



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121347** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
F24D 3/00
F16L 59/00
E04B 1/62 (2006.01)
E03C 1/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

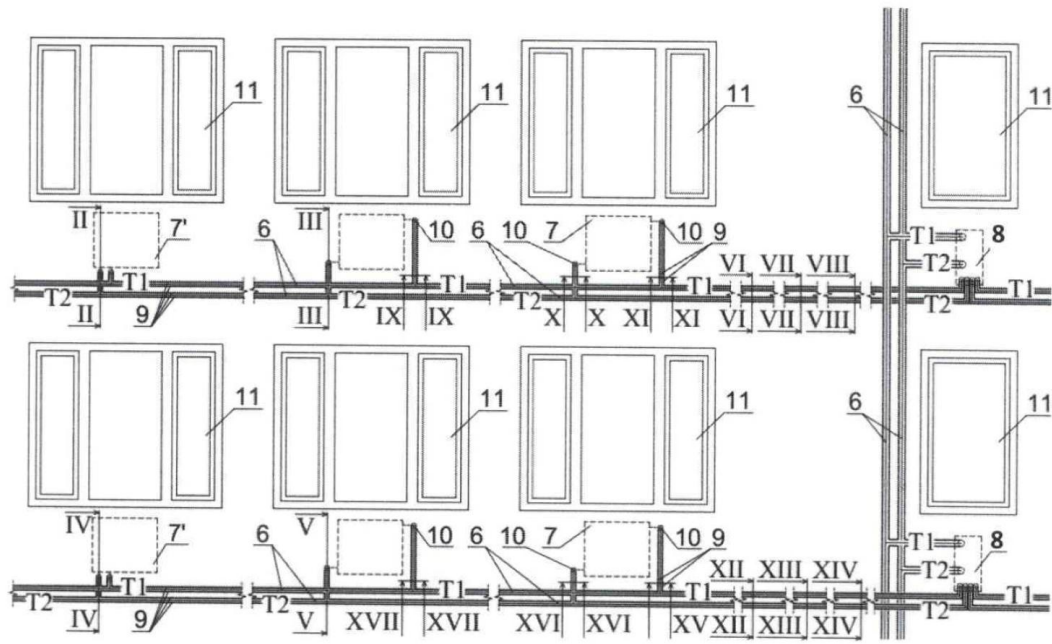
(21) Номер заявки:	u 2017 09330	(72) Винахідник(и):	Єрьомін Андрій Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки:	25.09.2017	(73) Власник(и):	Єрьомін Андрій Васильович,
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	27.11.2017		вул. Наталії Ужвій, 72, кв. 152, м. Харків, 61195 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	27.11.2017, Бюл.№ 22	(74) Представник:	Колосов Олександр Євгенович, реєстр. №269

(54) СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗА ЄРЬОМІНИМ

(57) Реферат:

Система комплексної термомодернізації будівель і споруд у складі системи фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд виконана у вигляді вентильованого фасаду, або одно- або багатошарової конструкції теплоізоляції, або у вигляді "мокрого" фасаду. Утеплення виконано, наприклад, у формі плит або рулонів, які прикріплені за допомогою поліуретанових пін або клейових сумішей і дюбелів до існуючої зовнішньої стіни та покриті шаром штукатурки по армуючій сітці, виготовленої з високоміцного й одночасно інертного матеріалу, наприклад скловолокна. Системи центрального водяного опалення, в якій вертикально і послідовно по стояку через запірно-регулюючу арматуру підключені опалювальні прилади, виконані у вигляді регістрів з гладких труб або радіаторів, розташованих в опалювальних приміщеннях, і підключених до системи центрального водяного опалення через термостатичні крани, що також містить трубопроводи однотрубної системи центрального водяного опалення. Система комплексної термомодернізації містить нові транзитні трубопроводи системи центрального водяного опалення, які змонтовані за двотрубною схемою підключення, розміщені із зовнішнього боку існуючої стіни термомодернізованої будівлі в нових штробах, виконаних із зовнішньої сторони та в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в нових штробах, виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни. Нові транзитні трубопроводи двотрубної системи центрального водяного опалення покриті шаром еквівалентної трубної теплоізоляції. Нові транзитні трубопроводи двотрубної системи центрального водяного опалення з шаром еквівалентної трубної теплоізоляції разом з усіма зовнішніми стінами термомодернізованої будівлі повністю покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції.

UA 121347 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до систем, які забезпечують комплексну термомодернізацію будівель та споруд шляхом одночасного об'єднання технічних та технологічних рішень з утеплення фасаду термомодернізованої будівлі чи споруди та заміни (реконструкції) його системи опалення.

5 Детермінації

Нижче в описі прийняті наступні детермінації.

Комплексна термомодернізація - комплекс технічних та технологічних заходів, спрямований на утеплення модернізованої будівлі (споруди) з одночасним удосконаленням використовуваної системи опалення цієї будівлі (споруди).

10 Шар еквівалентної фасадної теплоізоляції - шар теплоізоляційного матеріалу, що має коефіцієнт опору теплопередачі R від $0,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ до $0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Нові транзитні трубопроводи - нові трубопроводи двотрубною системи центрального водяного опалення, які прокладаються в нових штробах, виконаних в існуючій (зовнішній) стіні термомодернізованої будівлі, або в нових штробах, виконаних в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції. По нових транзитних трубопроводах циркулює теплоносій, від якого передається тепло від джерел тепла до споживачів (їх опалювальних приладів).

Двотрубна система центрального водяного опалення - система, призначена для опалення групи приміщень від єдиного джерела тепла, який розміщується безпосередньо в опалювальному приміщенні або за його межами. Теплоносієм такої системи опалення є вода, яка циркулює по трубопроводах і охолоджується в опалювальних приладах, після чого повертається до джерела тепла для повторного нагрівання. За методом приєднання опалювальних приладів система є двотрубною, що дає можливість здійснювати облік та регулювання кількості теплоносія, що надходить.

25 Вентильований фасад - це навісні фасадні системи утеплення з повітряним зазором, які являють собою конструкцію, в якій шар теплоізоляційного матеріалу виконаний у формі плит з різних теплоізоляційних матеріалів, які, в свою чергу, закріплюються на поверхні фасаду. Для захисту утеплювача від атмосферних впливів слугують облицювальні елементи (облицювання), що встановлюються на металеву підконструкцію. Облицювання встановлюється на відстані від шару теплоізоляційного матеріалу, завдяки чому створюється вентильований прошарок, що забезпечує видалення вологи з шару теплоізоляційного матеріалу будівельної конструкції.

30 Фасад у вигляді багатшарової конструкції утеплювача - фасад, виконаний у вигляді стіни, виготовленої з однорідного основного матеріалу, що визначає міцність стіни, і складається з одного або більше додаткових шарів, кожен з яких окремо впливає на теплофізичні характеристики всієї стіни.

35 "Мокрий" фасад - це зовнішня фасадна система утеплення під штукатурку. Утеплення здійснюється за допомогою теплоізоляційних плит, виконаних в основному з мінеральної вати або пінопласту. Армування "мокрого" фасаду забезпечує зчеплення утеплювача і декоративного шару. Для виконання декоративної поверхні "мокрого" фасаду використовується штукатурка і лакофарбові засоби.

40 Опалювальний прилад - пристрій для обігріву приміщення шляхом передачі теплоти від теплоносія, що надходить від джерела тепла, повітря, що знаходиться всередині опалювального приміщення.

ДБН - скорочення від початкових літер слів "Державні Будівельні Норми".

45 ВДЕ - відновлювані джерела енергії. До ВДЕ відносять сонце, вітер, воду (крім великих ГЕС), геотермальні джерела, біопаливо, тобто всі джерела, енергія яких априорі вважається невичерпною.

Опір зовнішньої огорожувальної конструкції існуючої зовнішньої стіни термомодернізованої будівлі $R_{\text{суц}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ - це відношення різниці температур по обидва боки теплоізоляційного матеріалу до величини теплового потоку, що проходить через теплоізоляційний матеріал. Значення коефіцієнта $R_{\text{суц}}$ виражає загальний опір існуючої зовнішньої стіни термомодернізованої будівлі.

Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції (стіни) $R_{\text{терм}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ - це відношення різниці температур по обидва боки теплоізоляційного матеріалу до величини теплового потоку, що проходить через теплоізоляційний матеріал. Значення коефіцієнта $R_{\text{терм}}$ означає різницю, яку необхідно "покрити" при виконанні термомодернізації будівлі.

55 Мінімальна товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції V_{min} - мінімально необхідна товщина теплоізоляційного шару, яка спільно з існуючою зовнішньою стіною характеризується коефіцієнтом опору теплопередачі $R_{\text{терм}}$, що є вище, ніж значення коефіцієнта опору теплопередачі R_{min} .

Розводка (розведення) системи опалення - це схема розташування нагрівальних приладів і з'єднуючих їх труб. Від виду розводки істотно залежить ефективність роботи опалювальної системи, її економічність та естетичність. Основні види розводки системи опалення наступні: однотрунні і двотрунні; горизонтальні і вертикальні; тупикові і з зустрічним рухом теплоносія; опалення з верхнім і нижнім розведенням.

Система водяного опалення - система опалення приміщень, що реалізується за допомогою рідкого теплоносія (води або антифризу на водній основі). Передача тепла в приміщення відбувається за рахунок конвективного теплообміну від опалювальних приладів (радіаторів, конвекторів, регістрів з гладких труб).

Залежна (відкрита) схема підключення - схема приєднання системи опалення до теплової мережі, при якій теплоносій (вода) з теплової мережі надходить безпосередньо в систему опалення.

Незалежна (закрита) схема підключення - схема приєднання системи опалення до теплової мережі, при якій теплоносій (перегріта вода або пар), що надходить з теплової мережі, проходить через теплообмінник, встановлений в тепловому пункті споживача, де відбувається нагрів вторинного теплоносія, використовуваного в подальшому в системі опалення.

Однотрубна схема підключення - схема, при якій опалювальні прилади одного стояка підключені послідовно. Тобто теплоносій, поступово охолоджуючись, проходить через стояк з опалювального приладу в опалювальний прилад. Різниця температур опалювальних приладів на початку і в кінці магістралі компенсується різною площею поверхні тепловіддачі приладів - меншою на початку і більшою в кінці стояка. Також при однотрубній схемі підключення може бути передбачена обв'язка опалювальних приладів із використанням байпаса, або короткозамикаючої ділянки.

Стояк - це трубопровід, який з'єднує елементи системи і забезпечує задану циркуляцію теплоносія в опалювальних приладах.

Двотрубна схема підключення - схема, при якій опалювальні прилади підключені до стояка паралельно, що дозволяє здійснювати облік і регулювання споживаного тепла, а також дозволяє вирівнювати температуру теплоносія на вході в кожен опалювальний прилад. Такі системи більш матеріалоемні і вимагають окремого балансування кожного опалювального приладу, якщо не передбачене індивідуальне регулювання останнього.

Розподільна гребінка - це пристрій, призначений для рівномірного розподілу температури теплоносія по всіх елементах системи опалення. Він складається з двох частин: подавального і зворотного колекторів.

Балансувальний клапан - трубопровідна арматура, яка дозволяє точно налаштувати показники системи відповідно до проведених технічних розрахунків.

Термостатичний кран - це спеціалізований пристрій, що забезпечує рівномірну і плавну подачу теплоносія до радіатора.

Штроба (нова) - канавка (поглиблення) в бетоні, цеглі, штукатурному шарі або в шарі теплоізоляції, виконана (призначена) для прокладки або провідки комунікацій (нових трубопроводів).

Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{сущ}}$ - це коефіцієнт, який визначає відношення різниці температур по обидва боки теплоізоляційного матеріалу до величини теплового потоку, що проходить через цей теплоізоляційний матеріал.

Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{терм. UA}}$ - це коефіцієнт, що використовується в Україні, і який визначає відношення різниці температур по обидва боки теплоізоляційного матеріалу до величини теплового потоку, що проходить через цей теплоізоляційний матеріал.

Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{терм. EU}}$ - це коефіцієнт, який використовується для країн ЄС, і який визначає відношення різниці температур по обидва боки теплоізоляційного матеріалу до величини теплового потоку, що проходить через цей теплоізоляційний матеріал.

Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{терм. СНГ}}$ - це коефіцієнт, що використовується для країн СНД, і який визначає відношення різниці температур по обидва боки теплоізоляційного матеріалу до величини теплового потоку, що проходить через цей теплоізоляційний матеріал.

Мінімальна товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції для України $V_{\text{min. UA}}$ - мінімально необхідна товщина теплоізоляційного шару, яка спільно з існуючою зовнішньою стіною характеризується коефіцієнтом опору теплопередачі $R_{\text{терм. EU}}$, що є вище, ніж значення коефіцієнта опору теплопередачі $R_{\text{min. UA}}$.

Мінімальна товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції для країн СНД $V_{\min, \text{CHG}}$ - мінімально необхідна товщина теплоізоляційного шару, яка спільно з існуючою зовнішньою стіною характеризується коефіцієнтом опору теплопередачі $R_{\text{терм. CHG}}$, що є вище, ніж значення коефіцієнта опору теплопередачі $R_{\min, \text{CHG}}$.

5 Мінімальна товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції для країн Європейського Союзу $V_{\min, \text{EU}}$ - мінімально необхідна товщина теплоізоляційного шару, яка спільно з існуючою зовнішньою стіною характеризується коефіцієнтом опору теплопередачі $R_{\text{терм. EU}}$ що є вище, ніж значення коефіцієнта опору теплопередачі $R_{\min, \text{EU}}$.

10 Позначення t_{50} - показник часу, при якому вимірюється температура теплоносія в трубопроводі, покритому шаром еквівалентної трубної теплоізоляції і еквівалентної фасадної теплоізоляції товщиною $V_{\min}=50$ мм через 16 годин при повному припиненні руху теплоносія по трубопроводах.

15 Позначення t_{100} - показник часу, при якому вимірюється температура теплоносія в трубопроводі, покритому шаром еквівалентної трубної теплоізоляції і еквівалентної фасадної теплоізоляції товщиною $V_{\min}=100$ мм через 16 годин при повному припиненні руху теплоносія по трубопроводах.

20 Енергоефективність будівлі (споруди) - комплекс технічних та технологічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Це передбачає, наприклад, використання меншої кількості енергії для того ж рівня енергетичного забезпечення будівель, або технологічних процесів на виробництві, а також досягнення економічно виправданої ефективності використання при існуючому рівні розвитку техніки та технології при дотриманні вимог до охорони навколишнього середовища.

25 Щільність (герметичність) будівельної конструкції - величина, що характеризує наявність герметичності будівельної конструкції. Через недостатню герметичних будівельних конструкцій під дією різниці щільності повітряної маси або вітрового навантаження нагріте системою опалення повітря може виходити з будинку назовні. Це, у свою чергу, може призвести до високих теплових втрат будівлі та рясного випадання конденсату на холодних ділянках конструкцій будівлі. Це також є причиною виникнення більшої частини пошкоджень будівельних конструкцій будівлі.

30 Відома (однотрубна) система тепlopостачання, що повсюдно застосовується в старих багатоквартирних будинках, і яка містить як мінімум один подавальний і зворотний стояки трубопроводу, що виконані з можливістю підключення до підземних або наземних трубопроводів центрального тепlopостачання і постійно підключені до цих трубопроводів, і квартирні опалювальні прилади, що підключені до відповідних стояків [RU № 12155111, МПК E03C1 / 04, опубл. 16.12.1999].

35 Недоліком вищевказаної системи тепlopостачання багатоквартирного будинку є недостатня її ефективність і обмежена функціональність при проведенні комплексної термомодернізації зазначеного будинку внаслідок відсутності оптимальних геометричних параметрів і розміщення елементів системи тепlopостачання щодо фасадної стіни. Також недоліком зазначеного технічного рішення є необхідність проведення повної реконструкції будівлі з втручанням в існуючі ремонти, попередньо зроблені всередині приміщень, а також складність її реалізації.

40 Відома система тепlopостачання багатоповерхового будинку, що включає подавальний і зворотний магістральні колектори теплоносія, щонайменше одну пару подавального та зворотного стояків, з'єднаних з магістральними колекторами, а також квартирні опалювальні прилади, при цьому в кожній під'їзній секції встановлена як мінімум одна під'їзна пара подавального та зворотного стояків, а в будь-якій даній квартирі встановлені прямий і зворотний колектори внутрішньоквартирної розводки, до яких приєднані всі квартирні опалювальні прилади тільки даної квартири, а також встановлено квартирний вузол обліку, за допомогою якого колектори внутрішньоквартирної розводки даної квартири з'єднані з прилеглою до даної квартири під'їзною парою подавального і зворотного стояків [RU № 1057201Л, МПК E24D3 / 00, опубл. 20.06.2011, Бюл. № 17].

50 Недоліком вищевказаної системи є її обмежена її функціональність, тобто неможливість застосування при комплексній термомодернізації будівель з огляду на те, що немає можливості прокладання трубопроводів всередині приміщень з уже виконаним ремонтом. Також недоліком вищевказаної системи тепlopостачання багатоповерхового будинку є недостатня її ефективність при проведенні комплексної термомодернізації зазначеного будинку внаслідок відсутності оптимальних геометричних параметрів, складу і розміщення елементів системи тепlopостачання щодо фасадної стіни.

60 Відома система тепlopостачання багатоквартирного будинку, яка містить як мінімум один подавальний і зворотний стояки, квартирні опалювальні прилади, підключені до відповідних

стояків, трубопроводи центрального теплопостачання, два запірних елементи, призначених для підключення подавального і зворотного стояків до трубопроводів центрального теплопостачання, контролер, призначений для автоматичного управління процесом теплопостачання, два додаткових запірних елементи і як мінімум одну дахову або окремо
 5 стоячу газову опалювальну котельню установку, потужність якої не перевищує 3 МВт, що містить газовий котел, циркуляційний насос, розширювальний бак і регулюючий клапан, призначений для керованої контролером подачі газу в котел, при цьому вихід газового котла через один додатковий запірний елемент підключений до подавального стояка, вихід циркуляційного насоса з'єднаний з входом газового котла, вхід циркуляційного насоса з'єднаний
 10 з розширювальним баком і через інший додатковий запірний елемент зі зворотним стояком, а згаданий котролер виконаний з можливістю автоматичного закривання додаткових запірних елементів, відключення циркуляційного насоса і відкривання запірних елементів, призначених для підключення подавального і зворотного стояків до трубопроводів центрального теплопостачання [RU № 151295 U1, МПК E24D3/02, опубл. 27.03.2015, Бюл. № 9].

15 Недоліком вищевказаної системи теплопостачання багатоквартирного будинку є недостатня її ефективність при проведенні комплексної термомодернізації зазначеного будинку внаслідок відсутності оптимальних геометричних параметрів і розміщення елементів системи теплопостачання щодо фасадної стіни.

Відомий спосіб енергозабезпечення будівлі із замкнутим циклом терморегуляції в процесі
 20 опалення будівлі [RU № 2301944 C1, МПК F24D15/00, 27.06.2007, Бюл. № 18], що включає одержання тепла від низькопотенційного джерела, від якого передають тепло циркулюючому теплоносію в об'ємні радіаторні системи каналів, розташовані в n-шаровій стіні. Крім цього передбачено, що одержання тепла від низькопотенційного джерела є додатковим, а основним джерелом одержання тепла є високопотенційне джерело, встановлене всередині будівлі. Для
 25 цього температуру теплоносія об'ємної радіаторної системи регулюють продуктивністю циркуляційного насоса залежно від заданої температури усередині будівлі і коливання температур зовнішнього повітря.

