frac{0,23}{0,44} \times 6,37 + \frac{0,02}{0,7} \times 9,75 = 3,62 \text{ – легка конструкція.}$$

Тому

$$R_0\Phi = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,23}{0,44} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{23} = 0,712 \frac{\text{м}^2 \times \text{оС}}{\text{Вт}}$$

$$R_0\Phi = R_0^{mp} = 0,712 \frac{\text{м}^2 \times \text{оС}}{\text{Вт}}$$

										601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							50

Розрахунок теплової інерційної компоненти конструкції перекриття над підвалом що неопалюється

Визначення фактичного термічного опору перекриття

$$R_0\Phi = R_g + R_1 + R_n = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_n}$$

R_1 – тепловий опір у шарі перлітобетону;

b_1 – товщина шару відповідно: $b_1 = 200$ мм;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу:

Для перлітобетону з γ_0 (ρ) = 1200 кг/м³: $\lambda_1 = 0,44$ Вт/м×°С

R_n – тепловий опір на зовнішній поверхні;

α_v, α_n – коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях матеріалу відповідно приймаємо

$\alpha_v = 8,7$ Вт/м²×°С; $\alpha_n = 6$ Вт/м²×°С. (СНиП II-3-79* таб.6*), тоді:

$$R_0\Phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,44} + \frac{1}{6} = 0,738 \text{ м}^2 \times \text{°С} / \text{Вт}$$

Визначення теплової інерційності воріт

Визначаємо фактично існуючий опір воріт.

Товщина встановлених у приміщенні дерев'яних воріт b_1 нам невідома.

Припускаємо, що $R_0\Phi = R_0^{тр}$, тоді ми маємо знайти параметр b_1 :

$$b_1 = \lambda_1 \left[R_0\Phi - \left(\frac{1}{\alpha_g} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right];$$

$$b_1 = 0,14 \left[0,64 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right] = 6,71 \text{ см},$$

b_1 приймається як рівний кратному цілому числу сантиметрів.

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673				

Приймається, що параметр $b_1 = 7 \text{ см} = 0,07 \text{ м}$

Визначається фактичний опір згідно формули:

$$R_0\Phi = R_g + R_1 + R_n = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_0\Phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{0,14} + \frac{1}{23} = 0,67 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$$

Визначається фактичний термічний опір конструкції покриття

$$R_0\Phi = R_g + R_1 + R_2 + R_n = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ де}$$

R_g – термічний опір на внутрішній поверхні будівельної конструкції;

R_1, R_2, R_3 – термічний опір відповідно у різних шарах перлітобетону та у шарі будівельного бітуму та у шарі рубероїду на покритті;

b_1, b_2, b_3 – товщина матеріалу цих шарів матеріалів відповідно:

$b_1 = 200 \text{ мм}, b_2 = 20 \text{ мм}, b_3 = 3 \text{ мм};$

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – коефіцієнти теплопровідності матеріалу відповідно:

Для перлітобетону становить $\gamma_0 (\rho) = 1200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_1 = 0,44 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$

Для будівельного бітуму становить $\gamma_0 (\rho) = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_b = 0,17 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$;

Для рубероїду становить $\gamma_0 (\rho) = 600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_b = 0,17 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$;

R_n – термічний опір на зовнішній поверхні;

α_b, α_n – коефіцієнти, що визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях матеріалу відповідно, приймаємо:

$$\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}; \alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}.$$

$$R_0\Phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,44} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{1}{23} = 0,747 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$$

Визначається розрахунок фактичного опору вікна, який становить

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673				

$$0,4 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \text{ за даними [8].}$$

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЗА ПОРІВНЯЛЬНИМИ ВАРІАНТАМИ

3.1 Вимоги до розрахунку

Основні визначені тепловтрати будівлі будуть визначатися як :

$$Q_{\text{осн}} = KF(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n,$$

де К – коефіцієнт теплопередачі огорожуючих матеріалів будівлі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$

$$K = \frac{1}{R_0 \Phi}, \text{ де}$$

$R_0 \Phi$ – це по факту опір теплопередачі огорожувальної конструкції будівлі.

К для зовнішнього стінового матеріалу визначається розрахунковим шляхом.

F – це площа поверхні огорожувальної конструкції будівлі.

$t_{\text{в}}$ – це температура повітря всередині будівлі.

$t_{\text{н}}$ – це температура найхолоднішої п'ятиденки.

При проведенні розрахунків тепловтрат через стіни, вікна та ворота необхідно враховувати середню температуру повітря всередині приміщення будівлі.

$$t_0^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{р.з.}} + t_{\text{в.з.}}}{2},$$

де $t_{\text{р.з.}}$ – це температура робочої зони приміщення;

$t_{\text{р.з.}} = 15-21\text{°C}$ – приймається як $t_{\text{р.з.}} = 15\text{°C}$ (для розрахунку тепловтрат через підлогу).

$t_{\text{в.з.}}$ – це температура верхньої зони приміщення в будівлі:

$$t_{\text{в.з.}} = t_{\text{р.з.}} + a (H - 2),$$

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де, a – це температурний градієнт;

$a = 0,5-0,7$; приймаємо, що $a = 0,5$;

H – це висота приміщення будівлі, становить, м; $H = 4$ м.

$t_{в.з} = 15 + 0,5 (4 - 2) = 16$ °С (для розрахунку покриття будівлі)

n – це поправочний коефіцієнт – що вказує на положення зовнішньої поверхні будівлі по відношенню до зовнішнього повітря.

3.2 Визначення опору теплопередачі будівельних конструкцій

За допомогою довідника знаходимо значення опору теплопередачі вікон та дверей:

$R = 0,4$ для дверей та вікон (воріт);

Звідси знаходимо, що $K = \frac{1}{R_0 \Phi}$.

Додатки:

– орієнтація: поправка для вікон, стін, дверей, обернених на:

Пн, С, ПнС, ПнЗ – становить 0,1 (або 10%),

З – 0,05 (або 5%);

$$Q_{\Sigma} = Q_{осн} \left(1 + \frac{\sum \beta}{100} \right),$$

де $\sum \beta$ – це сума усіх визначених додатків:

$$Q_{інф} = 0,3 \sum Q_{осн}$$

$$Q_{зат} = Q_{\Sigma} + Q_{інф}$$

$Q_{зат}$ округляємо до цілих.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Всі виконані розрахунки опору теплопередачі будівельних конструкцій зведемо у таблиці Т 3.1–3.4:

****Таблиця 3.1.**** Розрахунок тепловтрат для першого варіанту, який відповідає поточному стану будівельних конструкцій (з вікнами розміром 5.800 × 3.000 мм).

****Таблиця 3.2.**** Розрахунок тепловтрат для другого варіанту, що передбачає проведення термомодернізаційних заходів (утеплення за допомогою шару пінопласту) та зменшення існуючих віконних отворів (з вікнами розміром 2.000 × 2.400 мм).

****Таблиця 3.3.1.**** Розрахунок тепловтрат для варіанту реконструкції, який враховує термомодернізацію (утеплення мінераловатними плитами) та зменшення площі віконних отворів (з вікнами розміром 2.000 × 2.400 мм).

****Таблиця 3.3.2.**** Розрахунок тепловтрат для варіанту реконструкції з урахуванням термомодернізації шляхом утеплення, але із збільшенням площі вікон (згідно з умовами замовника) до розміру 2.300 × 2.600 мм.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ (варіант 1)

т.3.1

Найменування огороження	Розмір			F, м ²	Орієнтація	K, Вт/м ² × °С	t _в - t _н , °С	n	Q _{осн}	Додатки, %			Q _Σ	Q _{внв}	Q _{заг}
	b,	a × m								Орієнтація	Іншого	Усього			
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I ПОВЕРХ															
кімнати 102, 104															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Перекриття	6,0	×	6,0	36	-	1,36	11	0,6	323	-	-	-	323	-	323
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														3027	
Всього по кімнатах 102, 104:														6054	
кімнати 103, 105															
Зовнішні стіни	1,0	×	18,0	6	Пн	1,41	43	1	1091	10	-	10	1200	10	1321
Перекриття	6,0	×	18,0	36	-	1,36	11	0,6	969	-	-	-	969	-	323
Вікна	5,8	×	9,0	52,2	Пн	2,5	43	1	5724	10	-	10	6296	10	6926
Всього:														9216	
Всього по кімнатах 103, 105:														18432	
Шахта ліфту к.106															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Cx</u>	1,41	43	1	1455	10	-	10	1601	10	1761

Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														4464	
Шахта ліфту к.101															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														2703	
кімната 107															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	12	<u>Пд</u>	1,41	43	1	728	-	-	-	728	10	800
Перекриття	9,0	×	12,0	108	-	1,36	11	0,6	969	-	-	-	969	-	969
Вікна	11,6	×	3,0	34,8	<u>Пд</u>	2,5	43	1	3741	-	-	-	3741	10	4115
Всього:														5884	
кімнати 108, 109															
Зовнішні стіни	1,0	×	18,0	6	<u>Пд</u>	1,41	43	1	1091	-	-	-	1200	10	1321
Перекриття	18,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	969	-	-	-	969	-	323
Вікна	5,8	×	9,0	52,2	<u>Пд</u>	2,5	43	1	5986	-	-	-	6046	10	6098
Всього:														8388	
Всього по кімнатам 108, 109:														16776	
кімната 110															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	<u>Пд</u>	1,41	43	1	364	-	-	-	364	10	400
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	1,41	43	1	2183	10	-	10	2401	10	2641
Перекриття	6,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	485	-	-	-	485	-	485
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	<u>Пд</u>	2,5	43	1	1871	-	-	-	1871	10	2057
Всього:														5583	

Перекриття	3,0	×	60,0	180	-	1,36	11	0,6	1616	-	-	-	1616	-	1616
Ворота	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	1,52	43	1	784	10	-	10	863	10	948
Всього:														2564	
Всього по I поверху:														62460	
II ПОВЕРХ															
кімнати 202, 204															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														2703	
Всього по кімнатам 202, 204:														5406	
кімнати 203, 205															
Зовнішні стіни	1,0	×	12,0	12	Пн	1,41	43	1	728	10	-	10	800	10	880
Вікна	11,6	×	3,0	34,8	Пн	2,5	43	1	3741	10	-	10	4115	10	4527
Всього:														5407	
Всього по кімнатам 203, 205:														10814	
Шахта ліфту к.201															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														2703	
Шахта ліфту к.206															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	1,41	43	1	1455	10	-	10	1601	10	1761

Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														4464	
кімната 211															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	<u>Пд</u>	1,41	43	1	364	-	-	-	364	10	400
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	1,41	43	1	2183	10	-	10	2401	10	2641
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	<u>Пд</u>	2,5	43	1	1871	-	-	-	1871	10	2058
Всього:														5099	
кімнати 207, 208, 209, 210															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	<u>Пд</u>	1,41	43	1	364	-	-	-	364	10	400
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	<u>Пд</u>	2,5	43	1	1871	-	-	-	1871	10	2058
Всього:														2458	
Всього по кімнатах 207, 208, 209, 210:														9832	
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	1,41	43	1	728	10	-	10	800	10	880
Всього:														880	
Всього по II поверху:														39198	
III ПОВЕРХ															
кімнати 302, 304															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	1,34	43	1	2074	-	-	-	2074	-	2074
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:														4778	
Всього по кімнатах 302, 304:														9556	

