

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ бакалавр

на тему:

Теплохолодопостачання індивідуального житлового будинку в садовому товаристві "ОСОКОРКИ" з використанням нетрадиційних джерел енергії

Барилюк Дмитро Владиславович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2024_ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ бакалавр**

Теплохолодопостачання індивідуального житлового будинку в садовому товаристві "ОСОКОРКИ" з використанням нетрадиційних джерел енергії

(назва)

Виконав Барилюк Дмитро Владиславович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

144 «Теплоенергетика»

(спеціальність)

«Енергетичний менеджмент,
енергоефективні муніципальні та
промислові теплові технології»

(освітня програма)

Група ТЕ-20

Керівник Погосов О.Г.

(прізвище та ініціали)

к.т.н.

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024_ р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма: «Енергетичний менеджмент, енергоефективні
муніципальні та промислові теплові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

„___” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

(бакалавра, магістра)

Барилюк Дмитро Владиславович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Теплохолодопостачання індивідуального
житлового будинку в садовому товаристві "ОСОКОРКИ" з
використанням нетрадиційних джерел енергії

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» ____ 20__ року

2. Керівник роботи

Погосов Олександр Григорович, к.т.н.

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Вступ

Р. 2. Аналіз архітектурних та теплотехнічних характеристик об'єкта

Р. 3. Тепломеханічна схема джерела теплової енергії

Р. 4. Система опалення та вентиляції _____

Р. 5. Техніко-економічне обґрунтування _____

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Тепломеханічна схема

Р. 2. Розрізи котельні

Р. 3. План 1-го, 2-го поверху (вентиляція)

Р. 4. План 1-го, 2-го поверху (опалення)

Р. 5. Аксонометрична схема системи вентиляції

Р.6. План 1-го, 2-го поверху (холодопостачання)

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	
Розділ 2. Аналіз архітектурних та теплотехнічних характеристик об'єкта	
Розділ 3. Тепломеханічна схема джерела теплової енергії	
Розділ 4. Система опалення та вентиляції	
Розділ 5. Техніко-економічне обґрунтування	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____
(підпис) _____ (прізвище, ініціали)

Керівник _____
(підпис) _____ (прізвище, ініціали)

Здобувач _____
(підпис) Барилук Д.В. (прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	6
1. ВСТУП	7
1.1 Визначення актуальності теми.....	7
1.2 Мета та завдання дипломного проєкту	7
1.3 Огляд сучасних комбінованих систем теплопостачання.....	8
1.4 Перспективи НВДЕ в індивідуальних комбінованих системах теплопостачання.....	14
2. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТА	17
2.1 Опис архітектурно-будівельних характеристик індивідуального житлового будинку.....	17
2.2 Розрахунок типових містків холоду будинку	17
3. ТЕПЛОМЕХАНІЧНА СХЕМА ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	46
3.1 Обґрунтування потужності теплового насосу.....	46
4. СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ	49
4.1 Розробка та обґрунтування вибору оптимальної системи опалення.....	49
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	82
5.1 Розрахунок капітальних затрат	83
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	103
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	107
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	109

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ВСТУП

1.1 Визначення актуальності теми

Актуальність роботи полягає у важливості вирішення проблеми оптимізації тепло- та холодопостачання для індивідуальних житлових будинків з використанням нетрадиційних джерел енергії. Застосування такого підходу може значно покращити ефективність енергоспоживання, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити економічну вигідність для мешканців садового товариства. Дослідження спрямоване на забезпечення сталого та ефективного теплохолодопостачання, що є ключовим аспектом для підвищення комфорту та забезпечення енергоефективного функціонування житлових будівель.

1.2 Мета та завдання дипломного проєкту

Метою та завданням дослідження дипломної роботи є розробка ефективної системи теплохолодопостачання з використанням нетрадиційних джерел енергії.

Об'єкт дослідження: Об'єктом дослідження є індивідуальний житловий будинок в садовому товаристві "ОСОКОРКИ", який є частиною ширшого контексту систем тепло- та холодопостачання даного садового товариства. Дослідження спрямоване на вдосконалення тепло- та холодопостачання саме цього конкретного об'єкту, з використанням нетрадиційних джерел енергії.

Предмет дослідження: система тепло- та холодопостачання індивідуального житлового будинку в садовому товаристві "ОСОКОРКИ" з використанням нетрадиційних джерел енергії.

Методи дослідження: аналітичний підхід для оцінки поточних систем теплохолодопостачання, порівняльний аналіз для вивчення ефективності різних нетрадиційних джерел енергії, інженерно-геологічні методи для вивчення можливостей використання геотермальних рішень, а також математичне моделювання для розробки оптимальної системи теплохолодопостачання та

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначення економічної вигідності. Додатково, експериментальні методи використовуються під час впровадження та тестування розробленої системи в реальних умовах, щоб забезпечити практичну перевірку її ефективності та функціональності.

Наукова новизна одержаних результатів дозволяє стверджувати, що розроблене теплохолодопостачання для індивідуального житлового будинку в садовому товаристві "ОСОКОРКИ" є передовим рішенням у галузі енергоефективних та екологічно чистих систем. Важливим аспектом є інтеграція цілісного підходу до вирішення енергетичних проблем, який враховує практичність, ефективність та відповідність екологічним стандартам.

Практичним значенням одержаних результатів є впровадження та оптимізація системи теплохолодопостачання. Ця інноваційна система не лише забезпечує ефективне та стабільне тепло- та холодопостачання для індивідуальних житлових будинків, але й має важливі практичні вигоди.

1.3 Огляд сучасних комбінованих систем тепlopостачання

Зростаюча глобальна увага до екологічних проблем та необхідність змін у методах виробництва енергії викликає невідкладну потребу у впровадженні нетрадиційних та альтернативних джерел енергії для забезпечення потреб у тепlopостачанні. В умовах зростаючого попиту на енергію і обмежених природних ресурсів пошук ефективних та стійких енергетичних рішень стає пріоритетним завданням для всіх країн світу. Розвиток та впровадження альтернативних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, геотермальна та інші, мають ключове значення для забезпечення енергетичної безпеки та збереження навколишнього середовища. У даному розділі ми розглянемо світові тенденції у розвитку таких джерел енергії та їхню потенційну роль у вирішенні проблем тепlopостачання, опираючись на найновіші дослідження та практичний досвід.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Цікавим є порівняння джерел енергії з точки зору летальних випадків, до яких вони призводять, і сумарних викидів CO₂ від таких джерел (Рис. 1). Таке порівняння демонструє неочевидну соціально-екологічну ефективність різних джерел енергії. Це порівняння включає як летальні випадки, пов'язані з екологічним погіршенням та санітарно-гігієнічною невідповідністю показників мікроклімату, так і випадки, що траплялися під час аварій на енергетичних підприємствах. Наприклад, заслуговує на увагу вкрай низька кількість летальних випадків і викидів парникових газів від АЕС, при тому, що сумарна наближена генерація електричної енергії саме від АЕС досягає 10% в загальному балансі генерації.

Звертаємо увагу, що таке порівняння більше стосується балансів генерації електричної енергії, але загальний тренд буде збережений і при аналізі генерації теплової енергії.

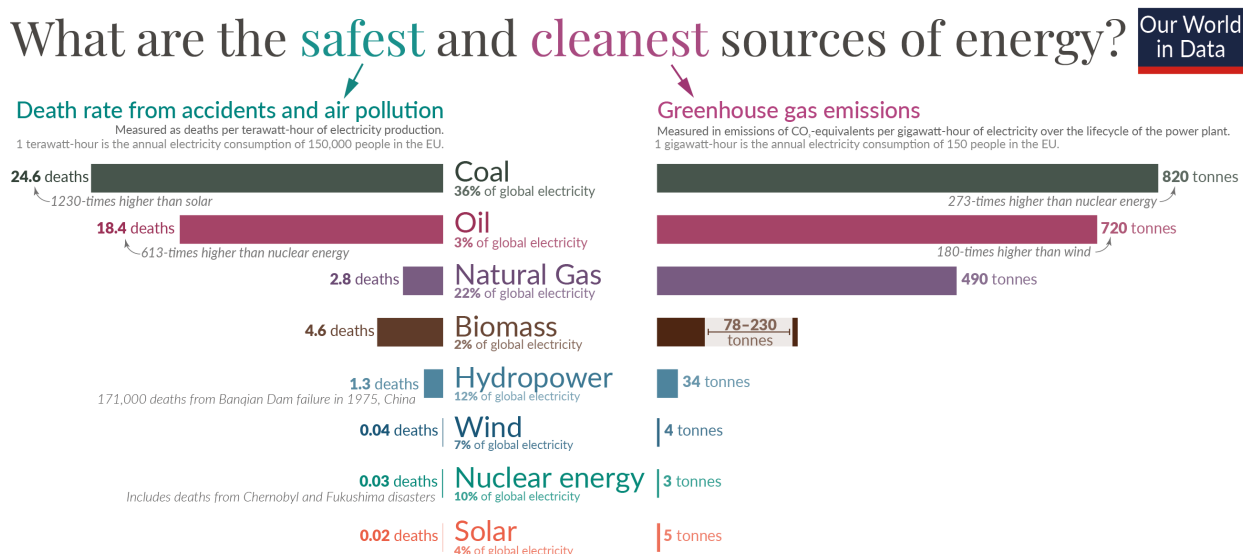


Рис. 1. Порівняння джерел енергії в розрізі летальних випадків, до яких вони призводять, і сумарних викидів еквіваленту CO₂ від таких джерел

На Рис. 2 представлена динаміка вартості генерації електричної енергії в залежності від типу джерела в ретроспективі з 2009 по 2019 рік. Ці дані відображають картину для сектору електричної генерації. Проте важливо зауважити, що вартість енергії будь-якого типу (електрична або тепла) при

генерації традиційними методами суттєво залежить від вартості палива. Отже, тренди зниження чи збільшення вартості енергії будуть масштабними і для генерації теплової енергії.

У світовому постачанні електроенергії переважно використовується викопне паливо. На першому місці знаходиться вугілля, яке забезпечує 37% електроенергії, а на другому місці - газ, що становить 24%. Спалювання цих видів палива для виробництва електроенергії та тепла є найбільшим джерелом парникових газів у світі, від якого походить 30% глобальних викидів.

На наведеному графіку показано, як змінювалися ціни на електроенергію з традиційних джерел енергії - викопного палива та ядерної енергії - протягом останнього десятиліття.

При цьому ціна на електричну енергію на цьому графіку відображає «собівартісний» рівень витрат на генерацію 1 МВт*год електричної енергії і не може розглядатися як вартість відпускної електричної енергії.

На Рис. 3 додано аналогічні показники зміни вартості електричної енергії в розрізі НВДЕ. З рисунку видно, що найбільша зміна відбулася у вартості генерації електричної енергії від сонячних електростанцій. Цей тренд в основному пов'язаний зі зменшенням вартості фотовольтаїчних панелей через розвиток технологій та оптимізацію виробництва. Щоб ілюструвати таку зміну, бажано дивитися на питому вартість у розрізі фотовольтаїчних станцій (Рис. 4). На цьому рисунку показана стрімка зміна вартості та капітальних вкладень у сонячні фотовольтаїчні станції, починаючи від вкрай високих 100 доларів США/Вт у 1976 році до менше ніж 0,5 доларів США/Вт сьогодні.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

The price of electricity from new power plants

Electricity prices are expressed in 'levelized costs of energy' (LCOE). LCOE captures the cost of building the power plant itself as well as the ongoing costs for fuel and operating the power plant over its lifetime.

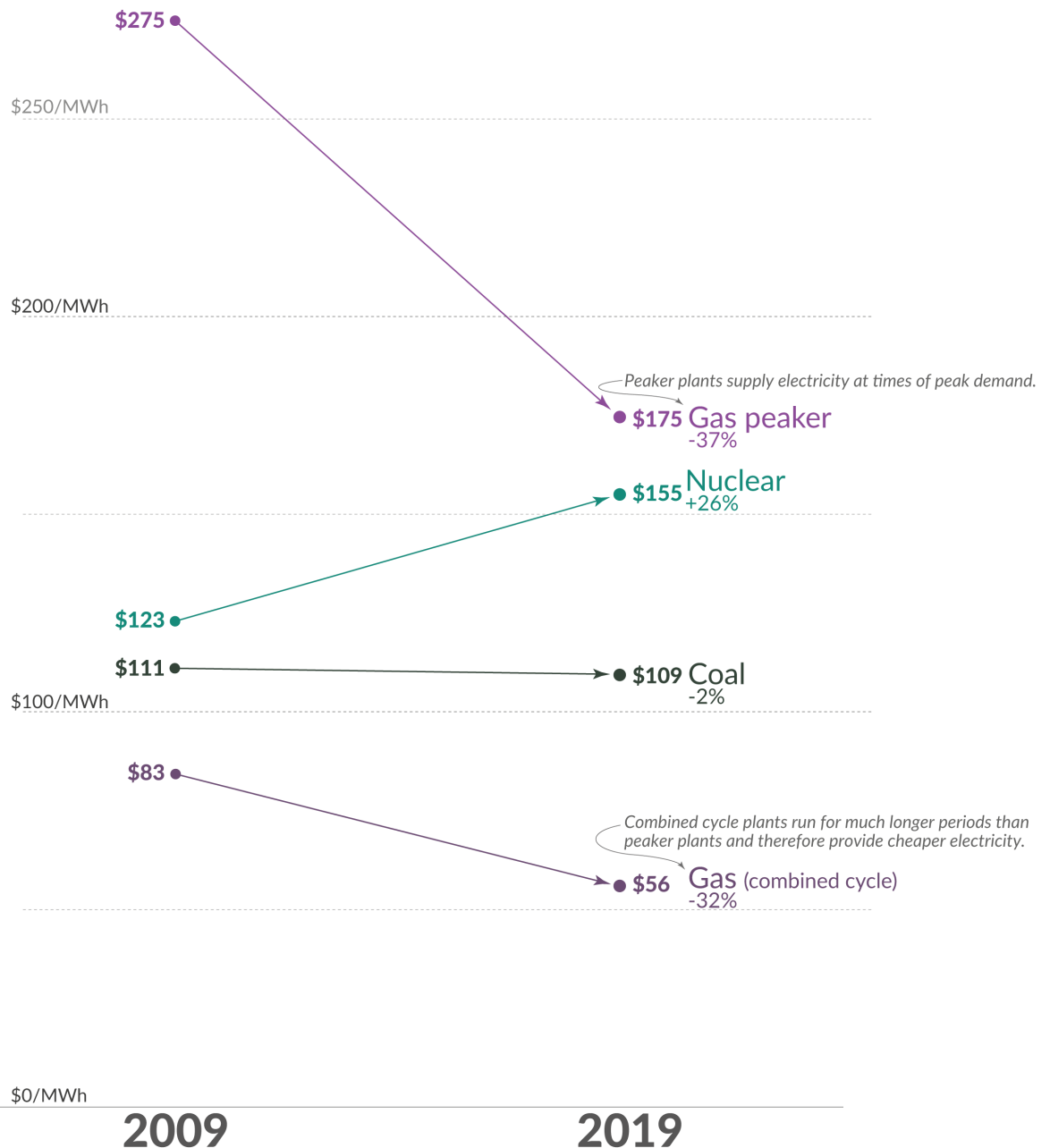


Рис. 2. Зміна вартості одиниці електричної енергії при генерації її традиційними джерелами в ретроспективі 2009-2019 років

The price of electricity from new power plants

Electricity prices are expressed in 'levelized costs of energy' (LCOE). LCOE captures the cost of building the power plant itself as well as the ongoing costs for fuel and operating the power plant over its lifetime.

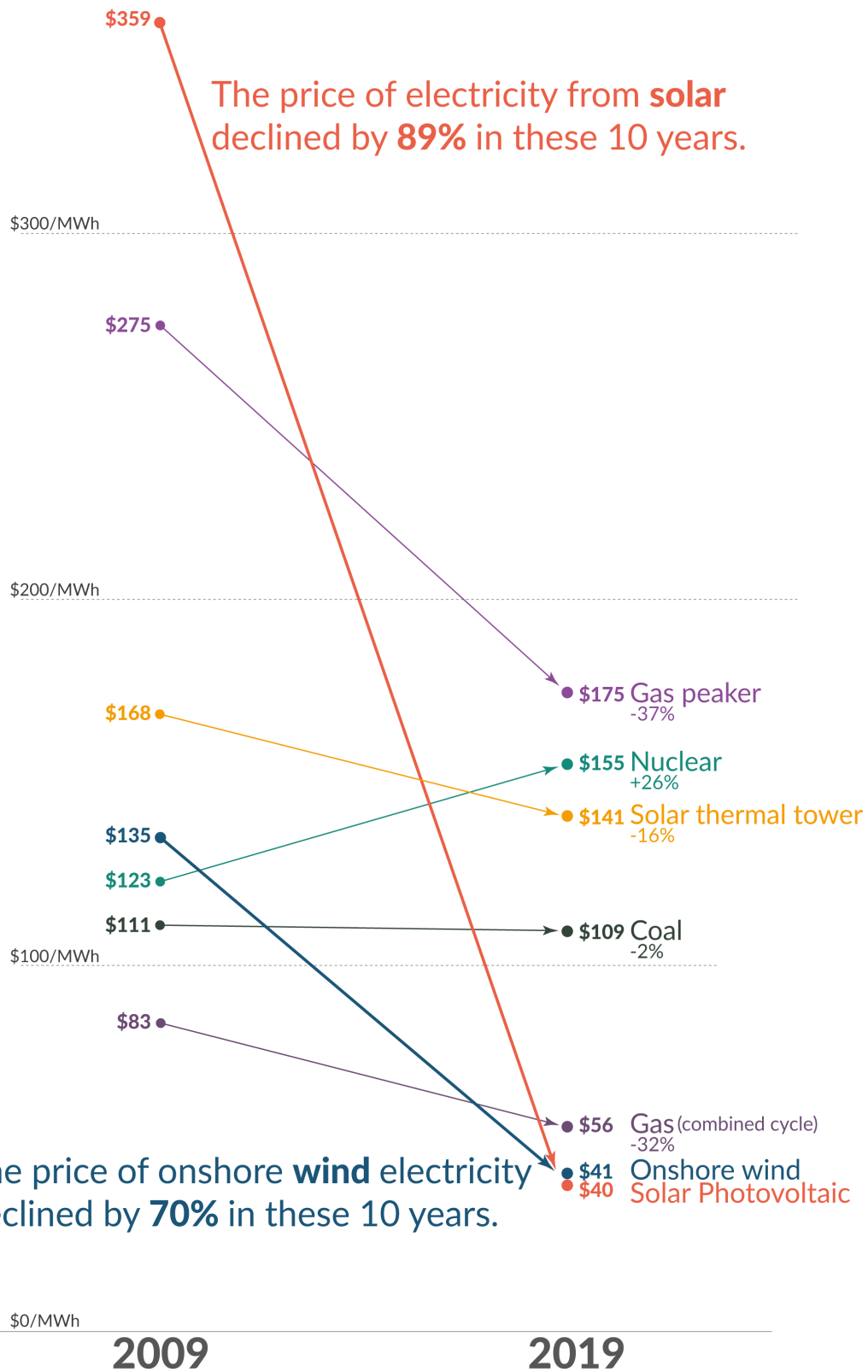


Рис. 3. Зміна вартості одиниці електричної енергії при генерації її в т.ч. нетрадиційними джерелами в ретроспективі 2009-2019 років

The price of solar modules declined by 99.6% since 1976

Price per Watt of solar photovoltaics (PV) modules (logarithmic axis)
The prices are adjusted for inflation and presented in 2019 US-\$.