Недоліком відомого способу є його обмежена функціональність, а також недостатня ефективність внаслідок відсутності оптимальних геометричних параметрів і розміщення
 30 елементів системи теплопостачання щодо фасадної стіни при проведенні комплексної термомодернізації зазначеної будівлі внаслідок відсутності оптимальних геометричних параметрів і розміщення елементів системи теплопостачання щодо фасадної стіни, а також ефективних процедур реалізації термомодернізації.

Як аналог вибрана система і реалізуючий її спосіб термомодернізації житлового будинку, що описані в каталозі фірми Данфос які і основані на однотрубній системі опалення житлових приміщень відповідно до електронного посилання на джерело
 35 [http://tepdydim.com.ua/static/storage/filesfiles/Danfoss_manual_Thermal_Moderniz_2014_Rus.pdf].

Недоліком вищевказаної системи і реалізуючого її способу термомодернізації житлового будинку є недостатня їх ефективність при проведенні комплексної термомодернізації
 40 зазначеного будинку внаслідок неможливості регулювання та реконструкції системи і її окремих елементів, неможливості обліку кількості спожитого тепла одним споживачем, а також відсутності спектра використовуваних ефективних матеріалів, з якого виготовлені трубопроводи, а також їх геометричних параметрів.

Як найбільш близький аналог (прототипу) вибрана система і реалізуючий її спосіб
 45 термомодернізації житлового будинку, що описані в каталозі фірми Данфос, і які основані на двотрубній системі опалення житлових приміщень [http://tepdydim.com.ua/static/storage/filesfiles/Danfoss_manual_Thermal_Moderniz_2014_Rus.pdf].

Зазначена система термомодернізації складається з системи фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд, виконаної у вигляді вентильованого фасаду, або одно- або
 50 багат шарової конструкції утеплювача, або у вигляді "мокрого" фасаду, при цьому фасад виконаний, наприклад, у формі плит або рулонів, які прикріплені за допомогою поліуретанових пін або клейових сумішей і дюбелів до існуючої зовнішньої стіни і покриті шаром штукатурки по армуючій сітці, виготовленої з високоміцного і одночасно інертного матеріалу, наприклад, скловолокона, системи опалення приміщень будівель і споруд у складі джерел тепла,
 55 виконаних, наприклад, у вигляді автономної котельні, індивідуального теплового пункту, теплоелектроцентралі або поновлюваних джерел енергії, системи центрального водяного опалення, в якій вертикально і послідовно по стояку через запірно-регулюючу арматуру підключені опалювальні прилади, виконані у вигляді регістрів з гладких труб або радіаторів, розташованих в опалювальних приміщеннях, і підключених до системи центрального водяного
 60 опалення через термостатичні крани. При цьому вертикальна система центрального водяного

опалення підключена з верхньою або нижньою розводкою до джерела тепла, яке підключено до місцевої або центральної теплової мережі за залежною або за незалежною схемою.

У свою чергу, в процесі реалізації процедур вищевказаного способу термомодернізації житлового будинку відповідно до електронного посилання [http://teplydim.com.ua/static/storage/filesfiles/Danfoss_manual_Thermal_Moderniz_2014_Rus.pdf], здійснюють аналіз технічного стану термомодернізованої будівлі на підставі сукупності попередньо зібраних технічних параметрів, після цього здійснюють енергетичний аудит термомодернізованої будівлі, наприклад, шляхом використання тепловізійного обстеження, виявляючи місця негерметичності будівельної конструкції, і як наслідок підвищені, у порівнянні з нормативними показниками, теплові втрати з опалювальних приміщень термомодернізованої будівлі назовні, а також значення температури будівельної конструкції, далі здійснюють проектування окремих елементів і всієї системи комплексної термомодернізації будівель і споруд у складі системи фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд, системи центрального водяного опалення приміщень будівель і споруд, при цьому при проектуванні встановлюють оптимальні параметри та ефективні матеріали виконання конструктивних елементів системи з урахуванням проектного або наперед заданого температурного режиму експлуатації термомодернізованої будівлі, включаючи розрахункові температури, які використовуються для розрахунку навантаження системи центрального водяного опалення в досліджуваному регіоні, а також теплотехнічного параметра стану, матеріалу і товщини стін термомодернізованої будівлі, що реконструюється, далі встановлюють конструктивно-технологічний взаємозв'язок між окремими елементами системи і здійснюють компонування всієї системи комплексної термомодернізації будівель і споруд в цілому, після чого здійснюють комплексну термомодернізацію будівель та споруд шляхом здійснення монтажу на існуючій будівлі елементів системи комплексної термомодернізації з визначеними на попередньому етапі проектування оптимальними параметрами та ефективними матеріалами виконання складових конструктивних елементів системи.

Недоліком вищевказаної системи і реалізуючого її способу термомодернізації житлового будинку найбільш близького аналога (прототипу) є недостатня їх ефективність при проведенні комплексної термомодернізації зазначеного будинку внаслідок відсутності оптимального складу, оптимальних геометричних параметрів та неефективного розміщення існуючих елементів системи теплопостачання щодо фасадної стіни, а також складність реалізації модернізації трубопроводів системи центрального водяного опалення, зокрема, внаслідок відсутності ефективних процедур реалізації способу. Крім того, вищевказана система важко застосовна на практиці, так як вимагає в процесі її монтажу та подальшого функціонування "грубого" втручання в уже існуючі ремонти, виконані всередині будівель.

В основу корисної моделі поставлена технічна задача оптимізації складу і взаємного розташування елементів системи комплексної термомодернізації, а також оптимізації конструктивних параметрів і матеріалу виконання елементної бази системи комплексної термомодернізації шляхом застосування нових технічних і конструктивних рішень, які передбачають введення до складу системи комплексної термомодернізації нових елементів у вигляді нових транзитних трубопроводів (поз. 6), оптимізацію конструктивних параметрів нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, матеріалу виконання еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5), а також товщини і матеріалу виконання еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), оптимальне розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення з конструктивно-технологічною прив'язкою до місць розміщення існуючих опалювальних приладів (поз. 7, 7') залежно від геометричних параметрів розміщення існуючих віконних прорізів (поз. 11), наявності декоративних елементів та зливостоків на зовнішній стіні фасаду, від заданого температурного режиму експлуатації, матеріалу виконання і товщини існуючих зовнішніх стін (поз. 1) термомодернізованої будівлі, а також їх теплотехнічних параметрів, що дозволить підвищити енергоефективність системи комплексної термомодернізації та покращить функціонування запропонованої системи центрального водяного опалення, що входить до складу системи комплексної термомодернізації, а також забезпечить можливість регулювання і обліку споживання тепла споживачами з урахуванням експлуатаційних факторів підтримання наперед заданого температурного режиму всередині опалювальних приміщень, а також забезпечить можливість глушіння існуючих труб системи центрального водяного опалення і нескладну заміну опалювальних приладів (поз. 7, 7') у випадку технічної необхідності, причому без втрати працездатності запропонованої системи центрального водяного опалення, дозволить поліпшити гідравлічний режим руху теплоносія (поз. 4) і можливість застосування як високо-, так і низькотемпературного теплоносія (поз. 4), забезпечить запобігання замерзанню

теплоносія (поз. 4), навіть при повному припиненні руху теплоносія (поз. 4) протягом заданого часу, підвищить ефективність використання теплової енергії в запропонованій системі центрального водяного опалення приміщень і знизить витрати теплової енергії на підтримання в житловому приміщенні оптимальних температурних умов для життя, і, в кінцевому результаті, буде сприяти підвищенню ефективності функціонування системи комплексної термомодернізації при нескладності її конструктивного виконання і функціонування без порушення існуючого ремонту в приміщеннях, причому практично у всіх кліматичних зонах, де виникає необхідність в комплексній термомодернізації, особливо житлового фонду, переважно періоду споруди до 90-х років минулого століття.

Поставлена задача вирішується тим, що в системі комплексної термомодернізації будівель і споруд за Єрьоміним в складі системи фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд, що виконана у вигляді вентильованого фасаду або одно- або багат шарової конструкції теплоізоляції, або у вигляді "мокрого" фасаду, при цьому утеплення виконано, наприклад, у формі плит або рулонів, які прикріплені за допомогою поліуретанових пін або клейових сумішей і дюбелів до існуючої зовнішньої стіни та покриті шаром штукатурки по армуючій сітці, виготовленої з високоміцного й одночасно інертного матеріалу, наприклад скловолокна, системи центрального водяного опалення, в якій вертикально і послідовно по стояку через запірно-регулюючу арматуру підключені опалювальні прилади, виконані у вигляді реєстрів з гладких труб або радіаторів, розташованих в опалювальних приміщеннях, і підключених до системи центрального водяного опалення через термостатичні крани, що також містить трубопроводи одноконтурної системи центрального водяного опалення, при цьому вертикальна система центрального водяного опалення підключена з верхньою або нижньою розводкою до джерела тепла, яке підключено до місцевої або центральної теплової мережі за залежною або за незалежною схемою, згідно з корисною моделлю, система комплексної термомодернізації містить нові транзитні трубопроводи системи центрального водяного опалення, які змонтовані за двоконтурною схемою підключення, розміщені із зовнішнього боку існуючої стіни термомодернізованої будівлі в нових штробах, виконаних із зовнішньої сторони та в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в нових штробах, виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни, нові транзитні трубопроводи двоконтурної системи центрального водяного опалення покриті шаром еквівалентної трубної теплоізоляції, нові транзитні трубопроводи двоконтурної системи центрального водяного опалення з шаром еквівалентної трубної теплоізоляції разом з усіма зовнішніми стінами термомодернізованої будівлі повністю покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції, при цьому зовнішній діаметр нових транзитних трубопроводів двоконтурної системи центрального водяного опалення D змінюється в межах (10-90) мм, товщина стінки δ нових транзитних трубопроводів двоконтурної системи центрального водяного опалення змінюється в межах (0,5-30) мм, товщина шару еквівалентної трубної теплоізоляції нових транзитних трубопроводів двоконтурної системи центрального водяного опалення δ_T змінюється в межах (3-25) мм, а товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції B_{min} змінюється в межах (50-250) мм.

Система центрального водяного опалення будівлі з вертикальною і горизонтальною розводкою виконана з можливістю тупикового або попутного руху теплоносія від поверхових розподільних гребінок до опалювальних приладів, розташованих в опалювальних приміщеннях, опалювальні прилади виконані з можливістю під'єднання до нових транзитних трубопроводів двоконтурної системи центрального водяного опалення з боковим або нижнім підключенням, причому вертикальна розводка стояків двоконтурної системи центрального водяного опалення виконана відкрито чи приховано всередині будівлі, в тому числі в місцях загального користування, нові транзитні трубопроводи двоконтурної системи центрального водяного опалення розміщуються із зовнішньої сторони існуючої стіни термомодернізованої будівлі в новій штробі, виконаній в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в новій штробі, виконаній в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни, що разом з усіма існуючими зовнішніми стінами покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції, автоматичні балансувальні клапани розміщені на нових транзитних трубопроводах двоконтурної системи центрального водяного опалення, які підключені до опалювальних приладів від поверхових розподільних гребінок, а після автоматичних балансувальних клапанів встановлені поквартирні лічильники тепла, при цьому стояки двоконтурної системи центрального водяного опалення підключені з верхньою або нижньою розводкою до загальнобудинкового вузла обліку або індивідуальному тепловому пункту, який підключений до місцевої або центральної теплової мережі за залежною або незалежною схемою, в місцях розміщення опалювальних приладів нові транзитні трубопроводи двоконтурної

системи центрального водяного опалення приєднані наскрізним підключенням через зовнішню стіну до термостатичних кранів, приєднаних до опалювальних приладів.

Нові транзитні трубопроводи системи центрального водяного опалення розміщені всередині будівельної конструкції, на стику існуючої стіни і шару еквівалентної фасадної теплоізоляції в горизонтальній і/або у вертикальній площині.

Нові транзитні трубопроводи двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені із зовнішнього боку існуючої стіни термомодернізованої будівлі в новій штробі, виконаній в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в нових штробах, виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни та повністю покриті з усіма існуючими зовнішніми стінами термомодернізованої будівлі шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції.

Нові транзитні трубопроводи двотрубною системи центрального водяного опалення виконані з поперечно зшитого поліетилену під натяжне кільце (PUSH), з поперечно зшитого поліетилену під обтискний фітинг (PRESS), поліпропілену, металопластика під обтискний фітинг, металопластика під фітинг, що скручується, з міді, сталі, з нержавіючої сталі або чорного металу, еквівалентна трубна ізоляція нових транзитних трубопроводів двотрубною системи центрального водяного опалення виконана зі спіненого поліетилену, спіненого каучуку, кам'яної вати, мінеральної вати, базальтової вати, скловати або пінопластової шкаралупи, а еквівалентна фасадна теплоізоляція виконана з пінопласту (ПСБ, ПСБ-С), неопору, резольнофенолформальдегідного пінопласту, піноізолу, целюлози, спученого перліту, спученого вермикуліту, пінополістиролу, екструдованого пінополістиролу, піноскла, газоскла, газобетону, пінополіуретану, мінеральної вати, базальтової вати, кам'яної вати, скловати, деревної тирси.

Нові штроби виконані прямокутної або трикутної, або круглої, або напівкруглої форми, або у вигляді двох ділянок прямокутників, або у вигляді комбінації вищевказаних форм.

Геометричні параметри розміщення нових транзитних трубопроводів двотрубною системи центрального водяного опалення, покритих шаром еквівалентної трубної теплоізоляції, а саме зовнішній діаметр D , товщина стінки δ , товщина шару еквівалентної трубної теплоізоляції δ_T , траси прокладки нових транзитних трубопроводів двотрубною системи центрального водяного опалення на зовнішній стороні термомодернізованої будівлі, виконані з прив'язкою до місць установки існуючих опалювальних приладів, геометричних параметрів розміщення віконних прорізів, наявності декоративних елементів та зливостоків на зовнішній стіні фасаду, заданому температурному режиму експлуатації термомодернізованої будівлі, включаючи розрахункові температури, які використовуються для розрахунку навантаження системи опалення в досліджуваному регіоні, до матеріалу виконання існуючих стін термомодернізованої будівлі, їх товщини та до коефіцієнта опору зовнішньої огорожувальної конструкції R_{min} , а також до наперед заданої максимальної різниці температур теплоносія ΔT в подавальному й зворотному трубопроводах.

Перераховані ознаки складають суть технічного рішення.

Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак технічного рішення і досягнутим технічним результатом полягає в наступному.

На сучасному етапі розвитку суспільства найбільш енергоємним сектором більшості промислово розвинених держав є системи забезпечення комфортної життєдіяльності людини. Одним з основних завдань стало створення умов їх ефективної роботи в стаціонарному і змінному експлуатаційних режимах. Даний підхід змушує розглядати будівлю в комплексі і взаємозв'язку з його оточенням, тобто проводити системний аналіз. За висновком Світової енергетичної комісії "...сучасні будівлі володіють величезними резервами підвищення їх теплової ефективності, але дослідники недостатньо вивчили особливості теплового режиму, а проектувальники не навчилися оптимізувати теплоту і масу огорожувальних конструкцій" [Пыров В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения: теория и практика. - К.: "Такі справи", 2010. - С. 5].

Вартість (у грошовому еквіваленті) послуг опалення і гарячого водопостачання стала "важкою ношею" для бюджету більшості сімей. Великі комунальні платежі за ці послуги є результатом надмірного споживання енергії (як теплової, так і електричної). Причина - існуючі будівлі були побудовані без належної уваги до економії енергії, оскільки колись ця енергія була відносно дешевою. Сьогодні ж її вартість висока і подальше її зростання неминуче.

Суть комплексної термомодернізації багатоповерхової або приватної малоповерхової будівлі полягає в розробці та застосуванні енергоефективних технічних та технологічних засобів (способів і пристроїв), які приводять до значного скорочення енергоспоживання. В результаті

при неминучому підвищенні вартості енергоносіїв оплата за комунальні послуги зменшується, а їх якість поліпшується.

Реалізують комплексну термомодернізацію шляхом додаткового утеплення будівлі з обов'язковою модернізацією системи опалення. Утеплення будинку без модернізації системи опалення часто не дає позитивного результату в економії енергії і нерідко призводить навіть до негативного результату - збільшення енергоспоживання. З одного боку, комплексна термомодернізація вимагає великих фінансових і матеріальних витрат. Але, при повному виявленні всіх проблем будівлі і виборі правильного методу їх усунення, комплексна термомодернізація приводить до підсумкового зменшення оплати за комунальні послуги, і ця економія згодом перекидає початкові фінансові витрати на комплексну термомодернізацію.

Головною причиною значного теплоспоживання при опаленні будівель, як зазначено вище, є надмірні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі. Переважна більшість існуючих будівель спочатку мають низькі показники теплової ізоляції будівельних конструкцій, що призводить до значних втрат теплоти через них. Теплозахисні вимоги (відповідні їм коефіцієнти) в старих (до 1991 р.) будівельних нормах, що пред'являються до стін, горищних перекриттів тощо, були в кілька разів нижче сучасних вимог (відповідних їм коефіцієнтів). Тому через будівельні конструкції старих будівель теплоти втрачається в кілька разів більше, ніж в сучасних будівлях.

Іншою не менш важливою причиною високого теплоспоживання є низька енергоефективність старих систем опалення. Вони спочатку були запроектовані з надмірним (в кілька разів) теплоспоживанням. Морально і технічно застарілі теплові пункти, гідравлічно розрегульовані системи теплопостачання внаслідок несанкціонованого втручання користувачів (самостійна заміна радіаторів, трубопроводів і т.д.), засмічені трубопроводи, відсутня їх теплоізоляція в неопалюваних підвалах - це далеко не повний перелік недоліків старих систем опалення. З такими системами, навіть утеплити будинок, неможливо економити енергію і створити комфортні умови для проживання.

Єдиним методом скорочення матеріальних і фінансових витрат на опалення сьогодні і в найближчому майбутньому є зменшення кількості споживаної теплової енергії. Цього можна досягти, оптимізуючи систему комплексної термомодернізації будівлі. Так, наприклад, в численних випадках погано теплоізовані зовнішні стіни в квартирі залишаються холодними.

Велике споживання теплової енергії деякою мірою також викликано відсутністю його обліку у кожного споживача (квартири/користувача), що не стимулює індивідуальне економне використання тепла. Індивідуальний облік теплоспоживання, в свою чергу, вимагає надання користувачеві можливості індивідуального регулювання роботи кожного опалювального приладу (застосування автоматичних терморегуляторів на радіаторах), тобто можливості впливу на зменшення споживання теплової енергії.

Опалювальні прилади старих систем опалення житлових будинків таку можливість функціонально не реалізують. Тільки будівля, теплоізована належним чином, а також обладнана автоматичними терморегуляторами опалювальних приладів і засобами індивідуального обліку, повною мірою забезпечує максимальний результат у вигляді зниження комунальних платежів. Часткове застосування енергоефективних заходів дає відповідно частковий результат, і то тільки в тому випадку, якщо модернізована система опалення, яка змогла адекватно "відреагувати" на ці технічні рішення.

Таким чином, комплексна термомодернізація включає розробку і реалізацію технічних та технологічних рішень, які знижують енергоспоживання і, в кінцевому підсумку, "зменшують" розмір комунальних платежів.