кімнати 303, 305															
Зовнішні стіни	1,0	×	12,0	12	Пн	1,41	43	1	728	10	-	10	800	10	881
Покриття	6,0	×	12,0	72	-	1,34	43	1	4149	-	-	-	4149	-	4149
Вікна	11,6	×	3,0	34,8	Пн	2,5	43	1	3741	10	-	10	4115	10	4526
Всього:															9556
Всього по кімнатам 303, 305:															19112
Шахта ліфту к.301															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	362	10	-	10	400	10	440
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	1,34	43	1	2071	-	-	-	2071	-	2074
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2052	10	2263
Всього:															4778
Шахта ліфту к.306															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	362	10	-	10	400	10	440
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	1,41	43	1	2183	10	-	10	2401	10	2641
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	1,34	43	1	1003	-	-	-	1003	-	1003
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1871	10	-	10	2058	10	2263
Всього:															6347
кімната 312															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	<u>Пд</u>	1,41	43	1	362	-	-	-	362	10	400
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	1,41	43	1	2183	10	-	10	2401	10	2641
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	1,34	43	1	3111	-	-	-	3111	-	3111
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	<u>Пд</u>	2,5	43	1	1871	-	-	-	1871	10	2058
Всього:															8210

кімнати 307, 309, 310															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	<u>Пд</u>	1,41	43	1	361	-	-	-	361	10	400
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	1,34	43	1	3111	-	-	-	3111	-	3111
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	<u>Пд</u>	2,5	43	1	1871	-	-	-	1871	10	2058
														Всього:	5569
														Всього по кімнатах 307, 309, 310:	16707
кімнати 308, 311															
Зовнішні стіни	1,0	×	12,0	12	<u>Пд</u>	1,41	43	1	724	-	-	-	724	10	800
Покриття	9,0	×	12,0	108	-	1,34	43	1	6223	-	-	-	6223	-	6221
Вікна	11,6	×	3,0	34,8	<u>Пд</u>	2,5	43	1	3741	-	-	-	3741	10	4115
														Всього:	11136
														Всього по кімнатах 308, 311:	22272
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	1,41	43	1	724	10	-	10	800	10	880
Покриття	3,0	×	60,0	180	-	1,34	43	1	10374	-	-	-	10374	-	10374
														Всього:	11254
														Всього по III поверху:	98236
														Загальні тепловитрати по приміщенню за першим варіантом:	199894

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ (другий варіант)

т.3.2

Найменування огороження	Розмір × b, м		F, м ²	Орієнтація	K, Вт/м ² × °C	t _в - t _н , °C	n	Q _{осн}	Додатки, %			Q _Σ	Q _{вн}	Q _{зат}	
	a	м							Орієнтація	Іншого	Усього				
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
I ПОВЕРХ															
кімнати 102, 104															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	227	10	-	10	250	10	275
Перекрыття	6,0	×	6,0	36	-	1,36	11	0,6	323	-	-	-	323	-	323
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	275	10	-	10	302	10	332
Всього:													930		
Всього по кімнатах 102, 104:													1860		
кімнати 103, 105															
Зовнішні стіни	12,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Перекрыття	6,0	×	18,0	36	-	1,36	11	0,6	323	-	-	-	323	-	323
Вікна	6,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	1874	10	-	10	2027	10	2027
Всього:													2790		
Всього по кімнатах 103, 105:													5580		
Шахта ліфту к.106															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	221	10	-	10	250	10	276
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	Сх	0,275	43	1	282	10	-	10	312	10	342

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ (другий варіант)

Т.3.2

Найменування огороження	Розмір × b, а м			F, м ²	Орієнтація	K, Вт/м ² × °С	t _в - t _н , °С	n	Q _{оск}	Додатки, %			Q _Σ	Q _{вн}	Q _{вн}
	Орієнтація	Іншого	Усього												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
I ПОВЕРХ															
кімнати 102, 104															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	227	10	-	10	250	10	275
Перекрыття	6,0	×	6,0	36	-	1,36	11	0,6	323	-	-	-	323	-	323
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	275	10	-	10	302	10	332
Всього:														930	
Всього по кімнатам 102, 104:														1860	
кімнати 103, 105															
Зовнішні стіни	12,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	364	10	-	10	400	10	440
Перекрыття	6,0	×	18,0	36	-	1,36	11	0,6	323	-	-	-	323	-	323
Вікна	6,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	1874	10	-	10	2027	10	2027
Всього:														2790	
Всього по кімнатам 103, 105:														5580	
Шахта ліфту к.106															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	221	10	-	10	250	10	276
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	Сх	0,275	43	1	282	10	-	10	312	10	342

Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	275	10	-	10	302	10	332
Всього:														950	
Шахта ліфту к.101															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	221	10	-	10	250	10	275
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	272	10	-	10	302	10	332
Всього:														607	
кімната 107															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,6	38,4	<u>Пд</u>	0,275	43	1	454	-	-	-	454	10	494
Перекрыття	9,0	×	12,0	108	-	1,36	11	0,6	962	-	-	-	962	-	962
Вікна	2,0	×	4,8	9,6	<u>Пд</u>	1,33	43	1	548	-	-	-	548	10	607
Всього:														2073	
кімнати 108, 109															
Зовнішні стіни	12,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,275	43	1	678	-	-	-	678	10	750
Перекрыття	18,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	1546	-	-	-	1754	-	1754
Вікна	6,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	576	-	-	-	576	10	604
Всього:														3108	
Всього по кімнатам 108, 109:														6216	
кімната 110															
Зовнішні стіни	8,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,275	43	1	454	-	-	-	454	10	521
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,275	43	1	426	10	-	10	468	10	515
Перекрыття	12,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	966	-	-	-	966	-	966
Вікна	4,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	586	-	-	-	586	10	586
Всього:														2588	

Коридор															
Перекриття	3,0	×	60,0	180	-	1,36	11	0,6	1615	-	-	-	1615	-	1615
Ворота	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	1,52	43	1	785	10	-	10	864	10	950
Всього:															2565
Всього по I поверху:															22441
II ПОВЕРХ															
кімнати 202, 204															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	226	10	-	10	252	10	276
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	272	10	-	10	303	10	331
Всього:															607
Всього по кімнатам 202, 204:															1214
кімнати 203, 205															
Зовнішні стіни	12,0	×	9,6	38,4	Пн	0,275	43	1	722	10	-	10	805	10	805
Вікна	6,0	×	4,8	9,6	Пн	1,33	43	1	911	10	-	10	1016	10	1016
Всього:															1821
Всього по кімнатам 203, 205:															3642
Шахта ліфту к.201															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	224	10	-	10	252	10	276
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:															607
Шахта ліфту к.206															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	226	10	-	10	249	10	273
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,275	43	1	282	10	-	10	313	10	344

Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	303	10	333
Всього:														950	
кімната 211															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,275	43	1	227	-	-	-	227	10	250
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,275	43	1	426	10	-	10	468	10	515
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	275	-	-	-	275	10	302
Всього:														1067	
кімнати 207, 208, 209, 210															
Зовнішні стіни	8,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,275	43	1	452	-	-	-	452	10	502
Вікна	4,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	543	-	-	-	543	10	601
Всього:														1103	
Всього по кімнатам 207, 208, 209, 210:														4412	
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	0,275	43	1	142	10	-	10	156	10	172
Всього:														172	
Всього по II поверху:														12616	
III ПОВЕРХ															
кімнати 302, 304															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	229	10	-	10	250	10	277
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	731	-	-	-	731	-	731
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:														1339	
Всього по кімнатам 302, 304:														2678	

кімнати 303, 305															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,6	38,4	Пн	0,275	43	1	1118	10	-	10	1256	10	1256
Покриття	6,0	×	18,0	72	-	0,473	43	1	1903	-	-	-	1903	-	1903
Вікна	2,0	×	4,8	9,6	Пн	1,33	43	1	724	10	-	10	795	10	858
Всього:															4017
Всього по кімнатам 303, 305:															8034
Шахта ліфту к.301															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	226	10	-	10	250	10	277
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	731	-	-	-	731	-	731
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:															1339
Шахта ліфту к.306															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,275	43	1	228	10	-	10	251	10	276
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,275	43	1	425	10	-	10	467	10	514
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	97	-	-	-	97	-	97
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	276	10	-	10	303	10	333
Всього:															1220
кімната 312															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,275	43	1	228	-	-	-	228	10	251
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,275	43	1	425	10	-	10	467	10	514
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	0,473	43	1	1099	-	-	-	1099	-	1099
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	274	-	-	-	274	10	301
Всього:															2165

кімнати 307, 309, 310															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,275	43	1	228	-	-	-	228	10	251
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	0,473	43	1	1096	-	-	-	1096	-	1096
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	276	-	-	-	276	10	303
Всього:															1650
Всього по кімнатам 307, 309, 310:															4950
кімнати 308, 311															
Зовнішні стіни	8,0	×	9,6	38,4	<u>Пд</u>	0,275	43	1	598	-	-	-	598	10	664
Покриття	9,0	×	18,0	108	-	0,473	43	1	2922	-	-	-	2922	-	2922
Вікна	4,0	×	4,8	9,6	<u>Пд</u>	1,33	43	1	1220	-	-	-	1220	10	1364
Всього:															4950
Всього по кімнатам 308, 311:															9900
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	0,275	43	1	141	10	-	10	155	10	171
Покриття	3,0	×	60,0	180	-	0,473	43	1	3662	-	-	-	3662	-	3662
Всього:															3833
Всього по III поверху:															34119
Загальні тепловитрати по приміщенню за другим варіантом:															81793

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ (третій варіант стандартні вікна)

т.3.3.1

Найменування огороження	Розмір × b, а м			F, м ²	Орієнтація	K, Вт/м ² × °C	t _в - t _н , °C	n	Q _{осн}	Додатки, %			Q _Σ	Q _{внф}	Q _{зат}
	Орієнтація	Іншого	Усього												
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I ПОВЕРХ															
кімнати 102, 104															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	249	10	-	10	274	10	302
Перекрыття	6,0	×	6,0	36	-	1,36	11	0,6	322	-	-	-	322	-	322
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	334
Всього:														958	
Всього по кімнатам 102, 104:														1916	
кімнати 103, 105															
Зовнішні стіни	1,0	×	6,0	6	Пн	1,41	43	1	363	10	-	10	401	10	439
Перекрыття	6,0	×	6,0	36	-	1,36	11	0,6	172	-	-	-	172	-	172
Вікна	5,8	×	3,0	17,4	Пн	2,5	43	1	1872	10	-	10	2057	10	2263
Всього:														2874	
Всього по кімнатам 103, 105:														5748	
Шахта ліфту к.106															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	249	10	-	10	274	10	302
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,303	43	1	312	10	-	10	343	10	377

Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	276	10	-	10	303	10	334
Всього:														1013	
Шахта ліфту к.101															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	251	10	-	10	276	10	304
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:														635	
кімната 107															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,6	38,4	<u>Пд</u>	0,303	43	1	501	-	-	-	501	10	550
Перекриття	9,0	×	12,0	108	-	1,36	11	0,6	967	-	-	-	967	-	967
Вікна	2,0	×	4,8	9,6	<u>Пд</u>	1,33	43	1	551	-	-	-	551	10	606
Всього:														2124	
кімнати 108, 109															
Зовнішні стіни	12,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,303	43	1	750	-	-	-	750	10	775
Перекриття	18,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	1509	-	-	-	1509	-	1509
Вікна	6,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	815	-	-	-	815	10	902
Всього:														3186	
Всього по кімнатам 108, 109:														6372	
кімната 110															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,303	43	1	475	-	-	-	475	10	524
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,303	43	1	654	10	-	10	731	10	818
Перекриття	6,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	735	-	-	-	735	-	735
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	498	-	-	-	498	10	552
Всього:														2629	

Коридор															
Перекриття	3,0	×	60,0	180	-	1,36	11	0,6	1617	-	-	-	1617	-	1617
Ворота	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	1,52	43	1	783	10	-	10	862	10	948
Всього:															2565
Всього по I поверху:															23063
II ПОВЕРХ															
кімнати 202, 204															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	251	10	-	10	276	10	304
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:															635
Всього по кімнатам 202, 204:															1270
кімнати 203, 205															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,6	38,4	Пн	0,303	43	1	712	10	-	10	790	10	878
Вікна	2,0	×	4,8	9,6	Пн	1,33	43	1	839	10	-	10	929	10	1027
Всього:															1905
Всього по кімнатам 203, 205:															3810
Шахта ліфту к.201															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	251	10	-	10	276	10	304
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:															635
Шахта ліфту к.206															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	249	10	-	10	274	10	302
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,303	43	1	312	10	-	10	343	10	377

Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	276	10	-	10	303	10	334
Всього:															1013
кімната 211															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,303	43	1	550	-	-	-	550	10	575
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,303	43	1	669	10	-	10	716	10	768
Вікна	4,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	475	-	-	-	475	10	502
Всього:															1845
кімнати 207, 208, 209, 210															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,303	43	1	248	-	-	-	248	10	273
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	277	-	-	-	277	10	304
Всього:															577
Всього по кімнатах 207, 208, 209, 210:															2308
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	0,303	43	1	155	10	-	10	171	10	189
Всього:															189
Всього по II поверху:															13255
III ПОВЕРХ															
кімнати 302, 304															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	252	10	-	10	277	10	305
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	731	-	-	-	731	-	731
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	274	10	-	10	301	10	331
Всього:															1367
Всього по кімнатах 302, 304:															2734

кімнати 303, 305															
Зовнішні стіни	4,0	×	12,6	38,4	Пн	0,303	43	1	775	10	-	10	855	10	945
Покриття	6,0	×	18,0	72	-	0,473	43	1	2144	-	-	-	2144	-	2144
Вікна	2,0	×	4,8	9,6	Пн	1,33	43	1	821	10	-	10	915	10	1012
Всього:															4101
Всього по кімнатам 303, 305:															8202
Шахта ліфту к.301															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	249	10	-	10	274	10	302
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	731	-	-	-	731	-	731
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	276	10	-	10	304	10	334
Всього:															1367
Шахта ліфту к.306															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	Пн	0,303	43	1	251	10	-	10	276	10	304
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,303	43	1	468	10	-	10	515	10	569
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	97	-	-	-	97	-	97
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	Пн	1,33	43	1	276	10	-	10	303	10	331
Всього:															1300
кімната 312															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,303	43	1	249	-	-	-	249	10	274
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,303	43	1	469	10	-	10	516	10	567
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	0,473	43	1	1099	-	-	-	1099	-	1099
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	276	-	-	-	276	10	303
Всього:															2243

кімнати 307, 309, 310															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,8	19,2	<u>Пд</u>	0,303	43	1	251	-	-	-	251	10	275
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	0,473	43	1	1099	-	-	-	1099	-	1099
Вікна	2,0	×	2,4	4,8	<u>Пд</u>	1,33	43	1	274	-	-	-	274	10	301
Всього:															1675
Всього по кімнатах кімнати 307, 309, 310:															5025
кімнати 308, 311															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,6	38,4	<u>Пд</u>	0,303	43	1	912	-	-	-	1014	10	1260
Покриття	9,0	×	18,0	108	-	0,473	43	1	2667	-	-	-	2667	-	2667
Вікна	2,0	×	4,8	9,6	<u>Пд</u>	1,33	43	1	908	-	-	-	908	10	1098
Всього:															5025
Всього по кімнатах 308, 311:															10050
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	0,303	43	1	156	10	-	10	172	10	186
Покриття	3,0	×	60,0	180	-	0,473	43	1	3664	-	-	-	3664	-	3664
Всього:															3850
Всього по III поверху:															34776
Загальні тепловитрати по приміщенню (за третім варіантом):															84348

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ (третій варіант вікна збільшені)

т.3.3.2

Найменування огороження	Розмір a × b, м			F, м ²	Орієнтація	K, Вт/м ² × °C	t _в - t _{вн} , °C	n	Q _{оск}	Додатки, %			Q _Σ	Q _{внв}	Q _{зат}
										Орієнтація	Іншого	Усього			
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I ПОВЕРХ															
кімнати 102, 104															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	213	10	-	10	234	10	257
Перекриття	6,0	×	6,0	36	-	1,36	11	0,6	324	-	-	-	324	-	324
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	342	10	-	10	376	10	414
Всього:														994	
Всього по кімнатам 102, 104:														1989	
кімнати 103, 105															
Зовнішні стіни	4,5	×	12,0	54	Пн	0,275	43	1	639	10	-	10	702	10	773
Перекриття	6,0	×	18,0	108	-	1,36	11	0,6	969	-	-	-	969	-	969
Вікна	6,9	×	2,6	17,94	Пн	1,33	43	1	1026	10	-	10	1129	10	1241
Всього:														2983	
Всього по кімнатам 103, 105:														5967	
Шахта ліфту к.106															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	213	10	-	10	235	10	259
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Cx</u>	0,275	43	1	283	10	-	10	311	10	342

Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	342	10	-	10	376	10	414
Всього:														1015	
Шахта ліфту к.101															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	214	10	-	10	235	10	259
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	341	10	-	10	375	10	413
Всього:														671	
кімната 107															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Пд</u>	0,275	43	1	426	-	-	-	426	10	468
Перекрыття	9,0	×	12,0	108	-	1,36	11	0,6	969	-	-	-	969	-	969
Вікна	2,3	×	5,2	11,96	<u>Пд</u>	1,33	43	1	684	-	-	-	684	10	752
Всього:														2190	
кімнати 108, 109															
Зовнішні стіни	12,0	×	4,5	54	<u>Пд</u>	0,275	43	1	639	-	-	-	639	10	702
Перекрыття	18,0	×	9,0	162	-	1,36	11	0,6	1454	-	-	-	1454	-	1454
Вікна	6,9	×	2,6	17,94	<u>Пд</u>	1,33	43	1	1026	-	-	-	1026	10	1129
Всього:														3285	
Всього по кімнатам 108, 109:														6570	
кімната 110															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	18	<u>Пд</u>	0,275	43	1	427	-	-	-	427	10	469
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,275	43	1	426	10	-	10	468	10	515
Перекрыття	12,0	×	9,0	54	-	1,36	11	0,6	968	-	-	-	968	-	968
Вікна	4,6	×	2,6	5,98	<u>Пд</u>	1,33	43	1	684	-	-	-	684	10	752
Всього:														2705	

Коридор															
Перекриття	3,0	×	60,0	180	-	1,36	11	0,6	1616	-	-	-	1616	-	1616
Ворота	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	1,52	43	1	783	10	-	10	864	10	949
Всього:															2565
Всього по I поверху:															23672
II ПОВЕРХ															
кімнати 202, 204															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	214	10	-	10	235	10	257
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	341	10	-	10	375	10	415
Всього:															671
Всього по кімнатам 202, 204:															1343
кімнати 203, 205															
Зовнішні стіни	4,0	×	13,5	54	Пн	0,275	43	1	639	10	-	10	702	10	773
Вікна	2,3	×	7,8	17,94	Пн	1,33	43	1	1026	10	-	10	1129	10	1241
Всього:															2014
Всього по кімнатам 203, 205:															4028
Шахта ліфту к.201															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	214	10	-	10	235	10	257
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	341	10	-	10	375	10	415
Всього:															671
Шахта ліфту к.206															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	214	10	-	10	235	10	259
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,275	43	1	283	10	-	10	311	10	342

Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	342	10	-	10	376	10	414
Всього:														1015	
кімната 211															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	56	<u>Пд</u>	0,275	43	1	426	-	-	-	426	10	468
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,275	43	1	426	10	-	10	468	10	515
Вікна	2,3	×	5,2	11,96	<u>Пд</u>	1,33	43	1	684	-	-	-	684	10	752
Всього:														1736	
кімнати 207, 208, 209, 210															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,9	36	<u>Пд</u>	0,275	43	1	426	-	-	-	426	10	468
Вікна	2,3	×	5,2	11,96	<u>Пд</u>	1,33	43	1	684	-	-	-	684	10	752
Всього:														1221	
Всього по кімнатам 207, 208, 209, 210:														4883	
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	0,275	43	1	142	10	-	10	156	10	172
Всього:														172	
Всього по II поверху:														13847	
III ПОВЕРХ															
кімнати 302, 304															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	214	10	-	10	235	10	259
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	731	-	-	-	731	-	731
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	342	10	-	10	376	10	414
Всього:														1404	
Всього по кімнатам 302, 304:														2808	

кімнати 303, 305															
Зовнішні стіни	4,0	×	13,5	54	Пн	0,275	43	1	638	10	-	10	701	10	772
Покриття	6,0	×	18,0	108	-	0,473	43	1	2198	-	-	-	2198	-	2198
Вікна	2,3	×	7,8	17,94	Пн	1,33	43	1	1026	10	-	10	1129	10	2141
Всього:															4211
Всього по кімнатах 403, 407:															8422
Шахта ліфту к.301															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	213	10	-	10	235	10	258
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	733	-	-	-	733	-	733
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	341	10	-	10	375	10	413
Всього:															1404
Шахта ліфту к.306															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	Пн	0,275	43	1	212	10	-	10	234	10	257
Зовнішні стіни	4,0	×	6,0	24	<u>Сх</u>	0,275	43	1	284	10	-	10	312	10	343
Покриття	6,0	×	6,0	36	-	0,473	43	1	734	-	-	-	734	-	734
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	Пн	1,33	43	1	341	10	-	10	376	10	413
Всього:															1747
кімната 312															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	<u>Пд</u>	0,275	43	1	213	-	-	-	213	10	234
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Сх</u>	0,275	43	1	426	10	-	10	468	10	515
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	0,473	43	1	1097	-	-	-	1097	-	1097
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	<u>Пд</u>	1,33	43	1	342	-	-	-	342	10	377
Всього:															2224

