

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеня магістр**

студента Олійника Олексія Сергійовича  
(ПІБ)  
академічної групи 183М-21-1  
(шифр)  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
(код і назва спеціальності)  
за освітньо-професійною програмою - «Технології захисту навколишнього середовища»  
на тему Обґрунтування технологій енергозбереження для застосування в умовах житлового мікрорайону міста  
(назва за наказом ректора від 28.10.2022 р. № 1187-с)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Колесник В.Є.	добре	
розділів:			
Теоретичного	Колесник В.Є.	добре	
Дослідницького	Колесник В.Є.	добре	
Технологічного	Колесник В.Є.	добре	
Охорони праці	Чеберячко Ю.І.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент	Голінько В.І.		
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро  
2022

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет**  
**«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
 завідувачка кафедри ЕТЗНС  
 \_\_\_\_\_ Борисовська О.О.  
 (підпис) (прізвище, ініціали)  
 « \_\_\_\_\_ » грудня 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу ступеня магістра**

студенту Олійник О.С. академічної групи 183М-21-1  
 (прізвище та ініціали) (шифр)  
**спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»**  
**за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища»**  
**на тему «Обґрунтування технологій енергозбереження для застосування в умовах житлового мікрорайону міста»», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.10.2022 р. № 1187-с**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Виконати за інформаційними джерелами пошук технологій щодо збереження тепла в умовах теплових мереж житлової забудови промислового міста. Проаналізувати актуальність відповідного підвищення рівня екологічної безпеки викидів з енергетичних установок та існуючі підходи до зниження споживання енергоресурсів.	01.09.2022 01.11.2022
Дослідницький	Дослідити процес втрати тепла в опалювальних будинках. Розглянути відповідні показники екологічної безпеки та проаналізувати доцільність і ефективність використання технологій та засобів для зниження теплоенерговитрат в тепловій мережі міста.	05.10.2022 29.11.2022
Технологічний	Визначити та обґрунтувати заходи для зменшення рівня тепло-енергоспоживання в умовах великого міста. Проаналізувати ефективність впровадження технології утеплення фасадів будинків	05.10.2022 29.11.2022
Охорона праці	Проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Розробити заходи з техніки безпеки для робітників при монтажі, ремонті і утепленні фасадів будинків.	09.11.2022 13.12.2022
Економічний	Виконати економічні розрахунки ефективності впровадження засобів теплоенергозбереження в будинках.	09.11.2022 13.12.2022

Завдання видано \_\_\_\_\_

Колесник В.Є

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

Олійник О.С.

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 94 с., 10 рисунків, 9 таблиць, 15 літературних джерел, 5 додатків.

У вступі розглянуто проблемну ситуацію щодо теплоенергозбереження в умовах міської теплової мережі та вплив її на екологічну безпеку міста.

В теоретичному розділі проаналізовано рівень екологічної небезпеки теплових мереж, на прикладі м. Дніпро. Показано, що екологічна небезпека котелень міста зростає з похолоданням через збільшення споживання палива за рахунок зростання екологічно небезпечних викидів в атмосферу. Розглянуто методи та технології теплоенергозбереження в теплових мереж для зниження екологічного навантаження на території міста.

У дослідницькому розділі проаналізовано процес втрати тепла типовим будинком. За типовою методикою оцінено рівень екологічної небезпеки підприємства теплових мереж міста. Обґрунтовано вибір ефективних технологій як для очищення викидів від екологічно небезпечних газів котлоагрегатів, так і для збереження теплоенергетичних ресурсів в системі теплових мереж міста.

У технологічному розділі надано рекомендації зі збереження паливно-енергетичних ресурсів, обрано технології як для очищення газо-пилового викиду котельні, так і для утеплення фасадів будинків під час їх реконструкції чи ремонту.

У розділі з охорони праці розглянуто небезпечні та шкідливі фактори у будівельній галузі під час модернізації фасадів будинків, надано рекомендації з техніки безпеки, а економічному – розраховано витрати на роботи з утеплення фасадів будинків мінеральною ватою та строки її окупності.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи.

**ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ МІСТА,  
ГАЗО-ПИЛОВІ ВИКИДИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК, ТЕХНОЛОГІЇ  
ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛА І ПАЛИВА В МІСЬКІЙ ТЕПЛОВІЙ МЕРЕЖІ**

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕНЕРГОСИСТЕМ ТА ІСНУЮЧИХ ЗАХОДІВ ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	9
1.1 Аналіз впливу енергосистем на екологічну безпеку регіону	9
1.2 Підходи до збереження енергоресурсів та можливі шляхи його забезпечення в умовах великого міста (на прикладі м. Дніпро)	12
1.3 Короткий огляд засобів визначення та зниження ступеню екологічної небезпеки при споживанні палива котлоагрегатами Огляд та критичний аналіз існуючих засобів	14
1.4 теплоенергозбереження в системі котельня-споживачі тепла	18
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВТРАТИ ТЕПЛА ПРИ ОПАЛЕННІ БУДИНКІВ, ПОКАЗНИКИ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ	27
2.1 Аналіз процесу втрати тепла будинками	27
2.2 Перспективні пропозиції для збереження теплових ресурсів	33
2.3 Визначення індивідуальних і комплексних показників екологічної небезпеки викидів з енергетичних установок (котелень) в умовах міста	35
2.4 Оцінка ресурсозберігаючого та екологічного ефектів від утеплення зовнішніх стін будинків	41
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА (на прикладі м. Дніпро)	45
3.1 Характеристика підприємства теплових мереж міста Дніпро	45
3.2 Прогнозна оцінка зниження рівня забруднення атмосфери після впровадження технології попередньої очистки викидів котельні та в результаті утеплення фасадів будинків	47

3.3	Очікувані результати виконання програми з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпро	48
3.4	Технологічні заходи та засоби з утеплення фасадів будинків, що рекомендуються до впровадження в містах	50
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ, НЕБЕЗПЕЧНІ І ШКІДЛИВІ ВИРОБНИЧІ ФАКТОРИ ТА ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ РОБІТНИКІВ ПРИ МОНТАЖІ, РЕМОНТІ І УТЕПЛЕННІ ФАСАДІВ БУДИНКІВ		72
4.1	Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у будівництві	72
4.2	Безпечна експлуатація виробничого обладнання	73
4.3	Техніка безпеки та обов'язки робітників будівельної галузі	75
4.4	Індивідуальні засоби захисту від будівельного пилу	77
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ		79
5.1	Розрахунок кошторису обладнання	79
5.2	Розрахунок експлуатаційних витрат	80
5.3	Розрахунок економії податків за викиди монтажного і будівельного пилу	81
ВИСНОВКИ		83
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		85
ДОДАТОК А Копія опублікованої статті		87
ДОДАТОК Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи		91
ДОДАТОК В Зовнішня рецензія		92
Додаток Д Відгуки керівників розділів		93
Додаток З Довідка про результати перевірки тексту кваліфікаційної Роботи магістра на присутність запозичень		94

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Останнім часом для України, в умовах, що склалися, питання підвищення ефективності енерговикористання, реалізації політики енергоспоживання, створення умов для підвищення ефективності функціонування енергетики, а також забезпечення її екологічності, в цілому набули особливої актуальності та безпосередньо пов'язані з енергобезпекою країни.

Проблема неефективного використання енергоресурсів є в усіх секторах економіки країни, також у бюджетній сфері та у житлово-комунальному господарстві. Тривалий термін експлуатації призвів до зношеності котельного та технологічного обладнання, що використовується для теплопостачання. Це у свою чергу призвело до надмірних витрат паливно-енергетичних ресурсів, понаднормових втрат енергії, а отже – до підвищення викидів в атмосферу забруднюючих речовин з енергосистем, тарифів та збільшення витрат населення на комунальні послуги.

Як наслідок, перевитрати паливно-енергетичних ресурсів призвели до збільшення бюджетних видатків та значного підвищення вартості житлово-комунальних послуг. Крім того, ряд енергетичних установок виведені з ладу або зруйновані, що ще більш ускладнило проблему теплопостачання та енергозбереження як для бюджетних організацій, так і в житловому секторі.

Таким чином, реалізації енергозберігаючих заходів набуває ще більшого значення, в тому числі і для зниження рівня екобезпеки в промислових містах з високим рівнем споживання енергії. Фізична та моральна зношеність конструкцій та внутрішніх систем житлових будинків у таких містах стала головною причиною зниження надійності і безпечності умов проживання споживачів.

Так, переважна частина житлового фонду, наприклад в м. Дніпро побудована в 50...90 роках минулого століття, що не відповідає сучасним вимогам енергозаощадження. А за оцінками експертів, потенціал економії

електроенергії в будинках дорівнює 50...65 %, а теплової енергії – близько 50 %.

**Мета та завдання кваліфікаційної роботи.** Метою роботи обґрунтування технологій енергозбереження в умовах теплових мереж міста з відповідним підвищенням рівня екологічної безпеки через зниження викидів в атмосферне середовище в процесі споживання паливних ресурсів

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Виконати за інформаційними джерелами пошук технологій щодо збереження тепла в умовах теплових мереж житлової забудови промислового міста. Проаналізувати актуальність відповідного підвищення рівня екологічної безпеки викидів з енергетичних установок та існуючі підходи до зниження споживання енергоресурсів.

2. Дослідити процес втрати тепла в опалювальних будинках. Розглянути відповідні показники екологічної безпеки та проаналізувати доцільність і ефективність використання технологій та засобів для зниження теплоенерговитрат в тепловій мережі міста.

3. Визначити та обґрунтувати заходи для зменшення рівня теплоенергоспоживання в умовах великого міста. Проаналізувати ефективність впровадження технології утеплення фасадів будинків.

4. Проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Розробити заходи з техніки безпеки для робітників при монтажі, ремонті і утепленні фасадів будинків.

5. Виконати економічні розрахунки ефективності впровадження засобів теплоенергозбереження в будинках.

**Апробація результатів кваліфікаційної роботи.**

Апробація роботи проводилась на секції 8 X Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. За результати розробки надруковано тези доповіді:

Олійник О.С. студент гр. 183м-21-1, Колесник В.Є., науковий керівник  
Актуальність збереження енергоресурсів та можливі шляхи його забезпечення в

умовах великого міста (на прикладі м. Дніпро)// молодь: наука та інновації: Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 23 листопада – 25 листопада 2022 року). Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. Т.8.



## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕНЕРГОСИСТЕМ ТА ІСНУЮЧИХ ЗАХОДІВ ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

### 1.1 Аналіз впливу енергосистем на екологічну безпеку регіону

Серед промислових виробництв України одним з найбільших джерел забруднення навколишнього середовища є енергетична галузь, в тому числі, теплові мережі міст, що розвивається динамічними темпами, збільшуючи свої потужності, являючи собою розосереджене джерело викидів в атмосферу, і тим самим, завдаючи шкоди навколишньому середовищу, оскільки виробництво енергії супроводжується твердими (сажа або зола) та газоподібними викидами (оксиди вуглецю, азоту, сірки) в процесі споживання палива в енергетичних установках. Причому, чим більше споживається палива, тим більше викиди забруднювачів. Особливо це стосується зимового періоду, коли необхідна більша потужність котлоагрегатів, котра забезпечується за рахунок підвищеного споживання ними палива, отже зростають викиди забруднювачів в атмосферу міст. Зменшуючи ж витрати палива, за рахунок енергозбереження, включаючи тепло, зменшимо й викидами [1–6].

Основними забруднювачами навколишнього природного середовища в енергосистемах є газо- й пилоподібні викиди. Отже, найбільшого забруднення зазнає атмосфера. Проте атмосфера здатна в деякій мірі самоочищатися від забруднень в результаті осадження екологічно небезпечних аерозолів, вимивання з повітря опадами, розчинення і поглинання шкідливих речовин рослинами.

Забруднюючі накопичуються в повітрі в районах розташування енергосистем чи котелень в місті, їх концентрація є доволі високою. Над центром міста утворюється конвективний струмінь, що викликає рух повітряних потоків з указаних районів до центру міста, що веде до підвищення концентрації шкідливих речовин в центральній його частині. Тому зимою потрібна більш ефективна очистка викидів від забруднювачів спеціальними

методами. З іншого боку є можливість зменшення споживання палива за рахунок збереження теплових, а значить і паливних ресурсів, що певною міру приведе до зменшення викидів в атмосферу [10].

Забруднення повітряного середовища через високе споживання паливних ресурсів завдає значний матеріальний збиток економіці, зумовлений прискореним руйнуванням будівельних матеріалів, утеплювачів фасадів будинків, фарб тощо.

Перелік забруднюючих речовин поданий в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік типових забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу енергоустановками потужними енергосистемами пропорційно споживанню палива

Назва речовини	Код речовини		ГДК с.д	ГДК м.р	Клас небезпе ки	Викид речовини т/год
	старий	новий	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>		
Діоксид сірки	0330		0,5	0,05	3	648,83
Діоксид азоту	0301		0,085	0,04	2	391,358
Оксид вуглецю	0337		5,0	3,0	4	0,537
Вуглеводні граничні	0401	2754	1,0	0,1	2	0,11

Оксид вуглецю (СО) – чадний газ, є токсичною речовиною, безбарвним газом без запаху. Навіть невеликі концентрації можуть призвести до захворювань та патологій в організмі біоти. Чадний газ утворюється внаслідок згорання палива, а в цементній промисловості – внаслідок сухого та напівсухого способів виробництва цементу. [7]

Крім того, чадний газ у великій концентрації та за високої вологості атмосферного повітря утворює смог.

Діоксид азоту (NO<sub>2</sub>, лисячий хвіст) – неорганічна сполука складу NO<sub>2</sub>. За звичайних умов є газом червоно-бурого кольору, з характерним гострим запахом або жовтуватою рідиною. Ця суміш при 21,15 °С згущується на

прозору жовту рідину, а при  $-11,2^{\circ}\text{C}$  – замерзає в безбарвну масу. При температурі  $140^{\circ}\text{C}$  діоксид азоту складається тільки з молекул  $\text{NO}_2$ , він дуже темного, майже чорного кольору. Динаміка концентрацій оксиду азоту у міське повітря протягом доби тісно пов'язана з інтенсивністю руху транспорту й сонячного випромінювання. Так, у світловий час доби накопичення в атмосфері оксиду азоту зростає внаслідок фотохімічного окиснення цього газу. Оксид азоту – небезпечний забруднювач через його високу токсичність і несприятливу зміну в атмосфері, які він спричиняє (опади кислотні, смог). У процесі перетворень у стратосфері оксид азоту спричиняє руйнування озону. [8-10]

Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ , сірчистий ангідрид) – безбарвний газ з різким задушливим запахом. Виділяється в процесі згорання сірковмісного палива або переробки сірчистих руд, але певно мірою сірка міститься і в природному газі.

Викиди в атмосферу побічно впливають на стан гідросфери й, накопичуючись в ґрунтових водах і донних відкладах, можуть стати джерелом вторинного забруднення. Двоокис сірки і окиси азоту, що виділяються в процесі діяльності енергетичних систем, трансформуються в атмосфері Землі в кислотовмісні частки. Ці частки вступають у реакцію з водою атмосфери, перетворюючи її в розчини кислот, які знижують рН дощової води. Кислотний дощ впливає на водойми, підвищуючи їх кислотність до такого рівня, що в них гинуть живі організми й рослини. Підвищена кислотність води сприяє більш високій розчинності таких небезпечних металів, як алюміній, кадмій, ртуть і свинець, донних відкладів і ґрунтів. Крім того, кислотні дощі руйнують будинки й пам'ятники культури, трубопроводи, знижують родючість ґрунтів і можуть призводити до просочування токсичних металів у водоносні шари ґрунту.

Однією з проблем забруднення ґрунтів є важкі метали, що надходять на земну поверхню й в ґрунтові води в результаті спалювання різних видів палива,. Важкі метали, що надходять на поверхню ґрунту, накопичуються в ґрунтовій товщі, особливо у верхніх гумусових горизонтах, і повільно видаляються при вилугованні, поживанні рослинами, ерозії. Ці метали

відносять до найнебезпечніших забруднювачів, що також потребують видалення з викидів котлоагрегатів.

## **1.2 Підходи до збереження енергоресурсів та можливі шляхи його забезпечення в умовах великого міста (на прикладі м. Дніпро)**

Останнім часом для України, в умовах, що склалися, питання підвищення ефективності енерговикористання, реалізації політики енергоспоживання, створення та удосконалення енергоринку і підвищення ефективності функціонування енергетики в цілому набули особливої актуальності та безпосередньо пов'язані з енергобезпекою країни.

Згідно Статі 3 «Закону України Про енергетичну ефективність будівель» державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель базується на таких засадах:

1) забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, норм і правил та будівельних норм;

{Пункт 1 частини першої статті 3 в редакції Закону № 2392-IX від 09.07.2022}

2) стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;

3) забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;

4) створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення енергоефективних заходів;

{Пункт 4 частини першої статті 3 в редакції Закону № 2392-IX від 09.07.2022}

5) забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;

б) розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та стратегії термомодернізації будівель;

{Пункт 6 частини першої статті 3 в редакції Закону № 2392-IX від

09.07.2022}

7) стимулювання до збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівня споживання енергії, зокрема шляхом нового будівництва та термомодернізації будівель.

Проблема неефективного використання енергоресурсів є в усіх секторах економіки країни, також у бюджетній сфері та у житлово-комунальному господарстві. Тривалий термін експлуатації призвів до зношеності котельного та технологічного обладнання, що використовується для теплопостачання. Це у свою чергу призвело до надмірних витрат паливно-енергетичних ресурсів, понаднормових втрат енергії, а отже – до підвищення тарифів та збільшення витрат населення на комунальні послуги. Як наслідок, перевитрати паливно-енергетичних ресурсів призвели до збільшення бюджетних видатків та значного підвищення вартості житлово-комунальних послуг. Крім того, ряд енергетичних установок виведені з ладу або зруйновані, що ще більш ускладнило проблему теплопостачання та енергозбереження як для бюджетних організацій, так і в житловому секторі.

Таким чином, реалізація енергозберігаючих заходів набуває ще більшого значення.

Основною складовою низької енергетичної ефективності теплових інженерних мереж і систем є високий рівень питомих витрат теплової енергії, гарячої та холодної води у споживачів комунальних послуг, зокрема, які проживають у багатоквартирних житлових будинках. Фізична та моральна зношеність конструкцій та внутрішніх систем житлових будинків стала головною причиною зниження якості комунальних послуг, погіршення комфортності, надійності і безпечності умов проживання споживачів. Так, переважна частина житлового фонду м. Дніпра побудована в 50...90 роках минулого століття, що не відповідає сучасним вимогам енергозаощадження, відповідно у цих будівлях низький рівень енергозбереження.

За оцінками як вітчизняних, так і закордонних експертів, потенціал економії електроенергії в будинках дорівнює 50...65 %, а теплової енергії –

близько 50 %.

### 1.3 Короткий огляд засобів визначення та зниження ступеню екологічної небезпеки при споживанні палива котлоагрегатами

Яку указано вище, споживання паливних ресурсів, зокрема природного газу, супроводжується надходженням в навколишнє середовище твердих і газоподібних забруднюючих речовин (сірчистого ангідриду, оксидів азоту, ртуті, сажі, різних вуглеводів та ін.) [10]. Більшість з цих речовин являють собою зважені в атмосферному повітрі аерозолями, що є екологічно небезпечними та потребують постійного контролю шляхом вимірювання їх вмісту в повітрі, а також вловлювання. Найбільш поширеними є методи контролю концентрації, на основі його попереднього осадження, який стандартизовано на галузевих рівнях, та дозволяють визначити масову концентрацію забруднювачів. Так, широко поширений ваговий або гравіметричний метод полягає у видаленні з пилогазового потоку аерозолів і визначення їх маси за допомогою зважування. Виділення аерозолів здійснюється за допомогою фільтрів та інших засобів відбору про забрудненого повітря.

При відборі проб за допомогою приладів фільтруючого типу, вимірюється об'єм повітря, який пройшов через фільтри:  $V = qt$ , де  $q$  – об'ємної швидкості повітря (л/хв) і  $t$  – час відбору проби пилу. Маса проби визначається різницею маси фільтра до ( $P_1$ , мг) і після ( $P_2$ , мг) відбору проби. Концентрація пилу в мг/м<sup>3</sup> обчислюється за формулою:

$$C = \frac{P_2 - P_1}{gt} \cdot 1000 \quad (1.1)$$

Точність визначення концентрації аерозолів залежить від точності зважування і точність визначення об'єму повітря, яке проходить через фільтр. Відбір проб зазвичай ведуть на три фільтри, після чого визначають середнє арифметичне значення концентрації пилу.