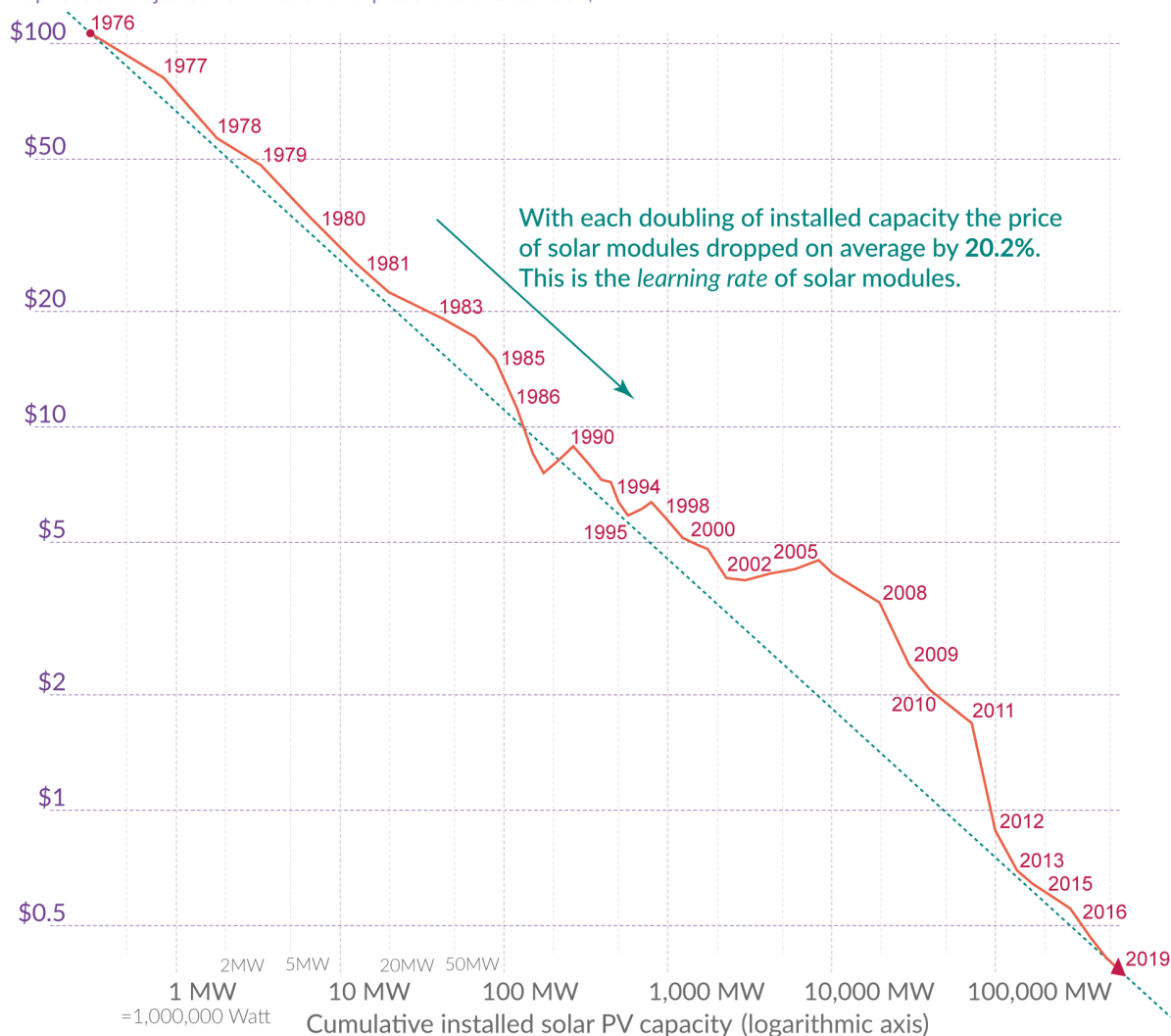


Рис. 4. Зміна питомих капітальних затрат при будівництві сонячних фотовольтаїчних станцій

Ситуація в секторі теплопостачання значно варіюється залежно від кліматичних умов, оскільки не всі країни звертають увагу на теплопостачання через відсутність потреби в опаленні для систем вентиляції. У наступних лекціях ми розглянемо НВДЕ з урахуванням їхнього використання для теплопостачання. Загалом, підсумовуючи, можна зазначити, що за останню половину століття спостерігається стрімке зростання використання НВДЕ у генерації первинної енергії (Рис. 5), і в деяких країнах світу частка НВДЕ в енергетичному балансі вже перевищує 50%.

Per capita primary energy consumption by source, 2022

Our World
in Data

Primary energy¹ is measured in kilowatt-hours² per person, using the substitution method³.

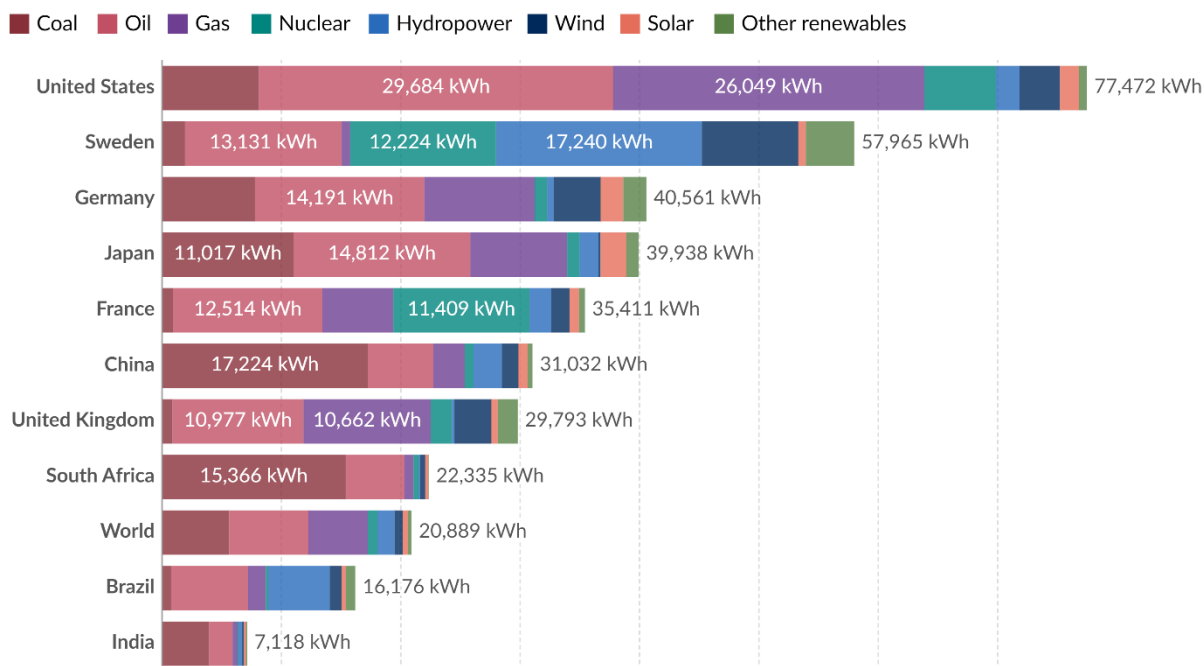


Рис. 5. Витрати первинної енергії на одного мешканця в різних країнах світу в 2022 році

1.4 Перспективи НВДЕ в індивідуальних комбінованих системах теплопостачання

Зростаюча світова увага до екологічних проблем та необхідність зміни у методах виробництва енергії народжує актуальну потребу у впровадженні нетрадиційних та альтернативних джерел енергії для задоволення потреб у теплопостачанні. З урахуванням зростаючого попиту на енергію та обмежених природних ресурсів, пошук ефективних та стійких енергетичних рішень стає невідкладною метою для усіх країн світу. Розвиток і впровадження альтернативних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, геотермальна та інші, відіграють важливу роль у забезпеченні енергетичної безпеки та збереженні навколишнього середовища. У нашому аналізі ми розглянемо світові тенденції у розвитку таких джерел енергії та їхню потенційну роль у задоволенні потреб у теплопостачанні, ґрунтуючись на останніх дослідженнях та практичному досвіді.

Протягом останніх десятиріч відбувся значний розвиток нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії, зокрема сонячної енергії, утилізації вторинних енергоресурсів та підвищення ефективності окремих елементів систем теплопостачання. Також досягнуті значні прогреси у використанні органічного циклу Ренкіна, водневої енергетики, а також теплових насосів у системах низькотемпературного теплопостачання.

Такий рівень дебатів, як у напрямку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ), є надзвичайно високим і відрізняється від інших галузей інжинірингу. Приймаючи рішення про впровадження НВДЕ, необхідно брати до уваги не лише економічну вигідність (яка зазвичай нижча через високі капітальні вкладення), але й доступність на будівельному майданчику для класичних систем енергопостачання, а також соціальну та екологічну відповідальність кожного члена суспільства.

Очевидно, що в країнах заходу НВДЕ давно перестали бути лише трендом і стали широко застосовуваною практикою. Це зумовлено перш за все ментальністю суспільства та стимулюючими заходами з боку влади. В цілому ефективність заходів і систем НВДЕ оцінюється комплексно, враховуючи ряд факторів і ефектів: екологічний (включаючи утилізацію на фінальному етапі життєвого циклу проекту), соціальний, енергетичний та економічний. Якщо розглянути розподіл генерації в енергетичних системах деяких країн світу (див. табл. 1), стає очевидним, що НВДЕ вже давно перетворилися на практику, що широко впроваджена.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Баланс виробництва електричної енергії в Україні, Австрії, Ісландії, Італії та США (станом на 2023 рік)

Джерела/країни, 2023	Україна		Австрія		Ісландія		Італія		США	
	МВт	кВт*год, x10 ⁹	МВт	кВт*год, x10 ⁹	МВт	кВт*год, x10 ⁹	МВт	кВт*год, x10 ⁹	МВт	кВт*год, x10 ⁹
АЕС	13 835	80,81	0	0	0	0	0	0	98 858	809,65
ТЕС	23 275	58,95	2 546	3,49	0	0	28 702	64,55	272 849	1313,47
ТЕЦ	4 155	4,79	3 419	6,79	0	0	8 443	10,77	4 029	27,7
ГЕС/ГАЕС	4 540	5,55	12 236	28,56	1868	18,62	18 910	39,87	79 986	274,46
ПГУ/ГТУ	10 378	8,27	2 408	2,41	0	0	18 213	17,59	45 086	119,33
СЕС	1 247	1,12	1 932	2,43	0	0	21 507	28,13	88 920	97,44
ВЕС	801	1,68	3 016	6,45	0	0	11 449	19,82	118 343	324,49
Воднева енергетика	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Геотермальні станції	0	0	152	0,52	665	7,51	0	0	3 728	16,02
Інші	433	0,11	503	0,86	6	6,12	497	0,92	25 610	56,25
Всього	58 664	164	26 612	52	93 427	32	107 722	182	737 409	3 039
Населення, тис. люд.	41000		8960		372		59110		331900	

2. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТА

2.1 Опис архітектурно-будівельних характеристик індивідуального житлового будинку

ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Найменування	Одиниця виміру	Показник
Вид будівництва		Нове будівництво
Умовна висота будинку	м	6,6
Поверховість	поверх	2
Ступінь вогнестійкості будинку	-	II
Загальна площа будинку	м ²	154
Площа забудови	м ²	77
Будівельний об'єм в т. ч.	м ³	570
надземна частина	м ³	500
підземна частина	м ³	71
Тривалість будівництва	міс.	6

2.2 Розрахунок типових містків холоду будинку

Зовнішні стіни, тип-1

- вапняно-піщана штукатурка, густина 1600 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$\lambda_B = 0,81$ Вт/(м·К);

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- блоки із ніздрюватого бетону, густина 600 кг/м³, $\delta = 0,25$ м,

$$\lambda_B = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

- клейовий розчин;

- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,15$ м,

$$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

- декоративне тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента фасаду секції в осях 5/9-6/9 на 4-му поверсі, що розглядається, становить: $7,36 \text{ м} \times 3,5 \text{ м} = 25,76 \text{ м}^2$.

Розміри віконних блоків на фрагменті фасаду, що розглядається:

$$1,135 \text{ м} \times 2,7 \text{ м} \times 2 \text{ шт.} = 6,13 \text{ м}^2;$$

$$2,14 \text{ м} \times 2,7 \text{ м} \times 1 \text{ шт.} = 5,78 \text{ м}^2;$$

Площа віконних блоків на фрагменті фасаду, що розглядається:

$$6,13 + 5,78 = 11,91 \text{ м}^2.$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює:

$$25,76 - 11,91 = 13,85 \text{ м}^2 .$$

Ширина внутрішнього відкосу становить: 0,15 м.

$$\text{Площа відкосів: } 25,02 \times 0,15 = 3,75 \text{ м}^2.$$

Загальна площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює: $13,85 + 3,75 = 17,6 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- відкіс в зоні перемички (протяжність 4,41 м) –
0,081 Вт/(м·К);
- відкіс в зоні підвіконня (протяжність 4,41 м) –
0,064 Вт/(м·К);
- відкіс в зоні рядового сполучення (протяжність 16,2 м) –
0,071 Вт/(м·К);
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит (177 шт.) –
0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_q \text{ min}$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$[R_{\Sigma пр} = 3,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}]$ – умова виконується.

Визначаємо температуру на внутрішній поверхні стіни:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Визначаємо коефіцієнт скління фрагменту фасаду:

$$m_w = 11,91 / (11,91 + 17,6 + 0) = 0,4$$

Оскільки коефіцієнт скління фасаду становить 0,4 що більше ніж 0,18 тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішньої стіни становить $\Delta T_{сг} = 5,0^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 2,93^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{сг} = 5,0^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Зовнішня стіна, тип-2 (ядро сходової клітки №1):

- вапняно-піщана штукатурка, густина $1600 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,01 \text{ м}$,

$$\lambda_B = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

- блоки із ніздрюватого бетону, густина $600 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,25 \text{ м}$,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$\lambda_B = 0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- клейовий розчин;
- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м^3 , $\delta = 0,15 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- декоративне тинькування, густина 1700 кг/м^3 , $\delta = 0,01 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента фасаду в осях В/9-Г/9 на 3-му поверсі, що розглядається, становить $2,875 \text{ м} \times 3,5 \text{ м} = 10,06 \text{ м}^2$.

Розміри вікна та дверей на фрагменті фасаду, що розглядається:

- вікно: $1,22 \text{ м} \times 1,4 \text{ м} = 1,71 \text{ м}^2$.
- двері 1: $1,22 \text{ м} \times 2,1 \text{ м} = 2,56 \text{ м}^2$.

Загалом: $1,71 + 2,56 = 4,27 \text{ м}^2$.

Площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює:

$10,06 - 4,27 = 5,79 \text{ м}^2$.

Ширина внутрішнього відкосу становить: $0,15 \text{ м}$.

Площа відкосів: $11,88 \times 0,15 = 1,78 \text{ м}^2$.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Загальна площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює: $5,79 + 1,78 = 7,57$ м².

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- відкіс в зоні перемички (протяжність 2,44 м) –
0,081 Вт/(м·К);
- відкіс в зоні підвіконня (протяжність 2,44 м) –
0,064 Вт/(м·К);
- відкіс в зоні рядового сполучення (протяжність 7 м) –
0,071 Вт/(м·К);
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит (58 шт.) –
0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_q \text{ min}$$

$$[R_{\Sigma пр} = 3,47 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Зовнішня стіна, тип-3 (ядро сходової клітки №2):

- вапняно-піщана штукатурка, густина $1600 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta = 0,02 \text{ м}$,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\lambda_B = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- залізобетон, густина 2500 кг/м³, $\delta = 0,250 \text{ м}$,

$\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- клейовий розчин;
- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,150 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента стіни, що розглядається, становить $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення утеплювача (12 шт.) – 0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни, що межує із паркінгом визначаємо за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4

ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стіни становить $\Delta T_{сг} = 5,0^{\circ}\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 1,41^{\circ}\text{C}] \leq [\Delta T_{сг} = 5,0^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Стіна цоколя (на глибину 1,4 м нижче мощення):

- залізобетон, густина 2500 кг/м^3 , $\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- клейовий розчин;
- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м^3 ,

$\delta = 0,12 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- декоративна гідрозахисна штукатурка, густина 1400 кг/м^3 ,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\delta = 0,015 \text{ м}, \lambda_B = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Стіна, що межує із паркінгом, тип-1:

- вапняно-піщана штукатурка, густина $1600 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta = 0,02 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

- керамічні пустотілі блоки на цементно-піщаному розчині,

густина $1000 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta = 0,25 \text{ м}, \lambda_B = 0,52 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

- клейовий розчин;

- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20 від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина $125 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta = 0,13 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

- тинькування, густина $1700 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta = 0,01 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

Для багат шарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента стіни, що розглядається, становить $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення утеплювача (8 шт.) – $0,005 \text{ Вт}/\text{К}$.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 3,58 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_{q \text{ min}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] - \text{умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни, що межує із паркінгом визначаємо за формулою:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стіни становить $\Delta T_{\text{сг}} = 5,0^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$$[\Delta T_{\text{пр}} = 1,43^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{\text{сг}} = 5,0^\circ\text{C}]. \text{ Отже, умова виконується.}$$

Стіна, що межує із паркінгом, тип-2:

- вапняно-піщана штукатурка, густина 1600 кг/м^3 , $\delta = 0,02 \text{ м}$,

$$\lambda_{\text{Б}} = 0,81 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)};$$

- залізобетон, густина 2500 кг/м^3 , $\delta = 0,250 \text{ м}$, $\lambda_{\text{Б}} = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- клейовий розчин;
- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20 від 25.02.19р.,

ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,130$ м,

$\lambda_B = 0,0376$ Вт/(м·К);

- тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01$ м, $\lambda_B = 0,87$ Вт/(м·К);

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента стіни, що розглядається, становить 1 м x 1 м = 1 м².