Особливо необхідно виділити необхідність технічної модернізації системи опалення, що обумовлено наступними факторами. Багатоквартирні житлові будинки та громадські будівлі в переважній більшості оснащені системами центрального водяного опалення - одноконтурними, з нижньою або верхньою розводкою і з елеватором, розташованим в тепловому пункті. Найбільш часто ці будівлі приєднані до тепломережі. Причому існуючі системи опалення старих (до 1991 року побудови) будівель мають ряд конструктивних недоліків, які спочатку не дозволяють економити теплову енергію і забезпечувати тепловий комфорт в приміщеннях протягом всього опалювального періоду.

Існуючі і дотепер використовувані системи центрального опалення виготовлені зі сталевих труб, які вичерпали свій термін експлуатації (що становить приблизно 25 років). Тому в будівлях, побудованих до 80-х років минулого століття, рекомендується повна заміна існуючих трубопроводів. При цьому в найбільш поширених системах опалення з нижнім розведенням (П-подібних) - рекомендується поміняти схему розводки системи опалення. Морально застарілі

опалювальні прилади - конвектори і сталеві штамповані радіатори рекомендується замінити на більш сучасні опалювальні прилади.

Базові технічні рішення з модернізації системи опалення такі:

1) встановлення автоматичних терморегуляторів на кожному опалювальному приладі. Ці пристрої зменшують споживання теплової енергії системою опалення за рахунок внутрішніх теплоприпливів в приміщення, автоматично підтримуючи встановлену мешканцем комфортну температуру повітря. Включений телевізор, праску, комп'ютер, лампочка, пригріло сонце і т.д. - терморегулятор реагує на надходження теплоти від них і зменшує кількість теплоносія в опалювальному приладі, знижуючи його потужність;

2) встановлення автоматичних балансувальних клапанів на стояках з обмеженням температури теплоносія, що втрачається. Деякі жителі самостійно змінюють спочатку встановлені опалювальні прилади, що повністю розбалансовує систему опалення: в одних квартирах стає надмірно тепло, а в інших - холодно. Автоматичні балансувальні клапани виправляють цю ситуацію, рівномірно розподіляючи теплоносій по всіх стояках системи. Обмеження температури теплоносія, що втрачається, у цих клапанів дозволяє не "викидати" теплоту в неопалювані підвали і не перегрівати будівлю, особливо навесні;

3) заміна елеватора в тепловому пункті будівлі на насос і регулятор теплового потоку через погодні умови з регулятором перепаду тиску. Така заміна забезпечує споживання з тепломережі рівно стільки теплової енергії, скільки необхідно при конкретній температурі зовнішнього повітря.

У той же час на практиці виконати реконструкцію системи опалення із заміною труб і радіаторів виявляється досить складно. Це обумовлено тим, що трубопроводи системи опалення зазвичай прокладають відкрито з боку приміщення, що обслуговується (поруч з його внутрішніми стінами), або приховано в товщині зовнішніх стін, так як це найпростіші методи монтажу трубопроводів системи опалення (теплопостачання).

Згодом декоративний ремонт всередині приміщення може неодноразово змінитися. Проте при цьому труби системи теплопостачання залишаються в тому ж місці, де і були спочатку (тобто всередині стін при другому методі прокладки). Саме тому практично неможливо (без істотного порушення існуючого ремонту власників квартир) в цьому випадку виконати заміну трубопроводів системи опалення.

Лева частина будівель, зведених до 1991 р., будувалася за принципом використання максимально дешевих ресурсів. Тому і регулювати температуру в приміщеннях, а також проводити вимірювання того, хто і скільки спожив тепла, не було потреби. Для такого принципу оптимально підходила однотрубна система опалення, тому що, що не маловажно - труб потрібно було в два рази менше, а значить, і коштувала така система в рази менше.

Але однотрубна система мала два істотні недоліки - її неможливо було регулювати, і практично неможливо порахувати кількість спожитого тепла одним споживачем (квартирою). І доти, поки вартість гікалорії тепла була низькою (і частіше відпускалась споживачам істотно нижче її собівартості), не було необхідності проводити технічну модернізацію існуючої однотрубної системи.

Як показали проведені дослідження, для більш точного обліку спожитого тепла і регулювання системи опалення необхідно використовувати двотрубну систему опалення. Однак при такій модернізації (перехід з однотрубної на двотрубну систему опалення) виникає серйозна проблема, пов'язана з порушенням існуючого (зробленого) ремонту всередині квартир (приміщень), які на момент проведення термомодернізації були приватизовані мешканцями і отримали статус приватної власності.

Дане технічне рішення пропонує варіант вирішення цієї проблеми відповідно до технічної задачі. При цьому тільки сукупність вищевказаних і взаємопов'язаних заявлених істотних відмінностей приводить до досягнення технічної задачі.

Сукупність заявлених істотних відмінностей у вигляді оптимальних розмірів, геометричної форми, матеріалів виконання, складу і взаємозв'язку елементів системи комплексної термомодернізації (нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення, еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5), еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 4), форми виконання нових штроб (поз. 9) та інших елементів системи, що входять в формулу) була встановлена як експериментальним, так і експериментально-розрахунковим шляхом (див. табл. 1).

У табл. 1 в колонках №№ 2-13, які одночасно є номерами прикладів (відповідно №№ 1-11) реалізації розробленого технічного рішення, наведені основні параметри і матеріал виконання конструктивних елементів системи, встановлені експериментальним та експериментально-розрахунковим шляхом.

Було встановлено, що відхилення від заявлених оптимальних розмірів та ефективних матеріалів виконання призводить до погіршення параметрів елементів системи комплексної термомодернізації (високих теплових втрат, порушення несучої здатності існуючих стін) термомодернізованої будівлі, високого гідравлічному опору в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, можливості замерзання теплоносія (поз. 4), до негативного впливу термічного розширення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення на цілісність шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) (приклади реалізації № 1, № 12 у табл. 1).

Наприклад, експериментально було встановлено, що зменшення товщини V_{min} шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) менше оптимального значення призводить до зменшення коефіцієнта R_{min} . При $V_{min}=50$ мм коефіцієнт $R_{min}=1,32$ ($m^2 \cdot K$)/Вт, а при $V_{min}=150$ мм коефіцієнт $R_{min}=3,65$ ($m^2 \cdot K$)/Вт, що в свою чергу, збільшує в 2,7 рази теплові втрати термомодернізованої будівлі і нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення. Це, у свою чергу, призводить до зниження температури теплоносія (поз. 4), що надходить до споживачів, а відсутність руху теплоносія (поз. 4) в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) може призвести до його замерзання і до порушення цілісності нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення.

У той же час збільшення товщини V_{min} еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) понад оптимальне значення для першої і другої температурної зон України призводить до підвищення коефіцієнта опору R_{min} понад мінімально необхідних значень коефіцієнта опору $R_{min,UA}$, встановлених згідно з ДБН для різних температурних зон України, що не є порушенням. Однак застосування еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною V_{min} більше 150 мм підвищує вартість матеріалів і монтажних робіт непропорційно збільшенню коефіцієнта опору R_{min} .

Також експериментально було встановлено, що зменшення діаметрів D нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення і розрахункової різниці температур ΔT між подавальними і зворотними новими транзитними трубопроводами (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення призводить до збільшення швидкості руху теплоносія (поз. 4). Як наслідок, відбувається підвищення гідравлічного опору в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системи опалення термомодернізованої будівлі. Це, в свою чергу, призводить до необхідності використання насосів з підвищеними характеристиками потужності, а також збільшує капітальні та експлуатаційні витрати, необхідні для стабільної роботи двотрубною системи центрального водяного опалення.

У той же час збільшення діаметрів D і розрахункової різниці температур ΔT між подавальним і зворотним новими транзитними трубопроводами (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення призводить до зменшення швидкості руху теплоносія (поз. 4), що може призвести до збільшення глибини V , штриби (поз. 9), тобто може негативно відобразитись на несучій здатності термомодернізованої будівлі.

Заміна існуючої (однотрубною) системи трубопроводів на нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення з оптимальними параметрами і радіаторів системи опалення (поз. 7, поз. Т) дає можливість здійснювати при проектуванні двотрубною системи центрального водяного опалення вибір між високо- і низькотемпературним джерелом тепла. Це, в свою чергу, розширює можливість застосування різних джерел тепла, таких як теплові насоси і поновлювані джерела енергії, тобто диверсифікувати використовувані джерела тепла.

Також застосування двотрубною системи опалення в складі заявлюваної системи комплексної термомодернізації дозволяє здійснювати облік і регулювання спожитого тепла кожним із споживачів.

Було встановлено, що зменшення товщини δ_T еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5) призводить до підвищення теплових втрат в існуючу будівельну конструкцію (стіну термомодернізованої будівлі) і, відповідно, до зменшення температури теплоносія (поз. 4), що надходить до споживачів. У той же час збільшення товщини δ_T еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5) призводить до збільшення необхідної глибини V , виконання штриби (поз. 9), що може негативно відбитися на несучій здатності існуючої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі.

Розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в нових штрибах (поз. 9), які виконуються в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), створює ризики того, що при термічному розширенні нових транзитних трубопроводів (поз. 6) відбувається подовження прямих ділянок нових транзитних

трубопроводів (поз. 6), і, як наслідок, підвищується напруження всередині будівельної конструкції. Це може призвести до втрати герметичності шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) і, як наслідок, до погіршення теплотехнічних характеристик термомодернізованої будівлі.

Розміщення ж нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), дозволяє перерозподіляти навантаження, що виникають від термічного подовження нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення, на існуючу будівельну конструкцію. Це, в свою чергу, дозволяє підвищити енергоефективність і герметичність будівельної конструкції, а також уникнути порушення цілісності шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) термомодернізованої будівлі.

З табл. 1 також видно, що в прикладах № 2 - № 11 одночасно виконується наступний комплекс умов: забезпечуються технічні процедури з ефективною модернізацією системи центрального водяного опалення без істотного втручання у внутрішній ремонт будівлі, забезпечується можливість регулювання і обліку споживання тепла, підвищується теплова ефективність системи опалення, досягається диверсифікація використовуваних джерел тепла, зберігається несуча здатність будівлі, зберігається цілісність еквівалентної фасадної теплоізоляції, підвищується герметичність будівельної конструкції і відбувається підвищення енергоефективності термомодернізованої будівлі, тобто підвищується ефективність функціонування системи відповідно до задачі технічного рішення.

У той же час у прикладах № 1 і № 12 вищевказаний комплекс умов одночасно не виконується, що і визначає межі оптимального діапазону заявлених параметрів, складу, геометрії і матеріалу виконання складових конструктивних елементів системи.

Що стосується заявлених оптимальних параметрів і матеріалу виконання нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення, їх еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) і еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5) у залежності від параметрів використовуваного теплоносія (поз. 4) і кліматичного регіону, необхідно відзначити наступне.

Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі $R_{\text{сущ.}}$, згідно з розробленим технічним рішенням, змінюється в межах $R_{\text{сущ.}} = (0,75-5,5) \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Було встановлено, що відхилення від нижнього значення цього оптимального параметра призводить до зниження ефективності системи комплексної термомодернізації будівель, так як існуючі зовнішні стіни (поз. 1) будівель з більш низьким коефіцієнтом опору теплопровідності $R_{\text{min.}}$, ніж $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, доцільніше повністю замінити, ніж виконувати їх термомодернізацію. У той же час відхилення від верхнього значення оптимального параметра $R_{\text{сущ.}}$ призводить до зниження ефективності системи комплексної термомодернізації будівель, так як існуючі стіни (поз. 1) будівель вже мають мінімально необхідний коефіцієнт теплопровідності $R_{\text{min.UA}}$ для конкретно зазначеного регіону, і тому не вимагають додаткового утеплення.

Коефіцієнт необхідного опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{терм.UA}}$ для комплексної термомодернізації будівлі, згідно з розробленим технічним рішенням, розраховується так: $R_{\text{терм.UA}} = R_{\text{min.UA}} - R_{\text{сущ.}}$ і змінюється в межах $R_{\text{терм.UA}} = (0,5-2,8) \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Застосовуючи вищевказаний вираз, отримують діапазон значень від $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ до $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, які обумовлюють мінімально необхідні значення коефіцієнта $R_{\text{min.UA}}$.

Коефіцієнт опору теплопровідності $R_{\text{min.UA}}$ застосовується в Україні і залежить від застосовуваної температурної зони згідно з Державними будівельними нормами ДБН В.2.6-31: 2016 [http://dbn.at.ua/dbn/DBN_V.2.6-31-2016_Teplova_izolyatsiya_budively.pdf]. Так, для першої температурної зони коефіцієнт $R_{\text{min.UA}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для другої температурної зони коефіцієнт $R_{\text{min.UA}} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. У табл. 1 вказані значення $R_{\text{min.UA}}$ для першої і другої зони через знак дробу «/».

Коефіцієнт необхідного опору зовнішньої огорожувальної конструкції країн ЄС $R_{\text{терм.EU}}$ для комплексної термомодернізації будівлі розраховується за такою формулою: $R_{\text{терм.EU}} = R_{\text{min.EU}} - R_{\text{сущ.}}$, і змінюється в межах $R_{\text{терм.EU}} = (0,2-5,1) \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Застосовуючи вище зазначений вираз, отримують діапазон значень від $0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ до $5,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, які обумовлюють мінімально необхідні значення коефіцієнта $R_{\text{min.EU}}$.

Коефіцієнт необхідного опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{min.EU}}$ залежить від кліматичних умов різних країн. Так, для теплих країн (Італія, Угорщина і т.д.) коефіцієнт $R_{\text{min.EU}} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для холодних країн (Норвегія, Швеція, Фінляндія) коефіцієнт $R_{\text{min.EU}} = 5,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. У табл. 1 вказані значення $R_{\text{min.EU}}$ через знак дробу «/». Коефіцієнт необхідного опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{терм.CHG}}$ для комплексної термомодернізації будівлі розраховується

Так: $R_{\text{терм.ЧНГ}} = R_{\text{мін.ЧНГ}} - R_{\text{сущ.}}$ змінюється в межах (0,2-5,1) $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Застосовуючи вище зазначену формулу, отримують діапазон значень $R_{\text{терм.ЧНГ}}$ від 0,2 $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ до 5,1 $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, які обумовлюють мінімально необхідні значення коефіцієнта $R_{\text{мін.ЧНГ}}$.

Коефіцієнт необхідного опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{мін.ЧНГ}}$ застосовується в країнах СНД і залежить від кліматичних умов різних країн і/або регіонів. Так, для теплих регіонів, таких як Краснодарський Край РФ, коефіцієнт $R_{\text{мін.ЧНГ}} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для холодних регіонів, таких як Крайня Північ, коефіцієнт $R_{\text{мін.ЧНГ}} = 5,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. У табл. 1 вказані значення $R_{\text{мін.ЧНГ}}$ і їх похідні через знак дробу «/».

Згідно з розробленим технічним рішенням, мінімальна товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції $V_{\text{мін.УА}}$ (поз. 2), коефіцієнт опору якої більше або дорівнює значенню $R_{\text{терм.УА}}$ змінюється (для України) в межах $V_{\text{мін.УА}} = (50-150)$ мм.

Було експериментально встановлено, що відхилення від нижнього значення цього оптимального параметра $V_{\text{мін.УА}}$ призводить до недостатньої товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції $V_{\text{мін}}$ (поз. 2), можливості замерзання (досягнення $T = 0^\circ \text{C}$) теплоносія (поз. 4) і, відповідно, отримання досить малого коефіцієнта опору $R_{\text{мін}}$. У той же час відхилення від верхнього значення оптимального параметра $V_{\text{мін.УА}}$ призводить до отримання завищеної товщини еквівалентного фасадного утеплювача $V_{\text{мін}}$ (поз. 2) і надмірно великого значення коефіцієнта опору $R_{\text{мін}}$, що призводить до перевитрати матеріалу еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2).

Згідно з розробленим технічним рішенням, мінімальна товщина еквівалентного утеплювача $V_{\text{мін.ЕУ}}$, коефіцієнт опору якої більше або дорівнює значенню $R_{\text{терм.ЕУ}}$, змінюється в межах (50-250) мм. Було експериментально встановлено, що відхилення від нижнього значення цього оптимального параметра призводить до недостатньої товщини $V_{\text{мін}}$ еквівалентного фасадного утеплювача (поз. 2), і відповідно, до отримання досить малого коефіцієнта опору $R_{\text{мін}}$. У той же час відхилення від верхнього значення оптимального параметра $V_{\text{мін.ЕУ}}$ призводить до отримання завищеної товщини $V_{\text{мін}}$ еквівалентного фасадного утеплювача (поз. 2) і завищеного коефіцієнта опору $R_{\text{мін}}$, що призводить до перевитрати матеріалу еквівалентного фасадного утеплювача (поз. 2).

Зовнішній діаметр D нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, згідно з розробленим технічним рішенням, виконаний в наступних інтервальних розмірах $D - (7-114)$ мм і з товщиною стінки відповідно $\delta = (0,7-22,1)$ мм. Було встановлено, що відхилення від нижніх значень цих оптимальних параметрів (діаметрів D нових транзитних трубопроводів (поз. 6) призводить до збільшення швидкості руху теплоносія (поз. 4) при постійній його витраті, що викликає високі втрати тиску в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення.

У той же час відхилення від верхнього значення цього оптимального параметра призводить до зменшення швидкості руху теплоносія (поз. 4), що може призвести до надмірного охолодження теплоносія (поз. 4), збільшення глибини нових штроб (поз. 9), які виконують в еквівалентному фасадному утеплювачі (поз. 2) або в існуючій стіні (поз. 1). Це також призводить до зниження ефективності системи комплексної термомодернізації в цілому.

Додатково в табл. 1 представлені діаметри D трубопроводів, що промислово випускаються, для більш точного визначення глибини необхідного штроблення (поз. 9) в існуючій стіні (поз. 1) або в матеріалі еквівалентного фасадного утеплювача (поз. 2). Співвідношення діаметрів D застосовуваних нових транзитних трубопроводів двотрубною (поз. 6) системи опалення до товщини δ_T еквівалентної трубної ізоляції (поз. 5) і до глибини V_T виконуваного штроблення (поз. 9) дозволяє розділити їх на кілька розрахункових випадків.

У табл. 1 у колонках для значень діаметрів трубопроводів D для різних матеріалів вказані значення "зовнішній діаметр" \times "товщина", після чого вказані значення всіх типорозмірів, що застосовуються в наш час. А для значень діаметрів нових транзитних трубопроводів D (поз. 6), які вказані у вигляді діапазону, межі діапазонів позначають мінімальні і максимальні величини значень.

Згідно з розробленим технічним рішенням, матеріал виконання нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення вибирається залежно від гідравлічного режиму роботи двотрубною системи центрального водяного опалення з урахуванням представлених на ринку виробників. Було встановлено, що заявлені матеріали є найбільш ефективними і сприяють вирішенню технічної задачі.

Матеріал виконання еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення вибирають залежно від значень теплотехнічних характеристик і можливості ефективного застосування при утепленні фасадів будівлі, а також для покриття нових транзитних трубопроводів (поз. 6)

двотрубною системи центрального водяного опалення. Для еквівалентної трубною ізоляції (поз. 5) застосовуються наступні матеріали: спінений поліетилен/каучук гофрована теплоізоляція. Для еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5) її тип визначається розрахунком та підтверджується експериментом в кожному окремому випадку.

5 Було експериментально встановлено, що вказані у формулі матеріали еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення є найбільш ефективними і сприяють вирішенню технічної задачі. У табл. 1 через знак дробу «/» вказані можливі матеріали, що становлять шар еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5).