Основними перевагами даного методу є простота технічних вимірювань на результат вимірювання. До недоліків можна віднести: високу похибку вимірювань (близько 10%); імовірність завищених параметрів концентрації в результаті випадкових короточасних викидів забруднювачів під час відбору проби; неможливість безперервного автоматичного контролю.

Для очистки газів, що викидаються в атмосферу потужними енергетичними установками, від токсичних газо- і пилоподібних компонентів використовують методи абсорбції, адсорбції, електричного та каталітичного очищення атмосферного повітря що викидаються котлоагрегатами.

Абсорбцію поділяють на фізичну та хімічну (хемосорбцію). При фізичній абсорбції відбувається фізичне розчинення абсорбувального компонента в розчині, що не супроводжується хімічною реакцією.

Для багаторазового використання абсорбент (поглинач) регенерують фізичними методами: підвищенням температури, зниженням тиску або сукупністю цих параметрів. Якщо компонент, що поглинається, не має ніякої цінності або процес регенерації дуже трудомісткий, то поглинач використовують декілька разів і після відповідної обробки скидають в каналізацію. Це не є оптимальним рішенням, оскільки забруднює водне середовище. Метод, що поєднує абсорбцію з десорбцією, дозволяє не тільки добувати корисні компоненти з газових систем й знизити до мінімуму витрати абсорбента, але й відповідає вимогам захисту довкілля.

Як поглинальні розчини при фізичній абсорбції використовують воду, а також органічні й неорганічні розчини, які не вступають в хімічну реакцію з абсорбувальними компонентами. Ефективність добування компонента з газової суміші при фізичній абсорбції підвищують використанням принципу протитоку з безперервною подачею в абсорбер свіжого розчину.

При хемосорбції абсорбувальний компонент вступає в хімічну реакцію з поглиначем, утворюючи нові хімічні з'єднання в рідкій формі. При цьому можливі два варіанти - протікання оборотних і необоротних реакцій. В обох випадках рівноважний парціальний тиск компонента, від якого очищується газ,

значно нижчий порівняно з фізичною абсорбцією. В зв'язку з цим хемосорбційні процеси при рівних умовах з фізичною абсорбцією забезпечують повніше добування компонентів з газових сумішей. Регенерацію поглинальних розчинів виконують фізичними й хімічними методами. Фізичні методи використовують при протіканні оборотних хемосорбційних процесів, а хімічні – необоротних хемосорбційних процесів.

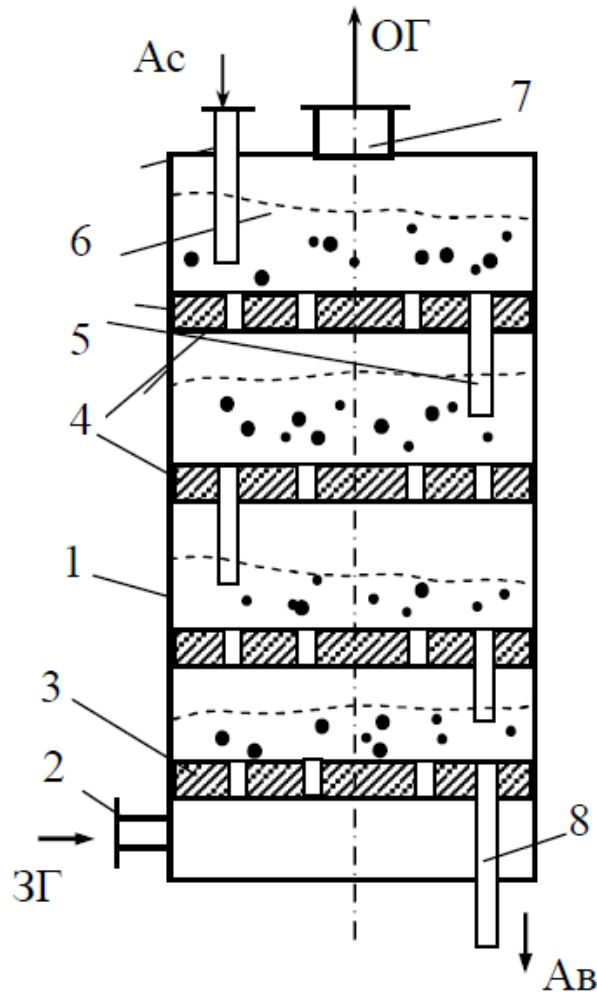
Принцип роботи механічних (фізичних) розпилювальних газопромивачів ґрунтується на інтенсифікації масообміну шляхом розбризкування чи перемішування рідини або крутінні зволоженого газового потоку за допомогою обертового пристрою у вигляді ротора, диска тощо.

За способом розміщення ротора механічні абсорбери діляться на вертикальні та горизонтальні [5.7.10]. Залежно від способу підведення механічної енергії апарати підрозділяють на такі, в яких очищувальні гази приводяться в дотик з рідиною, розбризкуваною за допомогою обертового тіла та в яких механічна енергія підводиться додатково для крутіння газового потоку. Недоліками механічних абсорберів є наявність обертових частин, відносно мала продуктивність та значні витрати електроенергії, тобто енергоресурсів. Конструктивна схема багатоканального адсорбера з киплячим шаром безперервної дії, що застосовують в потужних енергосистемах, як приклад подана на рис. 1.1.

Недоліком адсорберів з киплячим шаром є те, що псевдоруху піддаються тільки матеріали однорідного гранулометричного складу; киплячий шар створюється тільки при деяких швидкостях газу, що не є оптимальними для фізико-хімічного процесу адсорбції.

Існує також процес каталітичного очищення газових викидів ґрунтується на нейтралізації шкідливих домішок шляхом дії на них спеціальними речовинами – каталізаторами, як каталізатори використовують речовини, що беруть активну участь в хімічній реакції, але залишаються незмінними після її закінчення. Каталітичні процеси очищення газів забезпечують високий ступінь очищення та здійснюються за допомогою компактного обладнання.



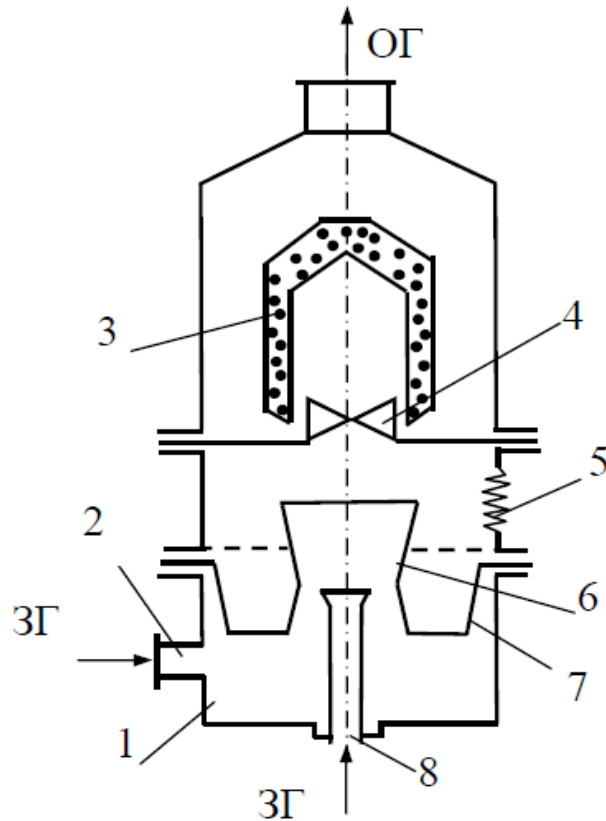


1 – циліндричний корпус; 2 – штуцер для подачі паро газоподібної суміші; 3 – нижня решітка; 4 – перфоровані тарілки; 5 – перетічні труби; 6 – труба для подачі адсорбенту; 7 – штуцер для виведення очищеного газу; 8 – труба для видалення відпрацьованого адсорбенту

**Рисунок 1.1 – Конструктивна схема багатоканального адсорбера з киплячим шаром**

Термокаталітичний реактор з розділенням забрудненого газу на два потоки: потік для очищення та топковий потік, які потім об'єднуються в формокамері, змішуються й поступають у внутрішню камеру – корзину з каталізатором, подано на рис. 1.2.

Очистка газів котлоагрегатів необхідна для підвищення екологічної безпеки енергетичних систем, але потребує певних затрат енергії, тому далі розглянемо існуючі технології теплозбереження при транспортуванні і споживанні тепла в енергосистемах.



1 – корпус; 2 – штуцер подачі забрудненого газу; 3 – корзина з каталізатором;  
4 – змішувач; 5 – вибухова мембрана; 6 – пальник; 7 – відбивач; 8 – штуцер подачі газу  
на пальник

**Рисунок 1.2 – Термокаталітичний реактор з розділенням забрудненого газу на два потоки**

#### **1.4 Огляд та критичний аналіз існуючих засобів теплоенергозбереження в системі котельня-споживачі тепла**

Зазначимо, що теплоенергозбереження сприятиме додатковому зменшенню екологічно небезпечних викидів з енергоустановок міста, тому проаналізуємо в першу чергу відомі способи теплосбереження в тепловій мережі міста, та зокрема в будинках, що призведе до зниження споживання палива на їх обігрів та відповідно й до зниження викидів. [15]

**Утеплення стін.** Як відомо, утеплення стін будинку – це важливий етап підготовки до зими, тому кожному слід знати, як це правильно зробити. Практика показує, що найбільша кількість тепла втрачається саме через погану

теплоізоляцію стін (до 30% тепловтрат). Неправильне їхнє проектування, відмова від використання сучасних будівельних технологій, ігнорування стандартів та норм будівництва призводять до низького теплозбереження в будинку.

Утеплення стін будинку може бути зовнішнім та внутрішнім. Найбільш оптимальним є зовнішнє утеплення, тому що в цьому випадку практично виключається виникнення ефекту «потіння стін» внаслідок накопичення конденсату в порах стіни через перепади температури всередині приміщення та зовні.

Слід зазначити, що теплозахисні властивості стін будинку залежать від таких факторів, як товщина та коефіцієнт теплопровідності. Важливу роль у забезпеченні рівня теплозахисту відіграє і фактор вологопоглинання матеріалу. У більшості будівельних матеріалів після висихання виникають пори, які є потенційним «розсадником» вологості. Після зволоження цих пір теплоізолюючі якості стін різко знижуються, а самі матеріали, що утеплюють, можуть прогнити.

Розглянемо, чим краще утеплювати стіни і за допомогою якої технології реалізувати оптимальний механізм теплозбереження.

В даний час для забезпечення максимальної теплостійкості використовується зведення тришарових огорожувальних конструкцій, на середньому рівні яких розміщується спеціальний теплоізоляційний матеріал, найбільш оптимальний – мінеральна вата (мінвата, мінераловатний утеплювач, скловата, кам'яна вата). Цей матеріал виготовляється із спеціальних склоподібних волокон, одержуваних у результаті промислової обробки металургійних відходів та силікатних копалин.

Відмінним теплоізоляційним матеріалом для зовнішнього утеплення стін може бути екологічно чиста звукоізоляційна кам'яна вата – **лайнрок**. Її грамотне використання може заощаджувати до 50% енергії, що витрачається на опалення. Лайнрок широко використовується в сучасному будівництві при утепленні зовнішніх стін та підлоги. Лайнрок пройшов серйозну експертизу і

має всі необхідні сертифікати та свідоцтва про високу якість та безпеку. Утеплюючи приміщення за допомогою кам'яної вати лайнрок, використовують спеціальні мінераловатні плити, що закріплюються за допомогою спеціальних зв'язок з антикорозійної сталі або арматури. Слід зазначити доцільність широкого застосування лайнроку не тільки при утепленні стін будинку, а й скатної покрівлі та мансард, міжповерхових перекриттів та горищ. Лайнрок успішно використовується при технології тришарової кладки, виступаючи як відмінний роздільник між монолітним бетоном або несучою стіною з цегли і декоративним облицюванням стіни будинку.

Як один з найбільш ефективних теплоізоляційних матеріалів в даний час набирає популярності **полістирол**. У сучасному будівництві він став незамінним матеріалом для утеплення підвалів та стін фундаменту, зміцнення інших підземних частин будівлі. В основному, екструзійний полістирол ефективно застосовується при утепленні будинків зовні, причому, як показує практика, саме цей будівельний матеріал найбільш ефективно захищає підземні частини приміщення від руйнівного впливу ґрунтових вод.

Зазвичай виділяють три варіанти утеплення стін. Це внутрішнє утеплення, зовнішнє утеплення будинку за допомогою мінераловатних та пінополістирольних плит, зовнішнє утеплення стін за допомогою теплоізоляційної штукатурки з полістиролом.

Тепер детальніше проаналізуємо кожний спосіб, який допоможе правильно утеплити стіни будинку, зробивши їх надійною перешкодою як для спеки, так і для холоду.

**Зовнішнє утеплення стін.** Надійним і особливо популярним в даний час є зовнішнє утеплення стін. Зробивши зовнішнє утеплення стін будинку, мешканець житла отримує:

- відчутне зниження витрат на опалення приміщень у холодну пору року;
- профілактику деформацій стіни будинку, у тому числі й усадки, завдяки постійній температурі у конструктивному шарі стіни;
- зниження ризику гниття стіни завдяки високим водовідштовхувальним

властивостям утеплюючого шару;

– можливість використання при будівництві стін легких матеріалів без втрати теплоізоляції, а також зниження витрат на фундамент завдяки полегшенню стін будинку;

– суттєве продовження терміну служби несучих стін завдяки запобіганню температурним деформаціям;

– підвищення звукоізоляційних властивостей стін будинку.

**Типові способи утеплення зовнішніх стін.** Проаналізуємо один із способів утеплення стін цегляного будинку як варіант утеплення стін. Як утеплювач для цегляного житлового будинку використовуються або мінераловатні, або пінополістирольні плити.

На стіну будинку за допомогою спеціальної штукатурно-клейової суміші наклеюється шар матеріалу, що утеплює. Поверх нього наноситься ще один шар штукатурно-клейової суміші для захисту, який армується лугостійкою склосіткою. Склосітка ґрунтується, після чого на стіну наноситься останній декоративний шар, який, крім естетичних цілей, виконує також і захисні функції.

Існує і більш дешевий варіант зовнішнього утеплення стін цегляного будинку. Від попереднього він відрізняється відсутністю останнього декоративного шару, який замінюється шпаклівкою білим цементом та забарвленням стіни.

**Безшовні системи утеплення фасадів.** Утеплення та оздоблення фасадів вимагають серйозного підходу до питання про те, яка з багатьох систем на ринку в конкретній ситуації буде найбільш ефективною.

Паливна криза стала фактом нашого життя, і вже ніхто не сумнівається в тому, що стіни старих будинків потребують додаткового утеплення, а нові будівлі необхідно спочатку проектувати та будувати з орієнтацією на нормативні вимоги з теплового захисту, які диктують конкретні значення опору теплопередачі конструкцій, що захищають.

Один із способів вирішення цих завдань – утеплення стін методом

скріпленої теплоізоляції (або легким мокрим методом), для застосування якого ринок пропонує готові комплекти матеріалів та продуктів будівельної хімії, які називаються системами безшовного утеплення.

Безшовний метод полягає у кріпленні до стін зовні плит ефективного теплоізоляційного матеріалу з подальшим його оштукатурюванням.

Однак більшість систем утеплення, що пропонуються на ринку, на жаль, не включають сам теплоізоляційний матеріал. Як правило, його потрібно набувати самостійно. В інструкції до системи утеплення зазвичай зазначено, для якого виду теплоізоляційного матеріалу вона призначена, і ці рекомендації слід дотримуватися. Тож яку ж придбати систему – на основі мінеральної вати чи пінополістиролу?

Мінеральна вата стійка до механічних пошкоджень, не займається і є паропроникною. Оскільки в неї чимала вага, вона повинна кріпитися до стіни набагато більшою кількістю дюбелів у порівнянні з пінополістиролом. Вона коштує дорожче за пінополістирол і не так зручна в роботі. При утепленні будинків методом скріпленої теплоізоляції на основі мінеральної вати використовують гнучкі плити. Можна застосовувати і так звані ламельні плити (у цих виробках волокна розташовані перпендикулярно поверхні плит, а не хаотично, як у звичайних гнучких). Плити в ламелях мають менші розміри, отже вони зручніші в монтажі, до того ж щільно прилягають до нерівних поверхонь. У приватних будинках немає необхідності кріпити їх дюбелями, достатньо лише приклеїти до стіни. Фіксація дюбелями знадобиться лише на зовнішніх кутах будівлі, а також по периметру вікон та дверей.

Існують і спеціальні двошарові плити із мінеральної вати. У них верхній шар – твердий та стійкий до деформації, а нижній – м'який, має гарні теплоізоляційні властивості та впритул притискається навіть до нерівних поверхонь. Поверх таких плит набагато зручніше укласти армуючий шар та наносити штукатурку.

Пінополістирол легкий і зручний у роботі. Його монтаж здійснюється швидше та простіше, ніж монтаж мінеральної вати. Він характеризується

кращою, ніж у мінеральної вати вологостійкістю. Ще одна його перевага на тлі мінеральної вати – невисока ціна. Однак він менш стійкий до дії вогню, а крім того, через невелику масу, має гірші звукоізолюючі властивості. Звичайний пінополістирол лише незначною мірою можна вважати паропроникним. Як правило, у системах утеплення використовується пінополістирол класу ПСБ-С-25 або ПСБ-С-35 (з більш високою щільністю і тому твердіший) товщиною від 5 до 20 см. З недавнього часу доступний так званий перфорований пінополістирол – такі плити забезпечують деяку паропроникність.

Теоретично для утеплення стін можна застосовувати й інші теплоізоляційні матеріали: екструдований пінополістирол, а також піноскло, плити з деревних волокон або натуральної пробки (ці продукти не є популярними та поширеними, для використання в готових системах утеплення необхідна консультація фахівця).

Як правило, система утеплення в оптимальному комплекті повинна містити всі матеріали, необхідні для утеплення та оздоблення стіни, а саме:

- теплоізоляційний матеріал (в основному плити з мінеральної вати або пінополістиролу);
- клей для монтажу утеплювача;
- дюбелі, якими кріплять теплоізоляцію;
- армуючу сітку та розчин для заповнення армуючого шару (більшість виробників рекомендують виконувати його з клею для плит);
- ґрунтовку під штукатурку;
- штукатурку;
- фасадну фарбу.

Вказана комплектність – оптимальна, тобто практично ідеальна. Насправді ж багато фірм під системою мають на увазі такий комплект: клей, сітка, штукатурка. Про решту складових власник будинку має подбати самостійно.

**Характеристики утеплювальних матеріалів.** Утеплення будівлі,

незалежно від призначення споруди, має виконуватись матеріалами, що відповідають певним вимогам. Йдеться про найважливіші характеристики. До них відносяться коефіцієнти теплової провідності та поглинання води, щільність, горючість. Обираючи матеріал, насамперед увагу слід звертати саме на перелічені показники, подано на рис. 1.3.

Низьке значення коефіцієнта теплової провідності говорить про високі ізолюючі якості. Чим нижча характеристика, тим краще утримується тепло.

Коефіцієнт поглинання води також має бути низьким. Коли волога проникає всередину матеріалу, вона починає підточувати його зсередини. Матеріалу з гарною вологостійкістю жодна вода не страшна.

Щільність характеризує вагу 1 м<sup>3</sup> ізоляційного матеріалу та визначає навантаження, яке здатне витримати майбутня конструкція.

Горючість показує, наскільки матеріал схильний до займання.

Підсумувавши сказане, можна помітити, що для утеплення даху найкращий матеріал – з низькою теплопровідністю, низьким коефіцієнтом поглинання води, або високою вологостійкістю, гарною міцністю та мінімальною здатністю до горіння.

На ринку представлено багато різних утеплювачів. Але якщо ви хочете зробити правильне утеплення даху, то вибір не такий вже й великий. Далі ми докладно розглянемо матеріали, які вирішують будь-які завдання ізоляції.

Материалы	Теплопроводность Вт/м <sup>0</sup> С	Толщина, мм соответств. R = 1,2 м <sup>2</sup> 0 С/Вт	Плотность Кг/м <sup>3</sup>	Рабочая температура °С	Паропроницаемость Мг/(м.ч.Па)
Пенополиуретан	0,025	30	40-60	от -100 до +150	0,04-0,05
Пенополистирол (экструдированный)	0,03	36	30-45	от -50 до +75	0,015
Пенополиэтилен	0,045	54	35	от -60 до +90	0,001
Пенопласт	0,05	60	40-125	от -50 до +75	0,23
Минеральная плита	0,047	56	35 - 150	от -60 до +180	0,53
Стекловолокнистые плиты	0,056	67	15-100	от -60 до +480	0,53

**Рисунок 1.3 – Характеристики утеплювальних матеріалів**



**Мінеральна вата.** Цей утеплювальний матеріал є волокнистим виробом, виготовленим з розплавів силікатного типу, які видобуваються з різних гірських порід. На ринок матеріал поставляється у вигляді рулонів чи спеціальних плит.