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення утеплювача (8 шт.) – 0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни, що межує із паркінгом визначаємо за формулою:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4

ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стіни становить $\Delta T_{ст} = 5,0^{\circ}\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 1,46^{\circ}\text{C}] \leq [\Delta T_{ст} = 5,0^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Вікна (офісні приміщення):

Вікна із ПВХ профілю, що приймається до установки – REHAU EURO 70 зі двокамерним склопакетом товщиною 32 мм із заповненням інертним газом

4i-10Ar-4-10Ar-4i.

Приведений опір теплопередачі скляного огороження згідно даних виробника складає $1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

$R_{\Sigma пр} \geq R_q \text{ min}$

$[R_{\Sigma пр} = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}]$ – умова виконується.

Розраховуємо температуру внутрішньої поверхні скляного огороження за формулою:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Перевіряємо можливість конденсації на внутрішній поверхні скляного огороження:

При $t_{вн} = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi_{в} = 50\%$, температура точки роси для внутрішнього повітря становить $T_{min} = T_p = 9,3^{\circ}\text{C}$.

$[T_{в\ min} = 15,31^{\circ}\text{C}] > [T_{min} = 9,3^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова п. 6.4.2

ДБН В.2.6-31:2016 виконується відносно точки роси.

Вікна (сходова клітка):

Вікна що приймаються до установки - REHAU Euro-Design 70 зі склопакетом 4i-10-4-10Ar-4.

Приведений опір теплопередачі віконного блоку згідно даних виробника складає $0,77\ \text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

$$R_{\Sigma пр} \geq R_q \min$$

$[R_{\Sigma пр} = 0,77\ \text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \min = 0,75\ \text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}]$ – умова виконується.

Розраховуємо температуру внутрішньої поверхні віконного блоку формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Перевіряємо можливість конденсації на внутрішній поверхні віконного блоку:

При $t_{в} = 20$ °С; $\phi_{в} = 50$ % температура точки роси для внутрішнього повітря становить $T_{min} = T_{р} = 9,3$ °С.

$[T_{в min} = 13,18$ °С] > $[T_{min} = 9,3$ °С]. Отже, умова п. 6.4.2

ДБН В.2.6-31:2016 виконується відносно точки роси.

Скляне огороження (вітражі):

Скляне огороження із алюмінієвого профілю, що приймається до установки - Guardian Glass зі двокамерним склопакетом товщиною 32 мм із заповненням інертним газом 4ClimaGuard® Solar-10Ar-4M1-10ArClimaGuard® N.

Приведений опір теплопередачі скляного огороження згідно даних виробника складає 1,27 м²·К/Вт.

$R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}$

$[R_{\Sigma пр} = 1,27$ м²·К/Вт] $\geq [R_{q min} = 0,75$ м²·К/Вт] – умова виконується.

Розраховуємо температуру внутрішньої поверхні скляного огороження за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо можливість конденсації на внутрішній поверхні скляного огороження:

При $t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{в} = 50 \%$, температура точки роси для внутрішнього повітря становить $T_{\min} = T_{р} = 9,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$[T_{в \min} = 15,87 \text{ }^{\circ}\text{C}] > [T_{\min} = 9,3 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова п. 6.4.2

ДБН В.2.6-31:2016 виконується відносно точки роси.

Так як непрозорі зовнішні стіни відсутні на рівні перших поверхів, а коефіцієнт скління фрагменту фасаду становить 1 що більше ніж 0,18 тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції для зовнішньої стіни становить $\Delta T_{сг} = 5,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 4,13 \text{ }^{\circ}\text{C}] \leq [\Delta T_{сг} = 5,0 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Суміщене покриття:

- фінішна шпаклівка;
- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м^3 ,
 $\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_{Б} = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- цементно-піщана стяжка, густина 1800 кг/м^3 , $\delta = 0,05 \text{ м}$,
 $\lambda_{Б} = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- бітумна гідроізоляція, густина 1000 кг/м^3 , $\delta = 0,004 \text{ м}$,
 $\lambda_{Б} = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м³,

$$\delta = 0,25 \text{ м, } \lambda_B = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- ПЕ плівка;

- бетонна стяжка, густина 1800 кг/м³, $\delta = 0,1 \text{ м,}$

$$\lambda_B = 1,86 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- праймер бітумний;

- гідроізоляція «Техноніколь», густина 1000 кг/м³, $\delta = 0,008 \text{ м,}$

$$\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- дренажне полотно;
- Геотекстиль голкопробивний;
- Щебінь фракції 10-20 мм

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

$$R_{\Sigma \text{вузла}} = 7,216 \cdot 0,95 = 6,86 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 6,86 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 6,0 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні суміщеного покриття визначаємо за формулою:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для суміщеного покриття становить

$\Delta T_{сг} = 4,0$ °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 0,7$ °С] \leq $[\Delta T_{сг} = 4,0$ °С]. Отже, умова виконується.

Покриття технічного поверху:

- фінішна шпаклівка;
- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м³,
 $\delta = 0,25$ м, $\lambda_B = 2,04$ Вт/(м·К);
- цементно-піщана стяжка, густина 1800 кг/м³, $\delta = 0,05$ м,
 $\lambda_B = 0,93$ Вт/(м·К);
- бітумна гідроізоляція, густина 1000 кг/м³, $\delta = 0,004$ м,
 $\lambda_B = 0,17$ Вт/(м·К);
- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м³,
 $\delta = 0,18$ м, $\lambda_B = 0,037$ Вт/(м·К);
- ПЕ плівка;
- бетонна стяжка, густина 1800 кг/м³, $\delta = 0,1$ м,
 $\lambda_B = 1,86$ Вт/(м·К);
- праймер бітумний;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гідроізоляція «Техноніколь», густина 1000 кг/м³, $\delta = 0,008$ м,

$$\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- дренажне полотно;
- Геотекстиль голкопробивний;
- Щебінь фракції 10-20 мм

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

$$R_{\Sigma \text{вузла}} = 5,324 \cdot 0,95 = 5,06 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 5,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_{q \text{ min}} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] - \text{ умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні покриття технічного поверху визначаємо за формулою:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для покриття технічного поверху становить

$$\Delta T_{\text{сг}} = 4,0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.}$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$[\Delta T_{\text{пр}} = 0,95 \text{ }^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{\text{сг}} = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Перекриття над проїздом/під еркером:

- покриття підлоги (ламінат), $\delta = 0,015 \text{ м}$;
- шар підкладки зі спіненого поліетилену, $\delta = 0,009 \text{ м}$;
- стяжка із цементно перлітового розчину, густина 600 кг/м^3 ,

$\delta = 0,07 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- гідроізоляція із напуском на стіни;
- звукоізоляція зі спіненого пінополіетилену, густина 30 кг/м^3 ,

$\delta = 0,006 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,047 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м^3 ,

$\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- клейовий розчин;
- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м^3 , $\delta = 0,15 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- декоративне тинькування, густина 1700 кг/м^3 , $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента перекриття над проїздом, що розглядається, становить $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення мінераловатних плит (7 шт.) –
 $0,005 \text{ Вт/К}$.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі перекриття над заїздом в паркінг згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{\text{q min}}$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 4,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_{\text{q min}} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття над заїздом в паркінг визначаємо за формулою:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття під еркером становить

$$\Delta T_{\text{сг}} = 2,5 \text{ }^\circ\text{C} \text{ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.}$$

$[\Delta T_{\text{пр}} = 1,08 \text{ }^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{\text{сг}} = 2,5 \text{ }^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Коефіцієнт теплосасвоєння поверхнею підлоги:

Показник теплосасвоєння поверхнею підлоги визначається згідно п.6 ДСТУ Б В.2.6-190:2013 при умовах експлуатації А згідно п.4.7 ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Склад перекриття над підвалом:

- покриття підлоги (ламінат), $\delta=0,015 \text{ м}$, $\lambda_A = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$,

$$S_A = 5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К});$$

- шар підкладки зі спіненого поліетилену, $\delta = 0,009 \text{ м}$,

$$\lambda_A = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}), S_A = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К});$$

- стяжка із цементно-перлітового розчину, $\delta = 0,07 \text{ м}$,

$$\lambda_A = 0,19 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}), S_A = 3,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К});$$

Оскільки перші два внутрішні шари огороження в сумі мають теплову меншу ніж

$$D_1 + D_2 = 0,415 + 0,056 = 0,471 < 0,5, \text{ а } D_1 + D_2 + D_3 = 0,415 + 0,056 + 1,192 =$$

$= 1,663 > 0,5$ тоді коефіцієнт теплосасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_2 = (2 \cdot 0,2 \cdot 0,282 + 3,24) / (0,5 + 0,2 \cdot 3,24) = 2,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}).$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$Y_1 = (4 \cdot 0,083 \cdot 52 + 2,85) / (1 + 0,083 \cdot 2,85) = 9,02 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.6.8. ДБН В.2.6-31:2016 $Y_{п} \leq Y_{п \text{ max}}$, $Y_{п \text{ max}} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – для будівель даного типу.

$[Y_{п} = 9,02 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})] \leq [Y_{п \text{ max}} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$. Отже, умова виконується.

Підлога 1-го поверху (перекриття над паркінгом):

- керамічна плитка, $\delta = 0,01 \text{ м}$;
- стяжка із цементно перлітового розчину, густина $600 \text{ кг}/\text{м}^3$,

$$\delta = 0,1 \text{ м}, \lambda_{Б} = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

- гідроізоляція із напуском на стіни;
- екструзійні пінополістирольні плити, густина $35 \text{ кг}/\text{м}^3$,

$$\delta = 0,05 \text{ м}, \lambda_{Б} = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

- залізобетонна плита переkritтя, густина $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$,

$$\delta = 0,25 \text{ м}, \lambda_{Б} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Розраховуємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги 1-го поверху:

де $t_{в1}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку $20 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{в2}$ – температура внутрішнього повітря в паркінгу, в даному випадку $5 \text{ }^\circ\text{C}$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$\Delta T_{сг}$ - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для перекриття над паркінгом становить 2,5 °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016;

$$R_{q \min} = (20 - 5)/(2,5 \cdot 8,7) = 0,69 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \min}$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 2,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_{q \min} = 0,69 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] - \text{ умова виконується.}$$

Коефіцієнт теплозасвоєння поверхнею підлоги:

Показник теплозасвоєння поверхнею підлоги визначається згідно п.6 ДСТУ Б В.2.6-190:2013 при умовах експлуатації А згідно п.4.7 ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Склад підлоги 1-го поверху:

- покриття підлоги (керамічна плитка), $\delta = 0,01 \text{ м}$,

$$\lambda_A = 0,96 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}, S_A = 11,63 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

- стяжка із цементно перлітового розчину, $\delta = 0,08 \text{ м}$,

$$\lambda_A = 0,19 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}, S_A = 3,24 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

Оскільки перший внутрішній шар огороження має теплову меншу ніж $D_1 = 0,116 < 0,5$, а $D_1 + D_2 = 0,116 + 1,364 =$

$= 1,48 > 0,5$ тоді коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_1 = (2 \cdot 0,01 \cdot 11,632 + 3,24)/(0,5 + 0,01 \cdot 3,24) = 11,16 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Перевірка умови п.6.8. ДБН В.2.6-31:2016 $Y_{п} \leq Y_{п \max}$, $Y_{п \max} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – для будівель даного типу.

$[Y_{п} = 11,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})] \leq [Y_{п \max} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$. Отже, умова виконується.

Підлога технічного поверху:

- цементно-піщана стяжка, густина $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,08 \text{ м}$,

$\lambda_{Б} = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

- гідроізоляція із заведенням на стіни;
- екструзійні пінополістирольні плити, густина $35 \text{ кг}/\text{м}^3$,

$\delta = 0,18 \text{ м}$, $\lambda_{Б} = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

- залізобетонна плита перекриття, густина $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$,

$\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_{Б} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

$R_{\Sigma \text{вузла}} = 0,979 \cdot 0,95 = 0,93 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$.

Розраховуємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги 1-го поверху:

де $t_{в1}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку $20 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{в2}$ – температура внутрішнього повітря технічного поверху, в даному випадку $5 \text{ }^\circ\text{C}$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta T_{ст}$ - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для стелі офісних приміщення під технічним поверхом становить 4,0 °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016;

$R_q \min = (20 - 5)/(4 \cdot 8,7) = 0,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$, згідно Додатку А п.А.2.1 ДБН В.2.6-31:2016, опір теплопередачі розрахований за формулою (А.1), приймають не меншим за 0,5 (м²·К)/Вт.

$[R_{\Sigma пр} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_q \min = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}]$ – умова виконується.

У умовах інтенсивного росту будівельної галузі в Україні вартісні показники теплоізоляційної частини огорожувальних конструкцій напряду впливають на загальну собівартість будівництва. Тому важливо проводити розрахунки приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, базуючись на модельних значеннях теплопровідних включень, як одного з ключових аспектів системи теплової оболонки. Актуальність моделювання теплопровідних включень також пов'язана з неефективністю простого збільшення товщини теплоізоляції та ростом вимог до екологічної сталості.

Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій є однією з основних вимог при проектуванні нового будівництва, реконструкції та капітальному ремонті будівель різних призначень. Приведений опір теплопередачі залежить від термічного опору однорідної частини огорожувальної конструкції та теплопровідних включень. Фактично, приведенний опір теплопередачі визначає товщину ізоляційного шару і, як наслідок, формує інвестиційну складову теплоізоляційної оболонки будівлі.

Предметом дослідження є аналіз впливу точкових теплопровідних включень на значення приведенного опору теплопередачі фрагменту непрозорої огорожувальної конструкції згідно з методикою, описаною в, а також їх моделювання в системі автоматизованого проектування Therm 7.6 (САПР Therm 7.6).

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єктом дослідження є неоднорідні фрагменти непрозорих частин огорожувальних конструкцій, зокрема точкові теплопровідні включення в їх структурі.

Були проведені розрахунки енергопотреб, енергоспоживання та первинної енергії для умовного житлового будинку з урахуванням фактора централізованого теплопостачання. Ці розрахунки є умовними і стосуються лише уявної будівлі, тому вони потребують коригування на основі реальних характеристик будівельного об'єкту, таких як компактність, площа скління, орієнтація будівлі та інші параметри. Важливо відзначити, що цей умовний розрахунок демонструє низьку чутливість енергетичних показників до зміни товщини утеплювача, особливо при значних товщинах, більших за 150 мм. Детальні результати аналізу наведені в таблицях 1 і 2.

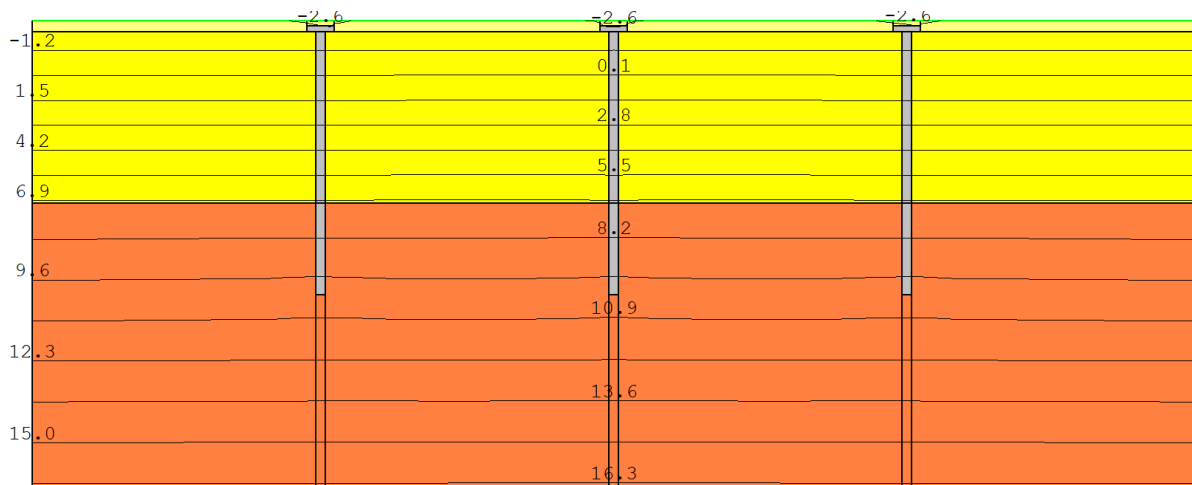
Таблиця 1. Чутливість енергетичних показників умовної будівлі до товщини теплової ізоляції стінової конструкції

Товщина утеплювача, мм, 0,037 Вт/мхК	Енергопотреб а CO, CO _x , ГВП, кВтхгод/м ²	Енергоспоживання опалення, кВтхгод/м ²	Енергоспоживання питоме сумарне, кВтхгод/м ²	Питоме споживання первинної енергії, кВтхгод/м ²
100	185,1	46	91,1	217
120	169,4	41,1	86,8	206,4
150	165,8	40	85,7	204,1
170	160	38	84,2	201
200	153,7	36	82,4	196
250	147,2	35	80,6	192

Таблиця 2. Чутливість опору теплопередачі по основному полю та приведенного опору теплопередачі до товщини теплової ізоляції стіни

Товщина утеплювача, мм, 0,037 Вт/мхК	Зміна термічного опору однорідного поля	Зміна приведенного термічного опору
100	3,3	2,6
120	3,8	3,0
150	4,7	3,7
170	5,2	3,9
200	6,0	4,5
250	7,4	5,6

Під час аналізу зміни показників значень точкових теплопровідних включень була використана стандартна зона кріплення листів утеплювача з кількістю дюбелів, що дорівнює 6 штук на квадратний метр площі фасаду, відповідно до вимог, викладених у джерелі. На рисунках 1-4 показано розподіл ізотерм по розрізу фасаду з різними типами дюбелів при використанні різних видів утеплювачів.



Розподіл ізотерм на Рис. 1 показує вплив точкових теплопровідних включень (дюбелів кріплення утеплювача) на структуру огорожувальної конструкції. У даному випадку використано пластикові дюбелі з утеплювачем із пінополістиролу товщиною 150 мм.