кімнати 307, 309, 310															
Зовнішні стіни	4,0	×	4,5	18	<u>Пд</u>	0,275	43	1	213	-	-	-	213	10	234
Покриття	6,0	×	9,0	54	-	0,473	43	1	1098	-	-	-	1098	-	1098
Вікна	2,3	×	2,6	5,98	<u>Пд</u>	1,33	43	1	342	-	-	-	342	10	376
Всього:															1709
Всього по кімнатам 307, 309, 310:															5126
кімнати 308, 311															
Зовнішні стіни	4,0	×	9,0	36	<u>Пд</u>	0,275	43	1	426	-	-	-	426	10	468
Покриття	9,0	×	12,0	108	-	0,473	43	1	2197	-	-	-	2197	-	2197
Вікна	2,3	×	5,2	11,96	<u>Пд</u>	1,33	43	1	684	-	-	-	684	10	752
Всього:															5126
Всього по кімнатам 308, 311:															10252
Коридор															
Зовнішні стіни	3,0	×	4,0	12	<u>Сх</u>	0,275	43	1	141	10	-	10	155	10	171
Покриття	3,0	×	60,0	180	-	0,473	43	1	3662	-	-	-	3662	-	3662
Всього:															3833
Всього по III поверху:															35374
Загальні тепловитрати по приміщенню (четвертий варіант, вікна збільшені):															73333

РОЗДІЛ 4

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТЕПЛОВТРАТ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКОЮ МЕТОДИКОЮ РОЗРАХУНКУ

З введенням у дію норм «ДБН В.2.5-67:2013» «Опалення, вентиляція та кондиціонування» в нашій країні запроваджено сучасні підходи до розрахунку теплового навантаження систем опалення приміщень, а також проектної потужності систем опалення будівель. Ці методи розроблені з урахуванням вимог гармонізованого стандарту «ДСТУ Б EN 12831:2008» «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження», який відповідає європейським нормам.

Нові методики спрямовані на підвищення точності розрахунків, врахування сучасних вимог до енергоефективності та забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях. Їхнє впровадження є кроком до інтеграції українських стандартів у європейську нормативну систему, що забезпечує підвищення якості проектування та експлуатації інженерних систем будівель.

При обчисленні проектних теплових навантажень систем опалення для приміщень і споруд у цілому, відповідно до нормативних вимог [1], необхідно враховувати такі основні складові, які залежать від архітектурно-планувальних рішень:

1. Трансмійні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції будівель, що безпосередньо контактують із зовнішнім повітрям.
2. Тепловтрати, що виникають через контакт опалюваних приміщень із неопалюваними зонами.
3. Тепловтрати, які відбуваються через конструкції підлоги та ґрунт.
4. Втрати тепла до приміщень із нижчою фактичною розрахунковою температурою.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

5. Вентиляційні тепловтрати, пов'язані з нагріванням зовнішнього повітря, яке подається до опалюваних приміщень, за винятком теплоти, що надходить із повітря всередині будівлі.

6. Компенсаційна теплова потужність для опалюваних приміщень, яка необхідна в умовах періодичного режиму роботи систем вентиляції та опалення.

Методика розрахунку основних випадків ґрунтується на таких припущеннях:

Температура повітря та розрахункова температура вважаються рівномірно розподіленими.

Тепловтрати визначаються за умов стабільного стану із постійними характеристиками, такими як температурні параметри, властивості конструктивних елементів тощо.

Ця методика може бути застосована для стандартних випадків більшості будівельних споруд:

- у приміщеннях із висотою стелі, що не може перевищувати 5 метрів;
- у опалюваних та тих, що плануються для опалення, приміщеннях із підтриманням заданої температури протягом усього періоду;
- у приміщеннях, де температура внутрішнього повітря та температура повітря в робочому просторі мають однакові розрахункові значення.

Етапи розрахунків запроектованої теплової потужності систем нагріву та опалення приміщень будівель:

1. Визначення розрахункової температури зовнішнього повітря θ_e та середньорічної температури зовнішнього повітря θ_{me} .
2. Встановлення типу приміщення у будівлі (неопалюване або опалюване) та визначення внутрішньої температури для кожного опалюваного простору $\theta_{int,i}$.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

3. Розрахунок просторових і теплових характеристик ψ_l для всіх будівельних матеріалів, що використовуються у конструкціях неопалюваних та опалюваних об'ємів.
4. Обчислення характеристики теплових втрат приміщення HT_i та її множення на різницю значень температур зовнішнього і внутрішнього повітря ($\theta_{int,i} - \theta_e$) для визначення величини тепловтрат FT_i .
5. Розрахунок вентиляційних теплових втрат об'ємів NV_i та їх множення на різницю значень температури зовнішнього і внутрішнього повітря ($\theta_{int,i} - \theta_e$), щоб визначити величину вентиляційних теплових втрат FV_i .
6. Визначення загальної величини теплових втрат приміщення Φ_i шляхом додавання трансмісійних тепловтрат FT_i та вентиляційних тепловтрат FV_i .
7. Аналіз та врахування інших можливих теплонадходжень або тепловтрат приміщення FQ_i , наприклад, від зовнішніх джерел енергії, тепла від людей, техніки, освітлення або для підтримання теплового балансу системи.
8. Розрахунок загального теплового навантаження опалювальної системи приміщення FHL_i шляхом підсумовування загальних теплових втрат Φ_i та інших теплонадходжень або втрат FQ_i .

Етапи розрахунку фактичної теплової потужності системи опалення:

Ця методика розрахунку базується на аналізі теплових характеристик опалюваних приміщень. Основні етапи розрахунку для будівлі чи будівельного комплексу такі:

1. Розрахунок загальних трансмісійних теплових втрат приміщення як суми теплопровідних втрат всіх опалюваних об'ємів, також без врахування можливих теплових надходжень у межах будівлі.
2. Розрахунок загальних вентиляційних втрат будівлі як суми вентиляційних втрат всіх опалюваних об'ємів, також без врахування теплових надходжень.
3. Визначення загальних теплових втрат будівлі чи будівельного комплексу шляхом додавання загальних трансмісійних та вентиляційних втрат.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Оцінка інших можливих теплонадходжень або тепловтрат для всіх опалюваних приміщень з метою отримання загального значення теплонадходжень будівлі чи будівельного комплексу, необхідного для розрахунку теплового балансу.

5. Розрахунок загального теплового навантаження будівлі чи комплексу як суми загальних теплових втрат і величини додаткових теплонадходжень (або тепловтрат).

«ДСТУ Б EN 12831:2008» також передбачає спрощену методику для визначення теплового навантаження систем опалення приміщень та розрахункової потужності системи опалення будівель.

4.1 Теплова потужність системи опалення

Згідно з діючим державним стандартом «ДСТУ Б EN 12831:2008» повна проектна втрата теплоти опалюваного об'єму в проектних умовах визначають за формулою:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \text{ Вт} \quad (1)$$

де: $\Phi_{T,i}$ – проектні втрати тепла опалюваного об'єму (i) за рахунок теплової передачі через конструкції огороження (трансмісійні тепловтрати), Вт;

$\Phi_{V,i}$ – проектні вентиляційні втрати тепла опалюваного простору будівлі (i), Вт.

При розрахунку проектного теплового навантаження опалюваного приміщення будівлі додатково враховується надлишок теплової потужності $\Phi_{RH,i}$, необхідний для компенсації зниження ефективності роботи системи опалення.

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт} \quad (2)$$

Проектні теплові навантаження для всієї споруди.

Проектні теплові навантаження всієї споруди (або її частки) обчислюється за аналогією з рівнянням (2) по формулі:

					601-МНТ 11393673	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}, \text{ Вт.} \quad (3)$$

Де:

- $\sum \Phi_{T,i}$ – це загальна сума розрахункових теплових втрат через теплопередачу крізь усі огорожувальні конструкції будівлі, за винятком тепла, яке передається між приміщеннями самої будівлі, Вт;
- $\sum \Phi_{V,i}$ – це загальна сума розрахункових вентиляційних теплових втрат для всіх опалюваних приміщень у будівлі, Вт;
- $\sum \Phi_{RH,i}$ – це загальна сума надлишкової теплової потужності, яка потрібна для компенсації зменшення ефективності роботи системи опалення, для всіх опалюваних приміщень у будівлі, Вт.

Проектні втрати теплоти за рахунок теплопередач.

Державний стандарт «ДСТУ Б EN 12831:2008» пропонує формулу для визначення проектних теплових втрат приміщення через теплопередачу:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

Де:

- Φ_T – проектні теплові втрати через теплопередачу, Вт;
- U_i – коефіцієнт теплопередачі для і-тої огорожувальної конструкції, Вт/(м²·°C);
- A_i – площа поверхні і-тої огорожувальної конструкції, м²;
- θ_{int} – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, °C;
- θ_{ext} – розрахункова зовнішня температура повітря, °C.

										Арк.
										85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673					

Ця формула враховує тепловтрати через кожну окрему частину огорожувальної конструкції будівлі.

Втрати тепла безпосередньо назовні

Коефіцієнт тепловтрат $H_{T,ie}$, який враховує теплопередачу з опалюваного простору будівлі до зовнішнього середовища, визначається за параметрами елементів огорожувальних конструкцій (стіни, підлоги, покрівля, двері, вікна) та їх характеристиками. Згідно з державним стандартом «EN 12831:2008», розрахунок також враховує вплив лінійних теплових мостів. Формула має вигляд:

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{Вт/К}$$

Де:

- A_k — площа елемента конструкції (k) , м^2 ;
- U_k — коефіцієнт теплопередачі для елемента конструкції (k) , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- ψ_l — коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту (l) , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ (якщо теплові мости враховуються);
- l_l — довжина лінійного теплового мосту (l) , м (за наявності);
- e_k, e_l — поправочні коефіцієнти орієнтації, які враховують вплив зовнішніх факторів (тип ізоляції, абсорбція вологи, швидкість вітру, температура). Якщо ці фактори вже враховані в U_k , то $e_k = 1$.

Коефіцієнт теплопередачі U_k визначається:

- для непрозорих елементів конструкції — згідно з джерелом «EN ISO 6946»;
- для дверей і вікон — згідно з джерелом «EN ISO 10077-1».

									Арк.
									86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МНТ 11393673				

Ця модель забезпечує точний розрахунок тепловтрат і враховує як властивості матеріалів, так і конструктивні особливості будівлі.

Методика розрахунку коефіцієнта теплопередачі конструкції огороження також наведена в «ДБН В.2.6-31:2016» «Теплова ізоляція будівель» [8]. Мінімумально допустимі значення визначеного опору теплопередачі компонентів житлових та громадських будинків приймається згідно з вимогами пп. 2.2, 2.3 за табл. 1 «ДБН В.2.6-31:2016» [8] (див. табл. 3 методичних вказівок), в залежності від температурної зони, що визначається за [13, дод. В].