Продукція різних виробників переважно відрізняється за двома показниками – щільності і розміру. До речі, перший показник іноді сягає 200 кг/м<sup>3</sup>.

Вартість робіт із утеплення даху мінеральною ватою не надто висока і цілком може бути віднесена до бюджетного варіанту.

**Скловата.** Даний матеріал за своїми експлуатаційними якостями дуже схожий з мінеральною ватою. Виготовляється з відходів скляної промисловості і випускається в плитах і рулонах. Вироби різних марок відрізняються один від одного за основними показниками, про які було сказано вище.

Основний недолік скловати – небезпека для здоров'я під час використання, якщо не застосовувати захисний одяг і не дотримуватись ряду правил. Загалом утеплення даху будинку скловатою надовго вирішує питання витоку тепла.

**Пінопласт.** Цей матеріал відноситься до пластмас газонаповненого типу – його структура включає велику кількість бульбашок повітря. Оскільки матеріал дуже міцний, робиться лише у плитах. В даний час практично кожне правильне утеплення даху, яке виконують професіонали, передбачає використання саме пінопласту. Їм теплоізолюють будь-що – від покрівельних конструкцій до фундаментів. До того ж, ціна пінопласту в порівнянні з іншими ізоляторами низька.

**Екструдований пінополістирол.** Цей матеріал виготовляється за рахунок екструзії. Звідси і така назва, яка нерідко скорочується до ЕППС. До складу входять численні замкнені осередки. Завдяки цьому пінополістирол практично не схильний до впливу різних рідин. Вартість робіт з утеплення даху ЕППС є цілком прийнятною і не дуже відрізняється від звичайного пінопласту. Тому багато хто вважає за краще користуватися ним, коли треба заізолювати ту

чи іншу поверхню.

**Порівняльний аналіз теплозахисних матеріалів.** Матеріали із вати відмінно гасять повітряний шум, що пояснюється високими показниками звукової ізоляції. Пінопласт та його аналоги подібної переваги позбавлені. Внаслідок такої особливості роботи з теплозахисту пінопластом періодично доводиться поєднувати із шумоізоляцією.

Мінеральна вата та інші подібні вироби дуже схильні до впливу води. Достатньо, щоб утеплювач намок лише на 2% загальної маси, щоб його ефективність знизилася вдвічі. Ділянки споруд, де використовується мінеральна або скляна вата, обов'язково покриваються пароізоляційною та гідрозахисною плівкою.

Волога не повинна проникати у вату та під час зберігання. Невелика порада: купуючи теплоізоляційні матеріали, обов'язково перевіряйте цілісність упакування. Показник гідрофобності вати оманливий: цей матеріал не здатний відштовхувати вологу, він лише не дає волокнам набрати воду. Тільки користі від цього мало – між волокнами є повітряний прошарок, де накопичується рідина. Так що не дуже розраховуйте на цей показник, а дивіться на вологостійкість.

Також пам'ятайте, що пінопласт та його похідні не дуже добре протистоїть горінню. За класами горючості він ділиться вироби Г1, Г2, Г3, Г4. Доцільніше застосовувати утеплювачі Г1. Тому що у разі займання достатньо буде прибрати джерело полум'я, щоб пінопласт або ЕППС перестав горіти. Сам собою він не підтримує вогонь.

Висока міцність пінопласту хороша у заданих експлуатаційних умовах. Але, як свідчить практика, цей матеріал досить просто зламати. Іноді безсовісні продавці засовують плити, що пошкодилися, всередину.

## РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВТРАТИ ТЕПЛА ПРИ ОПАЛЕННІ БУДИНКІВ, ПОКАЗНИКИ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ

### 2.1 Аналіз процесу втрати тепла будинками

Вибір технологій теплоенергозбереження потребує оцінювання втрат тепла споживачами тепла, зокрема будинками, котрі у холодну пору року потрібно опалювати. Тому доцільно встановити основні механізми втрати тепла, що діють у будинках.

Оцінимо втрати тепла, наприклад, будівлею (5-ти поверховий житловий будинок), якщо всередині підтримується температура  $T_1 = +20$  °С, а за вікнами  $T_2 = -10$  °С. Врахуємо лише два основні механізми теплових втрат:

- теплопровідність стін будівлі;
- зміна повітря всередині будівлі за рахунок обов'язкової вентиляції та за рахунок протягів.

Нехай стіни будівлі зроблені з цегли. Товщина стін  $d = 0.5$  м. Розміри будинку: довжина  $A = 100$  м, ширина  $B = 20$  м, висота  $H = 20$  м. Повна площа  $S$ , через яку тепло надходить назовні дорівнює майже  $7000$  м<sup>2</sup>

Як рекомендує автор зазначеного вище підходу (С. Варламов, 2011 р), вважатимемо, що через площу вікон втрачається стільки ж тепла, скільки і через таку ж площу цегляної стіни.

Аналогічне припущення зробимо щодо плоского даху сучасної шкільної будівлі. (Втратами через підвал будівлі знехтуємо.)

Далі скористаємося даними табл. 2.1 теплопровідності різних будівельних матеріалів.

Для силікатної цегли ця величина дорівнює  $\lambda = 0,7$  Вт/(м град).

Потужність теплових втрат оцінимо за допомогою співвідношення:

$$W_1 = S\lambda (T_1 - T_2)/d \approx 4 \times 10^5 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Таблиця 2.1 – Теплопровідність різних будівельних матеріалів

Матеріал	Щільність (для сипучих – насіпна густина), кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/ (м*К)
Алюміній	2600-2700	203,5-221 зростає із зростанням щільності
Азбест	600	0,151
Асфальтобетон	2100	1,05
АЦП азбесто-цементні плити	1800	0,35
Бетон	2300-2400	1,28-1,51 зростає із зростанням щільності
Бітум	1400	0,27
Бронза	8000	64
Вініпласт	1380	0,163
Вода при температурах вище 0 °С	1000	0,6
Повсть вовняна	300	0,047
Гіпсокартон	800	0,15
Граніт	2800	3,49
Дерево, дуб – вздовж волокон	700	0,23
Дерево, дуб – поперек волокон	700	0,1
Дерево, сосна або ялина – вздовж волокон	500	0,18
Дерево, сосна або ялина – поперек волокон	500	0,10—0,15 зростає із зростанням щільності та вологості зростає із зростанням щільності та вологості
ДСП, ОСП; деревно- або орієнтовано-стружкова плита	1000	0,15
Залізобетон	2500	1,69
Картон облицювальний	1000	0,18
Керамзит	200	0,1
Керамзит	800	0,18
Керамзитобетон	1800	0,66
Керамзитобетон	500	0,14
Цегла керамічна пустотіла (брутто1000)	1200	0,35
Цегла керамічна пустотіла (брутто1400)	1600	0,41
Цегла червона глиняна	1800	0,56
<b>Цегла, силікатна</b>	<b>1800</b>	<b>0,7</b>
Кладка із ізоляційної цегли	600	0,116—0,209 зростає із зростанням щільності
Кладка зі звичайної цегли	600-1700	0,384—0,698—0,814 зростає із зростанням щільності
Кладка з вогнетривкої цегли	1840	1,05 (при 800—1100°С)
Фарба олійна	-	0,233

Продовження таблиці 2.1

Матеріал	Щільність (для сипучих – насипна густина), кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/ (м*К)
Латунь	8500	93
Лід при температурах нижче 0 °С	920	2,33
Лінолеум	1600	0,33
Лиття кам'яне	3000	0,698
Магnezія 85% у порошку	216	0,07
Мідь	8500-8800	384-407 зростає із зростанням щільності
Мінвата	100	0,056
Мінвата	50	0,048
Мінвата	200	0,07
Мармур	2800	2,91
Тирса деревна	230	0,070—0,093 зростає із зростанням щільності та вологості
Пакля суха	150	0,05
Пінобетон	1000	0,29
Пінобетон	300	0,08
Пінопласт	30	0,047
Пінопласт ПВХ	125	0,052
Пінополістирол	100	0,041
Пінополістирол	150	0,05
Пінополістирол	40	0,038
Пінополістирол екструдований	33	0,031
Пінополіуретан	32	0,023
Пінополіуретан	40	0,029
Пінополіуретан	60	0,035
Пінополіуретан	80	0,041
Піноскло	400	0,11
Піноскло	2000	0,07
Пісок сухий	1600	0,35
Пісок вологий	1900	0,814
Полімочевина	1100	0,21
Поліуретанова мастика	1400	0,25
Поліетилен	1500	0,3
Коркова дрібниця	160	0,047
Рубероїд, пергамін	600	0,17
Свинець	11400	34,9
Совеліт	450	0,098
Сталь	7850	58

## Закінчення таблиці 2.1

Матеріал	Щільність (для сипучих – насіпна густина), кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/ (м*К)
Сталь нержавіюча	7900	17,5
Скло віконне	2500	0,698—0,814
Скляна вата (скловата)	200	0,035—0,070 зростає із зростанням щільності та вологості
Текстоліт	1380	0,244
Торфоплити	220	0,064
Фанера клеєна	600	0,12
Фаоліт	1730	0,419
Чавун	7500	46,5—93,0
Шлакова вата	250	0,076
Емаль	2350	0,872—1,163

На кожен квадратний метр площі стіни припадає тепловий потік  $\lambda(T_1 - T_2) / d = 57 \text{ Вт} / \text{м}^2 \approx 60 \text{ Вт} / \text{м}^2$ . Згідно з санітарно-гігієнічними нормами, повітря має змінюватися мінімум 1 раз на годину. Це забезпечується системою вентиляції будівлі. Загальний об'єм повітря в школі  $V$  дорівнює приблизно  $40\,000 \text{ м}^3$ . За годину будівля отримує  $V = 40\,000 \text{ м}^3$  холодного повітря з вулиці ( $11 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Це повітря нагрівається і надходить в вентиляційні труби. [11-12] Нагрівання повітря відбувається при постійному тиску, тому потужність тепловтрат, пов'язаних з вентиляцією, становить:

$$W_2 = \rho V / \mu \times (T_1 - T_2) (7/2) R / t \approx 5 \times 10^5 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

де  $R$  – універсальна газова постійна,

$\rho$  – щільність повітря,

$\mu$  – середня молярна маса газів, що входять до складу повітря,

$t$  – тривалість 1 години в секундах. Загальна потужність тепловтрат за рахунок двох розглянутих механізмів:

$$W_1 + W_2 = 9 \times 10^5 \text{ Вт} \approx 10^6 \text{ Вт.}$$

Якщо в будинку мешкає, наприклад 1000 людей, то на кожного з них припадає 1000 Вт тепловтрат. Кожна особа виробляє в середньому близько 100 Вт теплової потужності (найбільшу потужність школяр виділяє, як відомо, на

перервах), тобто покриває лише 10% від необхідної кількості. Решта забезпечується системою опалення будівлі. Якщо припустити, що в якості палива використовується вугілля і коефіцієнт корисної дії (ККД) використання теплової енергії, що виділяється при його спалюванні, становить 80%, то для підтримки температури в будівлі наприклад вдень (близько 7 годин) потрібно спалити близько 1 тони кам'яного вугілля з теплотою згорання  $3 \times 10^7$  Дж / кг.

Для визначення теплових втрат від протягів припустимо, що вхідні двері під'їзді будинку відкрили, а на верхньому поверсі відчинено вентиляційне вікно. Площа дверей і площа вікна однакові і дорівнюють  $2 \text{ м}^2$ .

Визначимо на скільки збільшаться тепловтрати будівлі.

Оцінити швидкість вітру у дверному отворі можливо за допомогою рівняння Бернуллі, і знаючи різницю тисків між теплим і холодним повітрям. Щільність повітря має значення порядку  $\rho = 1,2 \text{ кг / м}^3$ . За рахунок різниці температур всередині і зовні створюється різниця статичних тисків:

$$\Delta P \approx \rho g H (T_1 - T_2) / (273^\circ + T_2) \approx 40 \text{ Па.} \quad (2.3)$$

Цей тиск поділяється приблизно порівну на двох «переходах»: з вулиці через вхідні двері до школи і з вікна на верхньому поверсі школи назовні. Різниця тисків в 20 Па забезпечує «заштовхування» холодного повітря всередину шкільної будівлі внизу у відкриті двері і такий же перепад тиску забезпечує «виштовхування» теплого повітря зі шкільної будівлі через відкрите вікно назовні. Відповідно до рівняння Бернуллі:

$$\Delta P = \rho v^2 / 2.$$

Звідси ми отримуємо оцінку швидкості  $v$  надходження холодного ( $-10^\circ\text{C}$ ) повітря в будівлю.

$$v \approx 5,7 \text{ м / с.}$$

Отже, кожен секунду в двері залітає близько  $11 \text{ м}^3$  холодного повітря. Це потік повітря при нормальній вентиляції будівлі. Це повітря нагрівається від стін і т.д. до  $+20^\circ\text{C}$  і вилітає у вікно. Тепловтрати збільшаться на  $5 \times 10^5$  Вт! Тепловтрати через протяги можна порівняти за величиною із втратами через

стіни за рахунок теплопровідності та втратами за рахунок вентиляції будівлі! Тепер зрозуміло, чому восени всі вікна в школі утеплюють, заклеюючи всі щілини?

Ми припустили, що тепловий потік через віконну область такий самий, як і через таку ж саму площу суцільної стіни. Насправді, це, звичайно, не так. Потік тепла через вікно залежить від конструкції вікна. На півночі, наприклад, у сучасних будинках і школах використовують «потрійне» скління, яке «тепліше», ніж подвійне.

Зазвичай вікна мають два скла, що знаходяться за різної температури, знаходиться повітря. За рахунок механізму конвекції це повітря передає енергію від теплого внутрішнього скла до холодного зовнішнього скла. Це означає, що внутрішнє скло має температуру поверхні, зверненої до кімнати буде близько 0 °С. Зовнішня поверхня скла має нижчу температуру. Прийmemo як оцінку цієї температури значення –10°С.

В результаті, якщо висота вікна становить близько 1 м, а різниця температур зовнішнього і внутрішнього скла – близько 10 °С, то різниця тисків, яка забезпечує конвекцію повітря між склом, у 80 разів менше значення 40 Па (оскільки висота вікна в 20 разів менша за висоту будівлі і різниця температур у 4 рази менше). Оцінюємо швидкість руху повітря у віконному проміжку між двома шибками з рівняння

$$\Delta P = 0,5 \text{ Па} = \rho v^2 / 2.$$

Швидкість  $v$  дорівнює на порядок величині 1 м/с. Вважатимемо, що з такою швидкістю рухається шар повітря  $d = 1$  см, прилеглий до скла, товщиною приблизно 1/10 від товщини повітряного проміжку між склом. Тоді кожен квадратний метр вікна забезпечує передачу теплової потужності приблизно:

$$d(1 \text{ м})\nu\rho/\mu \times (\Delta T)(7/2)R = 116 \text{ Вт/м}^2 \approx 120 \text{ Вт/м}^2 \quad (2.4)$$

Отже потік тепла через площу вікна приблизно вдвічі більший, ніж потік через таку саму площу суцільної стіни будівлі. Площа ж вікон становить близько 20% від загальної площі зовнішніх стін будівлі, отже, тепловтрати через стіни будуть більшими, за зроблену нами раніше оцінки (W1) приблизно



на 20 % і складають 120 Вт/м<sup>2</sup>.

Таким чином, для площі ж будинку 7000 м<sup>2</sup> втрати тепла складуть 84 кВт, отже маємо суттєві втрати тепла, які варто зменшити.

## 2.2. Перспективні пропозиції для збереження теплових ресурсів

Як показав апріорний аналіз, витрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження на сьогодні має такий розподіл [14] :

- зовнішні стіни – 40 % (потенціал економії – 70 %);
- вікна, двері – 25 % (потенціал економії – 50 %);
- вентиляція – 15 % (потенціал економії – 65 %);
- гаряча вода – 10 % (потенціал економії – 30 %);
- дах, підлога – 8 % (потенціал економії – 50 %);
- трубопроводи, арматура – 2 % (потенціал економії – 35 %).

Таким чином, варто в першу чергу утеплювати зовнішні стіни будинків, тобто їхні фасади

Наведена вище узагальнена систематизація витрат тепла різними компонентами будівлі дозволяє намітити напрямки збереження теплових ресурсів в умовах житлової забудови. Так, урахуваючи вищевикладене, збільшене споживання енергоносіїв у житловому секторі пов'язано із втратою тепла через вікна, стіни, дах, підлогу, застарілі інженерні системи та за рахунок вентиляції.

До економії витрат ресурсів і зниження тепловтрат, у першу чергу, слід віднести енергозбереження у споживачів: у системах теплопостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря.

Вирішення указаних питань пов'язано з проведенням термомодернізації будинків через утеплення зовнішніх стін, ориш, дахів тощо, а також заміну вікон і дверей на більш енергоефективні; модернізації інженерних систем; збільшення корисного використання енергії за рахунок застосування рекуператорів, терморегуляторів, теплових насосів та інших новітніх

енергозберігаючих технологій. Впровадження заходів із термомодернізації буде сприяти збільшенню строку експлуатації будівель житлового сектора міста.

Для вирішення ж порушених проблемних питань необхідні значні інвестиції. Проте на сьогодні в державному та місцевому бюджетах такого інвестиційного ресурсу немає, а енергетичний ринок, який дозволяв би інвестувати в енергоефективні технології або проєкти приватний капітал та запроваджувати механізми фінансування заходів з енергозбереження третьою стороною, не розвинений та потребує зовнішніх інвестицій.

Один з варіантів вирішення проблемних питань щодо заходів з енергоефективності та енергозбереження для бюджетних організацій – це укладання енергосервісних контрактів. За рахунок виконавця енергосервісу у бюджетних організаціях за контрактами будуть упроваджуватись технічні та організаційні енергоефективні заходи.

Після виконання наведених вище заходів результатом повинна бути економія коштів та підвищення рівня комфорту. Заощаджені кошти спрямовуються в рахунок оплати послуг виконавця енергосервісу та на реалізацію заходів з енергозбереження. (Програма з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі на 2022–2026 роки)

Визначення шляхів розв'язання проблем енергоефективності на прикладі м. Дніпра базується на принципах системності, комплексності, технічної та економічної спроможності. Так проблему можливо розв'язати шляхом:

- впровадження новітніх технологій виробництва та споживання енергетичних ресурсів, а також технологій, що передбачають використання енергозберігаючих та енергоефективних матеріалів і обладнання;
- розвитку альтернативної енергетики;
- створення сприятливих умов для залучення вітчизняних та іноземних інвестицій у сферу енергоефективності та енергозбереження з метою оптимізації структури енергетичного балансу, зменшення обсягу викидів забруднюючих речовин;

- популяризації серед широких верств населення через засоби масової інформації ефективного та ощадливого споживання паливно-енергетичних ресурсів, включення відповідних питань до програм закладів освіти;

- проведення Днів енергії, форумів, семінарів тощо.

Завдяки реалізації заходів щодо енергоефективності можливо досягти таких результатів:

- зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів комунальними підприємствами, бюджетними закладами та установами міста не менше ніж на 20 %;

- скорочення викидів парникових газів та протидія змінам клімату, зокрема зменшення на території міста викидів CO<sub>2</sub> не менше ніж на 20 %;

- поліпшення рівня здоров'я населення через зниження забруднення атмосферного повітря, а також завдяки поліпшенню умов життя та роботи у будівлях, де буде проведено комплексну термомодернізацію на основі теплозберігаючих технологій;

- підвищення рівня добробуту населення за рахунок зменшення витрат на енергетичні ресурси, модернізації інфраструктури та поліпшення якості публічних послуг;

- збільшення можливостей бюджету Дніпровської міської територіальної громади для фінансування проектів розвитку через зменшення витрат на енергоресурси та збільшення податкових надходжень.

В результаті, заходи та технології, що пропонуються дозволять підвищити одночасно й екологічну безпеку міста.

### **2.3 Визначення індивідуальних і комплексних показників екологічної небезпеки викидів з енергетичних установок (котелень) в умовах міста**

Якість атмосферного повітря є одним з основних факторів формування екологічної безпеки в цілому навколо діючих енергосистем. Потрапляючи до атмосфери, забруднюючі речовини досить швидко розсіюються. Середня

тривалість знаходження газів у тропосфері становить 2-4 місяці, аерозолів – 4 місяці біля тропосфери, 1 місяць – у верхній та 6- 10 діб – у нижній тропосфері. У результаті змінюються фізичні та хімічні властивості атмосфери, її радіаційні та електричні характеристики. Змінюється склад тропосфери, збільшується концентрація CO<sub>2</sub>, метану, нітрогену, фреонів, аерозолів антропогенного походження та інших забруднювачів.