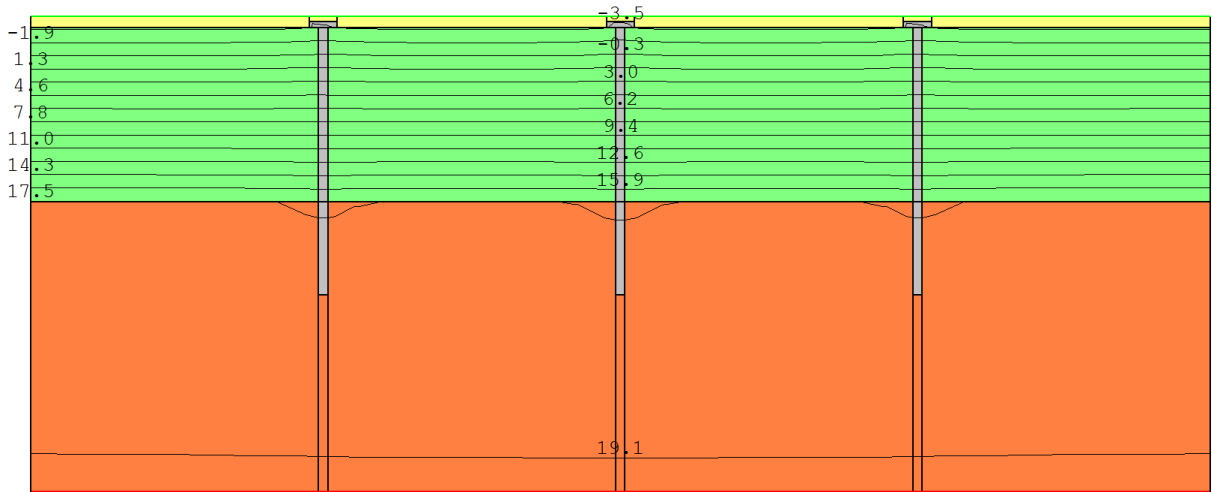


Рис. 2. Ізотерми, що виникають при впливі точкових теплопровідних включень (дюбелів кріплення утеплювача). Дослідження проведено для випадку застосування пластикових дюбелів та утеплювача з мінеральної вати товщиною 150 мм. Ізотерми відображають розподіл теплових потоків по поперечному розрізу фасаду, що показує вплив точкових теплопровідних включень на теплові характеристики конструкції.

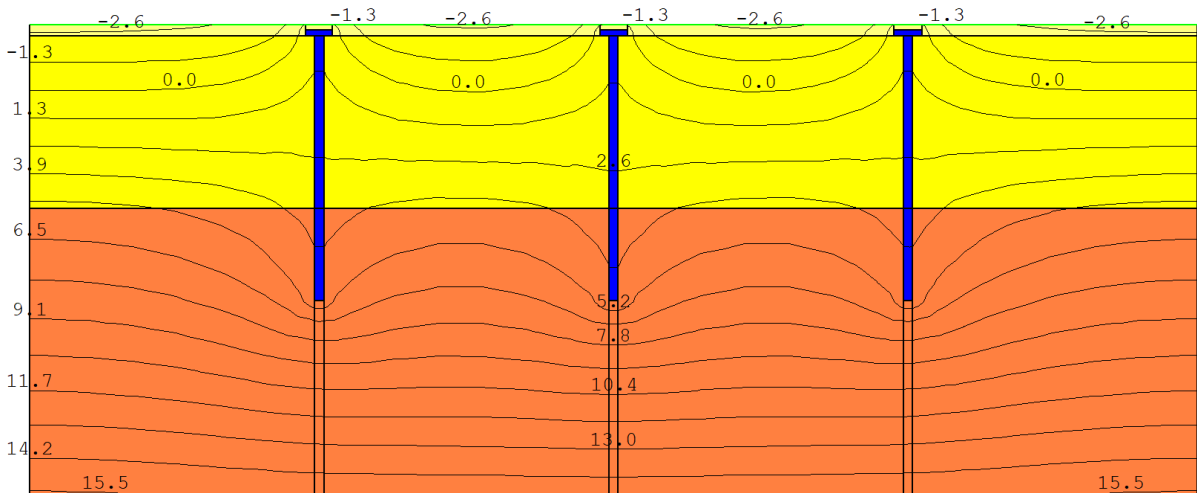


Рис. X. На цьому рисунку показані ізотерми, які виникають при впливі точкових теплопровідних включень (дюбелів кріплення утеплювача). У даному випадку використовується металевий дюбель і пінополістироловий утеплювач товщиною 150 мм.

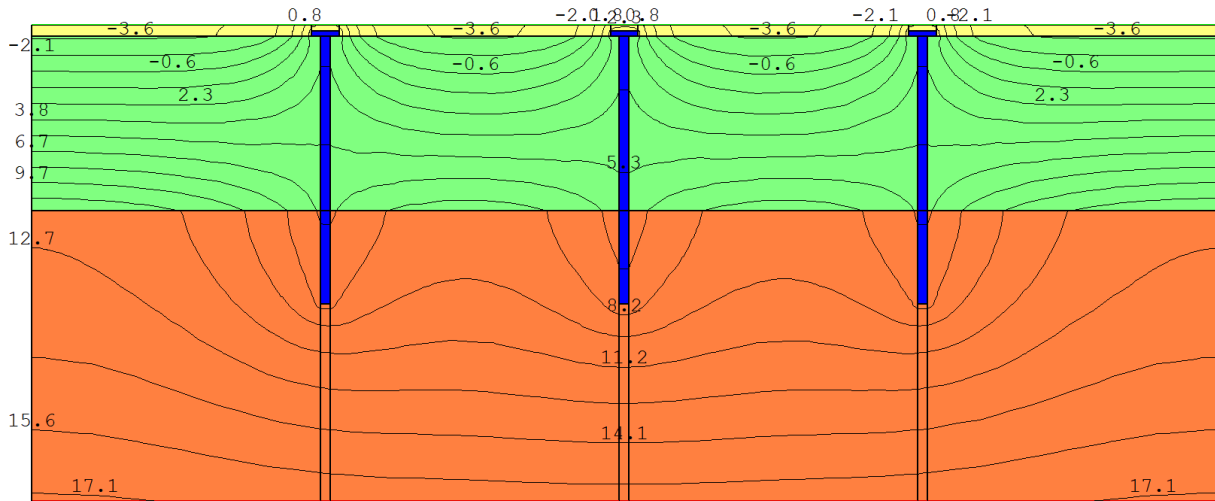


Рис. X. Ізотерми, які виникають при впливі точкових теплопровідних включень (дюбелів кріплення утеплювача). Випадок для металевого дюбеля, утеплювач - мінеральна вата, 150 мм

За результатами моделювання в САПР отримані дані про точкові теплопровідні включення, які узагальнені в таблиці 3 і порівняні з нормативними вимогами. Аналіз показав розбіжність між модельними та нормативними значеннями, що рекомендує ДСТУ 9191:2022. Ця розбіжність свідчить про значну варіативність вхідних факторів, що впливають на параметри точкових теплопровідних включень.

Таблиця 3. Зведена таблиця-порівняння значень точкового теплопровідного включення відповідно до ДСТУ 9191:2022 та САПР-моделі

Джерело	Металевий дюбель, Вт/К	Пластиковий дюбель, Вт/К
ДСТУ 9191:2022	0,005	0,0015
САПР-моделювання	0,0031	0,00018

У результаті проведеного аналізу та розрахунків можна зробити висновок, що показники точкових теплопровідних включень мають бути розраховані індивідуально для кожного конкретного випадку. Цей висновок також можна застосовувати до лінійних теплопровідних включень. Загалом модельні значення теплопровідних включень можуть ефективно використовуватися під час

проектування і сприяти логічній оптимізації енергоспоживання та первинної енергії.

3. ТЕПЛОМЕХАНІЧНА СХЕМА ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1 Обґрунтування потужності теплового насосу

В підрозділі 3.1 наведено основні терміни та відповідні їм процеси. Підрозділ має на меті нагадати студенту основні базові знання, здобуті на попередніх курсах.

Потужність в теплотехніці визначає швидкість, з якою енергія переноситься або перетворюється. Вимірюється у ваттах (Вт). Може бути як постійною, так і змінною в часі.

Робота в теплотехніці визначає енергію, яка витрачається або здійснюється для виконання певної дії. Вимірюється у джоулях (Дж).

Енергія та її похідна – теплота, як правило, вимірюється в джоулях (Дж).

Потужність (зокрема і теплового потоку) вимірюється в ваттах (Вт).

Робота також вимірюється в джоулях (Дж).

Існує три класичних види теплопередачі

- Теплопровідність: тепло передається через тверді тіла (приклади: метал, скло, кераміка).
- Конвекція: тепло передається через рухливі середовища, такі як гази або рідини (приклади: конвекційна піч, циркуляція повітря в кімнаті).
- Випромінювання: тепло передається шляхом електромагнітних хвиль (приклади: сонячне випромінювання, тепловідбиття).

Повна, явна та прихована теплота:

- Повна теплота: сума всіх теплових енергій, які містяться в системі. Включає в себе як внутрішню, так і зовнішню енергію системи.
- Явна теплота: тепла енергія, яка вільно перетворюється на роботу або випромінюється.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- Прихована теплота: теплова енергія, яка поглинається або вивільняється під час зміни фази речовини без зміни температури.

Варто зауважити, що найбільш використовуваними одиницями виміру потужності в теплотехніці є Вт (та його похідні кВт, МВт, ГВт) та кал/с (особливо часто зустрічається похідна Гкал/год).

Що стосується енергії, то тут самими розповсюдженими одиницями виміру є Дж (та похідні кДж, МДж, ГДж), Вт*с (особливо часто використовують похідну розмірність кВт*год), калорія (в теплоенергетиці використану енергію часто вимірюють в похідній Гкал).

Також варто зазначити, що для витрата палива може бути досить просто може бути розрахована згідно залежності:

$$B_p = \frac{E}{\text{ККД} * Q_{\text{калор}}} \quad (1)$$

При цьому теплота згорання палива в залежності (1) може бути застосована в залежності від типу джерела теплової енергії нижчою або вищою. Часто витрату палива оцінюють в тонах умовного палива, що дозволяє складати матеріальні баланси для багатопаливних систем.

У цьому розділі ми нагадали основні поняття теплотехніки, включаючи потужність, роботу, розмірності в теплотехніці (див. зведену Табл. 1, Табл. 2), види теплопередачі та різновиди теплоти. Ці знання є важливими для розуміння процесів, що відбуваються в комбінованих системах тепlopостачання, які власне підпорядковуються загальним законам теплопередачі та тепломасообміну.

Табл. 1

Деякі розмірності величини потужності

1	1 Вт	1 Дж/с	0.0014 Кінська сила (к.с.)
2	1 Дж/с	1 Вт	0.0014 Кінська сила (к.с.)
3	1 кінська сила (к.с.)	735,5 Вт	735,5 Дж/с
4	1 калорія/с	4.184 Вт	4.184 Дж/с
5	1 фут-фунт/с	1.35582 Вт	1.35582 Дж/с

Табл. 2

Деякі розмірності величини енергії

1	1 Дж	1 Вт*с	кг*м ² /с ² або Н*м
2	1 кДж	0,000278 кВт*год	1 кН*м
3	1 кДж	0,239 ккал	239 кал
4	1 ерг	10 ⁻⁷ Дж	10 ⁻⁷ Вт*с
5	BTU	1,055 кДж	1,055 кВт*с

4. СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

4.1 Розробка та обґрунтування вибору оптимальної системи опалення

ВИХІДНІ ДАНІ

Висота вікон,
 $h_{в} = 1,5$ м

Висота зовнішніх і балконних дверей, $h_{д} = 2,2$ м

Товщина міжповерхового перекриття,
 $\delta_{пер} = 0,3$ м

Висота приміщень (від підлоги до стелі), $h_{пр} = 3,2$ м

Орієнтація зовнішньої стіни сходової клітки за сторонами світу: **Пн**

Конструкція зовнішніх стін:

• *цегляна кладка з силікатної повнотілої цегли з утеплювачем з мінераловатних плит*

Конструкція панелей горищного перекриття та перекриття над підвалом:

• *багатопустотні залізобетонні з утеплювачем з мінераловатних плит*

Конструкція покрівлі горища - безгорищні покриття

Джерело

теплостачання - *ТЕЦ*

Розрахункова температура в подавальному трубопроводі теплової мережі :

$$T_c - t_0 = 150 - 70 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Розрахунковий перепад тисків на ввіді теплової мережі в будинок:

$$\Delta P_{ув} = 150 \text{ кПа}$$

Розрахунковий перепад температур води в системі опалення:

$$t_c = 85 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t_o = 60 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Опалювальні прилади:

• *біметалеві секційні радіатори типу РБП (ОАО "Більшовик" та ООО „Прес“)*

Розташування опалювальних приладів: • *вільно у стіни*

Регулююча арматура на підводках до опалювальних приладів:

• *терморегулятори фірми "Herz"*

Підлога - *Лінолеум*

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд, а також для внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщення, температурний режим в яких відрізняється на 3 °С і більше, необхідно дотримуватись таких умов:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma np} &\geq R_{q \min}, \\ \Delta t_{np} &\leq \Delta t_{cr}, \\ t_{в \min} &> t_{\min}, \end{aligned}$$

де $R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій дорівнює опору теплопередачі), $m^2 \cdot K/Вт$;

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$. Значення для житлових та громадських будинків залежно від кліматичної зони.

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

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

$t_{в \min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопро-відних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}C$;

t_{\min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при роз-рахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, $^{\circ}C$.

Для забезпечення відповідного вологісного режиму приміщень в холодний період року рекомендується використовувати наступні рекомендації з таблиці 1. При температурі внутрішнього повітря в діапазоні від 12 до 24°С і відносній вологості $\phi = 55\%$, приймається нормальний режим експлуатації приміщень. Огороджуючі конструкції слід вибирати з урахуванням умов їхньої експлуатації, які визначаються в залежності від вологісного режиму приміщень і зони вологості.

Для проектуємого будинку умови експлуатації будівельних конструкцій **Б**

За вимогами ДБН В.2.6-31-2006 опір теплопередачі огорожуючих конст-рукцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного R_{minq}

Для визначення потрібного опору теплопередачі внутрішніх конструкцій (стін, перегородок, перекриття) між приміщеннями з нормованою температурою повітря, необхідно враховувати різницю розрахункових температур повітря в цих приміщеннях більше 4°С.

Послідовність теплотехнічного розрахунку та підбору огорожувальних конструкцій

ЗОВНІШНІ СТІНИ (ЗС) :

Нормативний опір теплопередачі для зовнішніх стін $R_{qmin} = 4,00 \frac{m^2 K}{Вт}$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Зовнішні стіни складаються з таких будівельних матеріалів:

1) Цегляна кладка з керамічної звичайної повнотілої цегли :

$$\rho_{ц} = 1800 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{ц} = 0,51 \text{ М} \quad \lambda_{ц} = 0,81 \text{ Вт/мК}$$

2) Утеплювач - спінений пінополістирол :

$$\rho_{ут} = 50 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{ут} = 0,143 \text{ М} \quad \lambda_{ут} = 0,045 \text{ Вт/мК}$$

3) Штукатурка на цементно-піщаному розчині :

$$\rho_{шт} = 1600 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{шт} = 0,02 \text{ М} \quad \lambda_{шт} = 0,81 \text{ Вт/мК}$$

Потрібну товщину утеплювача, м, визначають за формулою:

$$\delta_{ym, \min} = \lambda_{ym} \left(R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right)$$

$$\delta_{ут \text{ пот}} = 0,045 \cdot (4 - 1/23 - 0,02/0,81 - 0,51/0,81 - 1/8,7) = 0,143 \text{ м}$$

Вважатимемо, що товщина утеплювача $\delta_{ут} = 0,15 \text{ м}$.

Приведений опір теплопередачі становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \quad .2)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{23} + 0,02/0,81 + 0,15/0,045 + 0,51/0,87 + 1/8,7 = 4,146 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma} > R_{q \min}; \quad 4,146 > 4,0 \text{ - умову дотримано}$$

ГОРИЩНЕ ПЕРЕКРИТТЯ (ГС) :

Нормативний опір теплопередачі для перекриття неопалюваного горища для житлового будинку дорівнює:

$$R_{q \min} = 6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Горищне перекриття складається з таких шарів:

1) Шлакопемзобетон :

$$\rho_3 = 1000 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_3 = 0,22 \text{ М} \quad \lambda_3 = 0,37 \text{ Вт/мК}$$

2) Утеплювач - екструдований пінополістирол :

$$\rho_{ут} = 30 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{ут} = 0,190 \text{ М} \quad \lambda_{ут} = 0,036 \text{ Вт/мК}$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Потрібну товщину утеплювача, м, визначають за формулою (2.1)

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{пот}} = 0,036 \cdot (6 - 1/23 - 0,22/0,37 - 1/12) = 0,190 \text{ м}$$

Вважатимемо, що товщина утеплювача $\delta_{\text{ут}} = 0,20 \text{ м}$.

Приведений опір теплопередачі (формула 2.2) становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1/23 + 0,22/0,37 + 0,2/0,036 + 1/1}{2} = \frac{6,277}{7} \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma} > R_{q_{\text{min}}} \quad 6,277 > 6,0 \text{ - умову дотримано}$$

ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПІДВАЛОМ :

Нормативний опір теплопередачі для перекриття над неопалюваними підвалами, розміщеними вище від рівня землі :

$$R_{q_{\text{min}}} = 5 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Перекриття складаються з таких будівельних матеріалів :

1) Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий без підоснови :

$$\rho_{\text{л}} = 800 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{\text{л}} = 0,01 \text{ м} \quad \lambda_{\text{л}} = 0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$$

2) Керамзитобетон на керамзитовому піску :

$$\rho_{\text{з}} = 600 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{\text{з}} = 0,22 \text{ м} \quad \lambda_{\text{з}} = 0,26 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$$

3) Утеплювач - спінений пінополістирол :

$$\rho_{\text{ут}} = 50 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{\text{ут}} = 0,177 \text{ м} \quad \lambda_{\text{ут}} = 0,045 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$$

4) Штукатурка на цементно-піщаному розчині :

$$\rho_{\text{ш}} = 1600 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{\text{ш}} = 0,02 \text{ м} \quad \lambda_{\text{ш}} = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$$

Потрібну товщину утеплювача, м, визначають за формулою (2.1)

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{пот}} = 0,045 \cdot (5 - 1/23 - 0,01/0,17 - 0,22/0,26 - 0,02/0,81 - 1/12) = 0,177 \text{ м}$$

Вважатимемо, що товщина утеплювача $\delta_{\text{ут}} = 0,18 \text{ м}$.