Проведемо розрахунок за методикою стандарту «ДСТУ Б EN 12831:2008» для кімнати 104.

Розрахунок тепловтрат в к.104

Визначаємо площу огорожуючих конструкцій:

$$A_{\text{Вк.}} (\text{вікно}) = 2,3 \times 2,6 = 5,98 \text{ м}^2$$

$$A_{\text{З.с.}} (\text{зовнішня будівельна конструкція}) = 6 \times 4 - 5,98 = 18,02 \text{ м}^2$$

Визначимо U_k – коефіцієнт теплопередачі огорожуючих конструкцій: (к), Вт/(м²·К);

$$U_k (\text{для зовнішньої будівельної конструкції}) = 1/3,642 = 0,275 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$R_n = 3,642 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) /Вт}$ – фактичний опір теплової передачі, при умові використання утеплюючого шару пінопласту з товщиною 15 см.

$$U_k (\text{вікна}) = 1/0,75 = 1,33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

Лінійні мости будівельних конструкцій відсутні.

$$e_k = 1$$

Температура у всіх приміщеннях становить 18-21°C, тобто через внутрішні стіни відсутня теплопередача.

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k$$

$$H_{\text{З.с.}} = 18,02 \times 0,275 = 4,96, \text{ Вт/К}$$

$$H_{\text{З.с.}} = 5,98 \times 1,33 = 7,95, \text{ Вт/К}$$

Проектні втрати тепла в приміщенні:

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

$$\theta_{int,i} = (20+22)/2 = 21^\circ\text{C}$$

$\theta_e = -23^\circ\text{C}$ температура для найхолоднішої п'ятиденки 0,92, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

$$\Phi = (4,96 + 7,95) \times (21+23) = 568,04, \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу (перекриття над неопалювальним підвалом).

$$A_{\text{Пд.}} (\text{підлога}) = 6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$$

$$U_k (\text{підлога}) = 1/3,75 = 0,267 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$H_{\text{Пд.}} = 36 \times 0,267 = 9,612, \text{ Вт}/\text{К}$$

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

$\theta_e = 7,8^\circ\text{C}$ середня річна зовнішня температура згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

$$\Phi_{\text{пд}} = 9,612 \cdot (21 - 7,8) = 126,88, \text{ Вт}$$

$$\Phi_{T,i} = 568,04 + 126,88 = 694,92, \text{ Вт}$$

Тепловтрати через горище (перекриття неопалювальних горищ), розраховується як приклад, в нашому випадку тепловтрати через кімнату 104 відсутні.

$$A_{\text{Гр.}} (\text{горище}) = 6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$$

$$U_k (\text{горище}) = 1/4,95 = 0,202 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$H_{\text{Гр.}} = 36 \times 0,202 = 7,27, \text{ Вт}/\text{К}$$

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

$\theta_e = -23^\circ\text{C}$ температура для найхолоднішої п'ятиденки 0,92. згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

$$\Phi_{\text{Гр}} = 7,27 \cdot (21 + 23) = 319,97, \text{ Вт}$$

										601-МНТ 11393673	Арк.
											88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла.

У стандарті «ДСТУ Б EN 12831:2008» запроваджено поняття «проектних вентиляційних втрат тепла». При їх визначенні обчислюється витрата тепла на нагрівання вентиляційного повітря в межах мінімального повітрообміну у відповідності до санітарно-гігієнічних норм і правил та витрату теплової енергії на нагрівання повітря, яке надходить через зовнішні конструкції будинку, та з двох отриманих значень вибирають найбільшу.

У стандарті «ДСТУ Б EN 12831:2008» наведена така формула для розрахунку проектних вентиляційних теплових втрат опалюваного об'єму:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

де: $H_{V,i}$ – це коефіцієнт проектних вентиляційних втрат теплової енергії, Вт/К;

$\theta_{int,i}$ – це проектна внутрішня температура опалюваного об'єму будівлі (i), °С;

θ_e – це проектна зовнішня температура за даними метеохарактеристик, °С.

З цього рівняння виходить, що коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію $H_{V,i}$ відносить вентиляційні тепловтрати до різниці внутрішньої і зовнішньої температур повітря. Цей коефіцієнт обчислюється за таким виразом:

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p, \text{ Вт/К}$$

де: V_i – це об'ємна витрата вентиляційного об'єму повітря опалюваного простору будівлі (i), м³/с;

ρ – це густина повітря при температурі $\theta_{int,i}$, кг/м³;

c_p – це питома визначена теплоємність повітря при заданій температурі $\theta_{int,i}$, Дж/(кг·К).

Нехтуємо для спрощення розрахунків залежністю густини та питомої теплової ємності повітря од її температури та переводимо витрату повітря в м³/год, отримуючи таке рівняння:

					601-МНТ 11393673	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i, \text{ Вт/К}$$

Приймаємо, що у приміщенні загальною площею 36 м² постійно знаходяться 6 чоловік, відповідно до санітарно-гігієнічних вимог повітрообмін у кімнаті повинен становити 60 м³ на особу, тоді:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot 6 \cdot 60 = 122,4/2 = 61,2, \text{ Вт/К}$$

Інфільтрація крізь огорожуючі конструкції будівлі.

Стандарт ДСТУ Б EN 12831:2008 пропонує наступну формулу для розрахунку витрати повітря, що інфільтрується в опалюваний простір будівлі (*i*):

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

де: V_i – об’єм простору приміщення що опалюється (*i*), який обчислений нами на підставі даних про внутрішні розміри (у розрізі стін і перекриттів), м³;

$$V_i = 6 \times 6 \times 4 = 144 \text{ м}^3$$

n_{50} – це кратність повітрообміну в приміщеннях за різниці тисків в 50 Па зовні та всередині будівлі, год⁻¹ (табл. 9); приймаємо $n_{50} = 3$

e_i – коефіцієнт екранування будинку (табл. 11); приймаємо $e_i = 0,01$.

ε_i – це поправочний коефіцієнт, який враховує збільшення рівня швидкості вітру в залежності від висоти розташування опалюваного об’єму будівлі над рівнем землі (табл. 10); $\varepsilon_i = 1$ (для 1 та 2 поверхів будівлі), $\varepsilon_i = 1,2$ (для 3 та 4 поверхів будівлі).

					601-МНТ 11393673	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 – це коефіцієнт, при якому враховується найбільш несприятливий за часом випадок, коли все існуюче повітря, що надходить у будинок тільки з однієї його сторони.

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot 144 \cdot 3 \cdot 0,01 \cdot 1 = 8,64, \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot 8,64 = 2,94, \text{ Вт/К}$$

Порівняємо витрати тепла на нагрів вентиляційного об'єму повітря в межах самого меншого повітрообміну будівлі відповідно до санітарно-гігієнічних правил та втрату тепла на нагрів повітря, яке надходить через зовнішні огорожуючі конструкції будівлі, і з двох величин вибираємо найбільшу.

$$H_1 = 61,2, \text{ Вт/К}$$

$$H_2 = 2,94, \text{ Вт/К}$$

До подальших розрахунків приймається значення повітрообміну відповідно до санітарно-гігієнічних вимог. $H_{V,i} = 61,2, \text{ Вт/К}$

Запас теплової потужності при змінному тепловому режимі

Розрахунок проектних теплових витрат базується на припущенні про стабільний режим теплопередачі. Однак робота системи опалення з перервами або тимчасовим зниженням продуктивності потребує додаткового запасу теплової потужності, що перевищує рівень, необхідний для покриття втрат тепла у сталому режимі. Цей запас дає змогу досягти потрібної внутрішньої температури за певний час після періоду зниження продуктивності системи опалення.

Необхідний запас потужності залежить від таких чинників:

- теплоємності будівлі;

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

- часу, протягом якого має бути відновлено потрібну внутрішню температуру;
- обраного рівня зниження температури під час періоду зменшення продуктивності системи опалення;
- характеристик обладнання, що регулює продуктивність системи опалення.

Запас потужності не враховується в таких випадках:

- якщо система опалення має автоматичне погодозалежне регулювання теплового режиму;
- якщо в найхолодніші дні опалювального періоду не застосовується зниження температури повітря;
- якщо подібний запас потужності вже враховано під час розрахунку теплового навантаження за іншими нормативними положеннями.

Відповідно до стандарту ****ДСТУ Б EN 12831:2008****, величина запасу потужності має бути погоджена із замовником.

Методи розрахунку

Запас потужності можна визначити за допомогою детального динамічного моделювання. Водночас стандарт пропонує спрощену методику, що підходить для:

- житлових будинків (зниження продуктивності до 8 годин, конструкція будинку не є легкою);
- нежитлових будівель (зниження продуктивності теплового опалення у вихідні дні майже до 48 годин без перерви, тривалість використання будівлі — до 8 годин за добу, проектна температура повітря становить — від 20 по 22 °С).

					601-МНТ 11393673	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питома надбавка.

Запас теплової потужності приміщення для повного зниження наслідків зменшення продуктивності системи опалення для всього опалюваного об'єму будівлі (*i*) повинен бути розрахований за формулою:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт}$$

де: A_i – це така внутрішня площа підлоги опалюваного об'єму будівлі (*i*), м²;
 f_{RH} – це така питома надбавка нагрівання, Вт/м² (для споруд з постійним тепловим режимом роботи обладнання питома надбавка приймається рівною 0).

Питома надбавка потужності f_{RH} залежить від прийнятого пониження температури в період зниження продуктивності системи опалення та від тривалості нагрівання, за яку має бути досягнута проектна внутрішня температура повітря.

Питома надбавка потужності може визначатися за теплотехнічним розрахунком або прийматися за табл. 14 [1, табл. Н.1] для приміщень з такими характеристиками:

- рівень теплової ізоляції не нижче визначеного у «ДБН В.2.6-31:2016» [8];
- максимально допустима висота приміщення не більша за 3,5 м;
- кратність повітрообміну у будівлі за весь час розігріву не вища 0,5 год⁻¹;
- зменшення заданої температури повітря у приміщенні становитиме не нижче чим 15°C.

Приймається, що $f_{RH} = 7 \text{ Вт/м}^2$, тоді:

$$\Phi_{RH,i} = 36 \cdot 7 = 252, \text{ Вт}$$

Загальні тепловтрати по кімнаті 104 становлять:

$$\Phi_{104} = 694,92 + 61,2 + 252 = 1008,12, \text{ Вт.}$$

Розрахунки за іншими приміщеннями виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо до таблиці.