Якість компонентів довкілля відповідає нормам, якщо вміст конкретного забруднювача у певному середовищі, зокрема на межі СЗЗ підприємства, не перевищує відповідне значення гранично допустимої концентрації – ГДК, тобто:

$$q_i < ГДК_i$$

Для оцінки потенційного екологічного ризику або екологічної небезпеки від дії забруднювачів звичайно використовують відносно прості залежності, куди як параметри входять рівні соціальної небезпеки, забруднення навколишнього середовища, величини навантаження на нього або розміри нанесеного збитку.

Найбільш поширеною є модель, заснована на оцінці соціального ризику за ступенем впливу екологічно небезпечного фактору на здоров'я людини. Так, відповідно до методичних вказівок МОЗ України (Методичні вказівки. «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». У відповідності із наказом МОЗ України від 13.04.2007р. №184.) оцінку рівня соціального (екологічного) ризику здійснюють шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції забруднювача з безпечними (референтними) рівнями впливу й визначенням коефіцієнта небезпеки як

$$HQ = AD/RfD \quad (2.5)$$

де  $AD$  (актуальна доза) – середня фактична концентрація забруднювача, мг/м<sup>3</sup>;

$RfD$  (референтна доза) – безпечна концентрація забруднювача, мг/м<sup>3</sup>.

За отриманою кратністю відхилення вмісту забруднювача від референтної концентрації (переважно гранично допустимої концентрації -

- ГДК) визначають фактичний ризик джерела газу або іншого забруднювача для здоров'я населення в обраних точках території впливу викиду цього забруднювача, що й характеризує його екологічну небезпеку.

Критерії, зокрема неканцерогенного ризику, для характеристики коефіцієнта небезпеки ( $HQ$ ) наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Критерії неканцерогенного ризику від забруднення повітря

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки ( $HQ$ )
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не має потреби в термінових заходах, однак не може розглядатися як достатньо прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню $HQ$	> 1

Оскільки йдеться про окремі види забруднення, то дані показники називають частинними критеріями якості. Узагальнені ж критерії якості визначають, що зокрема характерні для більшості промислових виробництв, в тому числі й цементного, зазвичай як середньозважені індекси небезпеки за формулою:

$$HQ_i = \frac{C_i}{R_f C} \quad (2.6)$$

де  $HQ_i$  – коефіцієнт небезпеки впливу  $i$ -ої речовини;

$C_i$  – рівень фактичного впливу  $i$ -ої речовини,  $\text{мг/м}^3$ ;

$R_f C$  – безпечний (референтний) рівень впливу,  $\text{мг/м}^3$ .

З цією формулою визначені показники для основних забруднювачів, що викидаються в атмосферу потужною котельнею, а саме:

$$HQ_{NO_2} = \frac{0,08}{0,06} = 1,3; \quad HQ_{SO_2} = \frac{0,065}{0,05} = 1,3; \quad HQ_{CO_2} = \frac{5}{3} = 1,66;$$

Оцінимо характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за умов комбінованого впливу хімічних речовин на основі розрахунку індексу небезпеки :

$$HI = \sum HQ_i \quad (2.7)$$

де  $HQ_i$  – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші впливових хімічних речовин, причому вагові коефіцієнти в зазначеній сумі можуть бути визначені на основі експертних оцінок, з урахуванням відносної шкідливості речовин, їх синергічної або, навпаки, антагоністичної взаємодії по окремих групах.

З узагальнених же критеріїв одержують комплексні оцінки якості як повітряного, так і водного середовища.

В результаті за (2.7) отримаємо:

$$HI = HQ_{NO_2} + HQ_{SO_2} + HQ_{CO_2} = 1,3 + 1,3 + 1,66 = 4.26$$

Такий сумарний показник є характерним для більшості техногенно навантаженої території, зокрема для міста Дніпро..

При значеннях  $HQ > 1$ , доцільно оцінювати диференційовані рівні екологічної небезпеки забруднювачів атмосферного повітря за стандартизованою методикою:

Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених міст (від забруднення хімічними й біологічними речовинами). Уведені МОЗ України 9.07.97. Наказ № 201.).

Класифікація рівнів екологічної небезпеки за цією методикою представлені в табл. 2.3

Таблиця 2.3 – Класифікація рівнів екологічної небезпеки по кратності перевищення ГДК забруднювача в атмосфері

Рівень забруднення	Ступінь небезпеки	Кратність перевищення ГДК	Відсоток* випадків перевищення ГДК
Припустимий	Безпечний	< 1	0
Неприпустимий	Слабко небезпечний	> 1–2	> 0–4
Неприпустимий	Помірно небезп.	> 2 – 4.4	> 4 – 10

## Закінчення таблиці 2.3

Рівень забруднення	Ступінь небезпеки	Кратність перевищення ГДЗ	Відсоток* випадків перевищення ГДЗ
Неприпустимий	Небезпечний	> 4.4– 8	> 10–25
Неприпустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

Примітки: 1) у випадках визначення недиференційованого за складом пилу (аерозолі) допускається приймати значення його ГДЗ (гранично допустимого забруднення). Кратність перевищення ГДЗ те ж саме, що кратність перевищення ГДК.

2) загальна запиленість, що створюється викидами підприємств й інших об'єктів із вмістом твердих аерозолів різних хімічних сполучень, у повітряному середовищі навколишньої житлової забудови не повинна перевищувати ГДК, установлені для недиференційованого за складом пилу.

Наведена в таблиці 2.3 шкала небезпеки забруднення атмосфери корисна тим, що вона дозволяє оцінювати ефективність заходів чи технологій, запропонованих для зниження екологічної небезпеки викидів.

Оцінка якості атмосферного повітря можлива також на основі **комплексних показників**, що враховують не тільки перевищення рівнів допустимих концентрацій, але й враховують клас небезпеки речовин, що викидаються. Одним з таких показників є індекс забруднення атмосфери (ІЗА), що визначають за формулами:

$$I = \left( \frac{q}{ГДК_{\text{мр}}} \right)^C \text{ або } I = \left( \frac{\bar{q}}{ГДК_{\text{сд}}} \right)^C \quad (2.8)$$

де  $q$  и  $\bar{q}$  – відповідно максимальні разові або середньодобові концентрації забруднювача;

$C$  – константа, що приймає значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класів небезпеки речовини.

Відомо, що пил, оксид азоту та діоксид сірки мають 3-й клас небезпеки, оксид вуглецю – 4-й, оксид алюмінію – 2-й, а свинець та діоксид селену визначені як речовини 1-го класу небезпеки.

Отже за цим індексом отримаємо наступні значення:

$$I_{\text{пил}} = \left(\frac{0,1}{0,02}\right)^1 = 5; I_{NO_2} = \left(\frac{0,08}{0,06}\right)^1 = 1,3; I_{SO_2} = \left(\frac{0,065}{0,05}\right)^1 = 1,3;$$

$$I_{CO_2} = \left(\frac{5}{3}\right)^{0,9} = 1,58;$$

При значенні ІЗА, тобто  $I \leq 1$ , якість повітря за вмістом окремих забруднювачів відповідає санітарно-гігієнічним нормам.

Комплексний ІЗА (КІЗА) – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, створеного  $n$  речовинами та розраховується за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left( \left( \frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right)^{C_i} \right)_i \quad (2.9)$$

$$I = I_{NO_2} + I_{SO_2} + I_{CO_2} = 1,3 + 1,3 + 1,8 = 4.4$$

Приймаючи до уваги наведені показники, визначимо їх для головних забруднювачів, що містяться у викидах, теплових мереж м. Дніпро

Зведемо усі отримані показники у єдину таблицю (табл. 2.4) наведені також ГДК та розрахункові показники екологічної небезпеки маркерних речовин, що надходять в атмосферу при виробництві цементної продукції.

Таблиця 2.4 – Показники екологічної небезпеки викидів речовин, що забруднюють атмосферу від теплових мереж міста

Найменування маркерних речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки	Показники екологічної небезпеки маркерних речовин у викидах			
	м.р	сд,		середньодобова концентрація, мг/м <sup>3</sup>	ІЗА	Ризик, ІН	Ступінь екологічна небезпеки за рівнем перевищення ГДКсд
Азоту оксид	0,4	0,06	3	0,08	1,3	1,3	слабко небезп.
Діоксид сірки	0,5	0,05	3	0,065	1,3	1,3	слабко небезпечний



## Закінчення таблиці 2.4

Вуглецю оксид	5	3	4	5	1,58	1,66	слабко небезпечний
Комплексні показники за формулами	-	-	-	-	Близько 4,5	4,4	небезпечний

Як бачимо, комплексні показники екологічної небезпеки перевищують величину близько 10, що свідчить про доволі високу екологічну небезпеку викидів теплових мереж міста, що відповідає якісно визначеному ступеню екологічної небезпеки – «НЕБЕЗПЕЧНИЙ» .

#### 2.4 Оцінка ресурсозберігаючого та екологічного ефектів від утеплення зовнішніх стін будинків

Очевидно, що розміри платежів за викиди забруднюючих речовин в атмосферу можуть при сталому податку на викиди виступати певним мірилом зниження екологічної небезпеки та енергоефективності міських котелень. Проте котельня є лише однією ланкою в системі теплової мережі міста. Так, у ланці «споживачі тепла» поширилося застосування технологій, спрямованих на збереження тепла у житлових і адміністративних будинках. Проте їх масове впровадження потребує оцінювання ресурсозберігаючої і екологічної ефективності таких технологій. Так, авторами в роботах [19, 20] на основі виявлених закономірностей впливу температури атмосферного повітря на споживання палива котельнями та їхні викиди. було запропоновано і апробовано удосконалений розрахунковий метод, що забезпечує оперативне визначення поточних викидів міських котелень за добовими витратами палива на протязі усього опалювального сезону з одночасною оцінкою показників енергоефективності котлоагрегатів та ступеня екологічної небезпеки їх викидів в атмосферу.

Суть методу полягає у використанні запровадженого авторами показника (індексу  $K$ ), який одночасно характеризує кратність перевищення поточних

витрат палива та відповідних поточних викидів забруднюючих речовин котельнею відносно їх відлікових (опорних) значень. Останні розраховують одноразово на початку опалювального сезону при температурі атмосферного повітря 8 °С. Далі шляхом множення індексу  $K$ , що відповідає певній добовій витраті палива, на опорні значення викидів і пропонується оперативно розраховувати добову емісію кожної забруднюючої речовини в умовах конкретної котельні.

Серед технологій, спрямованих на збереження тепла, в житлових будинках, набула популярності технологія утеплення зовнішніх стін теплоізолюючим матеріалом у вигляді шару пінопласту чи іншого полімерного пористого матеріалу. Отже виникає задача оцінити ресурсозберігаючий і екологічний ефект впровадження технології утеплення будинків. Подано на рисунку 2.1.

Вирішення цього завдання виконувалося на основі досліджень виконаних в роботах кафедри екології і ТЗНС НТУ Дніпровська політехніка в роботах для експериментального дослідження температур не утеплених і утеплених поверхонь зовнішніх стін будинку, з подальшою оцінкою збереженого тепла, було обрано типовий 5-ти поверховий будинок з білої цегли в Центральному районі м. Дніпро, де проводилися теплові вимірювання.



**Рисунок 2.1 – Вигляд фрагментарного утеплювача товщиною до 10 см на цегляній стіні будинку**

Методика теплових вимірювань базувалася на використанні портативного пірометра з лазерним покажчиком області визначення радіаційної температури певної поверхні. Паспортна похибка вимірювання температури приладом складала  $\pm 0,1$  °C [5].

Відповідні відносні втрати тепла, порівняно з потоком випромінювання цегляної стіни, прийнятим за 1, склали – порядку 0,9783, отже у відсотках втрати тепла знизяться на 2,17%, тобто приблизно на 2%.

Таким чином, за результатами виконаних пірометричних вимірювань та їх аналізу з відповідними розрахунками показує, що зменшення втрати тепла типовим будинком з площею будинку 7000 м<sup>2</sup>, який розглянуто у підрозділі 2.1, складуть 2% від оцінної втрати тепла будівлею у 84 кВт. Тобто знижка витрат тепла тільки при утепленні фасаду будинку складе близько 1,68 кВт

Після повномасштабного впровадження в будинках кварталу або мікрорайону міста утеплювачів товщиною 5 або 10 см значення енергоекологічного індексу –  $K$ , запропонованого в указаній роботі знизиться в середньому з початкової величини  $K_{i0} = 1,5712$  до рівня  $K_i = 1,5397$ , тобто на величину 0,0315, або в середньому стане на 2% нижче попередньо визначеної відлікової величини.

Аналогічним буде зниження викидів кожної забруднюючої речовини або їх концентрацій у димових газах відповідної котельні, а також споживання палива її котлоагрегатами. При цьому для отримання указаних показників потрібно спочатку визначити їх відлікові величини, що відповідають розрахованому вище індексу  $K_{i0} = 1,5712$ . Так, концентрація оксидів азоту  $NO_x$  в димових газах котельні знизяться з відлікового значення 250 мг/м<sup>3</sup> до 245 мг/м<sup>3</sup>, а оксиду вуглецю  $CO$  – з 130 мг/м<sup>3</sup> до 127,4 мг/м<sup>3</sup>, тобто зменшаться відповідно на 5 мг/м<sup>3</sup> та 2,6 мг/м<sup>3</sup>.

Споживання ж палива –  $V_i$ , згідно з отриманими  $K_i$ , знизиться до рівня 19,246 т/добу, тобто добові витрати палива зменшаться на 394 кг/добу. На перший погляд, знижки невеликі, але на протязі опалювального сезону вони переростуть у відчутні величини зниження валових викидів забруднювачів

атмосфери та податкових платежів за них. Одночасно за сезон отримаємо відчутну економію палива котельнею.

Узагальнюючи відмітимо, що масштабне застосування в будинках міста технологічно прийнятних утеплювачів їх зовнішніх стін наприклад шарами пінопласту призведе до зниження концентрацій забруднюючих речовин у викидах котельні та одночасно до економії палива приблизно на величину близько 2%,

Таким чином, при повномасштабному застосуванні технології утеплення зовнішніх стін будинків міста, які обслуговуються котельнею, наприклад, потужністю 10 МВт, очікується зниження величини поточного енергоекологічного індексу  $K=1,5712$ , визначеного без урахування утеплення, в середньому до рівня  $K=1,5397$ , тобто на величину 0,0315. Відповідно концентрації оксидів азоту  $\text{NO}_x$  в димових газах, що викидаються з котельні в атмосферу, знизяться з номінальних  $250 \text{ мг/м}^3$  до  $245 \text{ мг/м}^3$ , а оксиду вуглецю  $\text{CO}$  – з  $130 \text{ мг/м}^3$  до  $127,4 \text{ мг/м}^3$ . При цьому добові витрати палива знизяться на 394 кг/добу. Отже, на протязі опалювального сезону матимемо відчутні зниження валових викидів забруднювачів атмосфери та суттєву економію палива котельнею, що доводить позитивну енергоекологічну ефективність впровадження зазначеної технології. [12]

Таким чином, одним із шляхів енергозбереження в будинках виступає технологія утеплення будинкових фасадів, тобто зовнішніх стін.

## РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ТЕПЛОЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА (на прикладі м. Дніпро)

### 3.1 Характеристика підприємства теплових мереж міста Дніпро

Очевидно, що інтенсивність викидів котелень залежить в першу чергу від їх потужності та відповідного рівня споживання палива та його виду, тобто пов'язана з типом котелень, перелік яких наведений нижче. [7]

**Індивідуальні котельні.** Розміщаються в основному в убудованих житлових чи комунально-побутових і рідше в окремо розташованих будинках і обладнаються водогрійними котлами із температурою нагрівання води до 120°C або паровими котлами із тиском насиченої пари до 0,7 кг/см<sup>2</sup> (0,07 МПа). Ці котельні забезпечують теплом або гарячою водою один чи кілька будинків. До них відносять й сучасні **автоматичні котельні** з потужністю газових котлоагрегатів порядку 400...600 кВт, які розміщуються в окремих адміністративних будинках переважно на верхніх поверхах та працюють практично без оперативного обслуговуючого персоналу.

Збір мінливих даних споживання газу і температурних параметрів в таких котельнях постійно забезпечує комп'ютерний сервер адміністративного закладу, дані якого використовують для визначення квартальних податків за викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

**Групові котельні.** Забезпечують теплом гарячою водою групу будинків. Обладнаються паровими котлами МЗК-8М, МЗК-7М, Е-1-9-1М, ДКВР-2,5-13, ДКВР-4-13, ДКВР-6,5-13, ДЕ-4, ДЕ-6,5 і водогрійними ТГВ-4Р, КВГ-4-150, КВ-ГМ-4.

**Квартальні котельні.** Дають тепло і гарячу воду в житлові квартали і мікрорайони. Обладнаються вони паровими котлами ДКВР-10-13, ДЕ-10, ДЕ-16 і водогрійними ТГВ-8М, КВГ-6,5-150, КВ-ГМ-6,5, КВ-ГМ-10.

**Районні котельні.** Забезпечують теплом і гарячою водою великі житлові масиви. Обладнаються паровими котлами ДКВР-20-13, ДЕ-25, ГМ-50-14, водогрійними ПТВМ-3,0, ПТВМ-50, КВ-ГМ-30, КВ-ГМ-50.

Найбільш розповсюдженим, зважаючи на високу кількість квартальних котелень, є водогрійний газовий котлоагрегат марки ТВГ-8м (номінальна потужність 9,6 МВт).

При спалюванні природного газу як основного палива номінальна концентрація оксидів азоту  $\text{NO}_x$  в його димових газах становить  $250 \text{ мг/м}^3$ , а оксиду вуглецю  $\text{CO}$  –  $130 \text{ мг/м}^3$ . Причому природний газ є найбільш безпечним в екологічному сенсі викопним паливом, оскільки у продуктах його згоряння немає золи, а викиди оксидів сірки, що утворюються у ході спалювання, є суттєво меншими порівняно з викидами оксидів азоту і оксиду вуглецю (вміст сірки у природному газі складає до 0,02 %).

Для характеристики системи котелень великого міста, наведемо дані міського комунального підприємства теплових мереж м. Дніпро, що загалом налічує близько 100 котелень різного рівня.

В результаті, маємо приблизно стільки ж організованих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу у вигляді димових труб котелень різної висоти, з різними діаметрами випускних отворів і температурою димових газів, що викидаються їхніми котлоагрегатами.

Загалом викид газоподібних екологічно небезпечних шкідливих речовин від згаданих джерел підприємства становить, за апріорними даними, порядку 3300...3500 т/рік., зокрема оксидів азоту приблизно 118 г/сек., окису вуглецю – 37 г/сек.

Всі джерела викидів розташовуються на 7 умовних площадках міської території. Отже, являє собою фактично розосереджене джерело забруднення атмосфери міста, що впливає, з одного боку, на рівень споживання паливних ресурсів, а з іншого, через утворювані в результаті спалювання димові гази, – визначає рівень екологічної безпеки територій міста.

### **3.2 Прогнозна оцінка зниження рівня забруднення атмосфери після впровадження технології попередньої очистки викидів котелень теплових мереж міста**

На сучасному виробництві повністю провести очистку повітря, використовуючи відомі рішення, не вдається, і деяка частина екологічно небезпечних речовин викидається в атмосферу.

Причому, як показано в роботах [12, 13], зниження споживання палива, тобто енергозбереження, додатково веде до зниження викидів енергетичних установок чи котлоагрегатів.

Процес розсіювання визначається характером місцевості, властивостями викидів, станом атмосфери та іншими умовами. Він здійснюється через висотні труби. Причому основною умовою розсіювання газопилових викидів є забезпечення допустимих концентрацій шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери.

Величина максимальної приземної концентрації кожної забруднюючої речовини в приземному шарі атмосфери не повинна перевищувати величини середньодобової гранично допустимої концентрації цієї речовини в атмосферному повітрі.

Розрахункова оцінка зниження рівня забруднення атмосфери після впровадження технології попередньої очистки викидів поводитися для визначення ефективності впровадження технології очищення викидів при застосуванні наведеного у попередньому розділі розрахунків при впровадженні в енергосистемі теплових мереж на шляху переміщення газо-пилових викидів конструктивної схеми багатокамерного адсорбера з киплячим шаром або каталітичного пристрою, наведених на рис. 1.1, 1.2, які характеризуються приблизно однаковою ефективністю.

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.1. виконані аналогічно.