10 Згідно з розробленим технічним рішенням, товщина шару δ_T еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи опалення змінюється в межах (4-50) мм, і збільшується відповідно до збільшення діаметра D нових транзитних трубопроводів.

15 Було експериментально встановлено, що відхилення від нижнього значення цього оптимального параметра δ_T призводить до збільшення теплових втрат всередині будівельної конструкції, і, як наслідок, до охолодження теплоносія (поз. 4). У той же час відхилення від верхнього значення цього оптимального параметра δ_T призводить до збільшення глибини B_r нових штроб (поз. 9), які виконуються в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) або в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), що може призвести до погіршення несучої здатності термомодернізованої будівлі.

Відхилення від граничних значень меж вказаного діапазону δ_T призводить до зниження ефективності системи комплексної термомодернізації, зважаючи на збільшення теплових втрат всередині будівельної конструкції, а також перевитраті матеріалів еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5).

25 Згідно з розробленим технічним рішенням, різниця температур теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах АТ змінюється в межах (10-25)°C. Це дає технічну можливість змінювати різницю температур в широкому діапазоні під час виконання проектних робіт, і визначенню гідравлічного режиму роботи обладнання, а також можливість оптимізувати витрати теплоносія (поз. 4), підтримувати заданий температурний режим, і тим самим диверсифікувати вибір джерела тепла, підвищуючи ефективність комплексної термомодернізації будівлі.

30 Кількість часу t_{50} , необхідне для охолодження температури теплоносія (поз. 4) від розрахункової температури $T = +80^\circ\text{C}$ до $T = 0^\circ\text{C}$ при наперед заданій товщині B_{\min} еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min} = 50$ мм, визначається розрахунково-експериментальним шляхом з аналізу експериментально отриманого графіка, показаного на фіг. 19.

35 Так, було встановлено, що в залежності від діаметра D нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення пропорційно змінюється час охолодження теплоносія (поз. 4) при повному припиненні його руху по нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення. Однак через певний час відбувається замерзання теплоносія (поз. 4). Це означає, що товщина $B_{\min} = 50$ мм еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) не може бути застосовна в системах опалення, в яких можлива повна зупинка руху теплоносія (поз. 4).

40 Значення параметра t_{50} коливається від 8 год. до 19 год., що в загальному є неприйнятним показником, тому що теплоносій за цей час може технологічно замерзнути. У той же час збільшення товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) до $B_{\min} = 100$ мм приводить до 100 %-го захисту від замерзання нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення навіть при повній зупинці руху теплоносія (поз. 4).

50 Що стосується форми виконання нових штроб (поз. 9), то нові штроби (поз. 9) в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) або в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) можуть бути виконані прямокутної або трикутної, або арочної форми, або у вигляді двох ділянок прямокутників, або у вигляді будь-якої комбінації вищевказаних форм.

55 Вибір конкретної форми виконання нових штроб (поз. 9) визначається конструктивними особливостями існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі в місці її приєднання до опалювальних приладів (поз. 7, поз. 7'). До вищевказаних конструктивних особливостей в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) відносять наявність перетинів з існуючими інженерними мережами (системи кондиціонування, зливостоки, слабкострумову і силову розводки, підключення освітлювального обладнання), конструктивні елементи фасаду будівлі, обмеження по глибині B , можливого штроблення (поз. 9) для уникнення порушення несучої здатності термомодернізованої будівлі (при недостатній ширині існуючих стін).

Форми виконуваних нових штроб (поз. 9) можуть бути всіх вище перерахованих форм. У той же на вибір форми нової штробы (поз. 9) додатково впливає вибір обладнання, яким здійснюють штробові роботи (штроборіз, шліфувальна машина по бетону, застосування механізмів, в яких ріжучою крайкою є алмазний трос).

5 Позначення в табл. 1 "у штробі, виконаній в існуючій стіні/(штробі, виконаній в еквівалентному фасадному утеплювачі)" позначає прокладку нових транзитних трубопроводів (поз. 6) або в новій штробі (поз. 9), або безпосередньо в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), або в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2). Форми виконання нових штроб (поз. 9) вказані в табл.1 через знак дробу «/», а саме вона може бути "прямокутна/трикутна/арочна".

10 Згідно з розробленим технічним рішенням, максимальна глибина B_r нової штробы (поз. 9) в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) змінюється в межах $B_r = (25-155)$ мм. Ця величина B_r вибирається залежно від розмірів діаметрів D нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, які будуть прокладатися в новій штробі (поз. 9), і товщини δ_T шару еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5), які спільно повинні повністю поміститися у виконаній новій штробі (поз. 9).

15 Розроблене технічне рішення пояснюється фіг. 1 - фіг. 26, де:

на фіг. 1 показана загальна схема системи комплексної термомодернізації будівлі;

на фіг. 2 показано розташування опалювальних приладів із нижнім підключенням (поз. 7') і наскрізним підключенням (поз. 10) термостатичного крана (поз. 12) до нових транзитних 20 трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, покритих шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5), причому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовуються в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2); при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи 25 центрального водяного опалення, спільно з існуючою зовнішньою стіною (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною B_{min} ;

на фіг. 3 показано розташування опалювальних приладів із боковим підключенням (поз. 7) і наскрізним підключенням (поз. 10) термостатичних кранів (поз. 12) до нових транзитних 30 трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, покритих шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5), які розташовуються в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2); при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, спільно з існуючою зовнішньою стіною (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною B_{min} ;

на фіг. 4 показано розташування опалювальних приладів із нижнім підключенням (поз. 7') і наскрізним підключенням (поз. 10) термостатичного крана (поз. 12) до нових транзитних 35 трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, покритих шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5); при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовуються в нових штробах (поз. 9), виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої 40 зовнішньої стіни (поз. 1); при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, спільно з існуючою зовнішньою стіною (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною B_{min} ;

на фіг. 5 показано розташування опалювальних приладів із боковим підключенням (поз. 7) і наскрізним підключенням (поз. 10) термостатичних кранів (поз. 12) до нових транзитних 45 трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, покритих шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5); при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовуються в нових штробах (поз. 9), які виконані в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої 50 зовнішньої стіни (поз. 1); при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, спільно з існуючою зовнішньою стіною (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною B_{min} ;

на фіг. 6 показаний фрагмент розрізу проектованої зовнішньої стіни (поз. 1), на якому розташовані два нових транзитних трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального 55 водяного опалення діаметром D , покриті шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5) товщиною δ_T , при цьому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовуються в нових штробах (поз. 9), зроблених в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), і виконаних прямокутної форми з глибиною B_r і шириною $B_{ш}$;

центрального водяного опалення розташовується в новій штробі (поз. 9), зробленої в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1), і виконаної прямокутної форми з глибиною B_r і шириною $B_{ш}$;

на фіг. 16 показаний фрагмент розрізу проектованої зовнішньої стіни (поз. 1), в якому розташований один новий транзитний трубопровід (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення діаметром D , покритий шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5) товщиною δ_t ; при цьому новий транзитний трубопровід (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовується в новій штробі (поз. 9), зроблений в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1), і виконаної трикутної форми з глибиною B_r і шириною $B_{ш}$;

на фіг. 17 показаний фрагмент розрізу проектованої зовнішньої стіни (поз. 1), в якому розташований один новий транзитний трубопровід (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення діаметром D , покритий шаром еквівалентної трубної теплоізоляції (поз. 5) товщиною δ_t ; при цьому новий транзитний трубопровід (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовується в новій штробі (поз. 9), зроблений в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1), і виконаної арочної форми з глибиною B_r і шириною $B_{ш}$.

На фіг. 1 - фіг. 26 прийняті наступні умовні позначення:

на фіг. 1 на загальну схему системи комплексної термомодернізації будівлі римськими цифрами II-XVII позначені відповідні зазначеним римським цифрам арабські номери фігур №№ 2-17, розміщених окремо і охарактеризованих вище;

1 - існуюча стіна термомодернізованої будівлі; 2 - шар еквівалентної фасадної теплоізоляції; 3 - клейовий шар, призначений для кріплення еквівалентної фасадної теплоізоляції до існуючої зовнішньої стіни; 4 - теплоносій (рідкий); 5 - шар еквівалентного трубного утеплювача; 6 - нові транзитні трубопроводи двотрубною системи центрального водяного опалення; 7 - опалювальний прилад з боковим підключенням; 7 - опалювальний прилад з нижнім підключенням; 8 - розподільна поповерхова гребінка; 9 - нова штроба, зроблена в існуючій стіні або еквівалентній фасадній теплоізоляції; 10 - наскрізний отвір в існуючій стіні; 11 - вікна або світлопрозорі конструкції; 12 - радіаторна арматура; 13- зовнішній захисний шар, що оберігає еквівалентну фасадну теплоізоляцію від опадів і/або ультрафіолетового випромінювання.

На фіг. 18 показані два варіанти (А, В) розміщення нових транзитних трубопроводів двотрубною системи центрального водяного опалення (поз. 6):

1-й варіант (А), при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені в новій штробі (поз. 9), виконаній в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) (розрахункові випадки № 4, № 5, № 6);

2-й варіант (В), при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені в новій штробі (поз. 9), яка виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) (розрахункові випадки № 1, № 2, № 3);

При цьому на фіг. 18 прийняті наступні умовні позначення (легенда):




— розрахунково-експериментальний випадок № 1, при якому товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{min} = 50$ мм, а нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), виконаній в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1);





-- розрахунково-експериментальний випадок № 2, при якому товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{min} = 100$ мм, а нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1);



— розрахунково-експериментальний випадок № 3, при якому товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{min} = 150$ мм, а нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1);

 - розрахунково-експериментальний випадок № 4, при якому товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min}=50$ мм, а нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2);

 - розрахунково-експериментальний випадок № 5, при якому товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min} = 100$ мм, а нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2);

 - розрахунково-експериментальний випадок № 6, при якому товщина еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min} = 150$ мм, а нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2).

Для обґрунтування істотних відмінностей технічного рішення, зазначених у формулі, в процесі дослідження нижчезазначених розрахунково-експериментальних випадків (№ 1 - № 6) використовувалися наступні параметри і характеристики, а також умови експлуатації.

Температура навколишнього середовища (зовнішня температура) становила $T = - 22$ °C; температура теплоносія (поз. 4) становила $T = + 80$ °C.

Застосовувані матеріали. Матеріал існуючої стіни - пінобетон, товщина стіни - 250 мм. Характеристики пінобетону в сухому стані: щільність - 1000 кг/м^3 ; питома теплоємність - $0,84 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$; коефіцієнт теплопровідності - $0,29 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$; розрахунковий коефіцієнт теплопровідності - $0,47 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$.

Еквівалентна фасадна теплоізоляція - пінопласт ПСБ-С-25 з характеристиками: щільність - 25 кг/м^3 ; питома теплоємність - $1,26 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$; коефіцієнт теплопровідності - $0,039 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$; розрахунковий коефіцієнт теплопровідності - $0,042 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$.

Матеріал трубопроводів - поліпропілен з характеристиками: щільність - 900 кг/м^3 ; питома теплоємність - $1,93 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$; коефіцієнт теплопровідності - $0,22 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$; розрахунковий коефіцієнт теплопровідності - $0,22 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$. Діаметр трубопроводів становить 20 мм, товщина стінки - 2,8 мм.

Еквівалентна трубна ізоляція - спінений поліетилен, який монтується поверх трубопроводів, з характеристиками: щільність - 40 кг/м^3 ; питома теплоємність - $1,8 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$; коефіцієнт теплопровідності - $0,37 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$; розрахунковий коефіцієнт теплопровідності - $0,037 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$. Товщина утеплювача трубопроводів становила 13 мм.

Клейовий шов. Для кожного з розглянутих випадків (№ 1 - № 6) було додано клейовий шов між існуючою стіною і еквівалентною фасадною теплоізоляцією. Властивості клейового шва наступні: щільність $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; питома теплоємність $c = 0,84 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$; коефіцієнт теплопровідності для умов "Б" $\lambda(B): 0,93 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$.

У розрахунково-експериментальному випадку № 1 (фіг. 21) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), яка виконана в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1); температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) при товщині $B_{\min}=50$ мм дорівнює $T = + 41,7$ °C.

У розрахунково-експериментальному випадку № 4 (фіг. 24) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), яка виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2); температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) при товщині $B_{\min} = 50$ мм дорівнює $T = - 3,5$ °C.

Для розрахунково-експериментальних випадків № 1 і № 4 при однаковій товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min} = 50$ мм істотно зменшуються теплові втрати в навколишній простір, тому що температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) у випадку № 1 дорівнює $\Delta T = +41,7$ °C, а у випадку № 4 дорівнює $T = - 3,5$ °C, що становить абсолютну різницю в $\Delta T = 45,2$ °C між двома розрахунково-експериментальними випадками № 1 і № 4. Це, в свою чергу, приводить до зменшення теплових втрат в навколишній простір, прямо пропорційно впливає на охолодження теплоносія (поз. 4) і теплові втрати при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, що становить $T = - 22$ °C.

З вищеописаного також випливає, що розташування нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), розрахунково-експериментальний випадок № 1 (фіг. 21), істотно (на 92 %) зменшує теплові втрати в порівнянні з розрахунково-експериментальним випадком № 4 (фіг. 24) розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1).

У розрахунково-експериментальному випадку № 2 (фіг. 22) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), яка виконана в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1); температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) при товщині $B_{\min} = 100$ мм дорівнює $T = +24,7$ °C.

У розрахунково-експериментальному випадку № 5 (фіг. 25) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), яка виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2); температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) при товщині $B_{\min} = 100$ мм дорівнює $T = -10,2$ °C.

Для розрахунково-експериментальних випадків № 2 і № 5 при однаковій товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min} = 100$ мм істотно зменшуються теплові втрати в навколишній простір, тому що температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) у випадку № 2 дорівнює $T = +24,7$ °C, а у випадку № 5 дорівнює $T = -10,2$ °C, що становить абсолютну різницю в $\Delta T = 34,9$ °C між двома розрахунково-експериментальними випадками № 2 і № 5. Це, в свою чергу, приводить до зменшення теплових втрат в навколишній простір, прямо пропорційно впливає на охолодження теплоносія (поз. 4) і теплові втрати при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, що становить $T = -22$ °C.

З вищеописаного також випливає, що розташування нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), розрахунково-експериментальний випадок № 2 (фіг. 23), істотно (на 70 %) зменшує теплові втрати в порівнянні з розрахунково-експериментальним випадком № 5 (фіг. 25) розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1).

У розрахунково-експериментальному випадку № 3 (фіг. 23) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), яка виконана в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1); температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) при товщині $B_{\min}=150$ мм дорівнює $T = +16$ °C.

У розрахунково-експериментальному випадку № 6 (фіг. 26) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), яка виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2); температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) при товщині $B_{\min} = 150$ мм дорівнює $T = -13,4$ °C.

Для розрахунково-експериментальних випадків № 3 і № 6 при однаковій товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{\min}=150$ мм істотно зменшуються теплові втрати в навколишній простір, тому що температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) у випадку № 3 дорівнює $T = +16$ °C, а у випадку № 6 дорівнює $T = -13,4$ °C, що становить абсолютну різницю в $\Delta T = 29,4$ °C між двома розрахунково-експериментальними випадками № 3 і № 6. Це, в свою чергу, приводить до зменшення теплових втрат в навколишній простір, прямо пропорційно впливає на охолодження теплоносія (поз. 4) і теплові втрати при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, що становить $T = -22$ °C.

З вищеописаного також випливає, що розташування нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), розрахунково-експериментальний випадок № 3 (фіг. 24), істотно (на 54 %) зменшує теплові втрати в порівнянні з розрахунково-експериментальним випадком № 6 (фіг. 26) розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення нових штробах (поз. 9), виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1).

Розглядаючи вище перераховані розрахунково-експериментальні випадки №№ 1 - № 6, взяли за основу той факт, що розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), дозволяє істотно (в середньому на 74 %) знизити теплові втрати від нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення в порівнянні з розміщенням цих нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1).

Таким чином, розрахунково-експериментальні випадки № 1 - № 6 дозволили визначити оптимальне розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення, яким є розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку їх кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2).

При відсутності технологічної можливості для розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення в нових штробах (поз. 9), які виконуються в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції, мінімальна товщина еквівалентного утеплювача V_{min} (поз. 2) повинна становити не менше 150 мм. Це обумовлено тим, що при товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), що становить 150 мм, температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) становить $T = +16^{\circ}\text{C}$, що є прийнятним значенням для допустимих теплових втрат нових транзитних трубопроводів (поз. 6), які застосовуються для зовнішньої прокладки.

При товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), що складає менше 150 мм, температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) підвищується до $T = +40^{\circ}\text{C}$, що є неприйнятним значенням для допустимих теплових втрат нових транзитних трубопроводів (поз. 6), які застосовуються для зовнішньої прокладки.

У розрахунково-експериментальних випадках № 4, № 5, № 6 нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення розміщуються в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), і покритих шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною V_{min} . Зі збільшенням товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції V_{min} (поз. 2) від 50 мм до 150 мм, відбувається зниження температури на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) з $T = -3,5^{\circ}\text{C}$ до $T = -13,4^{\circ}\text{C}$. Це також обумовлює оптимальний діапазон товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), що становить (50-150) мм (для України).

Також експериментально-розрахунковим шляхом досліджували розподіл температурного поля T всередині будівельної конструкції термомодернізованої будівлі, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), виконаній в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) термомодернізованої будівлі.

Було встановлено, що при збільшенні товщини шару еквівалентної фасадної теплоізоляції V_{min} (поз. 2) також відбувається збільшення середньої температури всередині будівельної конструкції. Наприклад, при збільшенні товщини шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) V_{min} з 50 мм до 100 мм відбувається збільшення середньої температури всередині будівельної конструкції з $T = 40^{\circ}\text{C}$ до $T = 42^{\circ}\text{C}$, що спостерігається на фіг. 18.

А при збільшенні товщини шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) V_{min} з 50 мм до 150 мм відбувається збільшення середньої температури всередині будівельної конструкції з $T = 40^{\circ}\text{C}$ до $T = 44^{\circ}\text{C}$. Це також сприяє додатковому осушенню будівельної конструкції, що побічно підвищує ефективність системи комплексної термомодернізації, і, в свою чергу, приводить до поліпшення теплотехнічних характеристик термомодернізуємої будівлі.

У розрахунково-експериментальних випадках № 4, № 5, № 6 нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення розміщуються в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), і покритих шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною V_{min} . Для вищеописаних випадків № 4, № 5, № 6 був виконаний розрахунок часу, необхідного для досягнення теплоносієм (поз. 4) температури $T = 0^{\circ}\text{C}$ при повному припиненні руху теплоносія (поз. 4), наприклад, у випадку поломки насоса або тимчасових перебоїв з електропостачанням.

При цьому розглядалися три значення товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2): $V_{min}=50$ мм, $V_{min}=100$ мм, $V_{min}=150$ мм. При $V_{min}=50$ мм через 16 год. відбувається

оохолодження теплоносія (поз. 4) з $T = + 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $T = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (фіг. 19), що може призвести до порушення цілісності нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення.