Приведений опір теплопередачі (формула 2.2) становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1/23 + 0,01/0,17 + 0,22/0,26 + 0,02/0,81 + 0,18/0,045}{12} = 5,056 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma} > R_{q_{\text{min}}} \quad 5,056 > 5,0 \text{ - умову дотримано}$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВНУТРІШНІ СТІНИ (ЗС) :

Зовнішні стіни складаються з таких будівельних матеріалів:

1) Цегляна кладка з керамічної звичайної повнотілої цегли :

$$\rho_{ц} = 1800 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{ц} = 0,51 \text{ м} \quad \lambda_{ц} = 0,81 \text{ Вт/мК}$$

3) Штукатурка на цементно-піщаному розчині :

$$\rho_{ш} = 1600 \text{ кг/м}^3 \quad \delta_{ш} = 0,02 \text{ м} \quad \lambda_{ш} = 0,81 \text{ Вт/мК}$$

$$\delta_{ym,min} = \lambda_{ym} \left(R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right)$$

Приведений опір теплопередачі становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \quad 2)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{0,81} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{1}{8,7} = 0,813 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

ВІКНА ТА БАЛКОННІ ДВЕРІ :

Нормативний опір теплопередачі для вікон $R_{q_{min}} = 0,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Беремо металопластикові вікна Glasso Premium 85 :

$$R_{\Sigma} = 0,91 \frac{\text{м}^2}{\text{К/Вт}} > R_{q_{in}} = 0,9 \text{ - умову дотримано}$$

ЗОВНІШНІ ДВЕРІ (ЗД) :

Нормативний опір теплопередачі для дверей $R_{q_{min}} = 0,7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Беремо конструкцію входу (додаток В):

1) Зовнішні металеві двері, утеплені плитами з мінеральної вати BORECKI BASIC:

$$\rho = 75 \text{ кг/м}^3 \quad \lambda = \frac{0,04}{5} \text{ Вт/мК}$$

2) Дерев'яні двері з сосни :

$$\delta_d = \frac{0,0}{44} \text{ м} \quad \lambda_d = \frac{0,14}{1} \text{ Вт/мК}$$

Потрібну товщину утеплювача, м, визначають за формулою (2.1)

$$\delta_{ут}^{пот} = \frac{0,045 \cdot (0,7 - 1/23 - 1/8,7 - 0,044/0,14 - 1/8,7 - 0,00)}{1/8,7} = 0 \text{ м}$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Наявність трьох внутрішніх тепловіддавальних поверхонь (внутрішня поверхня зовнішніх дверей та дві поверхні внутрішніх дверей), оскільки товщина утеплювача рівна нулю обираємо двері без утеплення.

Приведений опір теплопередачі (формула 2.2) становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,044}{0,14} + \frac{0,702}{6} = 0,702 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma} > R_{q_{\min}}; \quad 0,703 > 0,70 \quad \text{- умову дотримано}$$

Результати підбору огорожувальних конструкцій

Найменування огорожувальної конструкції	Опір теплопередачі, $\text{м}^2\text{К} / \text{Вт}$		Коефіцієнт теплопередачі U_k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Опис конструкції	$\delta_{\text{заг}}$
	R_{\min}	$R_{\text{заг}}$			
<u>Зовнішня стіна</u>	4,00	4,15	0,242	Цегляна кладка з керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині - 510 мм утеплювачем спіненого пінополістиролу - 150 мм. Штукатурка на цементно-піщаному розчині 20 мм.	0,680
<u>Горищне перекриття</u>	6,00	6,28	0,160	Шлакопемзобетон $\delta = 220$ мм утеплювачем екструдованого пінополістиролу, $\delta_{\text{ут}} = 0,20$ м	0,420
<u>Перекриття над підвалом</u>	5,00	5,06	0,198	Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий без підоснови 10 мм, утеплювач спіненого	0,430

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

54

				пінополістиролу, керамзитобетон на керамзитовому піску $\delta = 220$ мм, $\delta_{ут} = 180$ мм. Штукатурка на цементно-піщаному розчині 20 мм.	
<u>Вікна та балконні двері</u>	0,90	0,91	1,099	металопластикові 7-и камерні вікна Glasso Premium 85	-
<u>Зовнішні двері</u>	0,70	0,70	1,424	Одинарні металеві двері без утеплювача	0,040
<u>Внутрішні стіни</u>	-	0,81	1,231	Цегляна кладка з керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині, 510 мм, Штукатурка на цементно-піщаному розчині 20 мм.	0,530

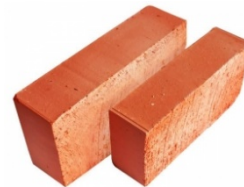
Підбор огорожувальних конструкцій

ЗОВНІШНІ СТІНИ	
Матеріал	Цегляна кладка з керамічної звичайної повнотілої цегли

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішній вигляд:

Колір - червоний



Технічні характеристики:

середню щільність 1600-1900 кг/м³, пористість 8%, марку морозостійкості 15-50 мм, коефіцієнт теплопровідності 0,6-0,7 Вт/м^{°C}, марку міцності 75-300, товщина - 65 мм

Переваги:

Високий рівень міцності, високий показник морозостійкості, низька ціна, тривалий термін експлуатації, екологічність, негорючість і пожежобезпечність

Недоліки:

Висока теплопровідність, велика маса.

Матеріал

Утеплювач - спінений пінополістирол

Зовнішній вигляд:

Колір - білий/жовтий



Технічні характеристики:

Щільність, не менше 20,0-42,0 кг/м³, міцність на стиск при 10% лінійній деформації, не менше 0,10-0,40 МПа, межа міцності при згині, не менше 0,10-0,30 МПа, теплопровідність, не більше 0,034-0,036 Вт/(м·°C), водопоглинання за об'ємом протягом 24 год, не більше 0,4-0,6 %, температурний діапазон експлуатації -50 ... +75 °C, товщина - 50 мм

Переваги:

Висока термостатичність, гігроскопічність і непроникність для атмосферної вологи, висока межа міцності на стиск, негорючість, біологічна інертність до розкладання, екологічність, легкість і зручність у застосуванні, довговічність.

Недоліки:

Надмірна гладкість поверхні, не випускає зайву вологу, при пожежі можуть виділятися небезпечні речовини, малоеластичний, низька стійкість до високих температур і ультрафіолету.

ГОРИЩЕ ПЕРЕКРИТТЯ

Матеріал

Шлакопемзобетон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

56

Зовнішній вигляд:

Колір - сірий



Технічні характеристики:

Легкі бетони на пористих наповнювачах відрізняються підвищеною теплоізоляцією. Такої якості вдається досягти завдяки її пористості.

Теплопровідність виробу коливається в діапазоні 0,07-0,7 Вт/м°C, товщина - 50 мм

Переваги:

Висока теплоізоляція, невелика вага, простота експлуатації, універсальність застосування, надійна звукоізоляція, морозостійкість, довговічність та надійність готових конструкцій.

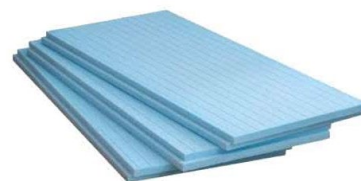
Недоліки:

Низький рівень міцності, слабостійкий до механічних пошкоджень, підвищених навантажень та інших процесів, що несуть руйнівний характер, швидко вбирають вологу, через що конструкція покривається тріщинами та починає поступово руйнуватися

Матеріал	Утеплювач - екструдований пінополістирол
-----------------	--

Зовнішній вигляд:

Колір - синій



Технічні характеристики:

Коефіцієнт теплопровідності при 10 °С, λ_{10} , Вт/мК 0,029; водопоглинання, кг/м² 0,2-0,4, кількість м²/рул 7,2, щільність, кг/м³ 30, ступінь горючості Г4, товщина - 50 мм

Переваги:

Ефективний монтаж, стійкість до вологи, довговічність, стабільність форми, відсутність усадки, безпечність для здоров'я, легкість, доступна вартість.

Недоліки:

Дуже вразливий до впливу нафтопродуктів, фарб, ацетону та інших агресивних хімікатів, виділяє велику кількість токсичних газів і диму при горінні, під дією високої температури плавиться, зменшується в об'ємі.

ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПІДВАЛОМ

Матеріал	Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий без підоснови
-----------------	--

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

57

Зовнішній вигляд:

Колір - різний



Технічні характеристики:

товщина захисного шару - 0,10 - 0,35 мм, маса - від 1 до 2,25 кг на кв.м, поріг вологості, коли не гарантовано збереження первинних розмірів - 75%, світлостійкість - 6-8, близька до максимальної по 8-бальною шкалою, теплопровідність 0,4-0,6 Вт / (м * К), товщина - 2 мм

Переваги:

Стійкій до вологи і сонячних променів, зручний в транспортуванні та монтажі, добре переносять високі та низькі температури

Недоліки:

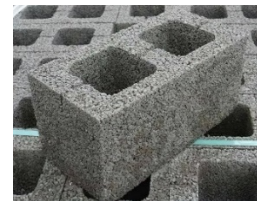
Нестійкість до води, висока вартість.

Матеріал

Керамзитобетон на керамзитовому піску

Зовнішній вигляд:

Колір - сірий



Технічні характеристики:

Міцність М50-М300, щільність до 1800 кг/м³, пористість до 1400 кг/м³, теплопровідність 0,8-0,9 Вт/(мС), паропроникність 0,09 мг/(м ч Па), товщина - 400 мм

Переваги:

Міцність, щільність, водостійкість, теплопровідність і вогнестійкість, морозостійкість

Недоліки:

Висока вага.

Матеріал

спінений пінополістирол

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

58

Зовнішній вигляд:

Колір - білий/жовтий



Технічні характеристики:

Щільність, не менше 20,0-42,0 кг/м³, міцність на стиск при 10% лінійній деформації, не менше 0,10-0,40 МПа, межа міцності при згині, не менше 0,10-0,30 МПа, теплопровідність, не більше 0,034-0,036 Вт/(м·°С), водопоглинання за об'ємом протягом 24 год, не більше 0,4-0,6 %, температурний діапазон експлуатації -50 ... +75 °С, товщина - 50 мм

Переваги:

Висока термостатичність, гігроскопічність і непроникність для атмосферної вологи, висока межа міцності на стиск, негорючість, біологічна інертність до розкладання, екологічність, легкість і зручність у застосуванні, довговічність.

Недоліки:

Надмірна гладкість поверхні, не випускає зайву вологу, при пожежі можуть виділятися небезпечні речовини, малоеластичний, низька стійкість до високих температур і ультрафіолету.

ВНУТРІШНІ СТІНИ

Матеріал Цегляна кладка з керамічної звичайної повнотілої цегли

Зовнішній вигляд:

Колір - червоний



Технічні характеристики:

середню щільність 1600-1900 кг/м³, пористість 8%, марку морозостійкості 15-50 мм, коефіцієнт теплопровідності 0,6-0,7 Вт/м°С, марку міцності 75-300, товщина - 65 мм

Переваги:

Високий рівень міцності, високий показник морозостійкості, низька ціна, тривалий термін експлуатації, екологічність, негорючість і пожежобезпечність

Недоліки:

Висока теплопровідність, велика маса.

ВІКНА ТА БАЛКОННІ ДВЕРІ

Матеріал Glasso Premium 85

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

59

Зовнішній вигляд:

Колір - на вибір



Технічні характеристики:

Кількість камер 7, монтажна глибина 85 мм, **товщина** зовнішньої стінки 2.8 мм, склопакет (**товщина** в мм) 48, Опір теплопередачі 0,91 C/ Вт

ЗОВНІШНІ ДВЕРІ

Матеріал

BORECKI BASIC

Зовнішній вигляд:

Колір - на вибір



Технічні характеристики:

Коефіцієнт опору теплопередачі від 0,8 м2К/Вт, **товщина** дверного полотна 62 мм, ПВХ коробка 3 камери (60 мм), зовнішнє покриття - металевий оцинкований лист, внутрішнє покриття - ПВХ лист, ПВХ плівка з UW фільтрами - ні, система ущільнення - подвійна

Енергоефективність проєкту

У всіх розділах проєкту необхідно забезпечити нормовані значення згідно вимогам ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», дотримання санітарно-гігієнічних вимог згідно з табл.5 ДБН В.2.6-31:2016.

При цьому приведений опір теплопередачі прийнято в межах:

для вікон офісних приміщень $R = 1,12 \text{ м}^2\text{хС/Вт}$; скляних огорожень (вітражів) $R = 1,27 \text{ м}^2\text{хС/Вт}$; вікон на сходових клітках не менше $R = 0,77 \text{ м}^2\text{хС/Вт}$.

Розрахунок опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Теплофізичні характеристики будівельних матеріалів приймаються згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013 або за протоколом випробування теплофізичних властивостей.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішні стіни, тип-1

- вапняно-піщана штукатурка, густина 1600 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$$\lambda_B = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- блоки із ніздрюватого бетону, густина 600 кг/м³, $\delta = 0,25$ м,

$$\lambda_B = 0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- клейовий розчин;

- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,15$ м,

$$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- декоративне тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента фасаду секції в осях 5/9-6/9 на 4-му поверсі, що розглядається, становить: $7,36 \text{ м} \times 3,5 \text{ м} = 25,76 \text{ м}^2$.

Розміри віконних блоків на фрагменті фасаду, що розглядається:

$$1,135 \text{ м} \times 2,7 \text{ м} \times 2 \text{ шт.} = 6,13 \text{ м}^2;$$

$$2,14 \text{ м} \times 2,7 \text{ м} \times 1 \text{ шт.} = 5,78 \text{ м}^2;$$

Площа віконних блоків на фрагменті фасаду, що розглядається:

$$6,13 + 5,78 = 11,91 \text{ м}^2.$$

Площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$25,76 - 11,91 = 13,85 \text{ м}^2 .$$

Ширина внутрішнього відкосу становить: 0,15 м.

Площа відкосів: $25,02 \times 0,15 = 3,75 \text{ м}^2$.

Загальна площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює: $13,85 + 3,75 = 17,6 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- відкіс в зоні перемички (протяжність 4,41 м) –
 $0,081 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- відкіс в зоні підвіконня (протяжність 4,41 м) –
 $0,064 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- відкіс в зоні рядового сполучення (протяжність 16,2 м) –
 $0,071 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит (177 шт.) –
 $0,005 \text{ Вт}/\text{К}$.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_q \text{ min}$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 3,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] - \text{ умова виконується.}$$

Визначаємо температуру на внутрішній поверхні стіни:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Визначаємо коефіцієнт скління фрагменту фасаду:

$$m_w = 11,91 / (11,91 + 17,6 + 0) = 0,4$$

Оскільки коефіцієнт скління фасаду становить 0,4 що більше ніж 0,18 тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішньої стіни становить $\Delta T_{ст} = 5,0$ °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 2,93$ °С] \leq $[\Delta T_{ст} = 5,0$ °С]. Отже, умова виконується.

Зовнішня стіна, тип-2 (ядро сходової клітки №1):

- вапняно-піщана штукатурка, густина 1600 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$$\lambda_B = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- блоки із ніздрюватого бетону, густина 600 кг/м³, $\delta = 0,25$ м,

$$\lambda_B = 0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- клейовий розчин;

- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,15$ м,

$$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- декоративне тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента фасаду в осях В/9-Г/9 на 3-му поверсі, що розглядається, становить $2,875 \text{ м} \times 3,5 \text{ м} = 10,06 \text{ м}^2$.

Розміри вікна та дверей на фрагменті фасаду, що розглядається:

- вікно: $1,22 \text{ м} \times 1,4 \text{ м} = 1,71 \text{ м}^2$.
- двері 1: $1,22 \text{ м} \times 2,1 \text{ м} = 2,56 \text{ м}^2$.

Загалом: $1,71 + 2,56 = 4,27 \text{ м}^2$.

Площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює:

$10,06 - 4,27 = 5,79 \text{ м}^2$.

Ширина внутрішнього відкосу становить: $0,15 \text{ м}$.

Площа відкосів: $11,88 \times 0,15 = 1,78 \text{ м}^2$.

Загальна площа непрозорої частини фрагменту фасаду дорівнює: $5,79 + 1,78 = 7,57 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- відкіс в зоні перемички (протяжність $2,44 \text{ м}$) – $0,081 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- відкіс в зоні підвіконня (протяжність $2,44 \text{ м}$) – $0,064 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- відкіс в зоні рядового сполучення (протяжність 7 м) – $0,071 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- дюбелі для кріплення мінераловатних плит (58 шт.) –
0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_q \text{ min}$$

$$[R_{\Sigma пр} = 3,47 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Зовнішня стіна, тип-3 (ядро сходової клітки №2):

- вапняно-піщана штукатурка, густина 1600 кг/м³, $\delta = 0,02 \text{ м}$,

$$\lambda_B = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

- залізобетон, густина 2500 кг/м³, $\delta = 0,250 \text{ м}$,

$$\lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

- клейовий розчин;

- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,150 \text{ м}$,

$$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

- тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01 \text{ м}$,

$$\lambda_B = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента стіни, що розглядається, становить $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення утеплювача (12 шт.) – 0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни, що межує із паркінгом визначаємо за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4

ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стіни становить $\Delta T_{ст} = 5,0^{\circ}\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 1,41^{\circ}\text{C}] \leq [\Delta T_{ст} = 5,0^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Стіна цоколя (на глибину 1,4 м нижче мощення):

- залізобетон, густина 2500 кг/м^3 , $\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- клейовий розчин;
- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м^3 ,

$\delta = 0,12 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

- декоративна гідрозахисна штукатурка, густина 1400 кг/м³,

$\delta = 0,015$ м, $\lambda_B = 0,22$ Вт/(м·К).

Стіна, що межує із паркінгом, тип-1:

- вапняно-піщана штукатурка, густина 1600 кг/м³, $\delta = 0,02$ м,

$\lambda_B = 0,81$ Вт/(м·К);

- керамічні пустотілі блоки на цементно-піщаному розчині,

густина 1000 кг/м³, $\delta = 0,25$ м, $\lambda_B = 0,52$ Вт/(м·К);

- клейовий розчин;

- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20 від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,13$ м,

$\lambda_B = 0,0376$ Вт/(м·К);

- тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01$ м,

$\lambda_B = 0,87$ Вт/(м·К);

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента стіни, що розглядається, становить 1 м x 1 м = 1 м².

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення утеплювача (8 шт.) – 0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma pr} \geq R_q \min$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$[R_{\Sigma пр} = 3,58 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}]$ – умова виконується.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни, що межує із паркінгом визначаємо за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стіни становить $\Delta T_{ст} = 5,0^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 1,43^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{ст} = 5,0^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Стіна, що межує із паркінгом, тип-2:

- вапняно-піщана штукатурка, густина $1600 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,02 \text{ м}$,
 $\lambda_B = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- залізобетон, густина $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,250 \text{ м}$, $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- клейовий розчин;
- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20 від 25.02.19р.,

ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина $125 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,130 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,0376 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

- тинькування, густина $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента стіни, що розглядається, становить $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення утеплювача (8 шт.) – 0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі стіни згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни, що межує із паркінгом визначаємо за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4

ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стіни становить $\Delta T_{сг} = 5,0^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 1,46^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{сг} = 5,0^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Вікна (офісні приміщення):

Вікна із ПВХ профілю, що приймається до установки – REHAU EURO 70 зі двокамерним склопакетом товщиною 32 мм із заповненням інертним газом

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4i-10Ar-4-10Ar-4i.