Таким чином, за рахунок зниження споживання палива котельнями прогнозується зниження комплексного (сумарного) екологічного показника

індексу викидів, приблизно на 25%. (з 10 до 6).

Таблиця 3.1 – Прогнозні показники екологічної небезпеки викидів речовин котельнями, що забруднюють атмосферу

Найменування маркерних речовин	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки	Показники екологічної небезпеки маркерних речовин у викидах			
	м.р	сд,		середньодобова концентрація, мг/м <sup>3</sup>	ІЗА	Ризик, НQ	Ступінь екологічна небезпеки за рівнем перевищення ГДКсд
Азоту оксид	0,4	0,06	3	0,06	1,0	1,0	безпечний
Діоксид сірки	0,5	0,05	3	0,05	1,0	1,0	безпечний
Вуглецю оксид	5	3	4	3,5	1,148	1,16	слабо небезпечний
Комплексні показники	-	-	-	-	3,2	3,1	-

Причому, очікується зменшення ступеню екологічної небезпеки підприємства теплових мереж зі ступеня – «НЕБЕЗПЕЧНИЙ» на ступінь «СЛАБО НЕБЕЗПЕЧНИЙ» (див. табл. 2.2)

### **3.3. Очікувані результати виконання програми з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі**

Як показано, у підрозділі 2.1. один з варіантів вирішення проблемних питань щодо заходів з енергоефективності та енергозбереження для бюджетних організацій – це укладання енергосервісних контрактів.

В результаті енергозбереження в енергосистемах і теплових мережах міста повинна бути економія коштів та подальшого підвищення рівня екологічної безпеки міста.

Заощаджені кошти спрямовуються в рахунок оплати послуг виконавця



енергосервісу та на реалізацію заходів з енергозбереження. (Програма з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі на 2022–2026 роки)

Визначення шляхів розв’язання проблем енергоефективності на прикладі м. Дніпра базується на принципах системності, комплексності, технічної та економічної спроможності.

В результаті, заходи та технології, що пропонуються у цій програмі дозволять підвищити одночасно й екологічну безпеку міста.

Наведемо очікувані результати і акині показники після виконання програми з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання ц місті Дніпро (див. табл. 3.2, та табл. 3.3):

Таблиця 3.2 – Очікувані результати виконання програми з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі на 2022–2026 роки

№ з/п	Завдання	Найменування показника виконання завдання	Одиниця виміру	Показник виконання
1	Популяризація та мотивація ефективного та ощадливого споживання паливно-енергетичних ресурсів серед населення, підприємств та організацій усіх форм власності	Скорочення викидів парникових газів та протидія змінам клімату, зокрема зменшення на території міста викидів CO <sub>2</sub>	%	20
2	Залучення вітчизняних та іноземних інвестицій у сферу енергоефективності та енергозбереження	Збільшення можливос. бюджету Дніпровської міської територіальної громади для фінансування проектів розвитку через зменшення витрат на енергоресурси та збільшення податкових надходжень	%	20

## Закінчення таблиці 3.2

№ з/п	Завдання	Найменування показника виконання завдання	Одиниця виміру	Показник виконання
3	Упровадження заходів з енергозбереження та розробок у галузі відновлювальної енергетики	Зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів комунальними підприємствами, бюджетними закладами та установами міста	%	20
4	Упровадження системи "Еско-контракт"	Загальна економія паливно-енергетичних ресурсів	Тис. МВт-год	317,69

Таблиця 3.3 – Прогнозні обсяги та джерела фінансування Програми з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі на 2022–2026 роки

Джерела фінансування	Обсяг фінансування (тис. грн)	У тому числі за роками (тис. грн)				
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2026 р.
Бюджет Дніпровської міської територіальної громади	305 550,00	50 150,00	50 850,00	53 750,00	52 800,00	98 000,00
Усього	305 550,00	50 150,00	50 850,00	53 750,00	52 800,00	98 000,00

### 3.4 Технологічні заходи та засоби з утеплення фасадів будинків, що рекомендуються до впровадження в містах

Технологічні заходи з утеплення будинків та зокрема їх фасадів відповідає програмі і, на наш погляд, може бути реалізована в першу чергу. Так, при реконструкції багатоповерхових житлових будинків, зокрема, цегляних або панельних чи блокових п'ятиповерхівок, у містах з великим застарілим (порядку 50...100 років експлуатації) житловим фондом слід

орієнтуватися на «мокрі фасади», як перспективні з точки зору впровадження такої технології в житлових новобудовах.

Між тим, фрагментарне утеплення стін за приватною ініціативою складає в містах за орієнтовними оцінками менше 5-10% загальної площі поверхонь фасадів, отже отримуємо енергоекологічний ефект на порядок менший, тобто менше 0,2 %.

Тому для отримання відчутного на рівні великого міста енергоекологічного ефекту від розглянутої технології утеплення стін будинків необхідне її масове централізоване впровадження, як на рівні окремих багатоповерхових будинків, так і на рівні існуючих житлових мікрорайонів.

Враховуючи викладене, для реконструкції існуючих фасадів пропонується використання поточних промислових технологій утеплення стін будинків, що застосовують в новобудовах.

Засновані вони на використанні мінеральної вати, На наш погляд прогнозується ефективне використання, зокрема ISOVERу-штукатурного. Ця вата постачається у вигляді плит з аналогічною пінопласту товщиною (представлено на рис. 3.1), але цей матеріал має кращі за пінопласт теплозберігаючі властивості.

Утеплювач ISOVER-штукатурний має переваги порівняно з пінопластом:

- коефіцієнт теплопровідності – 0,034 Вт/м\*К, проти 0,048 Вт/м\*К, отже при застосуванні плит товщиною 100 мм очікується зниження втрат тепла до приблизно 2,8%, проти 2,17%, отриманих для пінопласту;
- монтаж плит чи матів з мінеральної вати виконується із застосуванням клеїв, тобто не потребують металевих шурупів – саморізів, як у разі кріплення пінопласту до цегли, що виглядає більш технологічним та не шкодить цегляній стіні;
- більша екологічність та дещо менша вартість, за рахунок того, що сировиною для виготовлення мінеральної вати є переважно природне каміння, а не полістирол – продукт іншого екологічно небезпечного хімічного виробництва.



**Рисунок 3.1 – Застосування мінеральної вати, сформованої у плити, поверх цегляної стіни під час поточного промислового утеплення фасадів; (процес формування утепленого фасаду поверх стіни з червоної цегли в новобудові)**

Таким чином, беручи до уваги виконаний аналіз, енергоефективність утеплення пінопластом будинків, що експлуатуються, та наведені переваги утеплювача з мінеральної вати, масштабну реконструкцію фасадів цегляних будинків, що експлуатуються, доцільно виконувати з використанням саме мінеральної вати, отримуючи при цьому вищий приблизно на 29% енергоекологічний ефект, порівняно із застосуванням полістиролу як утеплювача, що стосується як енергозбереження, так витрат палива, а викидів в атмосферу, що підвищить рівень екологічної безпеки в міських системах теплових мереж міста.

**Технологія утеплення стін зовні мінеральною ватою** Сьогодні відомо кілька способів утеплення стін зовні мінеральною ватою. Розглянемо два найпоширеніших з них – це «сухий» та «мокрый» способи.

*«Сухий» спосіб зовнішнього утеплення стін мінеральною ватою* Сухий метод або метод вентиляваного фасаду. Суть даного методу полягає в тому,

що утеплювач укладається в каркас із дерев'яного бруса або металевого профілю та зашивається облицювальним матеріалом.

Перед встановленням зовнішнього каркаса на стіні кріпиться пароізоляційний матеріал. Він захищатиме стіну від впливу вологи, що утворюється в теплоізоляційному матеріалі у зимовий період. Монтаж вертикального бруса каркаса проводиться по всій довжині стіни з кроком, що дорівнює ширині теплоізоляційного матеріалу. Обов'язковою умовою при монтажі мінеральної вати є повітряний зазор 2-3 см між облицювальним та теплоізоляційним матеріалом, тому ширину дерев'яного бруса для каркасу варто вибрати з урахуванням товщини утеплювача. Коли каркас змонтований на стіну, в утворені комірочки укладаються мінераловатні плити або мати.

Потім, коли утеплювач повністю укладений, кожна комірочка зашивається гідровітроізоляційним матеріалом. Після цього мінеральну вату закріплюють спеціальними дюбелями із широкою головкою – для забезпечення надійної фіксації теплоізоляційного матеріалу. [15]

Фінальним штрихом утеплення стін зовні мінеральною ватою сухим методом є монтаж на каркас облицювального матеріалу. Представлено на рис. 3.2.



**Рисунок 3.2 – Схема утеплення фасаду мінеральною ватою**

*«Мокрий» спосіб зовнішнього утеплення стін мінеральною ватою.*

Даний метод полягає у фіксації теплоізоляційного матеріалу на стіні за допомогою спеціального клею та подальшого оздоблення його

облицювальними матеріалами (штукатуркою).

При утепленні будівлі в такий спосіб спочатку необхідно здійснити очищення поверхні стін від старої штукатурки і тимчасово розібрати всі комунікації, які можуть перешкоджати надійній фіксації утеплювача на стіні. Після очищення поверхню стіни слід обробити ґрунтовкою глибокого проникнення та антигрибковим складом.

Потім, коли підготовка стіни проведена, слід визначитися з висотою, де буде встановлено перший ряд теплоізоляційного матеріалу. За допомогою рівня на цій висоті горизонтально встановлюється перфорований металевий профіль, який послужить основою і захистом для першого ряду утеплювача. Після цього за допомогою полімерного клею на стіні фіксуються пресовані мінераловатні плити (утеплювач), кожен з яких для більшої надійності фіксують до стіни 4-5 дюбелів з широкою головкою.

При встановленні плит утеплювача слід це робити дуже точно – плити повинні щільно прилягати один до одного, інакше в зазорах утворюватимуться «містки холоду», які можуть призвести до розтріскування фінішного покриття. Після монтажу на стіну теплоізоляційного матеріалу всі западини (ямочки), які утворилися внаслідок фіксації матеріалу дюбелями, слід замазати розчином або шпаклівкою до рівної поверхні.

Після вирівнювання поверхні на мінераловатні плити наноситься полімерний ґрунт, на якому фіксується армуюча сітка. Заключним етапом такого утеплення буде облицювання поверхні штукатуркою, що вийшла. Мокрий метод зовнішнього утеплення стін мінеральною ватою широко використовується при утепленні приватних будівель (котеджів) та зовнішніх стін багатоповерхових будівель.

**Утеплення даху** Давно відомо, що дах, що погано утеплений дах – джерело великих проблем, пов'язаних з витоками тепла. Навіть якщо у вас приміщення добре опалюється, дискомфорт нікуди не зникне, ви витратите більше газу та електроенергії під час обігріву будівлі. Набагато простіше провести відповідні теплоізоляційні роботи.

Утеплення даху будинку можна виконувати двома способами.

Спосіб 1. Якщо над житловим приміщенням розміщується неопалюване горище, утеплювати скати даху нерационально, так як це веде до збільшення площі утеплення. Розумніше у такому разі утеплювати перекриття між приміщенням та горищем.

Конструкція утепленого перекриття виглядає наступним чином. Знизу до лагів необхідно прикріпити паробар'єр з нахлестом на сусідні ділянки, щоб створити перешкоди для пари, що рухається. Потім між лагами розстиляється теплоізоляція. Для можливого пересування теплоізоляцією можна прокласти своєрідні доріжки з дошок або покрити теплоізоляцію перекриття суцільним настилом. Також для постійного просушування теплоізоляції у фронтонах слід передбачити вентиляційні отвори.

Захист від можливих протікань покрівельного покриття забезпечується встановленням гідроізоляції під покрівельним матеріалом. Подано на рис. 3.3.



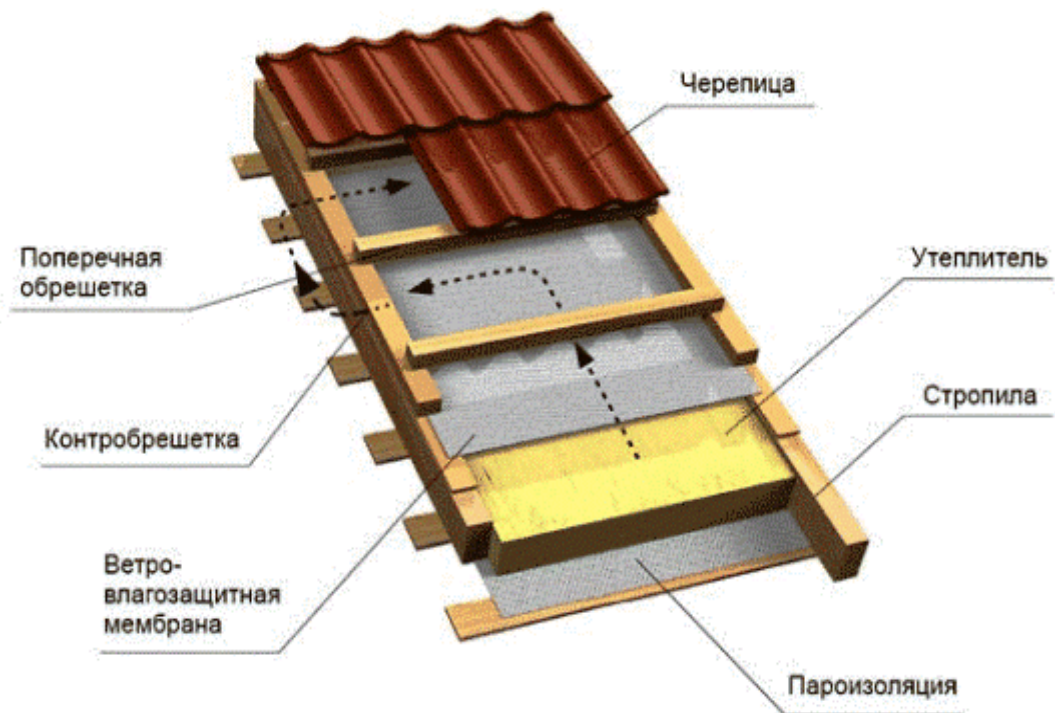
**Рисунок 3.3 – Перший спосіб утеплення даху**

Спосіб 2. Якщо планується житлове мансардне приміщення, необхідно утеплювати скати даху. В даному випадку конструкція утепленої покрівлі складатиметься з наступних елементів (знизу догори):

1. Внутрішнє оздоблення даху. Виконується з матеріалів на вибір власників.

2. Пароізоляція даху. Як пароізоляція застосовується спеціальна плівка, звана паробар'єр і що складається з декількох шарів поліетилену і армуючої поліетиленової або поліпропіленової решітки. Призначена пароізоляція для мінімізації надходження парів із житлового приміщення в теплоізолюючий шар.

Монтаж проводиться степлером, або плівка притискається планками, з обов'язковим проклеюванням стиків бутиловою стрічкою. При встановленні пароізоляції необхідно приділити особливу увагу примиканню її до стін. Стик пароізоляції даху теж проклеюється бутиловою стрічкою. Слід пам'ятати про те, що чим герметичніше буде змонтований шар пароізоляції, тим менше пара надійде в шар теплоізолюючий, а значить, більшим буде ефект утеплення даху. Подано на рисунку 3.4.



**Рисунок 3.4 – Другий спосіб утеплення даху**

3. Теплоізоляція даху будинку. Як теплоізоляція скатної покрівлі використовується мінеральна вата, рулони або плити якої розташовуються між кроквами. Для цього необхідно розрізати їх такого розміру (ширини), щоб він



трохи перевищував відстань між кроквами і вставляти з невеликим тиском. Потім вата розпрямляється та утримується самостійно у необхідному місці. Як додаткове кріплення можна використовувати розтяжки з мотузки або волосіні. Мінеральну вату краще монтувати в кілька шарів з перекриттям стиків між плитами наступним шаром. Якщо висоти крокви не вистачає для встановлення утеплювача заданої товщини, то її можна збільшити, додатково набивши брус до крокв.

4. Гідроізоляція утеплювача. Гідроізоляція служить для додаткового захисту теплоізоляції від можливих протікань покрівельного покриття, а також захисту від крапель можливого конденсату, що виникає на деяких видах покрівельного покриття. Гідроізоляція може виконуватися з двох видів матеріалів:

а) гідробар'єра, виконаного з двох шарів поліетилену з армуючою сіткою, як і паробар'єр, але який має додатково мікроперфорацію для відведення пари, яка виконана у вигляді конусоподібних проколів. При монтажі гідробар'єру між ним та теплоізоляцією необхідно залишити зазор 2-4 см.

б) супердифузійної мембрани, що виготовляється, як правило, з декількох шарів спеціального нетканого матеріалу, званого спанбонд, та функціонального шару. Супердифузійна мембрана має дуже високу порівняно з плівковим гідробар'єром паропрпускну здатність. Мембрана укладається прямо на шар теплоізоляції без зазорів.

5. Вентильований повітряний зазор. Зверху гідроізоляційного шару необхідно обов'язково передбачити вентильований зазор, який буде служити для видалення водяної пари, що виходить із утеплювача крізь шар гідроізоляції. Для вентильовання цього зазору необхідно забезпечити вхід повітря на карнизі покрівлі, можливість безперешкодного руху та вихід на кінці.

6. Підконструкція для покрівельного покриття. Для різних видів покрівельного покриття можуть бути потрібні різні види підконструкцій – як правило, це обрешітка: суцільна або ґратчаста з певним кроком.

7. Матеріал для покриття даху, що утеплює. Обирається в залежності від

побажань замовника та умов експлуатації. Подано на рис. 3.5.

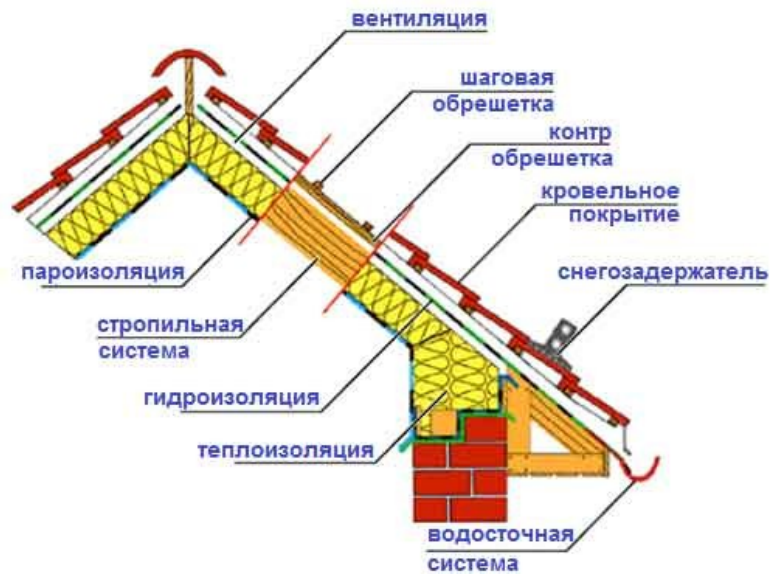


Рисунок 3.5 – Утеплення даху

При дотриманні всіх вищеперелічених умов, а також додаткових вимог, що іноді висуваються виробниками матеріалів, дах будинку надійно захищатиме не тільки від опадів, а й від втрат тепла.

**Технологія утеплення скатного даху.** Якщо між покрівельним покриттям та кроквами немає гідроізоляції, спочатку закріплюється гідробар'єр. Він повинен охоплювати крокви, до яких прикріплюється будівельним степлером. У прорізах між кроквами можна його кріпити степлером до решетування, на якому тримається покрівля. У нижній частині потрібно зробити висновок гідроізоляції звису даху для видалення можливої води. Утеплювач в даному випадку буде укладатися впритул до гідроізоляції, без повітряного прошарку. Для цього варіанта краще використовувати супердифузійну мембрану.

Якщо гідроізоляційний шар вже є під покрівлю, потрібно по кроквах набити цвяхи на відстані 3-5 см від гідроізоляції через кожні 10 см. По них натягується шнур або поліетиленова нитка і цвяхи підбиваються до кінця. Це створить необхідний повітряний прошарок між утеплювачем та гідроізоляцією.

Потім набиваються цвяхи вже по краю крокв, якщо утеплювач кріпиться

за допомогою шнура. Якщо планується решетування, то цвяхи по краю крокв не потрібні.

Як уже говорилося вище, укладається ватний утеплювач між кроквами з невеликим утиском. Потім вата розправиться і буде надійно утримуватись у потрібному місці. Якщо утеплювач пінополістироловий, його вставляють у прорізи між кроквами щільно. Бажано робити утеплення у два шари. В цьому випадку другий шар укладається так, щоб стики листів першого шару не збігалися зі стиками другого. Якщо товщини кроквяних ніг не вистачає на два шари утеплювача, можна прибити додатковий брус до крокв.