При $V_{\min}=100\text{ мм}$ через 16 год. відбувається оохолодження теплоносія (поз. 4) з температури $T = + 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $T = + 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (фіг. 20), а через 23 години температура теплоносія (поз. 4) стабілізується на рівні $T = + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і зберігається такою протягом 48 годин. Розрахунки для товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $V_{\min} = 150\text{ мм}$ не проводилися, тому що при товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $V_{\min}=100\text{ мм}$ навіть через 48 годин не відбувається замерзання теплоносія (поз. 4), що свідчить

про те, що і при товщині еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $V_{\min}=150\text{ мм}$ замерзання теплоносія відбуватися також не буде.

Виходячи з вищенаведеного аналізу, експериментально було визначено, що мінімальна товщина V_{\min} шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) повинна становити $V_{\min} = 100\text{ мм}$ для досліджуваного температурного режиму і умов експлуатації (температурної зони), а також для характеристик використовуваних матеріалів, геометрії трубопроводів і еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2). Така товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) запобігає руйнуванню нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення в режимі інтенсивної експлуатації.

З виконаних вище розрахунково-експериментальних випадків випливає, що оптимальним розміщенням нових транзитних трубопроводів (поз. 6) є їх розташування в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), і покритих надалі шаром еквівалентної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=100\text{ мм}$.

Також розроблене технічне рішення сприяє поліпшенню гідравлічного режиму руху теплоносія (поз. 4) і можливості застосування як високо-, так і низькотемпературного теплоносія (поз. 4). Це обумовлено тим, що сучасні джерела тепла мають максимальний к.к.д. при роботі в низькотемпературному режимі.

На фіг. 19 показана зміна температури теплоносія (поз. 4), що протікає в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення, з часом $t_{50}=16\text{ год.}$ при повному припиненні його руху і товщині еквівалентного шару фасадної теплоізоляції (поз. 2) $V_{\min}=50\text{ мм}$.

На фіг. 20 показана зміна температури теплоносія (поз. 4), що протікає в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення, з часом $t_{100}=16\text{ год.}$ при повному припиненні його руху і товщині еквівалентного шару фасадної теплоізоляції (поз. 2) $V_{\min}=100\text{ мм}$.

У розрахунково-експериментальних випадках № 1 - № 6 на фіг. 18 розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення таке.

У розрахунково-експериментальному випадку № 1 (фіг. 21) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконані діаметром $D_{\text{н}}=20\text{ мм}$ і розташовані в новій штробі прямокутної форми (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=50\text{ мм}$.

У розрахунково-експериментальному випадку № 2 (фіг. 22) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконані діаметром $D_{\text{н}}=20\text{ мм}$ і розташовані в новій штробі прямокутної форми (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=100\text{ мм}$.

У розрахунково-експериментальному випадку № 3 (фіг. 23) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконані діаметром $D_{\text{н}}=20\text{ мм}$ і розташовані в новій штробі прямокутної форми (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=150\text{ мм}$.

У розрахунково-експериментальному випадку № 4 (фіг. 24) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконані діаметром $D_{\text{н}}=20\text{ мм}$ і розташовані в новій штробі прямокутної форми (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), а також покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=50\text{ мм}$.

У розрахунково-експериментальному випадку № 5 (фіг. 25) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконані діаметром $D_{\text{н}}=20\text{ мм}$ і розташовані в новій штробі прямокутної форми (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), а також покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=100\text{ мм}$.

У розрахунково-експериментальному випадку № 6 (фіг. 26) нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконані діаметром $D_{\text{н}}=20\text{ мм}$ і

розташовані в новій штробі прямокутної форми (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1), а також покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=150$ мм.

На фіг. 21 - фіг. 26 показано отриманий експериментально-розрахунковим шляхом розподіл температурного поля T всередині будівельної конструкції, де:

на фіг. 21 показано розподіл теплового поля всередині будівельної конструкції для розрахунково-експериментального випадку № 4, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2). Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=50$ мм, а температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) дорівнює $T = -3,5$ °C;

на фіг. 22 показано розподіл теплового поля всередині будівельної конструкції для розрахунково-експериментального випадку № 5, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2). Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=100$ мм, а температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) дорівнює $T = -10,2$ °C;

на фіг. 23 показано розподіл теплового поля всередині будівельної конструкції для розрахунково-експериментального випадку № 6, при якому нові транзитні трубопроводи двотрубною (поз. 6) системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2). Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=150$ мм, а температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) дорівнює $T = -13,4$ °C;

на фіг. 24 показано розподіл теплового поля всередині будівельної конструкції для розрахунково-експериментального випадку № 1, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1). Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=50$ мм, а температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) дорівнює $T = +40$ °C;

на фіг. 25 показано розподіл теплового поля всередині будівельної конструкції для розрахунково-експериментального випадку № 2, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1). Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=100$ мм, а температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) дорівнює $T = +24,7$ °C;

на фіг. 26 показано розподіл теплового поля всередині будівельної конструкції для розрахунково-експериментального випадку № 3, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1). Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min}=150$ мм, а температура на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) дорівнює $T = +16$ °C.

Збіг деяких нижченаведених умовних позначень для різних вузлових елементів, показаних на фіг. 1 - фіг. 26, означає, що на цих фігурах використані і описуються подібні конструктивні елементи (або їх окремі/складові частини), які виконані з однаковим розміром елементної бази (довжиною, висотою, діаметром) та однакові за формою виконання.

Проектування і монтаж, а також подальше використання системи (на базі елементів системи) комплексної термомодернізації здійснюють таким чином.

Систему та реалізуючий її спосіб комплексної термомодернізації будівель і споруд за Єрсьоміним проектують і виконують у складі системи фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд, а також системи центрального водяного опалення приміщень будівель і споруд.

Здійснення комплексної термомодернізації будівлі починають з аналізу його технічного стану, включаючи збір технічних параметрів, що характеризують: інженерно-геологічні умови майданчика, на якій розміщено термомодернізуєма будівля; хімічний склад ґрунтових вод; конструкції і споруди, що захищають будівлі (споруди) від небезпечних геологічних процесів; вимощення та елементи благоустрою; основи і фундаменти; вводи та випуски інженерних мереж; підземні несучі, огорожувальні та гідроізоляційні конструкції; стан повітряного середовища в будівлі (споруді) та навколо нього (температура, вологість, повітрообмін, хімічний склад повітря); надземні несучі та огорожувальні конструкції; покриття та покрівлі; антикорозійний захист конструкцій, підлог, зовнішня і внутрішня обробка; теплотехнічні, сантехнічні та вентиляційні системи і обладнання; ізоляційні покриття; інші елементи будівель (споруд) та їх систем, проектування та влаштування яких регламентується ДБН.

Процедура збору, характеристика і методика визначення технічних параметрів, що характеризують технічний стан термомодернізованої будівлі, тут не розглядається, тому що не є предметом корисної моделі.

Після цього проводять енергетичний аудит термомодернізованої будівлі, наприклад, шляхом використання тепловізійного обстеження, виявляючи місця негерметичності будівельної конструкції, і як наслідок, підвищені теплові втрати з опалювальних приміщень термомодернізованої будівлі. Після цього здійснюють аналіз справності і технічного стану існуючої системи опалення будівлі на підставі відповідних вимірних технічних параметрів (що також детально не описується, тому що не є предметом корисної моделі).

Далі виконують проектування окремих елементів системи, встановлення взаємозв'язку між ними і компоновку всієї комплексної системи термомодернізації в цілому. При цьому враховують коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі $R_{\text{сущ}}$ і мінімально допустимий для досліджуваної температурної зони коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції $R_{\text{терм.УА}}$.

Далі визначають оптимальні параметри і матеріал виконання конструктивних елементів системи шляхом проведення досліджень, результати яких показані на фігурах №№ 18-26. Зокрема, для оптимізації меж товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) досліджують два варіанти розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення: варіант № 1, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2); варіант № 2, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені в новій штробі (поз. 9), яка виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі. При цьому варіанти № 1 і № 2 досліджуються при варіації товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) B_{min} термомодернізованої будівлі.

Також попередньо досліджують експериментально-розрахунковим шляхом розподіл температурного поля всередині будівельної конструкції, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розташовані в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) термомодернізованої будівлі.

При дослідженні теплової задачі припускають, що нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) зі змінною товщиною B_{min} . При цьому також варіюється температура T на поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) від мінімального до максимального значення, що визначається відповідно до ДБН.

Також для прогнозування працездатності системи водяного опалення при комплексній термомодернізації досліджують граничне падіння температури теплоносія (поз. 4) у випадку припинення його подачі в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системи опалення, що нерідко відбувається внаслідок настання форс-мажорних обставин у вигляді поломки насоса, що постачає, або перебоїв з електропостачанням, при змінній товщині шару еквівалентної фасадної теплоізоляції B_{min} (поз. 6).

Вищевказані дослідження дозволяють визначити ефективний діапазон оптимальних параметрів і матеріал виконання конструктивних елементів системи комплексної термомодернізації. При цьому в залежності від вихідних умов експлуатації нові транзитні

трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконують із зовнішнім діаметром D який змінюється в межах (7-114) мм, і з товщиною стінки δ , яка змінюється в межах (0,7-22,1) мм.

Що стосується матеріалу виконання конструктивних елементів системи, то нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконують з поперечно зшитого поліетилену під натяжне кільце (PUSH) або з поперечно зшитого поліетилену під обтискний фітинг (PRESS), або з поліпропілену, або з металопластику під обтискний фітинг, або з металопластику під фітинг, що скручується, або з міді, або зі сталі, або із нержавіючої сталі, або чорного металу.

Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення покривають шаром еквівалентної трубно теплоізоляції (поз. 5) товщиною δ_T , яка змінюється в межах (6-50) мм. Еквівалентну трубу теплоізоляції (поз. 5) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконують зі спіненого поліетилену або зі спіненого каучуку, або з кам'яної вати, або з мінеральної вати, або з базальтової вати, або зі скловати, або з пінопластової шкаралупи.

При цьому геометричні параметри і параметри взаємного розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6), а саме зовнішній діаметр A товщину стінки δ , товщину шару еквівалентної трубно теплоізоляції δ_T (поз. 5), місця розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) центральної системи водяного опалення на зовнішній стороні термомодернізованої будівлі визначають і виконують з прив'язкою до місць розміщення опалювальних приладів (поз. 7, 7'), геометричним параметрам розміщення віконних прорізів, наявності декоративних елементів і зливостоків на зовнішній стіні фасаду, заданого температурного режиму експлуатації термомодернізованої будівлі, до матеріалу виконання стін термомодернізованої будівлі, їх товщини, і до коефіцієнта опору зовнішньої огорожувальної конструкції R_{min} двотрубної системи центрального водяного опалення, можливості тупикового руху теплоносія (поз. 4) від поверхових розподільних гребінок (поз. 8) до опалювальних приладів (поз. 7, 7'), розташованих в опалювальних приміщеннях, і виконаних з можливістю приєднання до нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення з боковим підключенням, а також до наперед заданої максимальної різниці температур теплоносія ΔT в подавальному й зворотному нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення.

Траси прокладки нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконують з урахуванням технічної можливості штроблення (поз. 9) в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку їх кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) без порушення несучої здатності будівлі.

Як варіант, нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення розміщують в нових штробах (поз. 9), виконаних на існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку фасаду або в поглибленнях, виконаних в шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції з боку його кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1). Для цього попередньо у шарі еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) у визначених місцях розташування нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення виконують нові штроби (поз. 9).

В результаті виконання вищевказаних процедур також визначають оптимальні траси прокладки нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення з прив'язкою до розміщення існуючих опалювальних приладів (поз. 7, 7'), а також місця розміщення розподільчих гребінок (поз. 8).

Після цього здійснюють монтаж системи центрального водяного опалення.

Визначають місця, в яких роблять штроблення визначеної форми (або у стіні, або у шарі еквівалентної фасадної ізоляції), у які надалі розміщують нові транзитні трубопроводи. У місцях розміщення опалювальних приладів (поз. 7, 7') нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубної системи центрального водяного опалення приєднують наскрізним підключенням (поз. 10) через існуючу зовнішню стіну (поз. 1) до термостатичних кранів (поз. 12), приєднаних до опалювальних приладів (поз. 7, 7').

Автоматичні балансувальні клапани розміщують на нових транзитних трубопроводах (поз. 6) системи центрального водяного опалення, які підключають до опалювальних приладів (поз. 7, 7') для кожного опалювального приміщення від поверхових розподільних гребінок (поз. 8), а після автоматичних балансувальних клапанів установлюють поквартирні лічильники тепла.

При цьому вертикальну розводку стояків двотрубної системи центрального водяного опалення виконують відкрито чи приховано всередині будівлі, в тому числі в місцях загального користування. Стояки двотрубної системи центрального водяного опалення підключаються від

джерел тепла до розподільних гребінок з верхньою або нижньою розводкою до вузла обліку або індивідуального теплового пункту, який підключають до місцевої або центральної теплової мережі за двотрубною системою залежною або незалежною схемою.

Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення покривають шаром еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5) товщиною δ_T , яка змінюється в межах (6-50) мм. Еквівалентну трубу теплоізоляцію (поз. 5) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення виконують зі спіненого поліетилену або зі спіненого каучуку, або з кам'яної вати, або з мінеральної вати, або з базальтової вати, або зі скловати, або з пінопластової шкаралупи.

Після цього здійснюють гідравлічні випробування нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення, що дозволяє визначити місця можливих витоків і усунути негерметичність нових транзитних трубопроводів (поз. 6) системи центрального водяного опалення.

Після завершення гідравлічних випробувань нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення разом з існуючими зовнішніми стінами (поз. 1) термомодернізованої будівлі покривають шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною B_{min} , яка (для України) змінюється в межах (50-150) мм.

У свою чергу, фасадний утеплювач (еквівалентну фасадну теплоізоляцію) виконують з пінопласту (ПСБ, ПСБ-С) або з неопору, або з резольнофенолформальдегідного пінопласту, або з піноізолу, або з целюлози, або зі спученого перліту, або із спученого вермикуліту, або з пінополістиролу, або з екструдованого пінополістиролу, або з піноскла, або з газоскла, або з газобетону, або з пінополіуретану, або з мінеральної вати, або з базальтової вати, або з кам'яної вати, або зі скловати, або з деревної тирси.

Систему еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) існуючих зовнішніх стін (поз. 1) будівель і споруд виконують у вигляді вентильованого фасаду або одно- або багат шарової конструкції утеплювача, або у вигляді мокрого фасаду. При цьому утеплення виконують, наприклад, у формі плит або рулонів, які прикріплені за допомогою поліуретанових пін або клейових сумішей та дюбелів до існуючої зовнішньої стіни, і покриті шаром штукатурки по армуючій сітці, виготовленій з високоміцного і одночасно інертного матеріалу, наприклад скловолокна.

Після проведення аналізу технічного стану термомодернізованої будівлі, включаючи проведення енергетичного аудиту будівлі та аналізу справності й технічного стану існуючої системи опалення будівлі, виконують проектування окремих елементів і всієї системи комплексної термомодернізації в цілому.

Зокрема, при дослідженні розподілу температурного поля всередині будівельної конструкції, тобто розгляді теплової задачі припускають, що нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення та існуюча зовнішня стіна (поз. 1) покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) зі змінною товщиною B_{min} , результатом чого є зміна температури T на (зовнішній) поверхні еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) від мінімального до максимального значення, що визначається відповідно до ДБН.

Також для прогнозування працездатності проекрованої системи опалення при комплексній термомодернізації досліджують граничне падіння температури теплоносія (поз. 4) з часом у випадку припинення руху теплоносія (поз. 4) в нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системою центрального водяного опалення при змінній товщині шару еквівалентної фасадної теплоізоляції B_{min} .

Було встановлено, що в прикладі № 4 табл. 1 (м. Київ, розрахункова температура -22°C) час для досягнення температури теплоносія (поз. 4) значення 0°C при товщині шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{min}=50$ мм, складає $t_{50}=16$ год., а при товщині шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) $B_{min}=100$ мм замерзання теплоносія (поз. 4) не відбувається.

Вищевказані дослідження дозволили визначити оптимальні параметри та матеріал виконання конструктивних елементів системи комплексної термомодернізації будівлі, які наведені нижче, шляхом проведення досліджень, показаних на фігурах №№ 18-26, а також з урахуванням значень, вказаних в табл. 1 (в даному випадку це приклад № 4).

Як теплотехнічний параметр вибрали коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі $R_{суш.}$ (поз. 1), який становить $R_{суш.}=1,2$ ($\text{m}^2\cdot\text{K}$)/Вт. Коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції (стіни) $R_{терм. UA}=1,6/2,1$ ($\text{m}^2\cdot\text{K}$)/Вт (відповідно для першої/другої температурних зон України), що визначає товщину B_{min} еквівалентної фасадної теплоізоляції. Розрахункова різниця температур

теплоносія (поз. 4) в подавальному й зворотному нових транзитних трубопроводах (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення в даному прикладі складає $\Delta T = 20^\circ\text{C}$.

Для оптимізації товщини шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) V_{\min} також досліджували два варіанти розміщення нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення:

варіант № 1, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені в новій штробі (поз. 9), що виконана в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2);

варіант № 2, при якому нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщені в новій штробі (поз. 9), яка виконана в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1) термомодернізованої будівлі. При цьому варіанти № 1 і № 2 досліджували при варіації товщини шару еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) V_{\min} термомодернізованої будівлі. Проведені дослідження підтвердили значення $V_{\min} = 100$ мм.

В даному прикладі № 4 матеріал нових транзитних трубопроводів (поз. 6) - поліпропілен; зовнішній діаметр нових транзитних трубопроводів (поз. 6) $D = 20$ мм; товщина стінки нових транзитних трубопроводів (поз. 6) $\delta = 2,8$ мм; товщина шару трубною еквівалентної теплоізоляції (поз. 5) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) $\delta_T = 13$ мм.

Після визначення місць розміщення опалювальних приладів (поз. 7, 7'), розподільних гребінок (поз. 8), визначають траси прокладання, в яких нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщують в нових штробах (поз. 9), виконаних в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), і траси прокладки, в яких нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення розміщують в нових штробах (поз. 9), виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1).

Траси прокладки нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення виконують з урахуванням технічної можливості штроблення (поз. 9) в існуючих зовнішніх стінах (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) без порушення несучої здатності будівлі.

Штроби (поз. 9) виконують прямокутної форми у вигляді одного різнобічного прямокутника.

Таким чином, прокладку нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення виконують у трасах, а саме в нових штробах (поз. 9), виконаних як в існуючій зовнішній стіні (поз. 1) з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2), так і в еквівалентній фасадній теплоізоляції (поз. 2) з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1).

Після цього здійснюють монтаж системи опалення. Після прокладки нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення монтують опалювальні прилади (поз. 7, 7') всередині приміщень. Після цього здійснюють гідравлічні випробування нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, що дозволяє визначити можливі витoki нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення і усунути негерметичність системи опалення.

Нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення покривають шаром еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5) товщиною δ_T , яка змінюється в межах 13 мм. Еквівалентну трубну теплоізоляцію (поз. 5) нових транзитних трубопроводів (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення виконують зі спіненого поліетилену.

Після успішного завершення гідравлічних випробувань нові транзитні трубопроводи (поз. 6) двотрубною системи центрального водяного опалення, що покриті шаром еквівалентної трубною теплоізоляції (поз. 5), разом з існуючими зовнішніми стінами (поз. 1) термомодернізованої будівлі покривають шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) товщиною $V_{\min} = 100$ мм.