Приведений опір теплопередачі скляного огороження згідно даних виробника складає 1,12 м²·К/Вт.

$$R_{\Sigma пр} \geq R_q \text{ min}$$

$$[R_{\Sigma пр} = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Розраховуємо температуру внутрішньої поверхні скляного огороження за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Перевіряємо можливість конденсації на внутрішній поверхні скляного огороження:

При $t_{вн} = 20 \text{ °С}$; $\phi_{в} = 50 \%$, температура точки роси для внутрішнього повітря становить $T_{min} = T_p = 9,3 \text{ °С}$.

$$[T_{в \text{ min}} = 15,31 \text{ °С}] > [T_{min} = 9,3 \text{ °С}]. \text{ Отже, умова п. 6.4.2}$$

ДБН В.2.6-31:2016 виконується відносно точки роси.

Вікна (сходова клітка):

Вікна що приймаються до установки - REHAU Euro-Design 70 зі склопакетом 4i-10-4-10Ar-4.

Приведений опір теплопередачі віконного блоку згідно даних виробника складає 0,77 м²·К/Вт.

$$R_{\Sigma пр} \geq R_q \text{ min}$$

$$[R_{\Sigma пр} = 0,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_q \text{ min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Розраховуємо температуру внутрішньої поверхні віконного блоку формулою:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Перевіряємо можливість конденсації на внутрішній поверхні віконного блоку:

При $t_{вн} = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi_{в} = 50\%$ температура точки роси для внутрішнього повітря становить $T_{min} = T_p = 9,3^{\circ}\text{C}$.

$[T_{в\ min} = 13,18^{\circ}\text{C}] > [T_{min} = 9,3^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова п. 6.4.2

ДБН В.2.6-31:2016 виконується відносно точки роси.

Скляне огороження (вітражі):

Скляне огороження із алюмінієвого профілю, що приймається до установки - Guardian Glass зі двокамерним склопакетом товщиною 32 мм із заповненням інертним газом 4ClimaGuard® Solar-10Ar-4M1-10ArClimaGuard® N.

Приведений опір теплопередачі скляного огороження згідно даних виробника складає $1,27\ \text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

$R_{\Sigma пр} \geq R_{q\ min}$

$[R_{\Sigma пр} = 1,27\ \text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}] \geq [R_{q\ min} = 0,75\ \text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}]$ – умова виконується.

Розраховуємо температуру внутрішньої поверхні скляного огороження за формулою:

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Перевіряємо можливість конденсації на внутрішній поверхні скляного огороження:

При $t_w = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; $\phi_w = 50 \%$, температура точки роси для внутрішнього повітря становить $T_{\min} = T_r = 9,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

$[T_{w \min} = 15,87 \text{ }^\circ\text{C}] > [T_{\min} = 9,3 \text{ }^\circ\text{C}]$. Отже, умова п. 6.4.2

ДБН В.2.6-31:2016 виконується відносно точки роси.

Так як непрозорі зовнішні стіни відсутні на рівні перших поверхів, а коефіцієнт скління фрагменту фасаду становить 1 що більше ніж 0,18 тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішньої стіни становить $\Delta T_{сг} = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 4,13 \text{ }^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{сг} = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Суміщене покриття:

- фінішна шпаклівка;
- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м^3 ,
 $\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- цементно-піщана стяжка, густина 1800 кг/м^3 , $\delta = 0,05 \text{ м}$,
 $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- бітумна гідроізоляція, густина 1000 кг/м^3 , $\delta = 0,004 \text{ м}$,
 $\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м^3 ,
 $\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_B = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- ПЕ плівка;
- бетонна стяжка, густина 1800 кг/м^3 , $\delta = 0,1 \text{ м}$,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$\lambda_B = 1,86 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- праймер бітумний;
- гідроізоляція «Техноніколь», густина 1000 кг/м^3 , $\delta = 0,008 \text{ м}$,

$\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

- дренажне полотно;
- Геотекстиль голкопробивний;
- Щебінь фракції 10-20 мм

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

$$R_{\Sigma \text{вузла}} = 7,216 \cdot 0,95 = 6,86 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 6,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_{q \text{ min}} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні суміщеного покриття визначаємо за формулою:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для суміщеного покриття становить

$$\Delta T_{\text{сг}} = 4,0^\circ\text{C} \text{ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.}$$

$$[\Delta T_{\text{пр}} = 0,7^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{\text{сг}} = 4,0^\circ\text{C}]. \text{ Отже, умова виконується.}$$

Покриття технічного поверху:

- фінішна шпаклівка;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м³,
 $\delta = 0,25$ м, $\lambda_B = 2,04$ Вт/(м·К);
- цементно-піщана стяжка, густина 1800 кг/м³, $\delta = 0,05$ м,
 $\lambda_B = 0,93$ Вт/(м·К);
- бітумна гідроізоляція, густина 1000 кг/м³, $\delta = 0,004$ м,
 $\lambda_B = 0,17$ Вт/(м·К);
- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м³,
 $\delta = 0,18$ м, $\lambda_B = 0,037$ Вт/(м·К);
- ПЕ плівка;
- бетонна стяжка, густина 1800 кг/м³, $\delta = 0,1$ м,
 $\lambda_B = 1,86$ Вт/(м·К);
- праймер бітумний;
- гідроізоляція «Техноніколь», густина 1000 кг/м³, $\delta = 0,008$ м,
 $\lambda_B = 0,17$ Вт/(м·К);
- дренажне полотно;
- Геотекстиль голкопробивний;
- Щебінь фракції 10-20 мм

Для багат шарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

$$R_{\Sigma \text{вузла}} = 5,324 \cdot 0,95 = 5,06 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}.$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 5,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}] \geq [R_{\text{q min}} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}] - \text{умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні покриття технічного поверху визначаємо за формулою:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для покриття технічного поверху становить

$\Delta T_{сг} = 4,0^{\circ}\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{пр} = 0,95^{\circ}\text{C}] \leq [\Delta T_{сг} = 4,0^{\circ}\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Перекриття над проїздом/під еркером:

- покриття підлоги (ламініат), $\delta = 0,015$ м;
- шар підкладки зі спіненого поліетилену, $\delta = 0,009$ м;
- стяжка із цементно перлітового розчину, густина 600 кг/м³,

$\delta = 0,07$ м, $\lambda_B = 0,23$ Вт/(м·К);

- гідроізоляція із напуском на стіни;
- звукоізоляція зі спіненого пінополіетилену, густина 30 кг/м³,

$\delta = 0,006$ м, $\lambda_B = 0,047$ Вт/(м·К);

- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м³,

$\delta = 0,25$ м, $\lambda_B = 2,04$ Вт/(м·К);

- клейовий розчин;
- мінероватні плити Izovat fasad (протокол №07-19/20

від 25.02.19р., ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ»), густина 125 кг/м³, $\delta = 0,15$ м,

$\lambda_B = 0,0376$ Вт/(м·К);

- декоративне тинькування, густина 1700 кг/м³, $\delta = 0,01$ м, $\lambda_B = 0,87$ Вт/(м·К);

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень.

Розміри фрагмента перекриття над проїздом, що розглядається, становить $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$.

Для теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі.

Зведені дані наведені нижче:

- дюбелі для кріплення мінераловатних плит (7 шт.) –
0,005 Вт/К.

На підставі цих даних визначають приведений опір теплопередачі перекриття над заїздом в паркінг згідно з формулою (3) ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{\text{q min}}$$

$$[R_{\Sigma \text{пр}} = 4,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \geq [R_{\text{q min}} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття над заїздом в паркінг визначаємо за формулою:

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття під еркером становить

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta T_{\text{сг}} = 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$[\Delta T_{\text{пр}} = 1,08 \text{ }^\circ\text{C}] \leq [\Delta T_{\text{сг}} = 2,5 \text{ }^\circ\text{C}]$. Отже, умова виконується.

Коефіцієнт теплосасвоєння поверхнею підлоги:

Показник теплосасвоєння поверхнею підлоги визначається згідно п.6 ДСТУ Б В.2.6-190:2013 при умовах експлуатації А згідно п.4.7 ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Склад перекриття над підвалом:

- покриття підлоги (ламінат), $\delta=0,015 \text{ м}$, $\lambda_A = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$,

$$S_A = 5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К});$$

- шар підкладки зі спіненого поліетилену, $\delta = 0,009 \text{ м}$,

$$\lambda_A = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}), S_A = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К});$$

- стяжка із цементно-перлітового розчину, $\delta = 0,07 \text{ м}$,

$$\lambda_A = 0,19 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}), S_A = 3,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К});$$

Оскільки перші два внутрішні шари огородження в сумі мають теплову меншу ніж $D1 + D2 = 0,415 + 0,056 = 0,471 < 0,5$, а $D1 + D2 + D3 = 0,415 + 0,056 + 1,192 = 1,663 > 0,5$ тоді коефіцієнт теплосасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_2 = (2 \cdot 0,2 \cdot 0,282 + 3,24) / (0,5 + 0,2 \cdot 3,24) = 2,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}).$$

$$Y_1 = (4 \cdot 0,083 \cdot 52 + 2,85) / (1 + 0,083 \cdot 2,85) = 9,02 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}).$$

Перевірка умови п.6.8. ДБН В.2.6-31:2016 $Y_{\text{п}} \leq Y_{\text{п max}}$, $Y_{\text{п max}} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ – для будівель даного типу.

$[Y_{\text{п}} = 9,02 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})] \leq [Y_{\text{п max}} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})]$. Отже, умова виконується.

Підлога 1-го поверху (перекриття над паркінгом):

- керамічна плитка, $\delta = 0,01 \text{ м}$;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

- стяжка із цементно перлітового розчину, густина 600 кг/м³,

$$\delta = 0,1 \text{ м, } \lambda_B = 0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- гідроізоляція із напуском на стіни;

- екструзійні пінополістирольні плити, густина 35 кг/м³,

$$\delta = 0,05 \text{ м, } \lambda_B = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

- залізобетонна плита перекриття, густина 2500 кг/м³,

$$\delta = 0,25 \text{ м, } \lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

Для багатошарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Розраховуємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги 1-го поверху:

де $t_{в1}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20 °С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{в2}$ – температура внутрішнього повітря в паркінгу, в даному випадку 5 °С;

$\Delta T_{ст}$ - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для перекриття над паркінгом становить 2,5 °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016;

$$R_{q \text{ min}} = (20 - 5)/(2,5 \cdot 8,7) = 0,69 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \text{ min}}$$

$$[R_{\Sigma пр} = 2,02 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}] \geq [R_{q \text{ min}} = 0,69 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}] \text{ – умова виконується.}$$

Коефіцієнт теплосасвоєння поверхнею підлоги:

Показник теплосасвоєння поверхнею підлоги визначається згідно п.6 ДСТУ Б В.2.6-190:2013 при умовах експлуатації А згідно п.4.7 ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Склад підлоги 1-го поверху:

- покриття підлоги (керамічна плитка), $\delta = 0,01 \text{ м,}$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$\lambda_A = 0,96 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}), S_A = 11,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$

- стяжка із цементно перлітового розчину, $\delta = 0,08 \text{ м},$

$\lambda_A = 0,19 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}), S_A = 3,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$

Оскільки перший внутрішній шар огороження має теплову меншу ніж $D_1 = 0,116 < 0,5$, а $D_1 + D_2 = 0,116 + 1,364 =$

$= 1,48 > 0,5$ тоді коефіцієнт теплосвоєння поверхні визначається за формулою:

$Y_1 = (2 \cdot 0,01 \cdot 11,632 + 3,24) / (0,5 + 0,01 \cdot 3,24) = 11,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$

Перевірка умови п.6.8. ДБН В.2.6-31:2016 $Y_{п} \leq Y_{п \text{ max}}, Y_{п \text{ max}} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – для будівель даного типу.

$[Y_{п} = 11,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})] \leq [Y_{п \text{ max}} = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$. Отже, умова виконується.

Підлога технічного поверху:

- цементно-піщана стяжка, густина $1800 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta = 0,08 \text{ м},$

$\lambda_B = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$

- гідроізоляція із заведенням на стіни;
- екструзійні пінополістирольні плити, густина $35 \text{ кг}/\text{м}^3,$

$\delta = 0,18 \text{ м}, \lambda_B = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$

- залізобетонна плита перекриття, густина $2500 \text{ кг}/\text{м}^3,$

$\delta = 0,25 \text{ м}, \lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$

Для багат шарової конструкції опір теплопередачі розраховуємо за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

$R_{\Sigma \text{ вузла}} = 0,979 \cdot 0,95 = 0,93 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}.$

Розраховуємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги 1-го поверху:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

де t_{v1} – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20 °С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

t_{v2} – температура внутрішнього повітря технічного поверху, в даному випадку 5 °С;

$\Delta T_{сг}$ - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для стелі офісних приміщення під технічним поверхом становить 4,0 °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016;

$R_{q \min} = (20 - 5)/(4 \cdot 8,7) = 0,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$, згідно Додатку А п.А.2.1 ДБН В.2.6-31:2016, опір теплопередачі розрахований за формулою (А.1), приймають не меншим за 0,5 (м²·К)/Вт.

$[R_{\Sigma пр} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}] \geq [R_{q \min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}]$ – умова виконується.

Згідно завдання на проектування та за попередніми розрахунками енергетичної ефективності згідно з ДБН В.2.6-31:2016 будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «С».

На робочій стадії проектування після виконання та узгодження із Замовником архітектурних робочих креслень і матеріалів буде виконаний перевірочний розрахунок класу енергоефективності будівель, але в будь-якому випадку не нижче класу «С».

З метою запобігання грибкових та плісневих уражень у приміщеннях з вологим режимом експлуатації:

- підлоги оздобити гідроізоляційною стяжкою 20 мм, а зверху керамічною плиткою;
- стіни оздобити гідроізоляційною штукатуркою 20 мм, а зверху керамічною плиткою;
- стеля – підвісна стеля з вологостійкого гіпсокартону. До початку монтажу стель плити перекриття оздобити жорсткою гідроізоляційною сумішшю Ceresit CR 65 за 2-3 рази товщиною 2,5-3,5 мм. Змонтовані стелі обробити акриловою ґрунтовкою та пофарбувати інтер'єрними фарбами для вологих приміщень;

Проектом передбачено автоматичне керування освітленням коридорів, входів та виходів, сходових клітин за допомогою датчиків руху та присутності, керування

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

зовнішнім освітленням за допомогою сутінкових реле. Всі освітлювальні прилади передбачено світлодіодними світильниками.

3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ. ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.

Розрахункові тепловтрати приміщення через теплопередачу через будівельні оболонки $\Phi_{T,i}$, Вт, слід визначати за формулою, яка включає основні варіанти утеплення приміщення.

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

де: $N_{T,i}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;
 $N_{T,iue}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалювальне приміщення назовні, Вт/°С ; $N_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення у землю (грунт), Вт/°С; $N_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через огороджувальну конструкцію до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою.

Розміри в осях, орієнтацію будинку та додаткові тепловтрати у вигляді $\Sigma\beta$ вказуємо на схемі будинку.

Тепловтрати приміщень на інших поверххах розраховуємо за допомогою приведенного коефіцієнта.

Тепловтрати на 2-11 поверххах будуть однакові. На цих поверххах тепловтрати через міжповерххове перекриття не враховується.

Проектне теплове навантаження опалення приміщення визначають за формулою:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт}$$

де: $\Phi_{T,i}$ – трансмісійні тепловтрати через огороджувальні конструкції приміщення, Вт;
 $\Phi_{V,i}$ – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;
 $\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна тепла потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря :

$$N_{T,ie} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/°С}$$

Останні поправочні коефіцієнти визначаються національними будівельними стандартами. За відсутності національних стандартів, їх значення за замовчуванням приймаються за додатком D.4.1 і дорівнюють 1,0. Коефіцієнт теплопередачі k-будівельної конструкції огороження приміщення U_k визначається на попередніх стадіях проектування системи опалення при теплотехнічному обчисленні зовнішніх будівельних конструкцій згідно з ДБН В.2.5-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через неопалювальні приміщення до зовнішнього повітря:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

Характеристика трансмісійних тепловтрат (теплонадходжень) в приміщеннях, що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря:

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення:

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

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

ПРИМІТКИ ДО РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ.

1. Питома компенсаційна теплова потужність при періодичному опаленні рівна нулю оскільки в даній курсовій роботі опалення не періодичне

2. n_{50} – коефіцієнт кратності повітрообміну приміщення при різниці тисків 50 Па на зовнішній та внутрішній поверхнях зовнішніх огорожень, 1/год, в розрахунках приймаємо це значення за 4 год⁻¹ для середнього ступеня герметичності огорожувальних конструкцій (якості віконного ущільнювача). Визначається за додатком Д.5.2

3. Температура в усіх приміщеннях приймається згідно ДБН В.2.6-67:2013, за оптимальними умовами мікроклімату.

4. Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψ_l , визначається згідно з додатком И на етапі теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій

5. Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u враховує різницю температур у неопалювальному приміщенні та розрахункову температуру зовнішнього середовища.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

5.1 Розрахунок капітальних затрат

Поставка та монтаж обладнання котельні.