Поверх утеплювача натягується волосінь або капроновий шнур по цвяхах, набитих по краю крокв. Інший варіант кріплення утеплювача - решетування з рейок, прибитих перпендикулярно кроквам з кроком 30-40 см.

При укладанні утеплювача можуть бути допущені деякі помилки. Мати повинні заповнювати весь простір осередків, без западин та порожнин для проходу повітря. Якщо утеплювач більш вузький ніж відстань між кроквами, залишаться «містки холоду». Якщо він набагато ширший, то вигинатиметься у бік вентиляційного зазору і може намокнути від конденсату. За цим треба стежити. Шматки та обрізки, що залишилися після укладання та підгонки під крокви основних плит утеплювача, використовують для теплоізоляції ковзана, дверних та віконних отворів, димових труб тощо.

Потім слідує кріплення паробар'єра степлером. Полотнище паробар'єра укладають з нахлестом 10 см, причому стики плівки потрібно проклеїти в два шари клейкою стрічкою або двостороннім скотчем. Особливу увагу слід приділити місцям з'єднання паробар'єра зі стінами. Чим краще і герметичніше буде закріплена пароізоляція, тим довше прослужить утеплюючий шар даху.

Якщо горище буде використовуватися як житлове приміщення, потрібно провести обробку утеплюючого «пирогу», плитами ДСП, гіпсокартоном, вагонкою або іншим матеріалом, – це надасть кімнаті більш естетичний вигляд і послужить додатковим невеликим утепленням. Не забудьте залишити невеликий зазор між пароізоляцією та оздобленням. Цього можна легко

досягти, прикріпивши пароізоляцію не степлером, а притиснувши кількома планками. [15]

**Утеплення вікон.** Напевно, всім добре відомий старий спосіб, коли вікна утеплюються за допомогою закладення щілин змоченою газетою, яка заклеюється зверху паперовою смужкою. Також багатьом має бути відомо, наскільки важко віддираються присохлі залишки такого утеплювача навесні. А після декількох років подібного утеплення рами починають жолобитися, і їх часто доводиться перефарбовувати.

Також існує спосіб, коли як утеплювач використовується поролон або вата, які потім заклеюються смугами з тканини. Цей варіант завдасть значно менше пошкодження поверхні вікна. Для цього смужки тканини шириною 4-6 сантиметрів намочують, потім добре вичавлюють і ретельно намлиують за допомогою мила (краще – господарського), а потім наклеюють на поверхню.

Досить поширений спосіб, у якому утеплення здійснюється за допомогою матеріалу для свічок (парафіну). Для цього свічки плавлять на водяній бані (при 70 градусах), після чого парафін потрібно набрати в шприц і залити у щілини вікон, де він застигає через якийсь час.

Також методом утеплення вікон може вважатися компенсація надходження від вікна холодного повітря за рахунок збільшення коефіцієнта корисної дії батареї, що знаходиться під ним. Щоб досягти такого ефекту, поверхню батареї слід очистити від старої фарби, а потім покрити фарбою темного кольору. Це допоможе вам збільшити обігрівальну здатність батареї на 10%.

В даний час на ринку представлено чимало матеріалів, які мають непогані теплоізоляційні властивості, що дозволяє з успіхом застосовувати їх як утеплювач для вікон. На сьогодні найпопулярніша технологія утеплення вікон – це технологія застосування утеплювача на основі трубчастого профілю, який придатний для неодноразового використання. При виборі такого матеріалу слід звернути увагу на маркування: буква Е на упаковці означатиме, що цей утеплювач потрібно застосовувати для вузьких щілин, Р та D – для великих.

Такий профіль майже не помітний на вікні, а площа його приклеювання обмежена лише однією стороною рами, при цьому у разі потреби утеплене вікно можна спокійно відкривати. Єдиний мінус трубчастого профілю – це складність монтування його на вікно: монтаж повинен проходити за температури не менше +10 градусів.

Також утеплення вікна можна здійснювати завдяки використанню поролонової прокладки, полівінілхлориду, гуми та поліуретану. Дуже міцні ПВХ-утеплювачі, які мають високий показник морозостійкості і практично не піддаються деформаціям. Якщо ви вирішили купити утеплювач на гумовій основі, то під час покупки варто звернути увагу на її якість: тільки м'яка гума має гарні експлуатаційні властивості.

Врахуйте також, що більшість утеплювачів повинні клеїтися лише за плюсової температури, саме тому утепленням вікон слід зайнятися заздалегідь.

Якщо ви виберете утеплювальний матеріал з самоклеючою поверхнею, то позбавитеся незручностей, пов'язаних з нанесенням клею. Такий утеплювач готовий до застосування відразу після видалення захисної плівки. Однак немає жодної гарантії, що цей матеріал протримається довго. Тому, щоб досягти максимального ефекту від використання утеплювача, що самоклеїться, під час покупки слід звернути свою увагу на термін придатності клею, який входить до його складу. Якщо ж ви вибрали матеріал, що не самоклеїться, то в такому випадку як клеючий склад найкращим вибором вважається силіконовий герметик, тому що він володіє високими вологостійкими і еластичними якостями, при цьому добре утримує на поверхні вікна будь-який ущільнювач.

### **Порядок вибору ущільнювача.**

1. При купівлі ущільнювача прочитайте на упаковці інформацію про матеріал, з якого він зроблений, і термін придатності клею (у разі ущільнювача, що самоклеїться).

2. Помацайте та переконайтеся, що він легко відновлює форму після стиснення.

3. При покупці ущільнювача, який треба приклеювати самостійно,

придбайте якісний клей, наприклад, силіконовий герметик.

4. Перш ніж вибрати тип ущільнювача, виміряйте розміри щілин, які потрібно закласти. Профіль у вигляді літери "Е" (його іноді називають К-профіль) підходить для зазорів 2-3,5 мм, у вигляді літери "Р" - для щілин 3-5 мм, профіль "D" - для зазорів 5-7 мм . Для вимірювання ширини зазорів добре підходить пластилін, загорнутий поліетилен. При закритті віконної стулки пластилінові «маячки» чітко відбивають розміри щілин.

**Утеплення дерев'яних вікон.** Хорошою альтернативою встановлення та придбання пластикових вікон є утеплення старих дерев'яних вікон. Економія коштів та часу очевидна. Розглянемо кілька відомих методів утеплення дерев'яних вікон.

**Папір для обклеювання вікон.** Це традиційний спосіб утеплення вікон. Представникам старшого покоління цей метод, напевно, відомий. Економічну вигоду не можна поставити під сумнів – вам знадобляться лише газети, господарське мило та паперові смужки для обклеювання вікон. Для початку вам потрібно змочити газету водою і щільніше скрутити листи в трубочки. Потім слід заштовхати матеріал у щілини, які знаходяться між рамами, наповнивши їм весь простір. Далі відміряти смужку паперу потрібного розміру (за висотою та шириною вікна) і ретельно натерти її шматком мила, намоченим у воді. Після цього притиснути наміленою стороною смугу до рами. Якщо під нею з'являться бульбашки повітря, їх слід видалити, – вони можуть спричинити відшарування матеріалу. Тому пропрасуйте акуратно смугу ганчір'ям.

Назвати такий спосіб ідеальним дуже складно. Рами заклеюють на період зимових холодів, тому щовесни ви будете змушені віддирати папір, який залишає не гарні сліди на рамах. Природно, згодом вигляд рам трохи погіршиться, тому невелика економія може призвести до значних витрат надалі.

**Тканинні смуги.** Більш естетичним методом термоізоляції вікон є використання тканинних смуг, які клеяться на рами. Як правило, у ролі утеплювача виступає поролон, звичайні шнури для білизни або вата. Процес виконання робіт дуже схожий на «паперовий» метод. Щілини між рамами

заповніть утеплювачем, потім візьміть смуги тканини відповідного вам розміру і змочіть мильним розчином. Смужками ретельно заклейте щілини та видаліть з-під тканини повітря. При знятті тканинних смуг поверхня рам не ушкоджується, що є істотною перевагою порівняно з варіантами загортання щілин папером та їх подальшим обклеюванням. Проблема в тому, що ви заклеюєте вікна до весни, і якщо в зимовий сонячний день ви захочете подихати на повну свіжим повітрям, відкривши навстіж вікна, то всю ізоляцію доведеться знімати, після чого обробку потрібно буде проводити заново.

**Трубчасті профілі.** Ця сучасна технологія утеплення не введе вас у надмірні витрати. Без значних коштів ви утеплите вікна надійно та просто, а головне – купіть матеріал не на один рік. Для цього способу вам знадобиться звичайнісінька ущільнювальна прокладка, яка також зветься трубчастим профілем.

Трубчасті ущільнювачі поділяють за матеріалом на:

- пінополіетиленові;
- поліуретанові;
- полівінілхлоридні;
- поролонові;
- гумові.

Також кожен із профілів буває:

- потребує нанесення клеючого складу;
- самоклеючим.

Звичайно, зручніші самоклеючі утеплювачі, але вони не можуть забезпечити надійність самостійно наклеєних вами моделей. У свою чергу, для роботи з профілями, які не мають основи клею, найкраще користуватися силіконовим герметиком.

Вище вже говорилося, як діагностувати щілини у вашому вікні. А після цієї операції ви можете самостійно придбати потрібний вам профіль і прикріпити його до рами. Варто звернути увагу на те, що подібні утеплювачі

добре фіксуються лише за температури вище +10 градусів. Тому постарайтеся провести утеплювальні роботи до того, як настануть холоди.

Плюси утеплення дерев'яних вікон шляхом встановлення трубчастих профілів очевидні: по-перше, будь-якої миті у вас буде можливість відкривати і закривати вікно, щоб забезпечити кімнату гідним провітрюванням; по-друге, ця система не на один рік, проте і вона служить не так вже й довго, тому після 4-5 років експлуатації вікнам знадобиться апгрейд.

Однак зовнішня привабливість утепленого таким чином вікна та рівень утеплення навряд чи зможуть задовольнити найвибагливіші вимоги.

**Ущільнювачі у стулках рам.** Дана система утеплення є естетичною і надзвичайно надійною, однак і найбільш затратною в порівнянні з іншими технологіями утеплення дерев'яних вікон.

Для цього потрібно прорізати тонкі пази безпосередньо в рамах і заповнити отримані виїмки утеплювачем з пінополіетилену, поліуретану, поролону або полівінілхлориду. Але цей процес термоізоляції досить трудомісткий і вимагає вміння і уваги, тому не варто ризикувати своїми вікнами – довірте цю процедуру професіоналам. Якщо ви таки вирішили зробити це самостійно, необхідно ознайомитися з інструкцією.

Зніміть з петель віконні стулки та випиляєте по периметрах тонкі пази. Ці пази заповніть ущільнювачем. Не слід використовувати для цього клейові склади, зазвичай утеплювач утримується в прорізі завдяки спеціальним потовщенням («кріпильна ялинка»). Місця примикання скла до рам ретельно промажте силіконовим герметиком. І наостанок тим же герметиком обробіть всі місця, які можуть стати джерелом протягу.

Утеплювач, встановлений у стулки вікна, забезпечить захист від вуличного холоду, але залишатиметься при цьому непомітним для стороннього ока. Стулки будуть вільно відкриватися та закриватися, завдяки чому у вас ніколи не виникне проблем із провітрюванням кімнат.

Термін служби утеплення такого типу може досягати 20 років. Але варто врахувати, що такий утеплювач потребує акуратного поводження і зовсім не



виносить фарбування – він відразу втрачає свої властивості.

**Технологія утеплення пластикових вікон** Якщо ви поставили якісні сучасні вікна, а бригада професіоналів робила монтаж, то для вас проблема утеплення пластикового вікна, швидше за все, актуальною не буде взагалі.

Але, нажаль, найчастіше доводиться розплачуватися холодом та протягом у квартирі за неякісні дешеві склопакети або за неуважне ставлення до монтажу. Тоді настає потреба утеплення вікон. Залежно від обставин, через які герметичність вашого вікна була порушена, існують різні способи усунення цієї проблеми.

Причиною появи зазорів між стулками може стати усадка стінок після монтажу вікна. В даному випадку досить вірно відрегулювати фурнітуру.

Також від частого відкривання та закривання вікна гумовий ущільнювач може втратити еластичність, внаслідок чого з'являться щілини між стулками, невидимі для ока. Цю ситуацію можна виправити, просто замінивши гумовий ущільнювач.

Якщо перестав бути герметичним стик укосів та рами, швидше за все це є ознакою непрофесіоналізму того, хто встановлював укоси. Потрібно зняти укоси та після утеплення встановити їх правильно.

Іноді можливий протяг із щілин, що утворилися між вікном та підвіконням. Закривати такі щілини потрібно з боку вулиці.

Трапляється, що вікно буквально випромінює холод, незважаючи на відсутність щілин. Для вирішення цієї проблеми на скло можна встановити систему електрообігріву, використавши або електронагрівальну спіраль, яку потрібно кріпити на скло, або систему обігріву автомобільних вікон, або обігрівач масляного типу, який просто встановлюється на підвіконня.

На закінчення нагадаємо, що у випадку з пластиковими вікнами існує найголовніше правило, яке говорить, що краще відразу встановлювати якісні вікна, щоб надалі не ламати голову, як їх утеплювати. Щоб досягти бажаного тепла в будинку, потрібно вибирати склопакети шириною не менше 30 мм, що складаються з як мінімум трьох стекол, одне з яких має бути

енергозберігаючим (і-скло).

**Утеплення вікон самотужки.** Якщо ви утеплюєте вікна самі, необхідно звернути увагу на чистоту стекол, рам і їх цілісність. Чистота важлива тому, що матеріали, якими ви користуєтеся, у підсумку повинні прикріплюватися не до бруду, а до більш стійкої поверхні. Природно, з битим склом усі ваші заходи з утеплення просто втрачають сенс. Тому насамперед вимиваємо рами і міняємо тріснуте і бите скло.

Потім ще раз їх акуратно миємо. Після всіх процедур, в результаті яких усі сколи та тріщини ліквідовані, можна брати до рук силіконовий герметик і спокійно приступати до наступного етапу – закладення тріщин.

Для виконання операції по закладенню тріщин потрібно взяти тюбик герметика, спеціально призначений для нього будівельний пістолет і, відрізавши насадку тюбика по мітці, заповнити силіконом проміжки між склом і штапиками. Всі виявлені тріщини в рамах і зазори між підвіконням та стаціонарними рамами обробляються таким самим чином. Все, що залишилося, забирається за допомогою змоченої в бензині або просто вологої ганчірки. При утепленні вікон власноруч найзручніше закладати щілини за допомогою саме силіконового герметика.

Наступним етапом утеплення вікон буде застосування ущільнювальної стрічки. Головне завдання тут – вибрати ту, яка вам підійде (все залежить від того, якого розміру щілини вам доведеться усунути). Оптимальним варіантом вважається стрічка профілю «D», що самоклеїться, яка призначена для загортання щілин від 3 до 7 мм. Стрічка наклеюється цілим шматком, без натяжки, по краях стулок у тих місцях, де при закритті вони стикаються з основною рамою. У разі потреби її можна закріпити за допомогою цвяхів або канцелярських дужок.

Четвертим та завершальним етапом технології утеплення вікон своїми руками є наклеювання спеціальної теплозберігаючої плівки. Вона дуже добре пропускає світло і не дозволяє виходити інфрачервоному випромінюванню, зберігаючи таким чином тепло, здатне у вигляді променистої енергії залишити

приміщення. Врахуйте, що дана плівка має дві сторони – металізована проводить електрику і обов'язково має «дивитися» назовні, інакше від використання плівки не буде користі. З теплозберігаючою плівкою потрібно поводитися акуратно.

**Увага:** щоб поверхня плівки залишилася чистою, працювати з нею слід у чистих бавовняних рукавичках.

Отже, алгоритм монтажу теплозберігаючої плівки такий:

- вимийте вікна, видаліть пил і бруд з віконних палітурок;
- проведіть герметизацію сполучення скла та віконної палітурки за допомогою силіконового герметика;
- зробіть заготовку плівки за розміром віконних палітурок, враховуючи припуск на закріплення;
- розкрийте стулки вікна та закріпіть плівку електропровідною стороною у бік вулиці на внутрішню поверхню зовнішньої рами за допомогою двостороннього скотчу, будівельного степлера та звичайних кнопок. Або натягніть плівку на дерев'яну раму та помістіть її між рамами (такий варіант дозволяє швидко прибрати раму, якщо потрібно вимити скло);
- якщо важлива естетичність, можна застосувати пластикові замки, що самоклеяться, або спеціальні профільні кабель-канали, але ці варіанти значно дорожчі;
- для усунення складок і зморшок можна провести «термоусадку», обережно нагріваючи феном встановлену плівку.

**Утеплення укосів вікон.** Дуже часто щілини під підвіконнями, залишені несумлінними будівельниками, є джерелом сильних протягів. У такому разі ефективні всі розглянуті вище способи усунення щілин та теплоізоляції вікон.

Щоправда, є ще один давно відомий народний спосіб утеплення. Якщо підвіконня широке, а під ним немає радіатора опалення, можна встановити там шафу-холодильник для продуктів. Він ізолює приміщення від холоду, в той же час усередині нього зберігатиметься низька температура, що підходить для зберігання домашніх заготовок.

**Утеплення вхідних дверей.** Завжди було відомо, що утеплення дверей – дуже важлива частина теплоізоляції будинку. Протяг, що йде від вхідного отвору, може завдати чимало неприємностей. Утеплення вхідних дверей, як можна здогадатися, залежить від її конструкції та матеріалу, з якого вони виготовлені.

**Утеплення вхідних металевих дверей.** Сьогодні найчастіше вхідні двері роблять із металу. Для них існує кілька різних видів ізоляції, причому один з них вже використаний у готовому виробі. Але якщо цього недостатньо, то дверне полотно можна додатково утеплити.

До набору для утеплення вхідних дверей входять піна, скріпки, пластир та інші необхідні матеріали. Але можна підібрати все для утеплення самостійно. Підбір матеріалів залежить від конструкції вхідних дверей.

Якщо полотно має збірну конструкцію (виконане з двох листів металу), роботи з його утеплення виглядатимуть так:

1. Зняти внутрішню обшивку.
2. Укласти всередину конструкції шар утеплювача, закріпивши його піною.
3. Встановити обшивку на місце.
4. Повісити двері на петлі.

Утеплення металевих дверей, виконаних із одного листа заліза, проводять подібним чином – кріплять утеплювач до поверхні. Для цього по периметру робиться каркас із дерев'яних брусків, в нього закладається утеплювач і вся конструкція зверху зашивається фанерою або ДВП. Як утеплювач для таких робіт зручно використовувати листи пінопласту. Вони забезпечують надійну теплоізоляцію та зручні в монтажі. Можна використовувати самоклеючий поролон у рулонах. У будь-якому випадку, товщина утеплювача не повинна перевищувати ширини металевого профілю дверей.

**Утеплення дерев'яних дверей.** Сьогодні вхідні двері з дерева зустрічаються у продажу все рідше. Але стоять вони ще у багатьох квартирах та будинках, тому така проблема не втрачає актуальності. Вибір способу

утеплення дерев'яних дверей також залежить від конструкції.

Якщо двері порожнисті всередині, їх можна утеплити за тим же принципом, що металеву. Знімаємо лист обшивки, укладаємо всередину утеплювач, фіксуємо його, клеємо та встановлюємо обшивку назад. Поверх дверей можна оббити шкірозамінником. Він послужить додатковим шаром теплоізоляції та декоративним елементом одночасно.

Але найчастіше вхідні двері бувають цільнодерев'яними. Теплозахист дверей цього типу провадиться тільки за допомогою оббивки. Для цього потрібно застатись ватином або будь-яким іншим м'яким утеплювачем, цвяхами з широкими капелюшками та дерматином.

Перед початком роботи двері знімають із петель, звільняють від фурнітури та укладають на рівну поверхню. Розміри дерматину визначають наступним чином – розмір полотна плюс 5 см з кожного боку на підгинання.

Спочатку по краях дверей роблять валики, які закриватимуть щілини між полотном і дверною коробкою, перешкоджаючи проникненню холодного повітря. Після цього розкладають утеплювач і кріплять його до полотна цвяхами чи меблевим степлером. Для кращої фіксації утеплювач необхідно закріплювати через кожні 8-10 сантиметрів. Кріпити оббивку починають з верхніх кутів, дотримуючись натягу матеріалу і не допускаючи перекосів. Краї дерматину при оббивці повертають усередину так, щоб вони закривали місця кріплення валиків. Потім дерматин кріплять з боків дверного полотна. Низ обробляють наприкінці процесу.