У даному прикладі систему фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд виконують у вигляді "мокрого фасаду" із застосуванням основного матеріалу утеплювача пінопласту ПСБ-С-25 і мінеральної вати у вигляді пожежних розсічок навколо вікон та на фасаді. При цьому утеплення фасаду термомодернізованої будівлі виконують у формі плит, які прикріплюють за допомогою клейових сумішей і дюбелів до існуючої зовнішньої стіни (поз. 1), і потім покривають шаром штукатурки з армуючою сіткою, що виготовлена з високоміцного й одночасно інертного матеріалу у вигляді скловолокна.

До переваг заявленої системи комплексної термомодернізації будівель і споруд належить:

- можливість монтажу та експлуатації системи практично у всіх кліматичних зонах;
- з огляду на незначну вагу застосування еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) технічне рішення не вимагає посилення несучих конструкцій термомодернізованої будівлі;
- кріплення еквівалентної фасадної теплоізоляції (поз. 2) і нових транзитних трубопроводів (поз. 6) здійснюється за допомогою клейових сумішей і "зонтних кріплень";
- досягається постійний мікроклімат всередині приміщень, що забезпечує комфортні умови проживання (можливість регулювання температур в приміщенні);
- можливість монтажу елементів системи в будь-який час року за рахунок відсутності "мокрих процесів" при утепленні стін за спрощеним варіантом "вентильованого фасаду";
- нові транзитні трубопроводи (поз. 6) переважно розміщуються в нових штробах (поз. 9) для зменшення впливу теплового розширення і необхідності збереження товщини еквівалентної фасадної теплоізоляції, або (при неможливості або недоцільності виконання поглиблення) без наявності поглиблення шляхом кріплення на зовнішню стіну з боку фасаду;
- можливість поквартирного обліку і регулювання спожитого тепла;
- в даний час на території країн СНД, включаючи Україну, близько 80 % житлового фонду вимагає комплексної термомодернізації, що свідчить про великі перспективи застосування даного технічного рішення.

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення технічних рішень з комплексної термомодернізації будівель, основні геометричні параметри, склад і матеріал виконання складових конструктивних елементів системи.

показник (в круглих дужках - межі інтервалу)	Значення параметра в межах інтервалу за прикладами реалізації № 1 - № 12											
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
характеристики термомодернізованої стіни будівель і споруд та розрахункові кліматичні умови												
коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції існуючої зовнішньої стіни термомодернізованої будівлі $R_{\text{суц.}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, (0,75-5,5) $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	0,5	0,75	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,8	3,3	4,0	5,5	5,9
коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції (стіни) $R_{\text{терм. UA}}$; $R_{\text{терм. UA}} = R_{\text{мін. UA}} - R_{\text{суц.}}$ при $R_{\text{мін. UA}} = 2,8/3,3$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$), для першої/другої температурних зон, (0,5-2,8) ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$)	2,3/2,8	2,0/2,5	1,8/2,3	1,6/2,1	1,3/1,8	1,0/1,5	0,6/1,1	-0,5	-1-	-/-	-/-	-/-
коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції (стіни) $R_{\text{терм. EU}}$ $R_{\text{терм. EU}} = R_{\text{мін. EU}} - R_{\text{суц.}}$ при $R_{\text{мін. EU}} = 2,0/5,9$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) (0,2-5,1) ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$)	1,5/5,4	1,2/5,1	1,0/4,9	0,8/4,7	0,5/4,4	0,2/4,1	-3,7	-3,1	-2,6	-1,9	-0,4	-/-
коефіцієнт опору зовнішньої огорожувальної конструкції (стіни) $R_{\text{терм. СНГ}}$ $R_{\text{терм. СНГ}} = R_{\text{мін. СНГ}} - R_{\text{суц.}}$ при $R_{\text{мін. СНГ}} = 2,0/5,9$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$), (0,2-5,1) ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$)	1,5/5,4	1,2/5,1	1,0/4,9	0,8/4,7	0,5/4,4	0,2/4,1	-3,7	-3,1	-2,6	-1,9	-0,4	-/-
мінімальна товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції для України $V_{\text{мін. UA}}$, мм, (50-250) мм	100/150	100/150	100/100	100/100	50/100	50/100	50/50	-50	-/-	-/-	-/-	-/-
мінімальна товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції для країн СНД, $V_{\text{мін. СНГ}}$, мм, (50-250) мм	100/250	50/250	50/250	50/250	50/200	50/200	-200	-150	-150	-100	-50	-1-

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення технічних рішень з комплексної термомодернізації будівель, основні геометричні параметри, склад і матеріал виконання складових конструктивних елементів системи.

показник (в круглих дужках - межі інтервалу)	Значення параметра в межах інтервалу за прикладами реалізації № 1 - № 12											
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
мінімальна товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції для країн Європейського Союзу $V_{min,EU}$, мм, (50-250) мм	100/250	50/250	50/250	50/250	50/200	50/200	-/200	-/150	-/150	-/100	-/50	-/-
параметри нових транзитних трубопроводів двотрубною системою центрального водяного опалення, трубої теплоізоляції, а також граничні температурні умови для теплоносія												
зовнішній діаметр D, мм, нових транзитних трубопроводів двотрубною системою центрального водяного опалення при різних матеріалах їх виконання, (7-114) мм при товщині стінки (0,7-22,1) мм	6	7-12	13-18	19-25	26-32	33-40	41-50	51-57	58-75	76-85	86-114	140
існуючі діаметри трубопроводів із зшитого поліетилену (PEX) D_{PEX} , мм, із зазначенням товщини стінки	-	12×2,0	14×2,0; 14×2,25; 16×2,0; 16×2,2; 16×2,6; 18×2,0; 18×2,5	20×2,8; 20×2,9; 25×2,3; 25×3,5; 25×3,7	32×2,9; 32×4,4; 32×4,7	40×3,7; 40×5,5; 40×6,0	50×4,6; 50×6,9	-	63×5,8; 63×8,6; 63×8,7	14×2,0; 14×2,25; 16×2,0; 16×2,2; 16×2,6; 18×2,0; 18×2,5	90×8,2; 110×10,0	-
існуючі діаметри трубопроводів з багатошарового металопластику $D_{мет.пласт.}$, мм, із зазначенням товщини стінки	-	-	14×2,0; 16×2,0; 16,2×2,6	20×2,0; 20×2,25; 20×2,9; 20×3,3; 25×2,7; 25×3,7; 25×4,0	26×2,0; 26×3,0; 32×3,0; 32×4,0; 32×4,4	40×3,5; 40×4,0	50×4,5	-	63×4,5; 63×6,0	75×5,0; 75×7,5	90×8,5; 110×10,0	-
існуючі діаметри трубопроводів зі сталі $D_{стал.}$, мм, із зазначенням товщини стінки	-	12×1,2	15×1,2; 18×1,2	22×1,5	28×1,5	35×1,5	42×1,5	54×1,5	64×1,5; 66,7×1,5	76,1×2,0	88,9×2,0; 108×2,0	-
існуючі діаметри трубопроводів з чорної сталі $D_{чорн.стал.}$, мм, із зазначенням товщини стінки	-	10,2×1,8; 10,2×2,0; 10,2×2,5	13,5×2,0; 13,5×2,2; 13,5×2,8; 17×2,0; 17×2,2; 17×2,8	21,3×2,5; 21,3×2,8; 21,3×3,2	26,8×2,5; 26,8×2,8; 26,8×3,2	33,5×2,8; 33,5×3,2; 33,5×4,0	42,3×2,8; 42,3×3,2; 42,3×4,0; 48×3,0; 48×3,5; 48×4,0	-	60×3,0; 60×3,5; 60×4,5; 75,5×3,2; 75,5×4,0; 75,7×4,5	-	88,5×3,5; 88,5×4,0; 88,5×4,5; 101,3×3,5; 101,3×4,0; 101,3×4,5; 114×4,0; 114×4,5; 114×5,0	140×4,0; 140×4,5; 140×5,5
існуючі діаметри трубопроводів з нержавіючої сталі $D_{нерж.стал.}$, мм, із зазначенням товщини стінки	-	-	15×1,0; 18×1,0	22×1,2	28×1,2	35×1,5	42×1,5	54×1,5	-	76,1×2,0	88,9×2,0; 108×2,0	-
існуючі діаметри трубопроводів із міді $D_{мід.}$, мм, із зазначенням	6×1,0	8×1,0; 10×1,0; 12×0,7;	14×0,8; 15×1,0; 16×2,0;	22×1,0	28×1,0	35×1,0	42×1,5	54×1,5; 54×2,0	64×2,0	76×2,0	89×2,0; 108×2,5	-

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення технічних рішень з комплексної термомодернізації будівель, основні геометричні параметри, склад і матеріал виконання складових конструктивних елементів системи.

показник (в круглих дужках - межі інтервалу)	Значення параметра в межах інтервалу за прикладами реалізації № 1 - № 12											
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
товщини стінки		12×1,0	18×1,0									
існуючі діаметри трубопроводів з поліпропілену D _{пр} , мм, із зазначенням товщини стінки	-	-	16×2,2; 16×2,3; 16×2,7	20×1,9; 20×2,3; 20×2,8; 20×3,2; 20×3,4; 20×4,1; 25×2,3;	32×2,9; 32×3,6; 32×4,4; 32×4,5; 32×5,4; 32×6,5	40×3,7; 40×4,5; 40×5,5; 40×5,6; 40×6,7; 40×8,1	50×4,6; 50×5,6; 50×6,1; 50×6,9; 50×8,3; 50×8,4; 50×10,1	-	63×5,8; 63×7,1; 63×7,8; 63×8,6; 63×8,7; 63×10,5; 63×12,7; 75×6,8; 75×8,4; 75×9,5; 75×10,3; 75×10,4; 75×12,5; 75×15,1	-	90×8,2; 90×10,1; 90×12,3; 90×12,5; 90×15,0; 90×18,1; 110×10,0;	-
				25×2,8; 25×3,5; 25×4,2; 25×5,1							110×123 110×15,1; 110×15,2; 110×183; 110×18,4; 110×22,1	
існуючі діаметри трубопроводів з полібутілену D _{полібутілену} , мм, із зазначенням товщини стінки	-	-	15×1,75	22×2,15	28×2,65	-	-	-	-	-	-	-
матеріал виконання еквівалентної трубної теплоізоляції	немає ізоляції	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	спіненний поліетилен/каучук/гофрована теплоізоляція	немає ізоляції
товщина шару еквівалентної трубної теплоізоляції δ _т , мм, (спіненний поліетилен/каучук/гофрована), (6-50) мм	-/-	6/6/4	9/9/4	13/13/6	13/13/6	15/15/6	20/19/6	22/25/6	28/32/6	35/40/6	42/50/6	-/-
розрахункова різниця температур теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах ΔT, °C, (10-25)°C	5	10-25										30
час досягнення температури теплоносія 0 °C при товщині еквівалентного шару теплоізоляції B _{min} =50 мм, t ₅₀ , год., (8-19) год.	20	19	17	16	15	14	13	12	11	10	8	6

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення технічних рішень з комплексної термомодернізації будівель, основні геометричні параметри, склад і матеріал виконання складових конструктивних елементів системи.

показник (в круглих дужках - межі інтервалу)	Значення параметра в межах інтервалу за прикладами реалізації № 1 - № 12											
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
час досягнення температури теплоносія 0 °С при товщині еквівалентного шару теплоізоляції В = 100 мм, t ₁₀₀ , год.	замерзання теплоносія не відбувається											
варіанти розміщення і кріплення трубопроводів двотрубно́ї системи опалення												
у штробі, виконаній в існуючій стіні з боку її кріплення до еквівалентної фасадної теплоізоляції/(у штробі, виконаній в еквівалентному фасадному утеплювачі, з боку його кріплення до існуючої зовнішньої стіни)	ні/так	так/так	так/так	так/так	так/так	так/так	так/так	так/ні	так/ні	так/ні	так/ні	ні/так
форма виконання штробы (прямокутна/трикутна/арочна)	ні/ні/ні	так/так / так	так/так / так	так/так / так	так/так / так	так/так / так	так/так / так	ні/ні/так	так/ні/так	так/ні / ні	ні/так /ні	ні/ні/ні
оптимальна глибина (висота) штробы В _г , мм, (25-155) мм	10	25	36	43	50	60	90	100	115	125	155	180
оптимальна ширина штробы В _ш , мм. (50-310) мм	20	50	72	86	100	120	180	200	230	250	310	360

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 1. Система комплексної термомодернізації будівель і споруд у складі системи фасадного утеплення зовнішніх стін будівель і споруд, що виконана у вигляді вентилязованого фасаду, або одно- або багатошарової конструкції теплоізоляції, або у вигляді "мокрого" фасаду, при цьому утеплення виконано, наприклад, у формі плит або рулонів, які прикріплені за допомогою поліуретанових пін або клейових сумішей і дюбелів до існуючої зовнішньої стіни та покриті шаром штукатурки по армуючій сітці, виготовленої з високоміцного й одночасно інертного матеріалу, наприклад скловолокна, системи центрального водяного опалення, в якій вертикально і послідовно по стояку через запірно-регулюючу арматуру підключені опалювальні прилади, виконані у вигляді регістрів з гладких труб або радіаторів, розташованих в опалювальних приміщеннях, і підключених до системи центрального водяного опалення через термостатичні крани, що також містить трубопроводи однокотлової системи центрального водяного опалення, при цьому вертикальна система центрального водяного опалення підключена з верхньою або нижньою розводкою до джерела тепла, яке підключено до місцевої або центральної теплової мережі за залежною або за незалежною схемою, яка **відрізняється** тим, що система комплексної термомодернізації містить нові транзитні трубопроводи системи центрального водяного опалення, які змонтовані за двотрубною схемою підключення, розміщені із зовнішнього боку існуючої стіни термомодернізованої будівлі в нових штробах, виконаних із зовнішньої сторони та в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в нових штробах, виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни, нові транзитні трубопроводи двотрубно́ї системи центрального водяного опалення покриті шаром еквівалентної трубної теплоізоляції, нові транзитні трубопроводи двотрубно́ї системи центрального водяного опалення з шаром еквівалентної трубної теплоізоляції разом з усіма зовнішніми стінами термомодернізованої будівлі повністю покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції, при цьому зовнішній діаметр нових транзитних трубопроводів двотрубно́ї системи центрального водяного опалення D змінюється в межах (10-90) мм, товщина стінки δ нових транзитних трубопроводів двотрубно́ї системи центрального водяного опалення змінюється в межах (0,5-30) мм, товщина шару еквівалентної трубної теплоізоляції нових транзитних трубопроводів двотрубно́ї системи центрального водяного опалення δ_т змінюється в межах (3-25) мм, а товщина шару еквівалентної фасадної теплоізоляції B_{min} змінюється в межах (50-250) мм.

2. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що система центрального водяного опалення будівлі з вертикальною і горизонтальною розводкою виконана з можливістю тупикового або попутного руху теплоносія від поверхових розподільних гребінок до опалювальних приладів, розташованих в опалювальних приміщеннях, опалювальні прилади виконані з можливістю під'єднання до нових транзитних трубопроводів двотрубною системою центрального водяного опалення з боковим або нижнім підключенням, причому вертикальна розводка стояків двотрубною системою центрального водяного опалення виконана відкрито чи приховано всередині будівлі, в тому числі в місцях загального користування, нові транзитні трубопроводи двотрубною системою центрального водяного опалення розміщуються із зовнішньої сторони існуючої стіни термомодернізованої будівлі в новій штробі, виконаній в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в новій штробі, виконаній в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни, що разом з усіма існуючими зовнішніми стінами покриті шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції, автоматичні балансувальні клапани розміщені на нових транзитних трубопроводах двотрубною системою центрального водяного опалення, які підключені до опалювальних приладів від поверхових розподільних гребінок, а після автоматичних балансувальних клапанів встановлені поквартирні лічильники тепла, при цьому стояки двотрубною системою центрального водяного опалення підключені з верхньою або нижньою розводкою до загальнобудинкового вузла обліку або індивідуальному тепловому пункту, який підключений до місцевої або центральної теплової мережі за залежною або незалежною схемою, в місцях розміщення опалювальних приладів нові транзитні трубопроводи двотрубною системою центрального водяного опалення приєднані наскрізним підключенням через зовнішню стіну до термостатичних кранів, приєднаних до опалювальних приладів.

3. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нові транзитні трубопроводи системи центрального водяного опалення розміщені всередині будівельної конструкції, на стику існуючої стіни і шару еквівалентної фасадної теплоізоляції в горизонтальній і/або у вертикальній площині.

4. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нові транзитні трубопроводи двотрубною системою центрального водяного опалення розміщені із зовнішнього боку існуючої стіни термомодернізованої будівлі в новій штробі, виконаній в існуючій зовнішній стіні термомодернізованої будівлі, або в нових штробах, виконаних в еквівалентній фасадній теплоізоляції з боку її кріплення до існуючої зовнішньої стіни та повністю покриті з усіма існуючими зовнішніми стінами термомодернізованої будівлі шаром еквівалентної фасадної теплоізоляції.

5. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нові транзитні трубопроводи двотрубною системою центрального водяного опалення виконані з поперечно зшитого поліетилену під натяжне кільце (PUSH), з поперечно зшитого поліетилену під обтискний фітинг (PRESS), поліпропілену, металопластика під обтискний фітинг, металопластика під фітинг, що скручується, з міді, сталі, з нержавіючої сталі або чорного металу, еквівалентна трубна ізоляція нових транзитних трубопроводів двотрубною системою центрального водяного опалення виконана зі спіненого поліетилену, спіненого каучуку, кам'яної вати, мінеральної вати, базальтової вати, скловати або пінопластової шкаралупи, а еквівалентна фасадна теплоізоляція виконана з пінопласта (ПСБ, ПСБ-С), неопору, резольнофенолформальдегідного пінопласту, піноізоли, целюлози, спученого перліту, спученого вермикуліту, пінополістиролу, екструдованого пінополістиролу, піноскла, газоскла, газобетону, пінополіуретану, мінеральної вати, базальтової вати, кам'яної вати, скловати, деревної тирси.

6. Система за п. 4, яка **відрізняється** тим, що нові штроби виконані прямокутної або трикутної, або круглої, або напівкруглої форми, або у вигляді двох ділянок прямокутників, або у вигляді комбінації вищевказаних форм.

7. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що геометричні параметри розміщення нових транзитних трубопроводів двотрубною системою центрального водяного опалення, покритих шаром еквівалентної трубної теплоізоляції, а саме зовнішній діаметр D , товщина стінки δ , товщина шару еквівалентної трубної теплоізоляції δ_t , траси прокладки нових транзитних трубопроводів двотрубною системою центрального водяного опалення на зовнішній стороні термомодернізованої будівлі, виконані з прив'язкою до місць установки існуючих опалювальних приладів, геометричних параметрів розміщення віконних прорізів, наявності декоративних елементів та зливостоків на зовнішній стіні фасаду, заданому температурному режиму експлуатації термомодернізованої будівлі, включаючи розрахункові температури, які використовуються для розрахунку навантаження системи опалення в досліджуваному регіоні, до матеріалу виконання існуючих стін термомодернізованої будівлі, їх товщини та до

коефіцієнта опору зовнішньої огорожувальної конструкції R_{\min} , а також до наперед заданої максимальної різниці температур теплоносія ΔT в подавальному й зворотному трубопроводах.