Результати розрахунків тепловтрат наведено у таблиці 4.1

					601-МНТ 11393673	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ ЗА EN 12831:2008

т.4.1

Найменування огорожуючої конструкції	Розмір $a \times b$, м			F , m^2	U_k , $Вт/м^2 \times$ К	$t_{вн} - t_{вн}$, $^{\circ}C$	f_{RH} , $Вт/м^2$	Норма повітрообміну, $m^3/год$	Φ_T	Φ_{HL}
1	2			3	4	5	6	7	8	9
I ПОВЕРХ										
кімнати 102, 104										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Перекрыття	6,0	×	6,0	36	0,267	13,2	-	-	127	127
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ_{RH}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
$H_{V,i}$	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
Всього:									1008	
Всього по кімнатам 102, 104:									2016	
кімнати 103, 105										
Зовнішня стіна	12,0	×	4,5	48	0,275	44	-	-	654	654
Перекрыття	18,0	×	6,0	108	0,267	13,2	-	-	381	381
Вікно	4,6	×	2,6	18	1,33	44	-	-	1050	1050
Φ_{RH}	18,0	×	6,0	108	-	-	7	-	756	756
$H_{V,i}$	-	-	-	-	-	-	-	360	122	183
Всього:									3024	
Всього по кімнатам 103, 105:									6048	

Шахта ліфта к.110										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Зовнішня стіна	4,0	×	6,0	24	0,275	44	-	-	290	290
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
									Всього:	1171
Шахта ліфта к.101										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
									Всього:	881
кімнати 107										
Зовнішня стіна	4,0	×	9,0	36	0,275	44	-	-	436	436
Перекриття	9,0	×	12,0	108	0,267	13,2	-	-	381	381
Вікно	4,6	×	5,2	11,96	1,33	44	-	-	700	700
Φ _{РН}	9,0	×	12,0	108	-	-	7	-	756	756
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	720	245	122
									Всього:	2395

кімнати 108, 109										
Зовнішня стіна	12,0	×	4,5	48	0,275	44	-	-	654	654
Перекриття	6,0	×	9,0	54	0,267	13,2	-	-	570	570
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	1050	1050
Φ _{РН}	6,0	×	9,0	54	-	-	7	-	1134	1134
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	720	245	366
									Всього:	3774
									Всього по кімнатам 108, 109:	7548
кімната 110										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	436	436
Зовнішня стіна	4,0	×	12,0	36	0,275	44	-	-	872	872
Перекриття	12,0	×	9,0	54	0,267	13,2	-	-	380	380
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	700	700
Φ _{РН}	6,0	×	9,0	54	-	-	7	-	378	378
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	720	245	186
									Всього:	2952
Коридор										
Перекриття	3,0	×	60,0	180	0,267	13,2			634	634
Ворота	3,0	×	4,0	12	1,52	44			803	803
Φ _{РН}	3,0	×	60,0	180	-	-	7	-	1260	1260
									Всього:	2697
									Всього по I поверху:	25708

II ПОВЕРХ										
кімнати 202, 204										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
									Всього:	881
									Всього по кімнатах 202, 204:	1762
кімнати 203, 205										
Зовнішня стіна	4,0	×	12,0	36	0,275	44	-	-	654	654
Вікно	4,6	×	5,2	11,96	1,33	44	-	-	1050	1050
Φ _{РН}	6,0	×	12,0	72	-	-	7	-	756	756
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	720	183	183
									Всього:	2643
									Всього по кімнатах 203, 205:	5286
Шахта ліфта к.201										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
									Всього:	820
Шахта ліфта к.206										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Зовнішня стіна	4,0	×	6,0	24	0,275	44	-	-	290	290

Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Ф _{РН}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
Всього:									1110	
кімната 211										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	421
Зовнішня стіна	4,0	×	9,0	36	0,275	44	-	-	436	804
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	562
Ф _{РН}	6,0	×	9,0	54	-	-	7	-	378	602
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
Всього:									2450	
кімнати 207, 208, 209, 210										
Зовнішня стіна	4,0	×	9,0	36	0,275	44	-	-	436	436
Вікно	2,3	×	5,2	11,96	1,33	44	-	-	700	700
Ф _{РН}	12,0	×	9,0	108	-	-	7	-	756	756
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	720	245	122
Всього:									2014	
Всього по кімнатам 207, 208, 209, 210:									8056	
Коридор										
Зовнішня стіна	3,0	×	4,0	12	0,275	44	-	-	145	145
Ф _{РН}	3,0	×	60,0	180	-	-	7	-	1260	1260
Всього:									1405	
Всього по II поверху:									20888	

III ПОВЕРХ										
кімнати 302, 304										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Покриття	6,0	×	6,0	36	0,2	44	-	-	317	317
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{PH}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
									Всього:	1198
									Всього по кімнатах 302, 304:	2396
кімнати 303, 305										
Зовнішня стіна	4,0	×	12,0	36	0,275	44	-	-	654	654
Покриття	6,0	×	18,0	72	0,2	44	-	-	951	951
Вікно	4,6	×	5,2	11,96	1,33	44	-	-	1050	1050
Φ _{PH}	6,0	×	12,0	72	-	-	7	-	756	756
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	720	183	183
									Всього:	3593
									Всього по кімнатах 303, 305:	7186
Шахта ліфта к.301										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Покриття	6,0	×	6,0	36	0,2	44	-	-	317	317
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{PH}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
									Всього:	1137

Шахта ліфта к.306										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Зовнішня стіна	4,0	×	6,0	24	0,275	44	-	-	290	290
Покриття	6,0	×	6,0	36	0,2	44	-	-	317	317
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	6,0	36	-	-	7	-	252	252
									Всього:	1423
кімната 312										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Зовнішня стіна	4,0	×	9,0	36	0,275	44	-	-	436	436
Покриття	6,0	×	9,0	54	0,2	44	-	-	475	475
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	9,0	54	-	-	7	-	378	378
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
									Всього:	1918
кімнати 307, 309, 310										
Зовнішня стіна	4,0	×	4,5	18	0,275	44	-	-	218	218
Покриття	6,0	×	9,0	54	0,2	44	-	-	475	475
Вікно	2,3	×	2,6	5,98	1,33	44	-	-	350	350
Φ _{РН}	6,0	×	9,0	54	-	-	7	-	378	378
<u>H_{V,i}</u>	-	-	-	-	-	-	-	360	122	61
									Всього:	1482
									Всього по кімнатам 307, 309, 310:	4446

кімнати 308, 311										
Зовнішня стіна	4,0	×	9,0	36	0,275	44	-	-	654	654
Покриття	9,0	×	12,0	108	0,2	44	-	-	1425	1425
Вікно	2,3	×	5,2	11,96	1,33	44	-	-	1050	1050
Φ_{RH}	9,0	×	12,0	108	-	-	7	-	1134	1134
H_{Vi}	-	-	-	-	-	-	-	360	91,5	91,5
									Всього:	4385
									Всього по кімнатам 308, 311:	8770
Коридор										
Зовнішня стіна	3,0	×	4,0	12	0,275	44	-	-	145	145
Покриття	3,0	×	60,0	180	0,2	44	-	-	1584	1584
Φ_{RH}	3,0	×	60,0	180	-	-	7	-	1260	1260
									Всього:	2989
									Всього по III поверху:	30265
									Загальні тепловитрати по приміщенню (нова методика):	76861