Утеплення вхідних дверей за допомогою оббивки – перевіреним часом метод. Він дає добрий ефект, при цьому не вимагає спеціальних навичок при виконанні. До того ж, це дешевий спосіб утеплення.

**Утеплення дверей по периметру.** Проводячи теплоізоляційні роботи, не слід забувати про захист дверей по периметру. Як би старанно ви не утеплювали дверне полотно, якщо воно нещільно прилягає до дверної коробки, це не дасть потрібного ефекту. У щілини, що утворилися, буде проникати холодне повітря – щілини між дверима і косяками можуть виникнути в

результаті неправильної установки або усадки будівлі і перекосі конструкції.

Найпростіший спосіб вирішення цієї проблеми – наклеїти на раму ущільнювач. Він підвищить герметичність конструкції та надійно закрий щілини. Щільно підігнавши ущільнювач до дверної рами, можна зменшити втрати тепла у вашій квартирі.

**Підбір ущільнювача.** Зараз легко підібрати ущільнювач будь-якої товщини та з будь-якого матеріалу. Трубчасті ущільнювачі представлені на будівельному ринку. Для утеплення найкраще підійде трубчастий ущільнювач з гуми на основі, що самоклеїться. Ширину ущільнювача обирають, виходячи із ширини полотна. Товщина його в стислому стані повинна дорівнювати ширині зазору між дверима і коробкою. На товщину ущільнювача варто звернути особливу увагу – тонкий ущільнювач не дасть потрібного ефекту, а ущільнювач великої товщини не дозволить зачинитися.

Народний спосіб визначення необхідної товщини ущільнювача такий: скатати валик із пластиліну, обернути його целофаном та помістити між дверима та коробкою. Після закривання дверей валик набуде потрібної форми. За його товщиною слід підбирати ущільнювач.

Утеплитися самостійно досить легко. Знімаєте з ущільнювача захисну плівку та приклеюєте його по периметру полотна. Якщо ви вибрали ущільнювач без клейкої основи, його можна зміцнити силіконом або рідкими цвяхами.

**Утеплення дверної коробки.** Як і будь-яка справа, утеплення має починатися з обстеження – у цьому випадку дверної коробки. Її стан також може бути причиною тепловтрат у квартирі. Перевірте цілісність конструкції: дерев'яні коробки згодом можуть підгнити, тоді коробку доведеться замінити. При неправильній установці коробки або внаслідок перекосу стін між коробкою та стіною можуть утворитися щілини. Також щілини можуть виникнути, якщо під час монтажу коробка кріпилася на монтажну піну. Піна має властивість з часом кришитися, що значно знижує її теплоізоляційні характеристики.

Але іноді навіть проведення якісних робіт з утеплення металевих дверей може не дати очікуваного результату. У такому випадку необхідно звернути увагу на наступне правильне розташування дверного полотна та цілісність шару монтажно́ї піни, що використовується при встановленні. Будь-яка з цих причин може призвести до того, що герметизація буде порушена.

*Порада:* щоб визначити, чи якісно задули стики дверного короба під час встановлення, скористайтеся запаленою свічкою. Полум'я почне вагатися за наявності найменшого протягу.

Утеплення залізних дверей у такому разі буде пов'язане з усуненням наслідків неправильної установки та можливих порушень під час виконання робіт.

Для регулювання полотна знадобиться:

- набір торцевих ключів;
- набір шестигранників.

Регулювання відбувається рахунок петель (навісів). Зазвичай такий виріб має 4-5 регулювальних навісів. Кожен навіс регулюється чотирма болтами і фіксуючою гайкою. Алгоритм регулювання приблизно такий:

- відпускаємо фіксуючу гайку на всіх петлях;
- за допомогою шестигранника відпускаємо болти та виставляємо полотно за рівнем;
- закручуємо болти та фіксуємо їх положення гайкою.

*Зауважимо, що* сильний холод при регулюванні дверей може призвести до того, що влітку знадобиться додаткове регулювання навісів.

## **РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ, НЕБЕЗПЕЧНІ І ШКІДЛИВІ ВИРОБНИЧІ ФАКТОРИ ТА ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ РОБІТНИКІВ ПРИ МОНТАЖІ, РЕМОНТІ І УТЕПЛЕННІ ФАСАДІВ БУДИНКІВ.**

### **4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у будівництві**

Міністерство регіонального розвитку та будівництва України від 27.01.2009 Наказом № 45 затвердило «Охорону праці і промислову безпеку у будівництві. Основні положення» НПАОП 45.2.7.02-12.

«Правила охорони праці у будівельній галузі» поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності та організаційно-правових форм, які здійснюють діяльність в будівничий промисловості. Правила є обов'язковими для роботодавців та працівників, які виконують роботи, пов'язані з будівництвом, монтажем, утепленням фасадів.

Небезпечними і шкідливими виробничими факторами на будівничому виробництві є:

- 1) рухомі машини і механізми;
- 2) рухомі частини виробничого обладнання;
- 3) запиленість повітря, що перевищує встановлені нормативи;
- 4) знижена температура повітря робочої зони, поверхонь обладнання, матеріалів;
- 5) підвищена вологість повітря;
- 6) підвищений рівень звуку на робочих місцях;
- 7) електроустановки напругою вище 42 В, при порушенні цілісності ізоляції яких можливе ураження людини електричним струмом;
- 8) недостатня освітленість робочого місця;
- 9) гострі кромки, задирки і шорсткості на поверхнях обладнання, інструменту;



10) наявність радіоізотопних приладів і техногенних матеріалів, використуваних у виробництві;

11) наявність на підприємстві паливопідготовчих ділянок і паливоємних агрегатів і установок, які відносяться до об'єктів підвищеної вибухо- і пожежонебезпеки

#### **4.2 Безпечна експлуатація виробничого обладнання**

Згідно нових Правил, для зменшення пиловиділення при перевантаженні сипучих матеріалів, а також зменшення кількості відсмоктуваного повітря, слід виконувати:

1) пересипання матеріалу через похилі жолоби з мінімально допустимими за умовами транспортування кутами нахилу;

2) скорочення висоти падіння гравітаційних потоків матеріалу при компонуванні технологічного обладнання;

3) застосування пристроїв для гасіння швидкості матеріалу при значній висоті падіння (установка вантажних затворів, поперечних гальмівних пластин на днище жолоба, пристрої східчастих жолобів, відбивачів);

4) напрямок виходу матеріалу з жолоба повинен співпадати з напрямом руху конвеєрної стрічки, а швидкість його повинна бути рівною швидкості переміщення стрічки конвеєра.

Для зменшення пиловиділення при транспортуванні матеріалу стрічковими конвеєрами слід застосовувати:

1) завантажувальні пристрої, що обмежують шар матеріалу на стрічці по ширині і висоті;

2) спеціальні роликоопори, що запобігають сходженню і перекіс стрічок;

3) підвищені кути установки роликоопор;

4) мінімально допустима відстань між осями роликоопор у місці завантаження матеріалу на стрічку, в особливих випадках роликоопори необхідно встановлювати на амортизаторах відповідно до технологічних норм;

5) очищення гілок конвеєрних стрічок, шляхом встановлення очисних апаратів в зоні дії місцевих відсмоктувачів для запобігання вторинним виділенням пилу при поверненні продукту, що уловлюється, в технологічний процес.

У разі великої насиченості підприємств цементної промисловості складними механізмами і установками з видобутку і переробки сировини, випалу сировинних сумішей і подрібнення клінкеру, переміщення, складування і відвантаження величезних мас матеріалів, наявності великої кількості електродвигунів особливу увагу при проектуванні заводів та їх експлуатації повинна приділятися створенню сприятливих і безпечних умов для роботи працівників, охорону праці слід здійснювати в повній відповідності з «Правилами з техніки безпеки і виробничої санітарії на підприємствах цементної промисловості».

На діючих підприємствах необхідно захистити рухомі частини всіх механізмів і двигунів, а також електроустановки, прямики, люки, майданчики тощо. Повинні бути заземлені електродвигуни і електрична апаратура.

Установки з приготування вугільного пилу повинні працювати під розрідженням. Температура аеровугільної суміші при виході з млина не повинна перевищувати 100 °С.

Обслуговування дробарок, млинів, печей, транспортувальних і вантажно-розвантажувальних механізмів повинно здійснюватися в згідно з правилами безпечної роботи в кожній установці.

Велику увагу слід приділяти знепилюванню повітря і відхідних газів печей та сушильних установок для створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці.

У відповідності з санітарними нормами проектування промислових підприємств концентрація в повітрі приміщень цементній та інших видів пилу не повинна перевищувати 0,04 мг/м<sup>3</sup>.

У повітрі, що викидається в атмосферу, концентрація пилу не повинна бути більше 0,06 г/м<sup>3</sup>. За нормальної експлуатації пилоочисних систем вміст

пилу в повітрі, що викидається становить 0,04-0,06 г/м<sup>3</sup>.

Для створення нормальних умов праці всі приміщення цементних заводів треба забезпечувати системами штучної та природної вентиляції. Цьому великою мірою сприяє герметизація тих місць, де відбувається пиловиділення, а також відсмоктування повітря з бункерів, тічок, дробильно-помольних механізмів, елеваторів тощо.

Шум, що виникає при роботі багатьох механізмів на цементних заводах, найчастіше характеризується високою інтенсивністю, що перевищує допустиму норму (90 дБ). До числа заходів щодо зниження шуму в робочих місцях відносять застосування захисних прокладок між внутрішньою стінкою млинових барабанів, заміну в сировинних кульових млинах сталевих плит гумовими. При цьому звуковий тиск знижується на 5-12 дБ. Укриття млинів і дробарок шумоізолюючими кожухами, облицювання джерел шуму звукопоглинаючими матеріалами також дає хороший ефект (зниження на 10-12 дБ).

#### **4.3 Техніка безпеки та обов'язки робітників будівельної галузі**

Робітники повинні допускатися до роботи лише після навчання їх безпечним прийомам роботи і інструктажу по техніці безпеки. Щоквартально необхідно проводити додатковий інструктаж і щорічно повторне навчання з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці.

Робітники зобов'язуються:

- 1) виконувати тільки доручену роботу і не передавати її іншій особі без дозволу майстра або начальника цеху;
- 2) виконувати вимоги правил внутрішнього трудового розпорядку, встановлених на підприємстві;
- 3) знати номери телефонів медичної служби та пожежної охорони;
- 4) знати місце розташування засобів надання долікарської допомоги, первинних засобів пожежогасіння, головних і запасних виходів, шляхи

евакуації в разі аварії або пожежі;

5) вміти надавати першу долікарську допомогу;

6) знати і дотримуватися норм перенесення ваги вручну;

7) правильно застосовувати засоби індивідуального та колективного захисту;

8) знати терміни випробування захисних засобів і пристосувань, правила експлуатації, догляду та користування ними. Чи не дозволяється використовувати захисні засоби і пристосування з вичерпаним терміном перевірки.

Правила поведінки на будівельних майданчиках і об'єктах будівлі:

1) ходити тільки по встановлених проходах і перехідних містках;

2) не сідати і не спиратися на випадкові предмети і огорожі;

3) не підніматися і не спускатися бігом по сходових маршах;

4) не перебувати в зоні дії вантажопідійомних машин;

5) не дивитися на дугу електрозварювання без захисних засобів;

6) не торкатися до електричних проводів і кабелів;

7) не усувати несправності в електричних мережах і пускових пристроях.

У випадку захворювання або травмування слід повідомити в медпункт, майстру або начальнику цеху. Також необхідно повідомити про отримання травми в побуті, по дорозі на роботу або з роботи, при виконанні робіт, в тому числі поза підприємства, за завданням адміністрації.

У разі нещасного випадку необхідно надати першу долікарську допомогу потерпілому, негайно вжити заходів до виклику швидкої медичної допомоги та повідомити про те, що трапилося адміністрації. Зберегти до розслідування обстановку на робочому місці і стан устаткування такими, якими вони були на момент події, якщо це не загрожує життю і здоров'ю оточуючих, не спричинить аварії.

При виникненні пожежі необхідно повідомити в пожежну охорону і до адміністрації будь-яким видом зв'язку або посильним. Приступити до гасіння пожежі наявними засобами.

Необхідно звертати увагу на знаки і сигнали безпеки, виконувати їх вимоги. Забороняється включати в роботу обладнання, якщо на пульті управління встановлений заборонний знак "Не вмикати - працюють люди!". Заборонний знак має право зняти тільки працівник, який його встановив.

Вимоги до пересування по території підприємства:

- 1) ходити по пішохідних доріжках, тротуарах, встановленим проходах;
- 2) переходити залізничні колії та автомобільні дороги у встановлених місцях;
- 3) не підлазити під вагони, що не рухаються;
- 4) перелазити через зчеплення вагонів;
- 5) не переходити залізничні колії між розчепленими вагонами, якщо поблизу стоїть локомотив;
- 6) при виході з будівлі пересвідчитися у відсутності транспорту, що рухається.

Вимоги інструкції є обов'язковими для всіх працівників, зайнятих у виробництві цементу і утилізації відходів. Працівники несуть відповідальність за їх порушення відповідно до чинного законодавства.

У випадках, не передбачених інструкцією, слід звертатися до свого безпосереднього керівника.

#### **4.4. Індивідуальні засоби захисту від будівельного пилу**

Індивідуальний захист органів подиху всіх робітників на об'єктах здійснюється за допомогою протипилових респіраторів. Респіраторами в обов'язковому порядку забезпечуються усі робітники, що працюють на ділянках з підвищеною концентрацією пилу. До виконання робіт працівники без індивідуальних засобів захисту, а також із засобами індивідуального захисту, які перебувають у несправному або антисанітарному стані, не допускаються.

Для використання рекомендуються респіратори Ф-62Ш, "Астра-2", ШБ-1

"Пелюсток", КК-2, ПРШ-741 і ПРШ-742.

Респіратори КК-2 використовуються при запиленості до 25 мг/м<sup>3</sup>, Ф-62Ш - при 100-150 мг/м<sup>3</sup>, "Астра-2" - при значній запиленості, ШБ-1 "Пелюсток" захищає від високодисперсних аерозолів в умовах високої запиленості й вологості.

Забороняється:

- 1) користування респіратором, що був у використанні іншою особою й не пройшов відповідну санітарно-гігієнічну обробку;
- 2) передавати свій респіратор іншим особам;
- 3) розбирати респіратор або знімати його в запиленій атмосфері;
- 4) зберігати респіратор разом зі спецодягом або на робочих місцях.

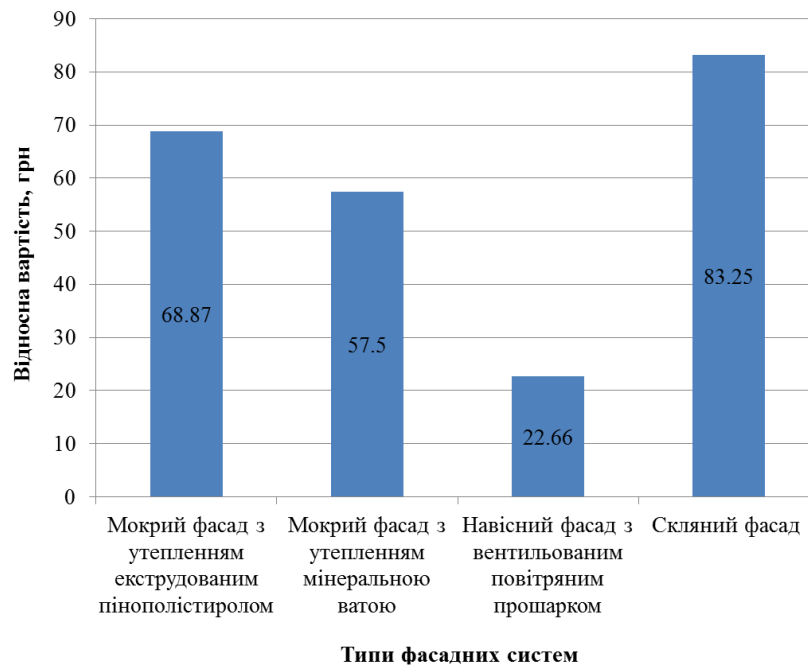
Для захисту очей від пилу працівники використовують захисні окуляри або спеціальні екрани.

Захист шкіри рук від пилу й шкідливих речовин забезпечується захисними рукавичками, мазями, пастами, які відповідають вимогам ДЕРЖСТАНДАРТ 12.4.068-79 ССБТ "Засоби захисні дерматологічні. Класифікація. Загальні технічні вимоги" Для захисту шкіри робітники забезпечуються захисними засобами, які відповідають ДЕРЖСТАНДАРТ 12.4.103-83 ССБТ «Одяг спеціальний захисний. Засоби індивідуального захисту рук і ніг».

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДИНКАХ

### 5.1 Розрахунок кошторису обладнання

Для підвищення економічної ефективності енергозбереження від впровадження технології утеплення фасадів будинків використаємо дані що наведені в роботі Нетеси. При порівнянні відносної вартості капітального ремонту фасадних систем різних типів виявлено (рис. 5.1), що найдешевшою є система навісного фасаду з вентиляльованим повітряним прошарком. Більшу вартість мають «мокрі фасади» тобто з використанням рідких клеїв і штукатурних розчинів, причому без суттєвої залежності від типу матеріалу утеплювача. Найдорожчими для виконання капітальних ремонтів є скляні фасади, які застосовують переважно при реконструкції адміністративних будівель. Їх значна вартість обумовлена складними технологічними процесами та значною матеріалоемністю при виготовленні складових елементів.



**Рисунок 5.1 – Відносна вартість капітального ремонту 1 м<sup>2</sup> фасаду на 1 рік експлуатації, грн/люд. год [14]**

Мокрий фасад з утепленням стін мінеральною ватою має прийнятну відносну вартість, що складає 57,5 грн/люд. год

Кошторис монтажу утеплювача на фасаді будинку знайдемо за формулою:

$$S_{об} = Ц \cdot (1 + T_m + T_c + T_n) \quad (5.1)$$

де  $S_{об}$  – кошторис обладнання, грн.;

$Ц$  – ціна обладнання, вартість мінеральної вати на 7000 м<sup>2</sup> дорівнює 150 тис. грн.;

$T_m$  – коефіцієнт, який залежить від складності обладнання, дорівнює 0,1;

$T_c$  – коефіцієнт, який залежить від маси і складності обладнання, дорівнює 0,08;

$T_n$  – коефіцієнт, що встановлюється на основі кошторису монтажних робіт, який визначається по ціннику на монтаж обладнання, становить 0,15.

$$S_{об} = 150000 \cdot (1 + 0,1 + 0,08 + 0,15) = 199,5 \text{ тис. грн.}$$

## 5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати на обслуговування системи газоочистки обчислюються за формулою:

$$Z_{експл.} = Z_e + Z_{о.п.} + Z_n + Z_a, \text{ тис. грн /рік} \quad (5.2)$$

Річні витрати електроенергії при експлуатації газоочисного обладнання визначаються за формулою:

$$P_{об} = M_{об} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot K_u, \text{ кВт/рік} \quad (5.3)$$

де  $M_{об}$  – потужність електроінструменту і підйомного обладнання (мобільні ліфти), кВт/год, Оцінено як  $M_{об} = 2,5$  кВт/год

$N_1$  – тривалість зміни,  $N_1 = 8$  год.,

$N_2$  – кількість змін,  $N_2 = 3$  зміни,

$N_3$  – кількість робочих днів у році,  $N_3 = 365$

$K_u$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $K_u = 0.75$ .

$$P_{об} = M_{об} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot K_u = 2,5 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 365 \cdot 0.75 = 16425 \text{ кВт/год.}$$



Витрати на оплату електроенергії складають:

$$Z_e = P_{об} \cdot C_e, \text{ тис. грн.} \quad (5.4)$$

де  $C_e$  – вартість електроенергії, грн./кВт.  $C_e = 2,45$

$$Z_e = P_{об} \cdot C_e = 16425 \cdot 2,55 = 41,88 \text{ тис. грн. /рік,}$$

Річні витрати на оплату праці:

$$Z_{оп.} = K_{оп.} \cdot CT_{зн.} \cdot 12, \text{ грн. /рік} \quad (5.5)$$

де  $K_{оп.}$  - кількість обслуговуючого персоналу.

$CT_{зн.}$  - ставка заробітної платні,  $CT_{зн.} = 9500$  грн.