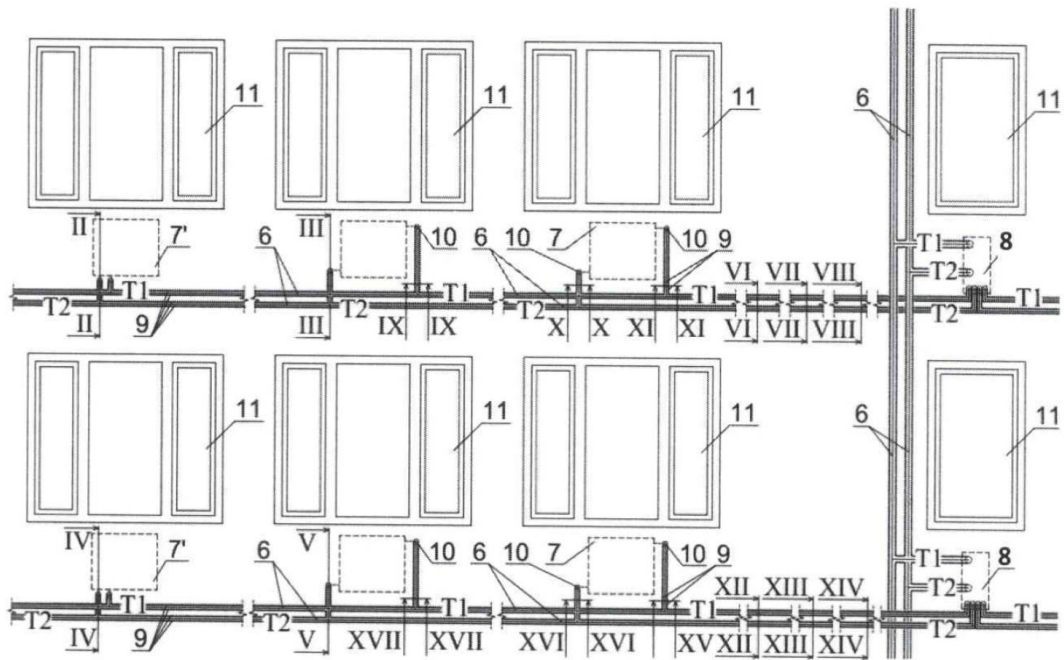


Fig. 1

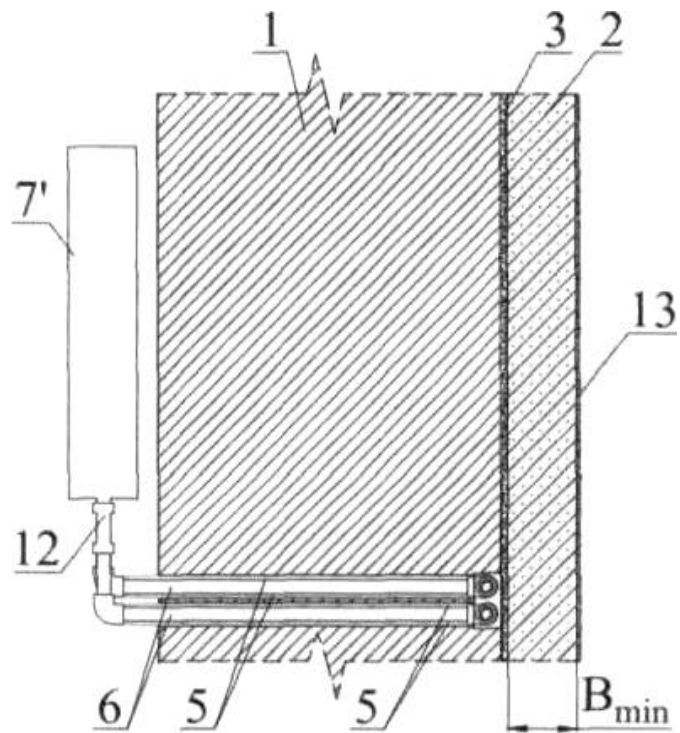


Fig. 2

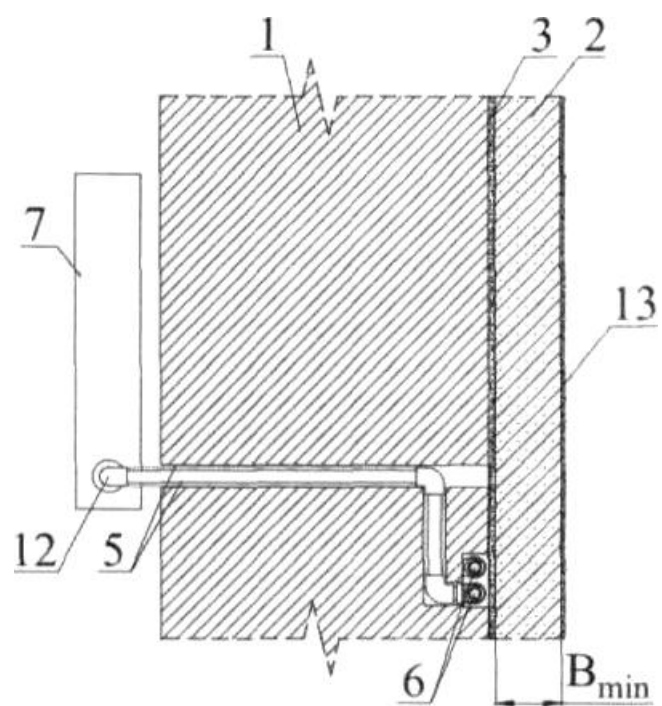


Fig. 3

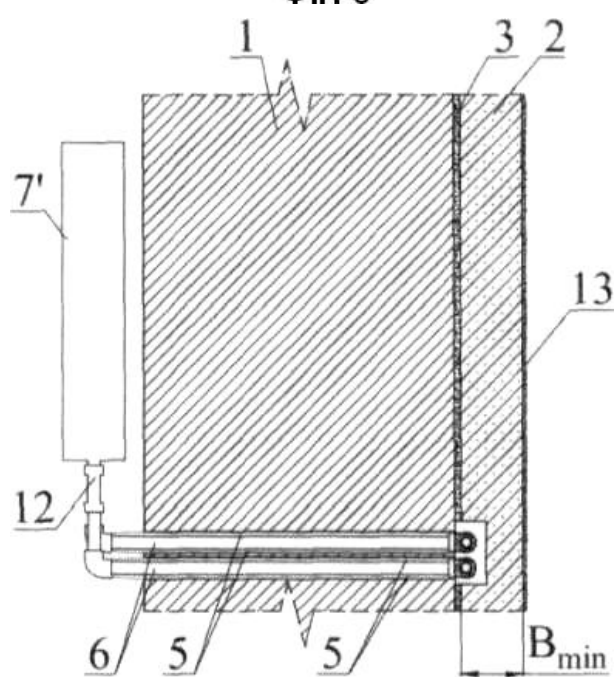


Fig. 4

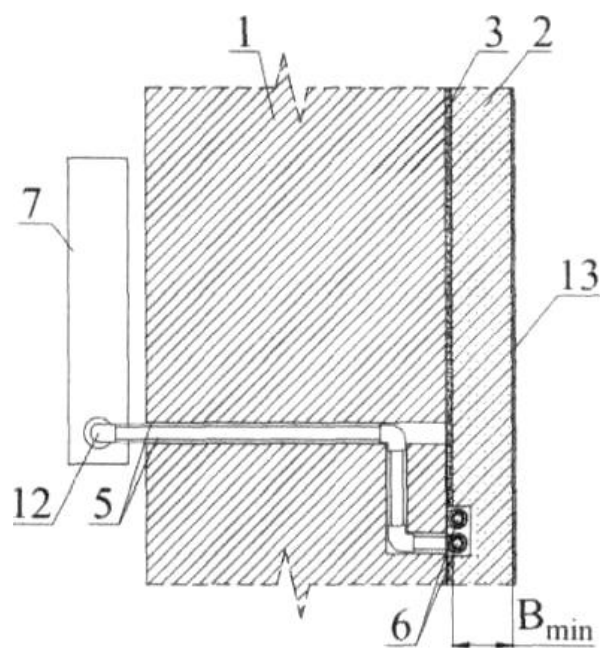


Fig. 5

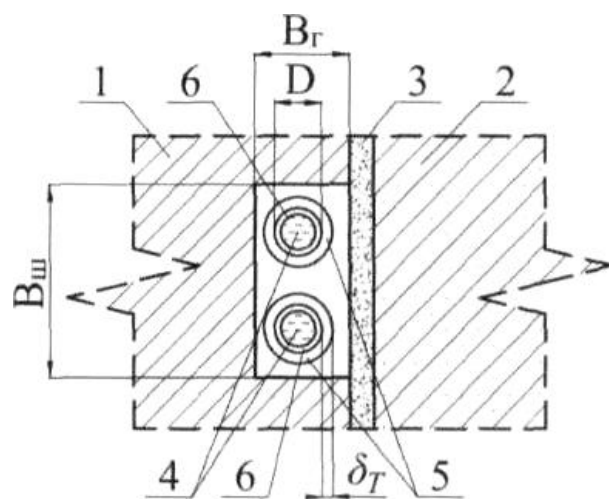
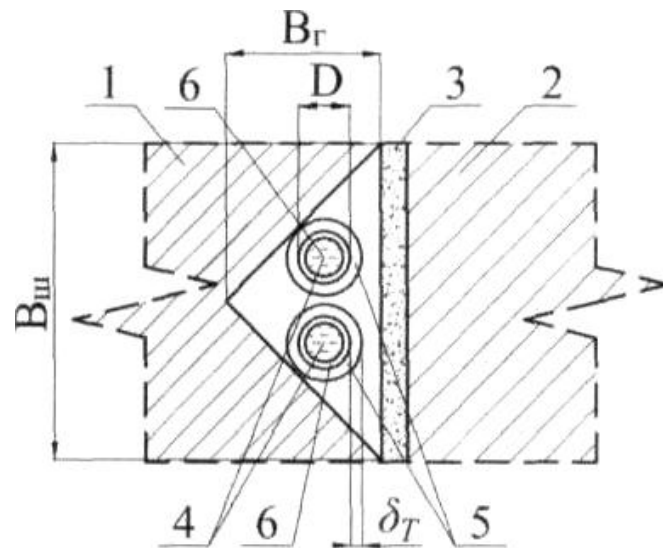
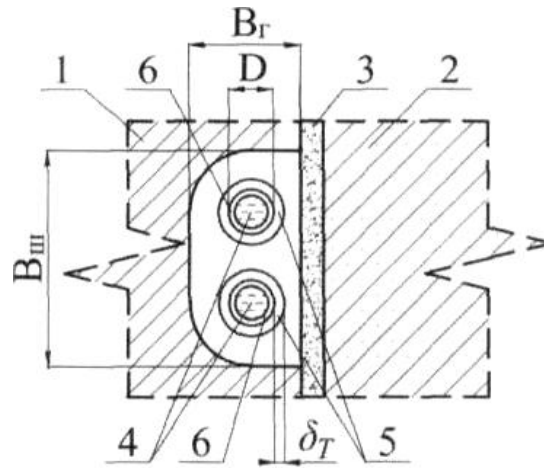