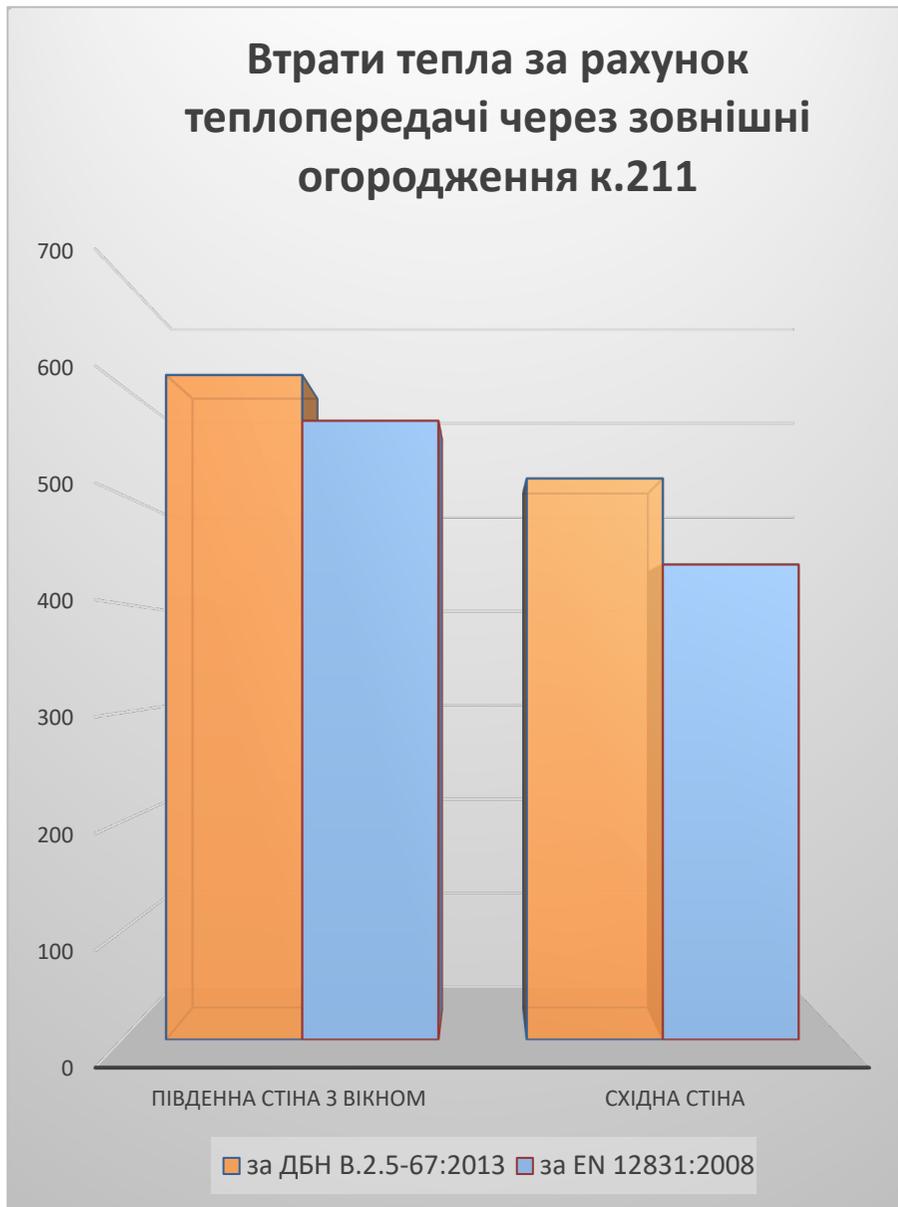


Рис 4.1



Рис 4.2

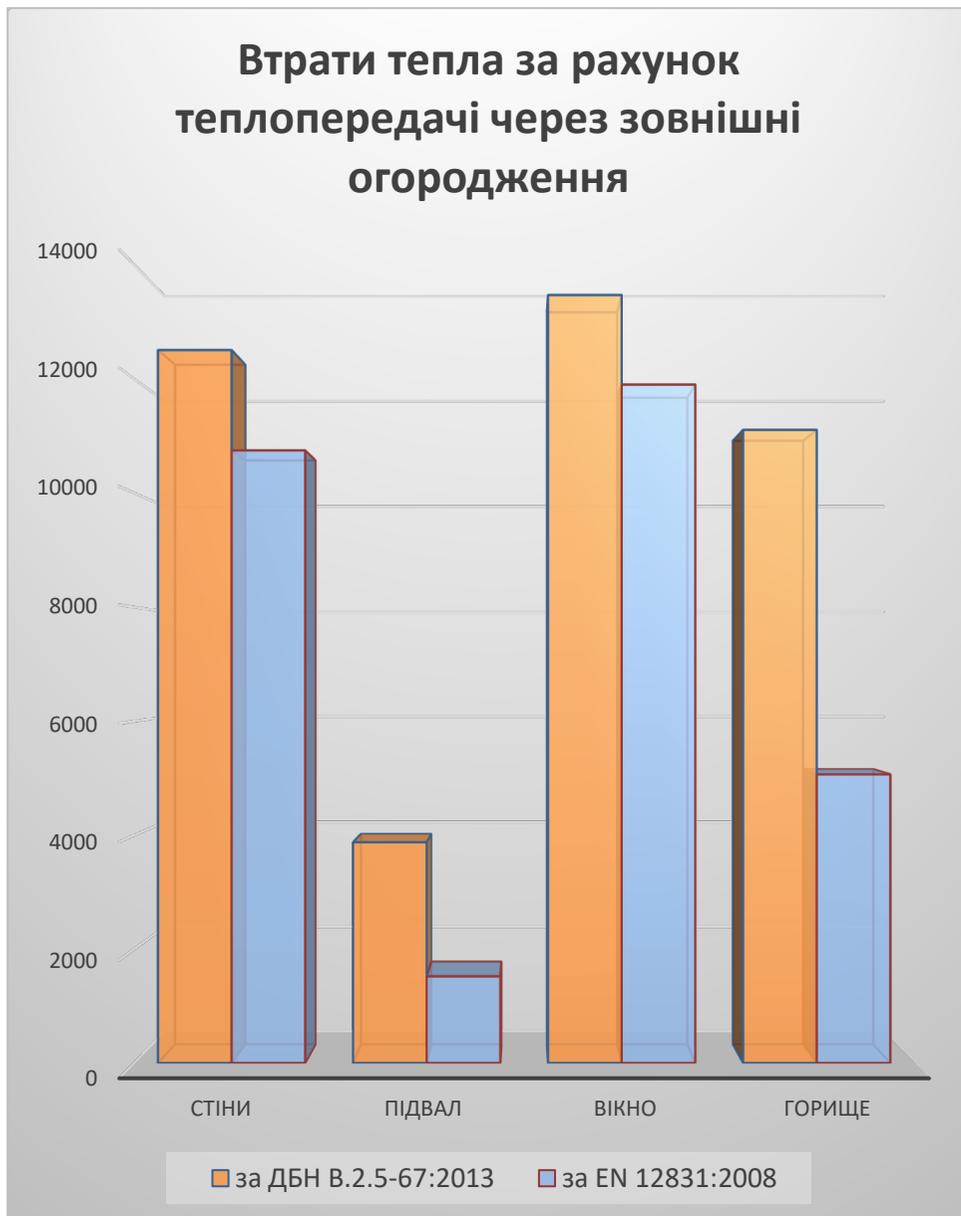


Рис 4.3

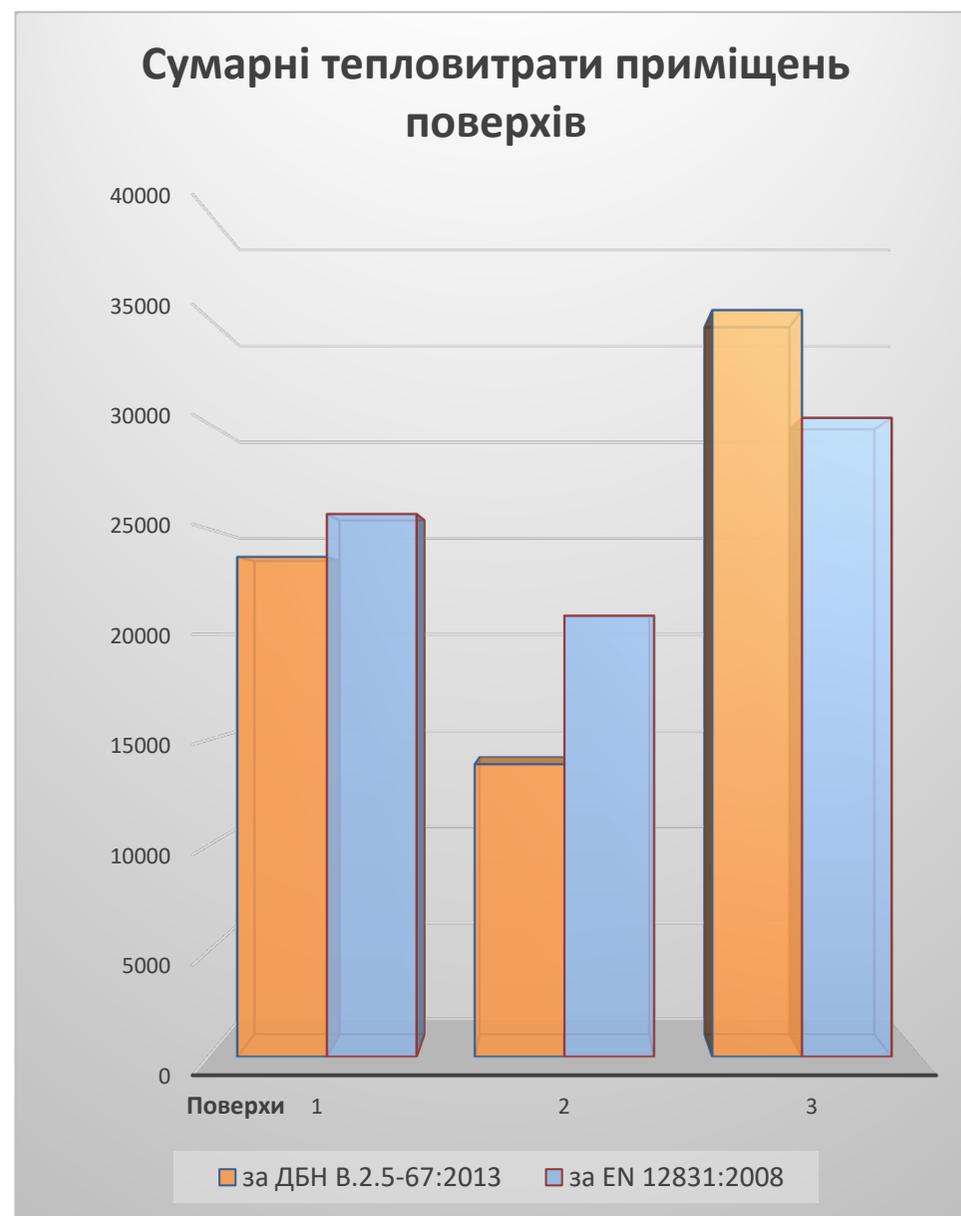


Рис 4.4

4.2 Порівняльний аналіз результатів розрахунків

Результати розрахунків тепловтрат

У результаті проведених розрахунків було визначено величини тепловтрат як для всієї будівлі виробничо-лабораторного корпусу, так і для окремих приміщень. Підсумкові дані розрахунків наведено в таблицях 3.1–3.3.2.

Основою для подальших дій було обрано четвертий варіант, погоджений із замовником. Згідно з цим варіантом, передбачено:

- зменшення розмірів вікон до 2300×2600 мм;
- утеплення за допомогою мінераловатних плит завтовшки 200 мм;
- дотримання мінімального опору теплопередачі на рівні 3,3 м²·К/Вт.

Завдяки реалізації цього варіанту реконструкції та використанню будівлі як офісних приміщень, тепловтрати існуючого виробничо-лабораторного корпусу знижуються на 63,2%.