Фонд оплати праці

$$Z_{о.п.} = 2 \cdot 9500 \cdot 12 = 228,00 \text{ тис. грн. /рік.}$$

Єдиний соціальний внесок визначаємо за формулою:

$$Z_n = Z_{о.т.} \cdot \Phi_{от} \text{ тис. грн./рік} \quad (5.6)$$

Єдиний соціальний внесок:

$$Z_n = 228,00 \cdot 0,22 = 50,16 \text{ тис. грн./рік}$$

Амортизаційні відрахування на газоочисне обладнання складає:

$$Z_a = S_{об} \cdot A_r \text{ тис. грн./рік} \quad (5.7)$$

де  $A_r$  - річні амортизаційні відрахування,  $A_r = 24\%$

$$Z_a = 199500 \cdot 0,24 = 47,88 \text{ тис. грн./рік.}$$

Таким чином, сума експлуатаційних витрат на утримання газоочисного обладнання складає:

$$Z_{експл.} = Z_e + Z_{о.п.} + Z_n + Z_a \quad (5.8)$$

$$Z_{експл.} = 41,88 + 228,00 + 50,16 + 47,88 = 367,92 \text{ тис. грн./год.}$$

Результати розрахунків наведені нижче в табл. 5.1.

### 5.3. Розрахунок економії податків за викиди монтажного і будівельного пилю

Економія податків за викиди пилю в процесі ремонту чи реконструкції фасаду визначається за формулою:

$$E = H \cdot \Delta M \quad (5.9)$$

$H$  – ставку податку за викид шкідливих речовин, грн./т;  $H=92,37$  грн./т;

$\Delta M$  – маса вловленого пилю –315,751 т/рік;

$$E = 92,37 \cdot 315,751 = 29,165 \text{ тис. грн./рік}$$

Термін окупності обладнання визначимо за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{S_{\text{об}}}{E} \quad (5.10)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{199,5}{29,165} = 6,84 \text{ роки}$$

Зведені техніко-економічні показники від реконструкції пиловловлюючого обладнання представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Зведені техніко-економічні показники від встановлення електрофільтрів на цементному виробництві

Показник	Значення
1. Балансова вартість газоочисного обладнання, тис. грн	199,5
2. Експлуатаційні витрати, тис. грн/рік. в т.ч.	367,92
– витрати на оплату електроенергії	41,88
– витрати на оплату праці	228,00
– єдиний соціальний внесок	50,16
– амортизаційні відрахування	47,88
3. Економія податків за забруднення навколишнього середовища, тис. грн/рік.	29,165
Термін окупності, роки	6,84

Отже, модернізація, ремонт чи реконструкція з утепленням фасаду типового 5-ти поверхового будинку окупиться приблизно через 7 років. Крім того, впровадження технології утеплення фасадів дозволить зменшити концентрацію забруднюючих речовин у обслуговуючої будинок котельні та на прилеглих територіях житлової забудови за рахунок певного зниження споживання палива котельнею.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра, відповідно до поставленої мети і задач, були отримані наступні результати.

1. Проаналізовано рівень екологічної небезпеки теплових мереж великого міста, на прикладі м. Дніпро. Показано, що екологічна небезпека теплових мереж міста зростає з похолоданням через збільшення споживання палива, яке веде до зростання екологічно небезпечних викидів в атмосферу. Розглянуто методи зниження екологічного навантаження та теплоенергозбереження, що додатково підвищує екобезпеку прилеглих до теплових мереж територій.

2. Визначено, що концентрації забруднювачів, утворених котельнями у сумі з фоновими концентраціями в умовах великого міста, спричиняють підвищений рівень екологічного ризику, за вмістом оксидів азоту та діоксиду сірки, що перевищують ГДК приблизно в 1,5 рази. Беручи до уваги розрахункові результати, обґрунтовано доцільність використання адсорбційних або каталітичних засобів вловлювання газів, що містяться у викидах енергетичних установок міста. Відмічено, що тепло енергозбереження за рахунок утеплення стін будинків сприятиме додатковому зменшенню екологічно небезпечних викидів

3. Проаналізовано ефективність запровадження технологій зменшення викидів забруднюючих речовин котельнями в атмосферу та теплоенергозбереження в умовах великого міста. Так, в ході розрахунків та досліджень, концентрації основних забруднювачів – оксиду вуглецю, азоту та сірки - знизилися. При цьому при застосуванні багатоканального адсорбера, з киплячим шаром або каталітичної установки очікується зниження комплексного (сумарного) екологічного показника викидів приблизно на 25%, - зі ступеня - «НЕБЕЗПЕЧНИЙ» на ступінь «СЛАБКО НЕБЕЗПЕЧНИЙ», в тому числі за рахунок утеплення фасадів будинків приблизно на 2%. При цьому рекомендоване комплексне збереження тепло енергоресурсів, в тому числі і за рахунок утеплення не тільки фасадів, але й криш, вікон та дверей будинків

дозволить додатково підвищити рівень екологічної безпеки в місті.

4. Проаналізовані шкідливі і небезпечні чинники виробництва, пов'язаного з реконструкцією чи ремонтом фасадів будинків, що утеплюються та запропоновані рекомендації з охорони праці при проведенні відповідних монтажних-будівельних робіт.

5. Термін окупності запровадженої технології модернізації, ремонт чи реконструкція з утепленням фасаду типового 5-ти поверхового будинку окупиться приблизно через 7 років та є економічно доцільним. Крім того, впровадження технології утеплення фасадів дозволить зменшити концентрацію забруднюючих речовин у обслуговуючій будинок котельні та на прилеглих територіях житлової забудови за рахунок певного зниження споживання палива котельнею. Отримана ж завдяки впровадженню тепло енергозберігаючих та природоохоронних заходів економія (приблизно 29,2 тис грн) може бути використана для експлуатаційних витрат на обслуговування утепленого фасаду (поточний ремонт утеплювача, покраска тощо).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Міністерство палива та енергетики України. ГКД 34.02.305-20002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002 (Чинний від 01.07.2002).
2. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами Том 1.– Донецьк.: Український науковий центр технічної екології, 2004.– 184 с.
3. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Уведені МОЗ України 9.07.97. Наказ № 201. Київ, 1997.
4. Узунова Г. Д., Приходько В. Ю., Удосконалення методики комплексної оцінки впливу підприємств на навколишнє середовище. Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний і економічний аспекти. – Полтава. 2018. – 37 с
5. Пляцук Л.Д. Процеси та апарати природоохоронних технологій. Теоретичні основи: підручник / Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурець. – Суми: Університетська книга, 2011. – 270 с.
6. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: аналіз, оцінка та державна політика / А.Б. Качинський, Т.А. Хміль. – К.: НІСД, 1997. – 127 с. Узунова А. Д., Приходько В. Ю., Комплексное исследование воздействия предприятия на состояние окружающей среды (на примере цементных производств) – 2017. – 45 с
7. Качан В.Н., Акишина А.Г. Теоретические основы очистки воздуха – Макеевка: ДонРАССА, 2003. – 130 с.
8. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Монюк І.В.. Обґрунтування розрахункового методу оперативного визначення поточних викидів міських котелень, показників їх енергоефективності та ступеня екологічної небезпеки. Зб. наук. Національного гірничого університету, № 60. – С 162–176

(<https://doi.org/10.33271/crpnmu/60.162>).

9. <https://web.posibnyku.vntu.ua> – Загальні характеристики котлоагрегатів

10. Промислова екологія: Навч. посіб./С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с

11. Колесник В.Є., докт. техн. наук, професор, Бучавий Ю.В., канд. біол. наук, Павличенко А.В., докт. техн. наук, доцент (ДВНЗ «НГУ») Прогнозування екологічної небезпеки промислових викидів в атмосферу з урахуванням концентрації населення в зоні їх впливу (<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/158596/17Kolesnik.pdf?sequence=1>)

12. Колесник В.Є., Павличенко А.В., Монюк І.В. Оцінка ресурсозберігаючого та екологічного ефектів в системі «котельня – споживачі тепла – довкілля» від утеплення зовнішніх стін будинків / Зб. наук. праць Національного гірничого університету, № 61 (2020). – С. 116-128.

(<https://doi.org/10.33271/crpnmu/61.116>)..

13. Колесник В.Є., Павличенко А.В., Монюк І.В. Оцінка енергоекологічної ефективності технологій з ресурсозбереження та захисту атмосфери від викидів в системі «котельня – споживачі тепла – довкілля» / Вісник ЛДУБЖД (Bulletin of Lviv State University of Life Safety), №22, 2020, – С. 23 – 31. <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/>

14. Нетеса Костянтин Миколайович Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель //Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва Дніпро – 2021, 24 с. (26)

15. Куприянова А.А Сучасні способи утеплення, звукоізоляції та гідроізоляції будинків і квартир. Новітні технології та матеріали. – Х.: Віват, 2015. – 256 с. – (Корисна книга).



Національний  
технічний університет  
**ДНІПРОВСЬКА  
ПОЛІТЕХНІКА**  
1899

**Збірник матеріалів X Міжнародної  
науково-технічної конференції студентів,  
аспірантів та молодих вчених  
“МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ” 2022**

**м. Дніпро  
23 - 25 листопада 2022 р.**

УДК 504.064

**Олійник О.С.** студент гр. 183м-21-1

**Науковий керівник: Колесник В.Є., д.т.н., професор кафедри екології та ТЗНС**  
(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЙОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА (на прикладі м. Дніпро)**

Останнім часом для України, в умовах, що склалися, питання підвищення ефективності енерговикористання, реалізації політики енергоспоживання, створення та удосконалення енергоринку і підвищення ефективності функціонування енергетики в цілому набули особливої актуальності та безпосередньо пов'язані з енергобезпекою країни.

Згідно Статі 3 «Закону України Про енергетичну ефективність будівель» державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель базується на таких засадах:

- 1) забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, норм і правил та будівельних норм;  
{Пункт 1 частини першої статті 3 в редакції Закону № 2392-ІХ від 09.07.2022}
- 2) стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;
- 3) забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;
- 4) створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення енергоефективних заходів;  
{Пункт 4 частини першої статті 3 в редакції Закону № 2392-ІХ від 09.07.2022}
- 5) забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;
- 6) розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та стратегії термомодернізації будівель;  
{Пункт 6 частини першої статті 3 в редакції Закону № 2392-ІХ від 09.07.2022}
- 7) стимулювання до збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівня споживання енергії, зокрема шляхом нового будівництва та термомодернізації будівель.

Проблема неефективного використання енергоресурсів є в усіх секторах економіки країни, також у бюджетній сфері та у житлово-комунальному господарстві. Тривалий термін експлуатації призвів до зношеності котельного та технологічного обладнання, що використовується для теплопостачання. Це у свою чергу призвело до надмірних витрат паливно-енергетичних ресурсів, понаднормових втрат енергії, а отже – до підвищення тарифів та збільшення витрат населення на комунальні послуги. Як наслідок, перевитрати паливно-енергетичних ресурсів призвели до збільшення бюджетних видатків та значного підвищення вартості житлово-комунальних послуг. Крім того, ряд енергетичних установок виведені з ладу або зруйновані, що ще більш ускладнило проблему теплопостачання та енергозбереження як для бюджетних організацій, так і в житловому секторі. Таким чином, реалізації енергозберігаючих заходів набуває ще більшого значення.

Основною складовою низької енергетичної ефективності інженерних мереж і систем є високий рівень питомих витрат теплової енергії, гарячої та холодної води у споживачів комунальних послуг, зокрема, які проживають у багатоквартирних житлових будинках. Фізична та моральна зношеність конструкцій та внутрішніх систем житлових будинків стала головною причиною зниження якості комунальних послуг, погіршення комфортності, надійності і безпечності умов проживання споживачів. Так, переважна частина житлового фонду м. Дніпра побудована в 50...90 роках минулого століття, що не відповідає сучасним



вимогам енергозаощадження, відповідно у цих будівлях низький рівень енергозбереження.

За оцінками як вітчизняних, так і закордонних експертів, потенціал економії електроенергії в будинках дорівнює 50...65 %, а теплової енергії – близько 50 %.

Втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні має такий розподіл:

- зовнішні стіни – 40 % (потенціал економії – 70 %);
- вікна, двері – 25 % (потенціал економії – 50 %);
- вентиляція – 15 % (потенціал економії – 65 %);
- гаряча вода – 10 % (потенціал економії – 30 %);
- дах, підлога – 8 % (потенціал економії – 50 %);
- трубопроводи, арматура – 2 % (потенціал економії – 35 %).

Установлення автоматичного обладнання (індивідуальних теплових пунктів), приладів для регулювання температур подачі теплоносія відповідно до погодних умов заощадить близько 40 % бюджетних коштів, направлених на сплату за тепlopостачання комунальними підприємствами та бюджетними організаціями.

Ураховуючи вищевикладене, збільшене споживання енергоносіїв у житловому секторі пов'язано із втратою тепла через вікна, стіни, дах, підлогу, застарілі інженерні системи та за рахунок вентиляції. До економії витрат ресурсів і зниження тепловтрат, у першу чергу, слід віднести енергозбереження у споживачів: у системах тепlopостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Вирішення цих питань пов'язано з проведенням термомодернізації будинків через утеплення зовнішніх стін, горищ, дахів тощо, а також заміну вікон і дверей на більш енергоефективні; модернізації інженерних систем; збільшення корисного використання енергії за рахунок застосування рекуператорів, терморегуляторів, теплових насосів та інших новітніх енергозберігаючих технологій. Впровадження заходів із термомодернізації буде сприяти збільшенню строку експлуатації будівель житлового сектора міста.

Для вирішення порушених проблемних питань необхідні значні інвестиції. Проте на сьогодні в державному та місцевому бюджетах такого інвестиційного ресурсу немає, а енергетичний ринок, який дозволяв би інвестувати в енергоефективні технології або проекти приватний капітал та запроваджувати механізми фінансування заходів з енергозбереження третьою стороною, не розвинений та потребує зовнішніх інвестицій.

Один з варіантів вирішення проблемних питань щодо заходів з енергоефективності та енергозбереження для бюджетних організацій – це укладання енергосервісних контрактів. За рахунок виконавця енергосервісу у бюджетних організаціях за контрактами будуть упроваджуватись технічні та організаційні енергоефективні заходи. Після виконання цих заходів результатом повинна бути економія коштів та підвищення рівня комфорту. Заощаджені кошти спрямовуються в рахунок оплати послуг виконавця енергосервісу та на реалізацію заходів з енергозбереження. (Програма з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі на 2022–2026 роки)

Визначення шляхів розв'язання проблем енергоефективності м. Дніпра базується на принципах системності, комплексності, технічної та економічної спроможності. Так проблему можливо розв'язати шляхом:

- впровадження новітніх технологій виробництва та споживання енергетичних ресурсів, а також технологій, що передбачають використання енергозберігаючих та енергоефективних матеріалів і обладнання;
- розвитку альтернативної енергетики;
- створення сприятливих умов для залучення вітчизняних та іноземних інвестицій у сферу енергоефективності та енергозбереження з метою оптимізації структури енергетичного балансу, зменшення обсягу викидів забруднюючих речовин;
- популяризації серед широких верств населення через засоби масової інформації

ефективного та ощадливого споживання паливно-енергетичних ресурсів, включення відповідних питань до програм закладів освіти;

- проведення Днів енергії, форумів, семінарів тощо.

Завдяки реалізації заходів щодо енергоефективності можливо досягти таких результатів:

- зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів комунальними підприємствами, бюджетними закладами та установами міста не менше ніж на 20 %;

- скорочення викидів парникових газів та протидія змінам клімату, зокрема зменшення на території міста викидів CO<sub>2</sub> не менше ніж на 20 %;

- поліпшення рівня здоров'я населення через зниження забруднення атмосферного повітря, а також завдяки поліпшенню умов життя та роботи у будівлях, де буде проведено комплексну термомодернізацію на основі теплозберігаючих технологій;

- підвищення рівня добробуту населення за рахунок зменшення витрат на енергетичні ресурси, модернізації інфраструктури та поліпшення якості публічних послуг;

- збільшення можливостей бюджету Дніпровської міської територіальної громади для фінансування проектів розвитку через зменшення витрат на енергоресурси та збільшення податкових надходжень.

В результаті, заходи та технології, що пропонуються дозволять підвищити одночасно й екологічну безпеку міста.

**ВІДГУК КЕРІВНИКА**  
**на кваліфікаційну роботу магістра Олійника Олексія Сергійовича,**  
**студента групи 183М-21-1, на тему «Обґрунтування технологій**  
**енергозбереження для застосування в умовах житлового мікрорайону**  
**міста»**

Кваліфікаційна робота, присвячена дослідженню параметрів викиду систем теплопостачання в умовах теплових мереж великого міста (на прикладі м. Дніпро) та розробці рекомендацій з технологій енергозбереження у вказаних мережах на основі застосування утеплювачів фасадів будинків.

Для вирішення поставлених завдань магістрант виконав:

- науковий пошук за літературними джерелами щодо екологічної безпеки теплових мереж великих міст та теплоенергозбереження в них;
- теоретичний аналіз втрати тепла будинками, що обігріваються, надав оцінки рівнів викидів в атмосферу екологічно небезпечних речовин в тепловій мережі міста, навів шляхи теплоенергозбереження як чинника підвищення рівня його екологічної безпеки;
- обґрунтував технології утеплення будинків, що опалюються в холодну пору року, показав ефективність зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря тепловими мережами міста як за рахунок вловлювання забруднювачів, так і за рахунок відповідного зменшення втрат тепла.

Новизна і практична цінність кваліфікаційної роботи полягає у визначенні джерел екологічної небезпеки теплових мереж міста, а також в обґрунтуванні рекомендованих технологій енергозбереження.

В цілому, кваліфікаційна робота Олійника О.С. оформлена відповідно до діючих стандартів, відповідає спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Заслуговує оцінки - добре

Керівник дипломної роботи, д.т.н.,  
проф. кафедри екології та ТЗНС  
НТУ «Дніпровська політехніка»

В.Є. Колесник

## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра Олійника Олексія Сергійовича, студента групи 183М-21-1, на тему «Обґрунтування технологій енергозбереження для застосування в умовах житлового мікрорайону міста»

Кваліфікаційна робота виконана відповідно завданню, відповідає темі дослідження. Обсяг пояснювальної записки відповідає поставленим вимогам.

Актуальність теми обумовлена тим, що функціонування підприємства теплових мереж впливає на навколишнє природне середовище, зокрема на атмосферу, через високе споживання палива котельнями міста, в тому числі й через втрати тепла будинками.

В результаті аналізу основних забруднювачів атмосферного повітря котельнями, було встановлено, що підприємства теплових мереж викидається в атмосферу значна кількість оксиду вуглецю, азоту та сірки, концентрація яких в сумі з фоновою у місті Дніпро перевищує ГДК, являючи екологічну небезпеку для населених територій.

Олійник О.С.. провів теоретичний аналіз технологій збереження енергоресурсів в умовах теплових мереж, відповідного зниження викидів забруднювачів в атмосферу міста, в тому числі й за рахунок утеплення житлових будинків на основі рекомендованих утеплювачів стін, дахів, вікон і дверей будинків.

Робота виконана на достатньому науковому і методичному рівнях. Достовірність результатів підтверджується використанням типових методів аналізу та теоретичних досліджень. Стиль написання кваліфікаційної роботи достатньо чіткий. Оформлення відповідає вимогам стандартів.

Кваліфікаційна робота має практичну значимість та заслуговує оцінки «добре».

Завідувач кафедри охорони праці

та цивільної безпеки НТУ

«Дніпровська політехніка»

В.І. Голінько

**Відгуки керівників розділів**

**ДОВІДКА**  
про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра  
на присутність запозичень (плагіату)

Авторка роботи	Олійник Олексій Сергійович
ЗВО	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Інститут, факультет, кафедра, група	Інститут природокористування, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, 183м-21з-1
Тема кваліфікаційної роботи	Обґрунтування технологій енергозбереження для застосування в умовах житлового мікрорайону міста
<b>Результати перевірки</b>	
Запозичення (плагіат), %	17,3
Оригінальність, %	82,7
Модуль пошуку	unicheck.com

ДЕТАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ



Олійник О.С.-183м-21-антиплагіат

**17.3% Схожість**

КІЛЬКІСТЬ СТОРІНОК	66
КІЛЬКІСТЬ СЛІВ	13 693
КІЛЬКІСТЬ СИМВОЛІВ	102 856
РОЗМІР ФАЙЛУ	1.35MB
ФОРМАТ ФАЙЛУ	docx
ID ФАЙЛУ	1013082256

ІМ'Я КОРИСТУВАЧА	Юрій Бучавий
ID КОРИСТУВАЧА	100008841
EMAIL КОРИСТУВАЧА	buchaviy.yu.v@nmu.one

ТИП ПЕРЕВІРКИ	Doc vs Internet + Library
ID ПЕРЕВІРКИ	1013322910
ДАТА ПЕРЕВІРКИ	18.12.2022, 17:00:41 GMT+2

Роботу перевірив:

доцент кафедри екології та ТЗНС

Ю.В. Бучавий