1. Матеріали

№	Артикул	Товар	Кількість		Ціна	Сума без знижки	Знижка	Сума
1	4243228100	Ніпель-перехід 4243g 28x 1" ЗР (шт.)	21	шт	132	2 772,00	699,93	2 072,07
2	4270228100	Муфта-перехід 4270g 28x 1" ВР (шт.)	20	шт	192,09	3 841,80	970,02	2 871,78
3	1028102	Труба мідна тверда 28x1 мм (м.)	50	м	798,35	39 917,50	10079	29838,48
4		Коліно (2м) 90* 5090 28мм коротке	50	шт	90,13	4 506,50	1138,15	3368,35
5		Коліно (2м) 45* 5041 28мм	20	шт	139,88	2 797,60	706,44	2091,16
6		Трійник 5130 28x22x28мм	8	шт	230,03	1 840,24	464,66	1375,58
7		Трійник 5130 28мм	4	шт	215,24	860,96	217,37	643,59
8	4243222034	Ніпель-перехід 4243g 22x3/4" ЗР (шт.)	8	шт	87,19	697,52	176,16	521,36
9	4270222034	Муфта-перехід 4270g 22x3/4" ВР (шт.)	4	шт	132,98	531,92	134,3	397,62
10		Коліно (2м) 90* 5090 22мм коротке	20	шт	42,85	857	216,45	640,55
11		Коліно (2м) 45* 5041 22мм	12	шт	76,34	916,08	231,32	684,76
12	1022102	Труба мідна тверда 22x1 мм (м.)	6	м	619,96	3 719,76	939,27	2 780,49
13		Припій м'який 4933 Sn97Cu3 250г	2	шт	1125,27	2 250,54	568,25	1682,29
14		Флюс-паста 4943 250 г	1	шт	1181,56	1 181,56	298,35	883,21
15		Волокно зачисне	10	шт	16,89	168,9	42,63	126,27
16		Щітка для мідних труб 28 мм	2	шт	306,22	612,44	154,65	457,79
17		Щітка для мідних труб 22 мм	2	шт	299,45	598,9	151,23	447,67
18	19.030	З'єднувач Push з манжетою з зовнішньою різьбою 32x4,4 G1"	8	шт	943,5	7 548,00	3167,05	4380,95
19	19.Лип	Кільце натяжне Push 32x4,4А	8	шт	165,33	1 322,64	554,99	767,65

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20	RF0288012000	Заглушка латунна ВР 1 1/4"	2	шт	160,16	320,32	62,47	257,85
21	M15	Нікель FADO Муфта редукційна 1 1/4"x1"	2	шт	384	768	255,74	512,26
22	RF0262A12000	Кутник латунний ЗВ 1 1/4"	2	шт	441,76	883,52	172,29	711,23
23	980100	Кран кульовий з американкою прямий 1" ЗВ	11	шт	879,12	9 670,32	2664,12	7006,20
24	2980100	Кран кульовий з американкою кутовий 1" ЗВ	8	шт	1105,28	8 842,24	2436	6406,24
25	SR03	(3/4") 26-30мм хомут "Ascelic" M8 з віброгас.д/труб	60	шт	28,2	1 692,00	135,36	1556,64
26	KP12	КР 12х60 дюб.поліетіл.	1	100 шт	112,2	67,32	5,38	61,94
27	3SO8080-2	3SO8080-2 Гвинт- шуруп комбінований (ЦБ) 8.0х80	1	100 шт	681,18	408,71	32,71	376
28	77924	77924 Клапан для підключення розширювальних баків 3/4"x3/4"	3	шт	1062,5	3 187,50	438,26	2749,24
29	СК-56	Кріплення для баків універсальне от 5 до 35 літрів.СК-56	3	шт	242	726	99,83	626,18
30	1300002400	1300002400 Бак розширювальний CAL-PRO 25 л 3/4"G O324 H=415 мм 4 bar – 10+99°C Zilmet S.p.A.	2	шт	2374,00	4 748,00	925,86	3822,14
31	11A0003500	Розширювальний бак на водопостачання HYDRO-PRO 35 (вертикальний тип)	1	шт	5461,00	5 461,00	1064,9	4396,11
32	P02B	Латунь FADO Перехідник 1"x3/4"	1	шт	136	136	45,29	90,71
33	N02B	Латунь FADO ніпель 3/4"	5	шт	69	345	114,89	230,12
34	RF0270F07000	Муфта латунна 3/4"	3	шт	110,88	332,64	64,85	267,79
35	M03B	Латунь FADO Муфта 1"	16	шт	178	2 848,00	948,38	1899,62
36	930034	Кран кульовий повнопрохідний	4	шт	446,6	1 786,40	492,14	1294,26

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					84

		IDEAL 3/4" 3В метелик							
37	77350(77623)	KSG mini група безпеки котла з ізоляцією, приєдн.внутр.1", запобіжн.клапан 3 бар, 50кВт	1	шт	3357,50	3 357,50	461,65	2895,85	
38	N03B	Латунь FADO ніпель 1"	10	шт	117,5	1 175,00	391,28	783,73	
39	T03B	Латунь FADO трійник 1" BBB	3	шт	435,5	1 306,50	435,06	871,44	
40	PF02B	Латунь FADO Футорка 1" x 3/4"	4	шт	80	320	106,56	213,44	
41	1610100G	Розбірне з'єднання латунне 3В 1" пряме (кільце гумове)	16	шт	430,76	6 892,16	1898,77	4993,39	
42	91558600	Термоманометр Д80 1/2" 6бар фронтальний	1	шт	501,6	501,6	11,29	490,31	
43	PF01B	Латунь FADO Футорка 1" x 1/2"	2	шт	131,5	263	87,58	175,42	
44	U13B	Латунь FADO Кутник 1" 3В	4	шт	387,5	1 550,00	516,15	1033,85	
45	980034	Кран кульовий з американкою прямий 3/4" 3В	2	шт	570,24	1 140,48	314,21	826,28	
46	1920034	Фільтр грубої очистки 3/4"	1	шт	375,32	375,32	103,4	271,92	
47	U12B	Латунь FADO Кутник 3/4" 3В	2	шт	230	460	153,18	306,82	
48	1000100	Зворотній клапан пружинний (лат. шток) 1"	3	шт	662,2	1 986,60	547,29	1439,31	
49	1920100	Фільтр грубої очистки 1"	2	шт	583,44	1 166,88	321,47	845,41	
50		Пакля 100 гр. GO- PLAST	1	шт	58,52	58,52	8,05	50,47	
51		Паста для паковки PASTA VERDE 450 гр GoPlast S.r.l.	1	шт	190,52	190,52	26,2	164,32	
52	4132760	Насос для рециркуляції Wilo Star-Z-NOVA	1	шт	5588,57	5 588,57	447,08	5141,49	
53	112047493	різьбові з'єднання VSB.R1-R15/1/2MS	1	компл	488,57	488,57	39,08	449,49	
54	PF05B	Латунь FADO Футорка 3/4" x 1/2"	2	шт	49	98	32,63	65,37	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

85

55	SG160S-1AC	Група безпеки водонагрівача DN25, 10 Бар	1	шт	8627,04	8 627,04	2178,32	6448,72
56	1236310	1236310 Клапан термостатичний змішувачий AFRISO застосовуються для контролю за процесом в системах опалення приміщень ATM363, DN20, G1", 35-60C, Kvs 1,6 м3/Г	1	шт	3995,00	3 995,00	549,31	3445,69

Разом: 158 706,09 39 497,26 119 208,83

2. Монтажні роботи

№	Найменування	Кількість		Ціна	Сума
1	Монтаж і обв'язка теплового насосу	1	посл	34000	34000
2	Монтаж в обв'язка Баку ГВП і розширювального	1	посл	32000	32000
3	Монтаж Буферного Баку і розширювального	1	посл	32000	32000
4	Монтаж і обв'язка насосних груп	1	посл	38000	38000
5	Монтаж каналізації котельні , штроби і отвори	1	посл	6000	6000
6	Транспортні	12	днів	750	9000
7	Доставка матеріалу(загруз+ розгруз)	1	посл	2600	2600
8	Розхідні матеріали	1	компл	4000	4000

Разом: 157 600,00

У обрахунок не входить:

1. Хімводоочистка.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. КВПіА (Контрольно вимірювальна техніка і автоматика)

Всього матеріали та роботи, ГРН: 276 808,83

Загальна вартість матеріалів та робіт в даній пропозиції є орієнтовною. При виконанні робіт можлива дозакупка фітінгів, заміна, а також повернення невикористаних ліквідних залишків, що буде підтверджено Актом фактично використаних матеріалів та виконаних робіт.

Авансова оплата: матеріал-100%, робота -50%

Поставка та монтаж систем вентиляції та кондиціонування

Найменування	Марка бренд	Од. вим.	К-сть	Ціна, у.е.	Вартість, у.е.	Курс	Ціна, грн. з ПДВ без знижки	Вартість, грн. з ПДВ без знижки	Ціна, грн з ПДВ зі знижкою	Вартість, грн з ПДВ зі знижкою
Кондиціонування										
Витяжний вентилятор, Настінний, із зворотнім клапаном, L=60м3/год,	Blauberg Aero 100	шт	5	2565,00	12 825,00	1	2565,00	12 825,00	2 398,28	11 991,38
Витяжний вентилятор, кухонна витяжка	За вибором Замовника	шт	1	0	0	1	0	0	0	0
Блок прихованого монтажу (фанкойл) Q _x =4,74кВт(при Δt 12-17°C - 2,4 кВт)		Компл.	1	321	321	42,6	13674,60	13 674,60	8 546,63	8 546,63
WA-500-V										
Те ж, Q _x =3,06 кВт (при Δt 12-17°C – 1.3кВт) WA-300-V		шт	1	370	370	42,6	15762,00	15 762,00	9 457,20	9 457,20
Те ж, Q _x =7,79 кВт (при Δt 12-17°C – 3.2кВт) WA-800-V		шт	1	408	408	42,6	17380,80	17 380,80	10 428,48	10 428,48
Те ж, Q _x =9,35 кВт (при Δt 12-17°C – 4.2кВт) WA-1000-V		шт	1	673	673	42,6	28669,80	28 669,80	17 201,88	17 201,88

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Те ж, Qx=2,09 кВт (при Δt 12-17°C – 0.7кВт) WA-200-V		шт	1	728	728	42,6	31012,80	31 012,80	18 607,68	18 607,68
Пульт настінний для керування фанкойлом АЕ-У307		шт	5	90	450	42,6	3 834,00	19 170,00	3 834,00	19 170,00
Трьохходовий змішувальний клапан з електроприводом VA-7010-8003		шт	5	70	350	42,6	2 982,00	14 910,00	2 982,00	14 910,00
Інші елементи систем										
<u>Трубопроводи системи холодопостачання</u>										
Фільтр Ду20		шт	5	223,28	1 116,40	1	223,28	1 116,40	174,16	870,79
Кульовий кран Ду20		шт	20	243,94	4 878,80	1	243,94	4 878,80	190,27	3 805,46
Адаптер із оцинкованої сталі для фанкойла 1945x400x250h,		шт	2	37,72	75,45	42,6	1 607,08	3 214,16	1 205,31	2 410,62
Адаптер із оцинкованої сталі для фанкойла 1795x400x250h,		шт	2	34	68	42,6	1 448,40	2 896,80	1 086,30	2 172,60
Адаптер із оцинкованої сталі для фанкойла 11395x400x250h,		шт	2	62,6	125,2	42,6	2 666,76	5 333,52	2 000,07	4 000,14
Адаптер із оцинкованої сталі для фанкойла 11545x400x250h,		шт	2	66,8	133,6	42,6	2 845,68	5 691,36	2 134,26	4 268,52
Адаптер із оцинкованої сталі для фанкойла 1645x400x250h,		шт	2	32	64	42,6	1 363,20	2 726,40	1 022,40	2 044,80
Лінійний щільний дифузор прихованого монтажу	LDP 2x22. 11000x116x50h	шт	4	42,14	168,56	42,6	1 795,16	7 180,66	1 346,37	5 385,49
Адаптер з оцинкованої сталі 11000x116x210h		шт	4	46,36	185,44	42,6	1 974,94	7 899,74	1 481,20	5 924,81

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

88

Лінійний щільний дифузор прихованого монтажу	LDP 3x22. 11000x160x50h	шт	29	49,72	1 441,88	42,6	2 118,07	61 424,09	1 588,55	46 068,07
Адаптер з оцинкованої сталі 11000x160x210h		шт	29	47,94	1 390,26	42,6	2 042,24	59 225,08	1 531,68	44 418,81
Дросель-клапан ø160	Д.К 160	шт	4	11,67	46,7	42,6	497,34	1 989,37	469,99	1 879,95
Дросель-клапан ø200	Д.К 200	шт	29	13,09	379,54	42,6	557,54	16 168,54	418,15	12 126,40
Повітропроводи				0	0	42,6	0	0	0	0
Повітропроводи гнучкі, спірально-навивні, ø200		м	130	11,35	1 475,19	42,6	483,41	62 842,95	435,07	56 558,65
Повітропроводи гнучкі, спірально-навивні, ø160		м	20	9,07	181,31	42,6	386,18	7 723,67	347,56	6 951,30
Металоконструкції для кріплення трубопроводів		к-кт	1	15900	15 900	1	15900	15 900	14 310,00	14 310,00
Всього по розділу , грн:								419616,52		323509,66
Монтажні, пусконаладжувальні роботи, транспортні витрати грн:								300900,00		300900,00
ВСЬОГО грн:								720516,52		624409,66

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

89

Поставка та монтаж систем водяних теплих підлог, радіаторного опалення, внутрішнього водопостачання та каналізації згідно тех. завдань.

1. Система теплих підлог

№	Артикул	Товар	Кількість		Ціна	Сума
1	V5024H30EPS150PF	Панель теплоізоляційна для ТП Н=30 мм (52 мм) EPS 150 1200 x 800 мм (крок 50 мм, труба 16, 17 мм) Errevi srl (1 поверх підтеплою підлогою))	55	шт	643,05	35367,7
2	11001	Плити пінополістирольні екструзійні 20 x 1200 x 600 (лист 0,72м2) 20 шт. ТехноНіколь Техноплекс(1 поверх під панелями	70	шт	77,12	5398,47
3	11001	Плити пінополістирольні екструзійні 30 x 1180 x 580 (лист 0,68м2) 13 шт. ТехноНіколь Техноплекс(ввесь 2 поверх)	90	шт	106,25	9562,41
4	12023	Плити пінополістирольні екструзійні 50 x 1180 x 580 (лист 0,68м2) 8 шт. ТехноНіколь Техноплекс(1 поверх, де нема ТП)	45	шт	169,06	7607,66
5	11163	Дюбель-зонтик 90 мм сірий (упаковка 100 шт)	900	шт	1,27	1138,5
6	11163	Дюбель-зонтик 70 мм сірий (упаковка 100 шт)	900	шт	1,14	1029,6
7		Труба PE-RT type 2 з анти дифузійним захистом (Sauerstoffdicht)	10	м	199,32	1993,2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

90

	1129198099	відпов. DIN 4726 32x4,4 бухта 25 м.				
8	1829198183/2176OP60 OM	Труба KAN-therm Blue Floor PE-RT с антидиф. захистом - для підлог. опалення (6 бар, Tmax 70°) 16x2	600	м	27,74	16645,2
9	060352118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x035-2 PE COMPACT RED	6	м	19,17	115,04
10	060352118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x035-2 PE COMPACT BLUE	6	м	19,17	115,04
11	1110271010/9006.57	З'єднувач конусний (з нікельованою гайкою) 16x2 G3/4"	14	шт	153,65	2151,07
12	1316157071	Розподільувач InoxFlow з вентиллями для сервоприводів і витратомірами (серія UFS) - 6 відведень	1	шт	5573,33	5573,33
13	1300257002/R5541	Трійник з повітрявипускним автоматичним клапаном і спускним вентилем G1"	2	шт	857,1	1714,2
14	ШКЗ-03	Колекторна шафа зовнішня ШКЗ-03 705x610x120 (5)	1	шт	2099,2	2099,2
15	2980100	Кран кульовий з американкою кутовий 1" ЗВ	2	шт	715,54	1431,08
16	ДЛ8	Демпферна стрічка (8мм)	350	пог.м	13,89	4862,55
17	1800191001/22022S	Обойма шпильок на клейкій стрічці 14-18	2	шт	2150,64	4301,29
18	1109045019/9019.030	З'єднувач Push з манжетою з зовнішньою різьбою 32x4,4 G1"	2	шт	473,75	947,5
19	1109068017/9018.560	Коліно Push PPSU 32x4,4 x 32x4,4	10	шт	343,15	3431,45
20	1109226014/9019.07	Кільце натяжне Push 32x4,4A	22	шт	83,02	1826,37

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

91

21	060182118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x018-2 PE COMPACT RED	50	м	12,21	610,5
22	060182118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x018-2 PE COMPACT BLUE	50	м	12,21	610,5
23		Розхідні матеріали (пакувальні матеріали, кріплення і т.д.)	1	компл	1500	1500

110 031,83

2. Система радіаторного опалення з комбінованими рушникосушками

№	Артикул	Товар	Кількість		Ціна	Сума
1	1129198076	Труба PE-RT type 2 з анти дифузійним захистом (Sauerstoffdicht) відпов. DIN 4726 14x2	200	м	43,56	8712
2	1129198099	Труба PE-RT type 2 з анти дифузійним захистом (Sauerstoffdicht) відпов. DIN 4726 32x4,4 бухта 25 м.	24	м	199,32	4783,68
3	060182118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x018-2 PE COMPACT RED	100	шт	12,21	1221

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

92

4	060182118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x018-2 PE COMPACT BLUE	100	шт	12,21	1221
5	Г11425100	Гак пластмасовий для труб подвійний 14-25 (L=100мм)	300	шт	3,28	983,4
6		Розподілювач InoxFlow з вентиллями для сервоприводів і регулюючими (серія UVS) - 4 відведення	1	компл	2713,7	2713,7
	1316160035	(1 поверх)				
7		Розподілювач InoxFlow з вентиллями для сервоприводів і регулюючими (серія UVS) - 6 відведень (2	1	компл	3937,45	3937,45
	1316160037	поверх)				

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

93

8	1110271010/9006.56	З'єднувач конусний (з нікельованою гайкою) 14x2 G3/4"	20	шт	153,23	3064,6
9	шкз-02	Колекторна шафа зовнішня ШКЗ-02 550x610x120 (4) 1 поверх	1	шт	1787,17	1787,17
10	шкз-04	Колекторна шафа зовнішня ШКЗ-04 785x610x120 (6-7) 2 поверх	1	шт	2273,47	2273,47
11	2980100	Кран кульовий з американкою кутовий 1" ЗВ	4	шт	715,54	2862,16
12	1300257002/R5541	Трійник з повітрявипускним автоматичним клапаном і спускним вентилям G1"	4	шт	857,12	3428,48

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

94

13	1109045019/9019.030	З'єднувач Push з манжетою з зовнішньою різьбою 32x4,4 G1"	4	шт	473,75	1894,99
14	1109068017/9018.560	Коліно Push PPSU 32x4,4 x 32x4,4	24	шт	343,2	8236,8
15	060352118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x035-2 PE COMPACT RED	12	м	19,2	230,34
16	060352118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x035-2 PE COMPACT BLUE	12	м	19,2	230,34
17	1109226014/9019.07	Кільце натяжне Push 32x4,4A	52	шт	83,05	4318,6
18		Розхідні матеріали (пакувальні матеріали, кріплення і т.д.)	1	компл	1500	1500

53 399,18

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

3. Хоз.-питний водопровід і гаряче водопостачання (В1, Т3, Т4)

№	Артикул	Товар	Кількість		Ціна	Сума
1	1129198099	Труба PE-RT type 2 з анти дифузійним захистом (Sauerstoffdicht) відпов. DIN 4726 32x4,4 бухта 25 м.	10	м	199,3	1993,2
2	1129198070	Труба PE-RT type 2 з анти дифузійним захистом (Sauerstoffdicht) відпов. DIN 4726 25x3,5 бухта 50	40	м	116,3	4652,1
3	1129198098	Труба PE-RT type 2 з анти дифузійним захистом (Sauerstoffdicht) відпов. DIN 4726 18x2,5	100	м	53,79	5379
4	060352118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x035-2 PE COMPACT BLUE	6	м	19,25	115,5
5	060352118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x035-2 PE COMPACT RED	4	м	19,25	77
6	060282118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x028-2 PE COMPACT BLUE	20	м	16,94	338,8
7	060282118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x028-2 PE COMPACT RED	20	м	16,94	338,8
8	060222118PE0CB	Трубка K-FLEX 06x022-2 PE COMPACT BLUE	46	м	13,75	632,5
9	060222118PE0CR	Трубка K-FLEX 06x022-2 PE COMPACT RED	44	м	13,75	605
10			4	шт	420,2	1680,8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