Fig. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

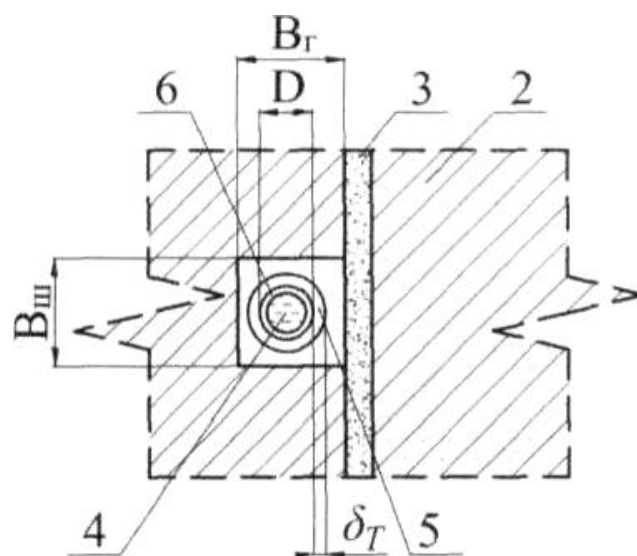


Fig. 9

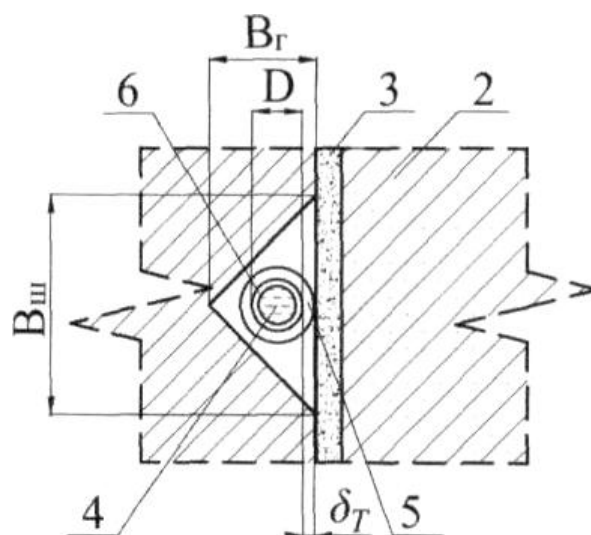


Fig. 10

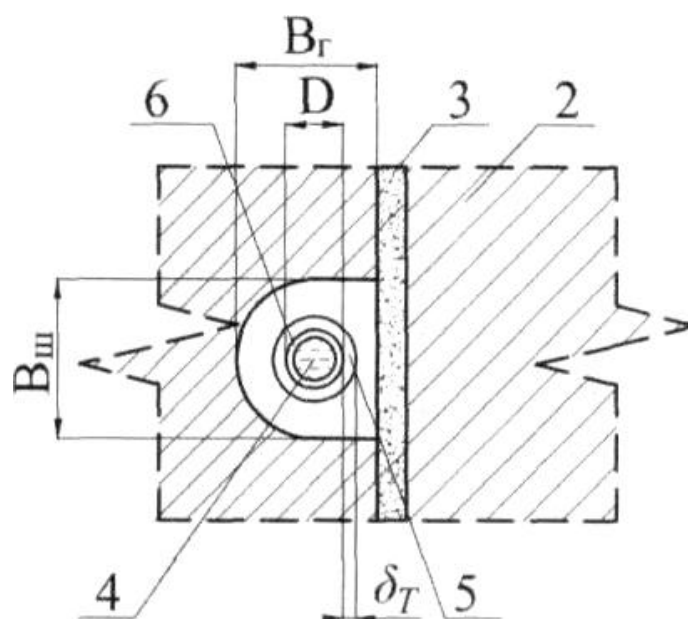


Fig. 11

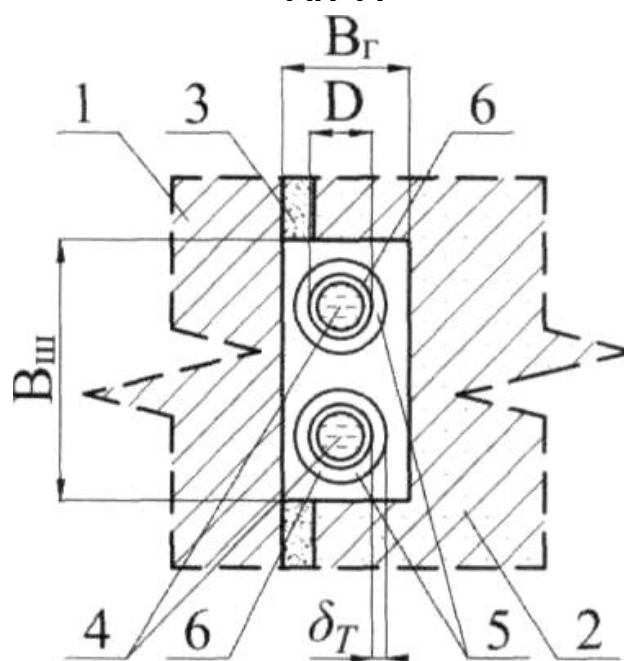


Fig. 12

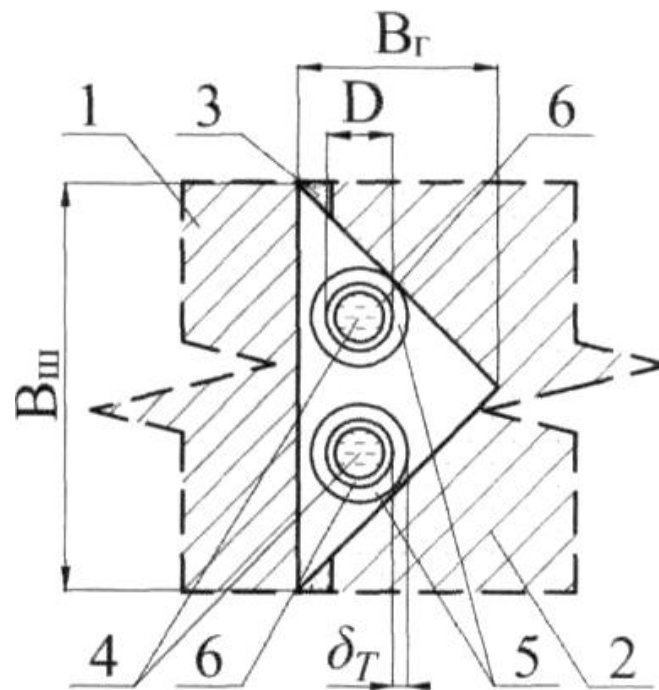


Fig. 13

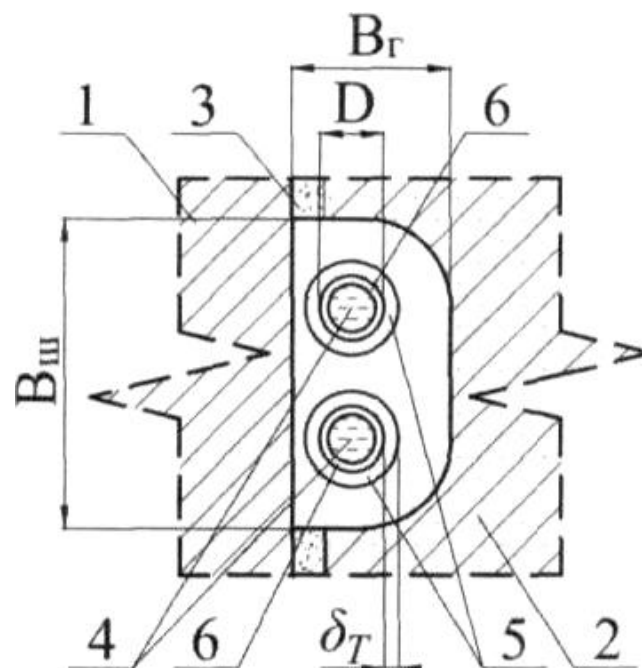


Fig. 14

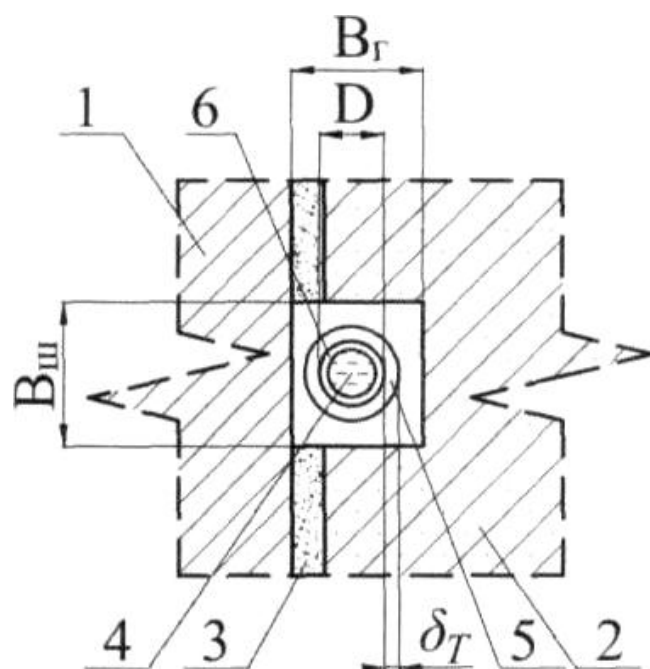


Fig. 15

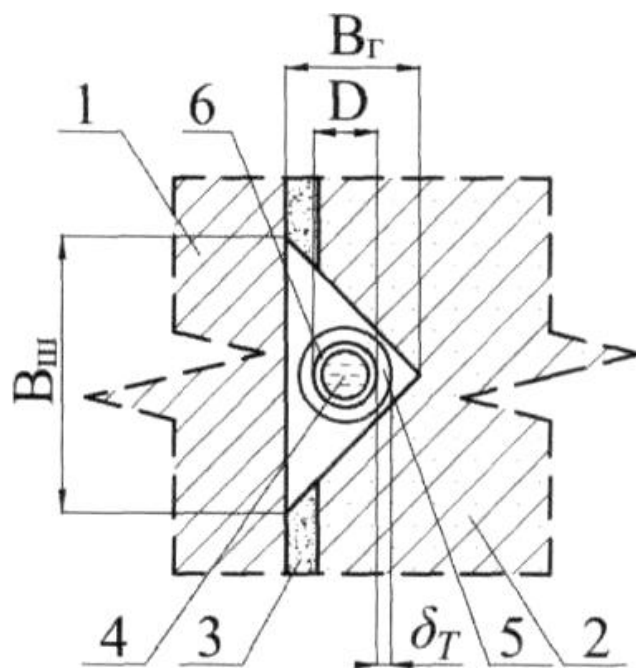
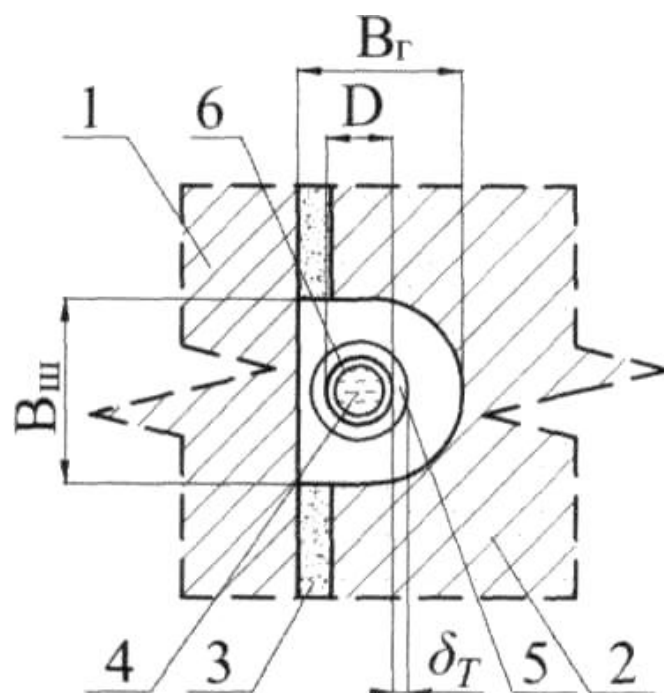
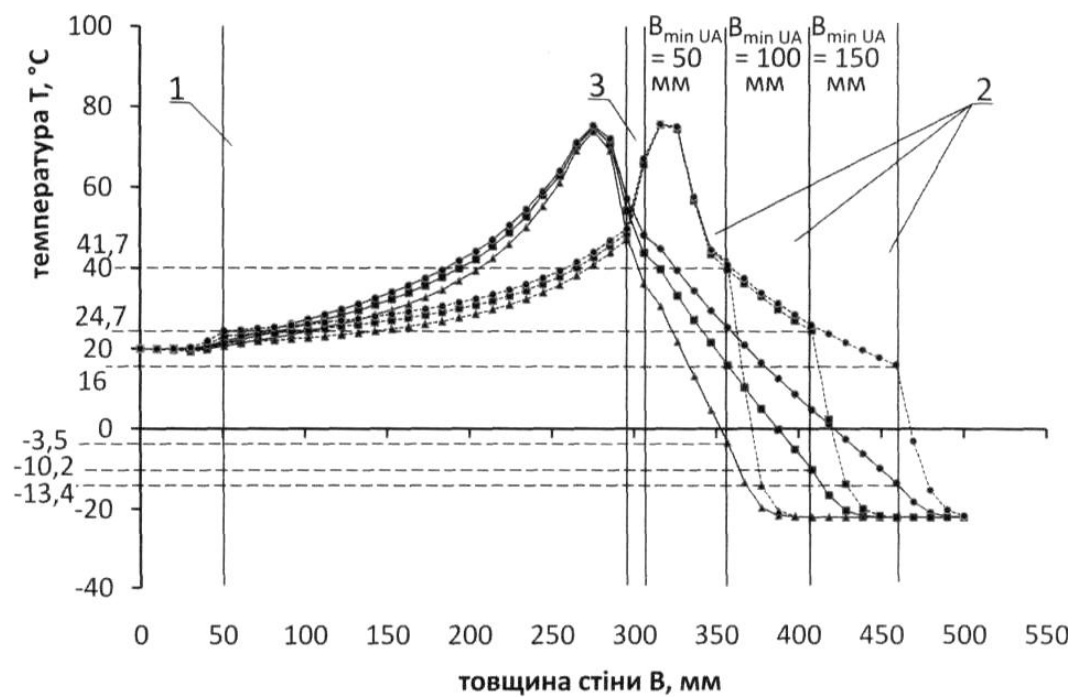


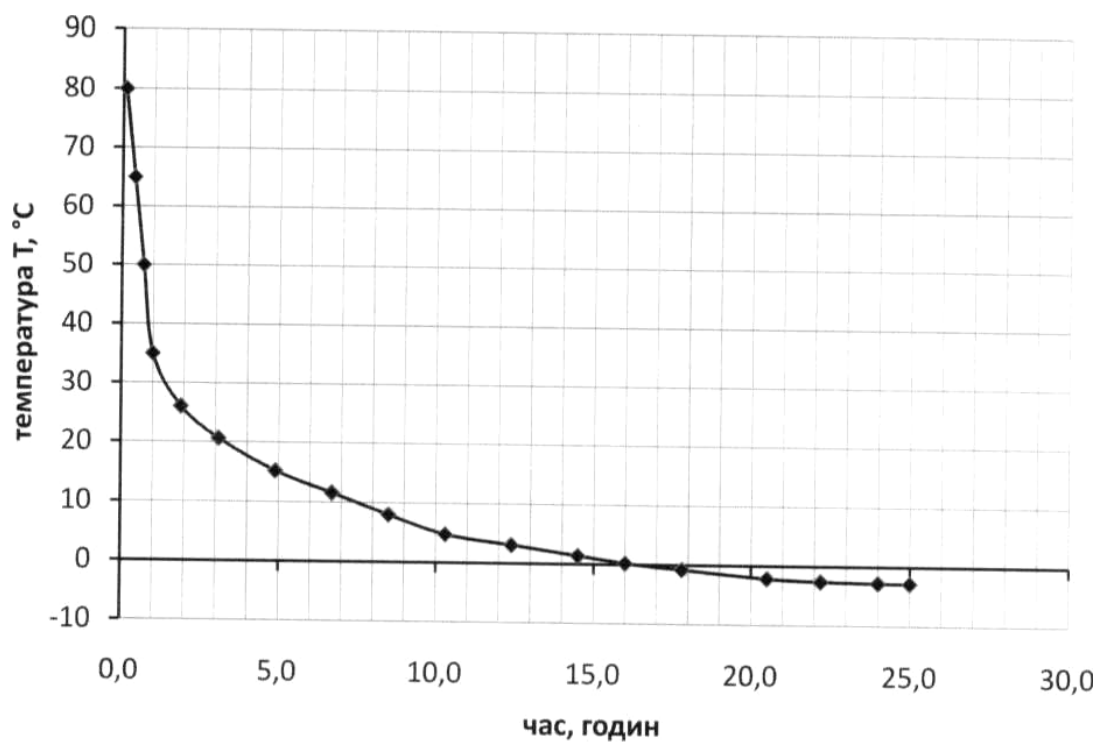
Fig. 16



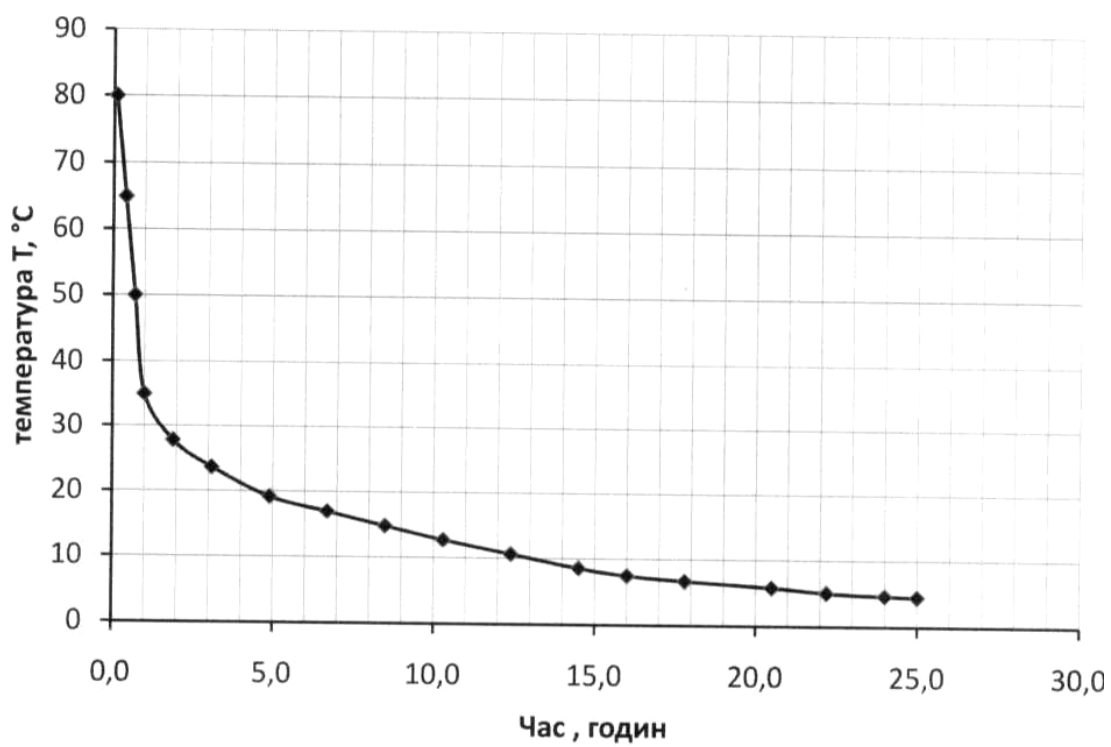
Фиг. 17



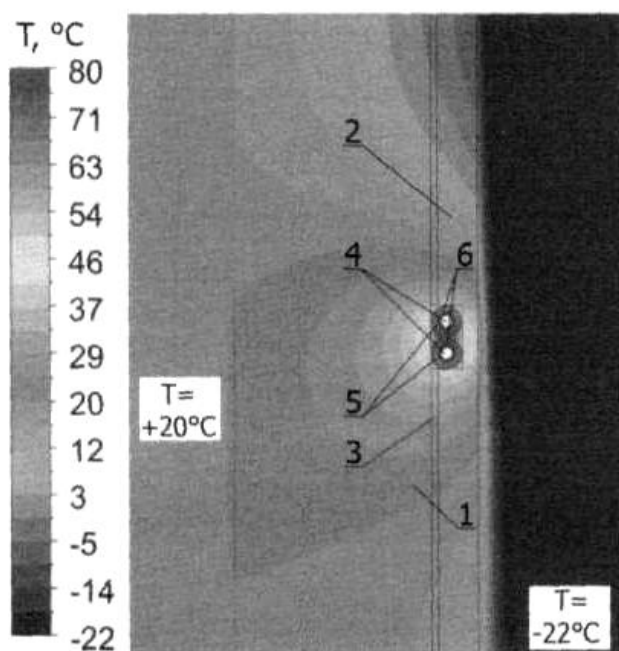
Фиг. 18



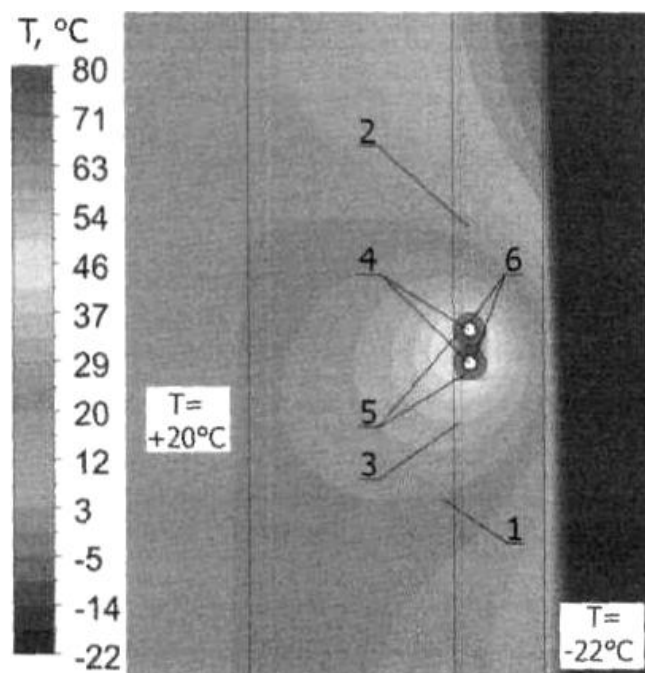
Фиг. 19



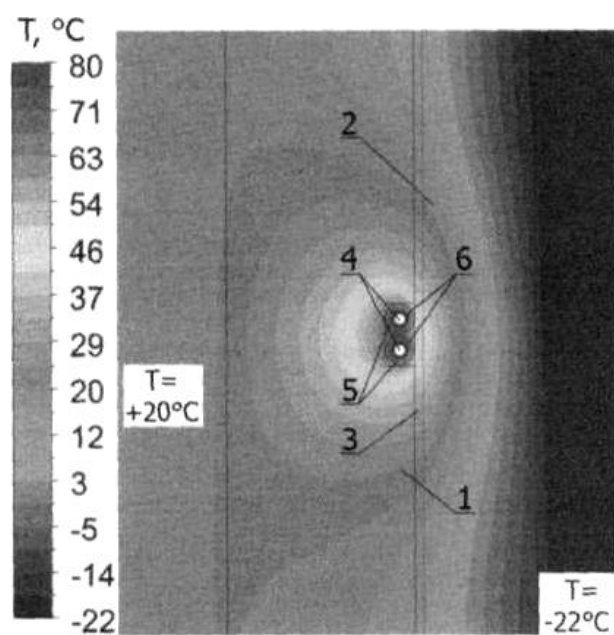
Фиг. 20



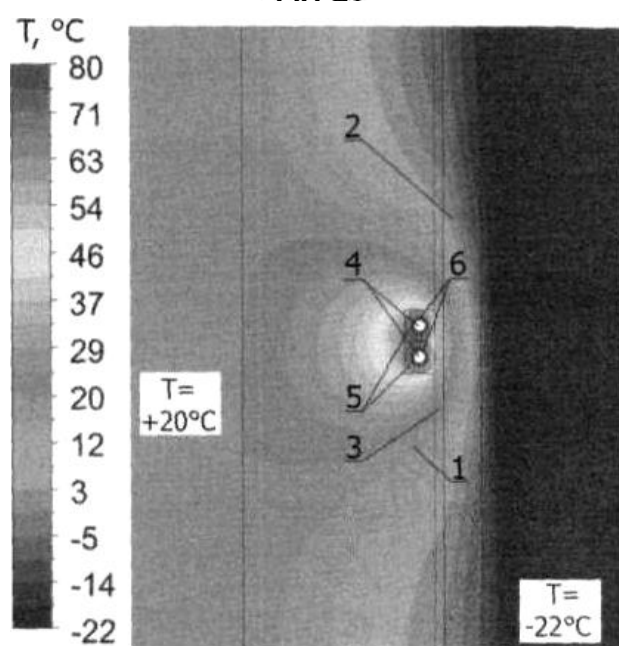
Фиг. 21



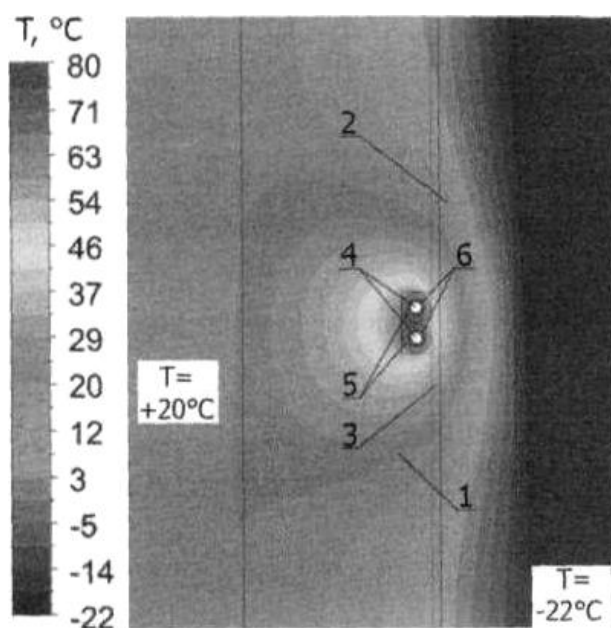
Фиг. 22



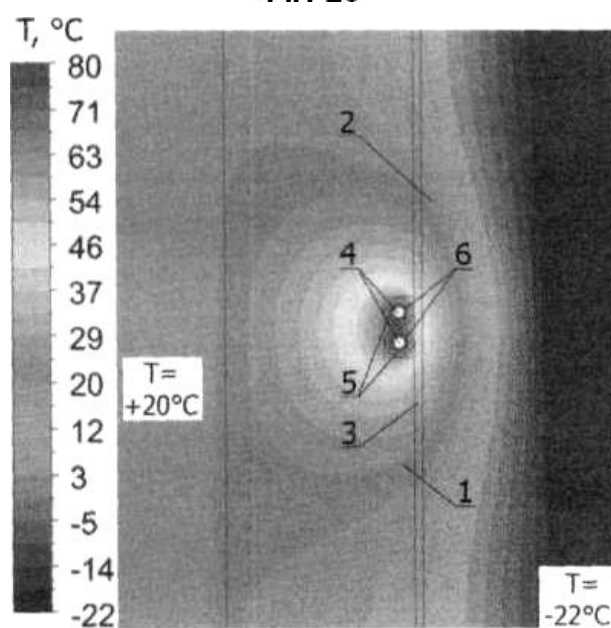
Фиг. 23



Фиг. 24



Фіг. 25



Фіг. 26

Комп'ютерна верстка О. Рябо

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601