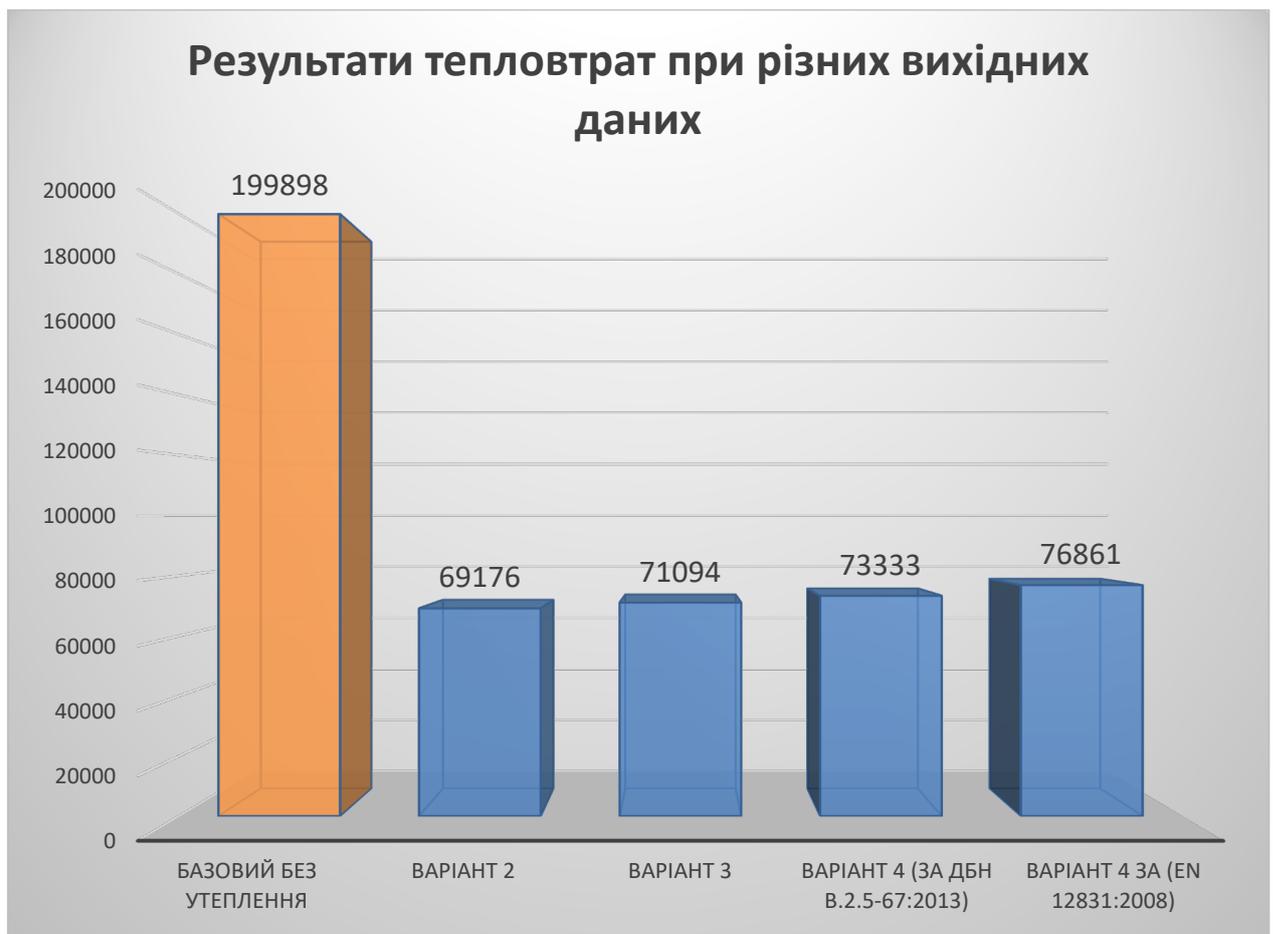


Рис 4.5

Таблиця результатів тепловтрат при різних вихідних даних

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Табл 4.2

№ з/п	Варіант вихідних даних огорожуючих конструкцій	Загальні втрати теплоти, Вт	Порівняння у відношенні до існуючого стану, %
1.	Перший варіант Існуючий стан товщина стіни 200 мм. Стіна із <u>перлітобетону</u> .	199894	0
2.	Другий варіант Змінено конструкцію стіни. Проведено модернізацію за рахунок зменшення площі вікон. Зменшено площу вікон до розміру 2000мм х 2400мм. Утеплювач пінопласт завтовшки 200мм	69176	Менше на 65,2%
3.	Третій варіант Конструкція стін та вікон як у другого варіанту, але утеплювач мінераловатні плити завтовшки 200мм	71094	Менше на 64,3%
4.	Четвертий варіант Конструкція стін як у третього варіанту, з утеплювачем мінераловатними плитами завтовшки 200мм. Збільшено розмір вікон за вимогою замовника до 2300мм х 2600мм	73333	Менше на 63,2%
5.	П'ятий варіант Методика розрахунку за нормативами стандарту EN 12831:2008 <u>Heating systems in buildings - Method for calculation of the design heat load - National Annex NA</u> (Системи опалення будівель. Метод розрахунку теплового навантаження.)	76861	Менше на 61,4%

Розрахункові тепловтрати для кожного приміщення порівняно за двома підходами: для існуючого стану будівлі (згідно з ДБН В.2.5-67:2013) та за сучасною методикою стандарту EN 12831:2008. Відповідні результати відображені на кресленнях.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

Додатково порівняння характеристик тепловтрат для різних типів будівельних конструкцій наведено з урахуванням поверховості, орієнтації будівлі та типу конструкції. Результати представлено на рисунках 4.1–4.4.

Підвищення енергоефективності

Ефективність енергоспоживання залежить не лише від впровадження сучасного обладнання, інноваційних технологій, модернізації існуючих систем та активного використання місцевих і вторинних ресурсів, але й від грамотно організованого управління енергоспоживанням.

Основні організаційно-технічні заходи для досягнення енергоефективності:

- Призначення відповідальних осіб для контролю та забезпечення дотримання норм енергозбереження в приміщеннях.
- Використання обігрівачів лише в робочий час, підтримуючи температуру не нижче +18 °С, та їх відключення, коли температура перевищує +22 °С.
- Відключення освітлення за умови достатнього рівня природного денного світла.
- Вимикання місцевого освітлення на робочих місцях під час перерв у роботі.
- Організація регулярного обслуговування освітлювальних приладів: очищення, ремонт світильників, віконних рам тощо.
- Дотримання правил експлуатації енергетичних систем і установок, ведення графіків їх ввімкнення та вимкнення (освітлення, вентиляції тощо).
- Проведення роз'яснювальної роботи з працівниками офісу щодо принципів енергозбереження.
- Розміщення інформаційних табличок з нагадуванням про економію енергоресурсів і вимкнення світла.
- Регулярне проведення енергетичних аудитів, створення та оновлення енергетичних паспортів будівель.
- Проведення постійного моніторингу енергоспоживання у приміщеннях.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

Реконструкція стінових компонентів

Робоче призначення систем теплової ізоляції полягає у зменшенні до мінімальних значень теплових втрат через зовнішні стінові компоненти будівель та споруд. Сучасні системи теплоізоляції забезпечують:

- зниження коефіцієнта теплопередачі конструкцій;
- підвищення енергоефективності об'єкта;
- продовження строку експлуатації будівельних конструкцій;
- зменшення експлуатаційних витрат на опалення і кондиціонування;
- поліпшення теплотехнічних, функціональних і архітектурно-естетичних властивостей будівель.

Впровадження сучасних технологій теплоізоляції дає змогу зменшити теплові втрати крізь огорожувальні конструкції на ****30–40% і більше****, що, у свою чергу, сприяє скороченню викидів парникових газів в атмосферу.

Модернізація системи опалення

Науковий підхід до підвищення енергоефективності системи опалення дозволяє скоротити споживання енергії на ****20–25%**** за рахунок таких заходів:

1. ****Встановлення автоматизованих систем регулювання теплових потоків****, які забезпечують оптимізацію витрат теплової енергії.
2. ****Теплоізоляція трубопроводів****, що мінімізує теплові втрати під час транспортування теплоносія.

Запроектовані генеруючі потужності повністю покривають потреби будівлі в опаленні та гарячому водопостачанні. Усі технологічні рішення розробляються відповідно до чинних державних стандартів і норм.

Модернізація системи вентиляції

Застосування технології ****рекуперації повітря**** є одним із найефективніших способів підвищення енергоефективності будівель. Рекуперація передбачає повернення теплової енергії витяжного повітря для підігріву припливного (або охолодження влітку).

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

Основні переваги використання рекуперації повітря:

- зменшення теплових втрат завдяки ефективному використанню енергії витяжного повітря;
- забезпечення припливу свіжого повітря незалежно від погодних умов при закритих вікнах;
- видалення забруднювальних речовин, надлишкового вуглекислого газу та неприємних запахів;
- підтримання оптимального рівня вологості, що запобігає появі плісняви;
- покращення якості внутрішнього повітря завдяки системам фільтрації.

Системи рекуперації можуть бути додатково обладнані блоками підігріву припливного повітря та забезпечувати контроль мікроклімату.

Висновки та рекомендації

На основі проведених теплотехнічних розрахунків розроблено комплекс заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності будівлі. Запропоновані рішення забезпечують:

- скорочення витрат енергії на ****50%**** у порівнянні з існуючим станом;
- створення комфортних умов перебування у приміщеннях.

Рекомендовані заходи:

1. Теплоізоляція зовнішніх огорожувальних конструкцій та горизонтальних перекриттів.
2. Модернізація системи опалення із впровадженням автоматизованих систем регулювання теплових потоків.

					601-МНТ 11393673	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У даній магістерській роботі розглянуто питання, що стосуються термомодернізаційних заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності будівельних конструкцій, зокрема на прикладі реконструкції будівлі діючого підприємства ТОВ «Виробниче підприємство «ТЕХПОЛ», розташованого в місті Вінниця по вулиці Данила Нечая, 38.

На основі проведеного дослідження сформульовано наступні висновки:

1. Виконано глибоке дослідження різновидів конструктивних схем зовнішніх стін із застосуванням фасадної теплоізоляції, а також їхню класифікацію. Проаналізовано основні характеристики цих систем та визначено фактори, що впливають на їхній вибір і застосування. Розглянуто чинну нормативно-правову базу, яка регулює проектування та реалізацію заходів із термомодернізації та покращення енергетичної ефективності будівель і споруд. Визначено ключові поняття й терміни, що є основою для роботи в галузі енергоефективного будівництва.

2. На основі результатів енергетичного обстеження будівлі підприємства оцінено стан існуючих будівельних конструкцій, визначено можливість і необхідність реалізації заходів з утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій для підвищення енергоефективності будівлі.

3. На основі доступних вихідних даних проведено оцінку енергетичної ефективності будівлі, в результаті якої за допомогою розрахунків виявлено її невідповідність чинним нормативним вимогам. Проаналізовано комплекс заходів, необхідних для поліпшення енергоефективності будівлі та приведення її до вимог, визначених «ДБН В.2.6-31:2016» «Теплова ізоляція будівель».

4. Детально розглянуто проектні рішення щодо реконструкції будівлі підприємства ТОВ "Виробниче підприємство "ТЕХПОЛ", зокрема, визначено ключові етапи та методи реалізації термомодернізаційних заходів.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

5. Виконано теплотехнічний розрахунок відповідно до вимог «ДБН В.2.5-67:2013», в результаті чого визначено коефіцієнти теплопередачі будівельних конструкцій для досліджуваної будівлі.

6. Застосовано теплотехнічний розрахунок за методикою «EN 12831:2008», що дозволило визначити коефіцієнти теплопередачі будівельних конструкцій для об'єкта дослідження. Проведено порівняльний аналіз результатів розрахунків за двома різними методиками.

7. На підставі проведених теплотехнічних розрахунків встановлено, що запропоновані проектні рішення відповідають вимогам чинної нормативної документації.

Результати, отримані в ході дослідження, дозволяють зробити висновок, що термомодернізація існуючих громадських будівель є ефективним заходом для підвищення їх енергетичної ефективності. При комплексному застосуванні термомодернізації в поєднанні з іншими енергоефективними заходами досягається не лише подовження терміну експлуатації будівель, а й суттєве зниження витрат місцевих громад на їхнє утримання. Масштабне впровадження таких заходів забезпечує значну економію енергоресурсів, зокрема електроенергії, що сприяє зниженню енергетичної залежності країни, а також стимулює розвиток інноваційних енергоефективних технологій.

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. DIN EN 12831:2008 Heating systems in buildings - Method for calculation of the design heat load - National Annex NA (Системи опалення будівель. Метод розрахунку теплового навантаження). CEN, 2008. -76.
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.). [на заміну СНиП 2.04.05-91 Опалення, вентиляція и кондиціювання., чинний від 01.01.2014], Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2013.
3. ДСТУ Б EN 13830:2022 Фасади навісні. Технічні умови (EN 13830:2003, IDT). [на заміну ДСТУ Б EN 13830:2014, чинний від 31.12.2023] Київ, ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»).
4. ДСТУ-Н Б ETAG 017:2013 Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів ізоляції. Збірні системи для зовнішньої ізоляції стін (ETAG 017:2005, IDT), чинний від 01.11.2014, Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2014.
5. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. [на заміну ДБН В.1.2-11-2008, чинний від 01.09.2022] Вид. офіц. Київ, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2021, 95с.
6. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. [на заміну ДБН В.2.6-33:2008, чинний від 1.12.2018] Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2018, 17с.
7. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [на заміну ДБН В.2.6-14-97, чинний від 1.10.2017] Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2017, 51с.
8. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [на заміну ДБН В.2.6-31:2006, чинний від 1.11.2016] Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2017, 30с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [на заміну СНиП 2.01.01-82, чинний від 1.11.2011] Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд

					601-МНТ 11393673	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