96

	1109257060/9018.69	Трійник Push PPSU 32x4,4/32x4,4/32x4,4				
11	1109257058/9018.520	Трійник Push PPSU 32x4,4/25x3,5/32x4,4	2	шт	420,2	840,4
12	1109042022/9019.120	З'єднувач двосторонній Push 32x4,4 x 25x3,5	2	шт	388,9	777,7
13	1109257045/9018.080	Трійник Push PPSU 25x3,5/18x2,5/25x3,5	3	шт	155,4	466,29
14	1109257069	Трійник 25x3,5/25x3,5/18x2,5	3	шт	160,1	480,15
15	1109257043/9018.070	Трійник Push PPSU 25x3,5/18x2,5/18x2,5	5	шт	153,7	768,35
16	1109257026/9018.020	Трійник Push PPSU 18x2,5/18x2,5/18x2,5	16	шт	145,6	2329,4
17	1109285008/9017.020	Коліно фіксоване з PPSU Push (гніздо для крана), з короткою полімерною заглушкою 18x2,5 G1/2"	6	шт	197,3	1184
18	1700218004	Дуга-пластмасова-провідник труби d 12-18 25	25	шт	48,95	1223,8
19	1109068012/9018.190	Коліно Push PPSU 18x2,5/18x2,5	3	шт	122,5	367,62
20		Коліно Push PPSU 25x3,5/25x3,5	32	шт	135	4319

						Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	

	1109068014/9018.200					
21	1109068017/9018.560	Коліно Push PPSU 32x4,4 x 32x4,4	6	шт	343,2	2059,2
22	1190100	Кран кульовий 1" 3В метелик	5	шт	378,2	1891,2
23	1109226006/9001.80	Кільце натяжне Push 18x2A/18x2,5A	88	шт	27,74	2441,3
24	1109226009/9006.78	Кільце натяжне Push 25x3,5A	85	шт	43,54	3700,7
25	1109226014/9019.07	Кільце натяжне Push 32x4,4A	30	шт	83,02	2490,5
26		Розхідні матеріали (пакувальні матеріали, кріпленн і т.д.)	1	компл	1500	1500

42 652,33

4. Побутова каналізація К1

№	Артикул	Товар	Кількість		Ціна	Сума
1	OST10102	Вакуумний клапан 110мм	1	шт	784,3	784,25

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2	OST008110	Сифон для кондиционерів HL138(Австрія). Подробнее: https://atmosfera- komforta.com.ua/p936543340-sifon-dlya-konditsionerov.html?source=merchant_center	3	шт	1100	3300
3	OST50500	Труба каналізаційна з раструбом 50*500 мм SAFE	8	шт	54,31	434,46
4	OST501000	Труба каналізаційна з раструбом 50*1000 мм SAFE	7	шт	86,94	608,61
5	OST110500	Труба каналізаційна з раструбом 110*500 мм SAFE	10	шт	164,1	1641

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

99

6	OST1101000	Труба каналізаційна з раструбом 110*1000 мм SAFE	15	шт	254	3810
7	OST1102000	Труба каналізаційна з раструбом 110*2000 мм SAFE	10	шт	471,5	4715
8	OST11011045	Трійник 110/110 * 45° SAFE	14	шт	124,3	1740,7
9	OST505045	Трійник 50/50 * 45° SAFE	8	шт	71,81	574,46
10		Хрестовина 110/110*67о	3	шт	236,5	709,47
11	OST5045	Коліно 50*45о SAFE	38	шт	8,62	327,62
12	OST10045	Коліно 110*45о SAFE	8	шт	56,08	448,68
13	OST00211050	Редукція коротка 110/50 SAFE	12	шт	49,85	598,22
14		Розхідні матеріали (технічний вазилін, хомути і т.д)	1	компл	1500	1000

20 692,46

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

100

5. Монтажні роботи

№	Товар	Кількість		Ціна	Сума
1	Підготовка підлоги до монтажу утеплювача	139	м ²	20	2770
2	Монтаж плит екструзійних пінополістирольних	139	м ²	50	6926
3	Монтаж матів для теплої підлоги	50	м ²	100	5000
4	Монтаж демферної ленти	350	м	14	4900
5	Монтаж трубопроводів водяної теплої підлоги	45,5	м ²	150	6825
6	Монтаж колекторів теплової підлоги	1	шт	2450	2450
7	Монтаж колекторів радіаторного опалення	2	шт	2450	4900
8	Монтаж шафок зовнішніх	3	шт	700	2100
9	Монтаж точок водопостачання	6	шт	490	6188
10	Монтаж трубопроводів д32х4,4 в ізоляції	34	м	182	4550
11	Монтаж трубопроводів д25х3,5 в ізоляції	50	м	91	5600
12	Монтаж трубопроводів д18х2,5 в ізоляції	100	м	56	8400

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Арк.

101

13	Монтаж трубопроводів д14x2,0 в ізоляції	200	м	42	0
14	Монтаж труб каналізаційних д50	1	шт	210	2310
15	Монтаж труб каналізаційних д110	11	м	350	14000
16	Монтаж точок каналізації	40	м	490	9800
17	Монтаж душового лотка	20	шт	1100	2200
18	Монтаж сифона кондиціонера	2	шт	500	1500
19	Монтаж інсталяції	3	шт	1540	4620
20	Монтаж штроб в цеглі під 50 трубу каналізації	3	шт	175	1750
21	Монтаж штроб в цеглі під 110 трубу каналізації	10	шт	250	2500
22	Монтаж штроб в цеглі під трубопроводи д25	10	шт	150	1500
23	Переробка фанового стояка каналізації для інсталяції (2-и1 поверх)	1	шт	1700	1700
24	Отвори в стінах	4	посл	250	1000
25	Отвори в перекритті під стояки	5	посл	750	3750
26	Доставка матеріалів, транспортні витрати	1	посл	6000	6000

113239,4

Слід зауважити, що по факту виконання робіт, вартість комплектуючих може коливатись в діапазоні +/- 10%.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ціна на товари може змінюватись у зв'язку з коливанням курсів валют.

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Оцінка вартості та порівняння з альтернативним джерелами енергії здійснювалася за алгоритмом

Розрахунки експлуатаційних витрат паливної складової за варіантами проектних рішень можуть з достатньою достовірністю проводитися за наступним алгоритмом та використовуючи дані, описані нижче.

Середня температура, °С. Приймається відповідно до таблиці 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

Тривалість періоду опалення відповідно до уточнених кліматичних показників – це кількість годин роботи системи опалення у кожному місяці з врахуванням кліматичних даних.

Період стояння температур нижчих точки бівалентності повітряного ТН, °С - кількість годин протягом яких температура зовнішнього повітря тримається вище -5 °С і СО не потребує роботи пікового джерела теплопостачання.

Температурний графік СО – залежність температури теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах СО від температури зовнішнього повітря.

СОР повітряного ТН теоретичний – теоретичний коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову. Визначається співвідношенням:

$$\text{СОР} = (T_2 + 273) / (T_2 - T_1) \quad (2)$$

де T_1 – температура джерела теплоти (повітря, ґрунт)

T_2 – температура води у контурі СО.

273 – переведення температури із шкали Цельсія в шкалу Кельвіна

Для повітряного ТН реальний СОР (якщо не представляється можливим провести моделювання або відсутні дані виробників) може бути розрахований згідно залежності:

$$\text{СОР}_{\text{пов}} = ((T_2 + 273) / (T_2 - T_1)) * 0,3 \quad (3)$$

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де 0,3 - коефіцієнт внутрішньої ефективності повітряного ТН.

Для зондового геотермального ТН реальний COP по аналогії з п.6:

$$\text{COP}_{\text{зонд}} = ((T_2 + 273) / (T_2 - T_1)) * 0,45; \quad (4)$$

де 0,45 - коефіцієнт внутрішньої ефективності зондового ТН.

Відносне навантаження CO, кВт – витрати на опалення перераховані на середьомісячну температуру зовнішнього повітря:

$$Q_{\text{відн}} = Q_{\text{розр}} * ((t_{\text{вн}} - t_{\text{зов.сер.}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн.розр}})) \quad (5)$$

Сумарне споживання кВт*год:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{відн}} * n_{\text{оп}} + Q_{\text{гвп}} * 24 \text{ год} * 30 \text{ днів} \quad (6)$$

Витрата природного газу, м³

$$V = Q_{\Sigma} / E \quad (7)$$

де E – питома енергопотреба (див. Додаток 4).

Витрата природного газу при використанні конденсаційного котла, м³ – аналогічно пункту 9

$$V = Q_{\Sigma} / E \quad (8)$$

Витрата теплової енергії від центральної теплової мережі, Гкал – переведення кВт*год у Гкал:

$$Q_{\text{тм}} = Q_{\Sigma} * 3600 / 100000 / 4,186 \text{ Гкал} \quad (9)$$

Досяжне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:

$$Q_{\text{дос}} = (Q_{\Sigma} * n_{\text{бів}}) / n_{\text{оп}}, \text{ кВт*год} \quad (10)$$

Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода (потужність пікового джерела теплоти) кВт*год – різниця між сумарною і досяжною витратою теплової енергії:

$$Q_{\text{дод}} = (Q_{\Sigma} - Q_{\text{дос}}), \text{ кВт} \quad (11)$$

Витрата електроенергії ТН, кВт*год, необхідної для виробництва Q_{дос} кількості теплової енергії:

$$N = Q_{\text{дос}} / \text{COP}_{\text{пов}}, \text{ кВт*год} \quad (12)$$

Досяжне вироблення теплової енергії, кВт*год, зондовим тепловим насосом з періодом роботи τ=2400 год:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{дос } 2400} = (q_{2400} * L * 2400) / 1000 \quad (13)$$

Додаткова витрата енергії при роботі зондового теплового насоса з періодом роботи $\tau=2400$ год:

$$Q_{\text{дод } 2400} = (Q_{\Sigma} - Q_{\text{дос } 2400}), \text{ кВт} \quad (14)$$

Витрата електроенергії ТН, кВт*год, необхідна для виробництва $Q_{\text{дос } 2400}$ кількості теплової енергії:

$$N_{2400} = Q_{\text{дос } 2400} / \text{COP}_{\text{зонд}}, \text{ кВт*год} \quad (15)$$

Необхідна потужність зондового геотермального ТН з періодом роботи $\tau=2400$ год:

$$Q_{2400} = Q_{\text{розр}} * ((t_{\text{вн}} - t_{\text{зов.бів}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн.розр}})), \text{ кВт*год} \quad (16)$$

де $t_{\text{зов.бів}}$ для зондового ТН становить -3 °С.

Необхідна довжина свердловин, пог.м. для отримання $Q_{\text{дос}2400}$ кВт*год теплової енергії:

$$L_{2400} = (Q_{2400} / q_{2400}) * 10^3, \text{ м} \quad (17)$$

Досягне вироблення теплової енергії, кВт*год, зондовим тепловим насосом з періодом роботи $\tau=4500$ год:

$$Q_{\text{дос } 4500} = (q_{4500} * L * 2400) / 1000 \quad (18)$$

Додаткова витрата при роботі геотермального теплового насоса прийнята рівною 0, що регламентується періодом його роботи.

$$Q_{\text{дос } 4500} = (q_{4500} * L * 2400) / 1000 \quad (19)$$

Витрата електроенергії ТН, кВт*год, необхідна для виробництва $Q_{\text{дос}2400}$ кількості теплової енергії:

$$N_{4500} = Q_{\text{дос } 4500} / \text{COP}_{\text{зонд}}, \text{ кВт*год} \quad (20)$$

Необхідна потужність зондового ТН з періодом роботи $\tau=4500$ год дорівнює розрахунковій потужності $Q_{\text{розр}} \text{ СО}$.

Необхідна довжина свердловин, пог.м. для отримання $Q_{\text{дос}4500}$ кВт*год теплової енергії:

$$L_{4500} = (Q_{\text{розр}} / q_{4500}) * 10^3, \text{ пог.м} \quad (21)$$

Затрати на природний газ, грн:

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{\text{газ}} = V * K \quad (22)$$

де K – вартість 1м^3 природного газу;

Затрати на природний газ, грн:

$$D_{\text{газ(конд.)}} = V_{\text{(конд.)}} * K \quad (23)$$

де K – вартість 1м^3 природного газу;

Затрати на центральну теплову енергію:

$$D_{\text{тм}} = Q_{\text{тм}} * K_{\text{тм}} \quad (24)$$

де $K_{\text{тм}}$ – вартість 1 Гкал тепла;

Затрати на роботу зондового ТН з періодом роботи $\tau=2400$ год складаються із суми затрат на електроенергію для компресорів ТН та затрат на для роботи пікового джерела теплоти (обрано ЦТМ).

Вартість електричної енергії, яка витрачається на роботу компресорів зондового теплового насосу з періодом роботи $\tau=4500$ год складає:

$$D_{4500} = N_{4500} * K_{\text{ел}} \quad (25)$$

де $K_{\text{ел}}$ – вартість кВт*год електроенергії.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Висновки

- 1. Енергоефективність та екологічність:** Система теплохолодопостачання індивідуального житлового будинку в садовому товаристві "ОСОКОРКИ" з використанням нетрадиційних джерел енергії продемонструвала високий потенціал ефективності та стабільності у забезпеченні тепла та холоду. Використання теплових насосів та геотермальної енергії дозволяє значно знизити споживання традиційних енергоресурсів, що позитивно впливає на навколишнє середовище.
- 2. Економічна вигідність:** Завдяки оптимізації системи теплохолодопостачання, вдалося знизити експлуатаційні витрати. Незважаючи на початкові капітальні інвестиції, зменшення витрат на енергоносії у довгостроковій перспективі робить систему економічно вигідною для мешканців будинку.
- 3. Технічні переваги:** Інтеграція сучасних технологій, таких як теплові насоси та сонячні колектори, забезпечує високу надійність та автономність системи. Це дозволяє зменшити залежність від зовнішніх постачальників енергії та покращити комфорт проживання.
- 4. Екологічні аспекти:** Зменшення викидів парникових газів завдяки використанню відновлюваних джерел енергії робить систему екологічно чистою. Це відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки та сприяє збереженню навколишнього середовища.

Рекомендації

- 1. Підвищення інформованості мешканців:** Рекомендується проводити інформаційні кампанії серед мешканців садового товариства щодо переваг використання нетрадиційних джерел енергії. Це сприятиме підвищенню загальної енергоефективності та екологічної свідомості.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. **Подальше впровадження технологій:** Варто розглянути можливість додаткової інтеграції інших відновлюваних джерел енергії, таких як вітрові турбіни або додаткові сонячні панелі, для забезпечення ще більшої автономності та ефективності системи.
3. **Моніторинг та обслуговування системи:** Рекомендується впровадити регулярний моніторинг та технічне обслуговування системи для забезпечення її безперервної роботи та вчасного виявлення можливих несправностей.
4. **Розширення досвіду:** Досвід впровадження системи теплохолодопостачання з використанням нетрадиційних джерел енергії у садовому товаристві "ОСОКОРКИ" може бути використаний як модель для інших житлових комплексів. Рекомендується розробити детальний звіт про результати проекту та розповсюдити його серед зацікавлених сторін.

Ці висновки та рекомендації сприятимуть подальшому розвитку енергоефективних та екологічно чистих систем теплохолодопостачання в Україні.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Francesco Calise, Francesco Liberato Cappiello, Luca Cimmino, Maria Vicidomini (2023) Dynamic analysis of the heat theft issue for residential buildings. *Energy and Buildings* 282: 112790. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112790>
2. Miktha Farid Alkadri, Muhammad Rafif Cahyadi Agung, Francesco De Luca (2023) An integrated computational method for calculating dynamic thermal bridges of building facades in tropical countries. *Frontiers of Architectural Research*. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.11.003>
3. Погосов Олександр, Пасічник Павло, Кулінко Євген (2023). Вплив деяких проектних рішень на клас енергетичної ефективності будівлі. *Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*, (December 22, 2023; Coventry, UK), 214–217. Retrieved from <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/1526>
4. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
5. Технологічна карта монтажу систем теплоізоляції фасадів з тонким штукатурним шаром. 217-19-6617-001-ТК. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ. 2019. Ю.С. Слюсаренко, П.О. Павлюк
6. Приймак О.В., & Пасічник П.О. (2016). Дослідження тепловіддачі абсорбера сонячного повітропідігрівача виготовленого з гофрованої вуглеграфітового трикотажного полотна. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. Серія: Технічні науки, (1), 85-91.
7. Пасічник П., Погосов О., & Кулінко Є. (2024). АНАЛІЗ СТАНУ СВІТОВОГО РИНКУ СУЧАСНИХ ПОВІТРЯНИХ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (February 2, 2024; Oxford, UK), 188–194. <https://doi.org/10.36074/logos-02.02.2024.038>.
8. Malkin E., & Rogosov O. (2015). Оцінка вторинних енергоресурсів та напрямки підвищення енергоефективності при реконструкції систем

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паропостачання промислових підприємств. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, (18), 106-112.

9. Малкін Е.С., & Погосов О.Г. (2014). Методика техніко-економічного обґрунтування впровадження парових турбін малої потужності в системах теплопостачання промислових підприємств та результати її розповсюдження на типові редуційноохолоджувальні установки. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, (17), 107-111.

10. Погосов О.Г., Чепурна Н.В., Пасічник П.О., Кулінко Є.О., & Дорошенко А.А. Сучасні системи тепло-та паропостачання промислових підприємств при застосуванні глибокої утилізації енергетичного потенціалу технологічної пари. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, (2023), Випуск 45, 42.

11. Юрик В., & Погосов О. (2024). ЗАГАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНОГО ЦИКЛУ РЕНКІНА. Collection of Scientific Papers «SCIENTIA», (January 26, 2024; Helsinki, Finland), 204–208. Retrieved from <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/1584>

12. Погосов О., & Чепурна Н. (2024). Перспективи та проблематика використання водню, як системи акумуляції позабалансної генерації електричної енергії, для нафтогазового та енергетичного секторів України. Scientific Collection «InterConf», (187), 314–321. Retrieved from <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/5355>

13. Kulinko Y., Skochko V., & Pohosov, O. (2019). Diagnostic technique for wells of soil heat pumps in terms of thermal potential depending on the type of soil. Енергоефективність в будівництві та архітектурі, (12), 20-29.

14. Our World in Data. (2024, 21 лютого). Research and data to make progress against the world’s largest problems. <https://ourworldindata.org/>.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Комбіновані Системи Теплопостачання З Використанням Відновлювальних Джерел Теплоти : Конспект лекцій. Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680 : Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури, 2024. 78 с.

16. Козячина Б., Смілян М. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ АДМІНІСТРАТИВНИХ БУДІВЕЛЬ. DÉBATS SCIENTIFIQUES ET ORIENTATIONS PROSPECTIVES DU DÉVELOPPEMENT SCIENTIFIQUE / chair О. Погосов. 2024. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-01.03.2024.045> (дата звернення: 19.06.2024).

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		