

УДК 620.1.052.5

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ТЕПЛОВТРАТ

В. В. Швець, М. А. Максименко

Охарактеризовані найбільш ефективні сучасні технології утеплення огорожуючих конструкцій будівель та споруд. Наведено властивості теплоізоляційних матеріалів, які найбільше впливають на ефективність утеплення фасадів будівель та споруд. Проаналізовано переваги та недоліки основних технологій утеплення, та методику вдосконалення того чи іншого способу утеплення. Встановлено найоптимальніше розміщення утеплювача з метою зміщення точки роси в вентиляовані прошарки конструкції.

Наведено приклад економії витрат умовного рідкого палива на обігрів квартири або будинку площею 100 м² в рік.

Ключові слова: енергозбереження, утеплювач, система утеплення, утеплення фасадів, теплопровідність, поропроникність.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ ОТ ТЕПЛОПOTЕРЬ

В. В. Швець, М. А. Максименко

Охарактеризованы наиболее эффективные современные технологии утепления ограждающих конструкций зданий и сооружений. Приведены свойства теплоизоляционных материалов, которые больше всего влияют на эффективность утепления фасадов зданий и сооружений. Проанализированы преимущества и недостатки основных технологий утепления и методики совершенствования того или иного способа утепления. Установлено оптимальное размещение утеплителя с целью смещения точки росы в вентилируемые слои конструкции.

Приведен пример экономии расхода условного жидкого топлива на обогрев квартиры или дома площадью 100 м² в год.

Ключевые слова: энергосбережение, утеплитель, система утепления, утепления фасадов, теплопроводность, поропроницаемость

ANALYSIS OF EXISTING WAYS TO PROTECT BUILDINGS AGAINST HEAT LOSS

V. Shvets, M. Maksymenko

Author examined the most effective modern technology insulation enclosing structures of buildings. Shows the properties of insulation materials that have the largest impact on the efficiency of facades of buildings. The advantages and disadvantages of the basic insulation technology and methodology improvement of a method of warming. Established the most optimal placement for the purpose of insulation displacement dew point in ventilated layers design.

An example of cost savings of conventional liquid fuels for heating an apartment or a house of 100 m² per year.

Keywords: energy efficiency, insulation, insulation systems, facades, thermal conductivity, permeability threshold

Вступ

Проблема підвищення теплової ефективності будівель і економії паливно-енергетичних ресурсів в цивільних будівлях є актуальною, але складною як в нашій країні, так і за кордоном. Представляючи за своєю суттю більшою мірою проблему соціальну, чим науково-технічну, вона і вирішується по різному в різних країнах.

В даний час близько 40 % палива що видобувається в нашій країні витрачається на теплопостачання будівель, при цьому постійно збільшується рівень собівартості видобування і транспортування традиційного природного палива (вугілля, нафти, газу), запаси якого поступово виснажуються у всьому світі.

У більшості країн світу розроблені національні енергетичні програми і створені спеціальні адміністративні органи для активного проведення їх в життя. В рамках системи ООН міжнародною співпрацею в області енергетики займаються такі організації, як Європейська економічна комісія (ЕЕК ООН), Організація по питаннях освіти, науки і культури (ЮНЕСКО) і ін.

За рахунок економії енергії намічено до 2015 р. задовольнити 75...80 % приросту потреб в енергетичних ресурсах. Енергоефективність проектних рішень в нашій країні оцінюється за мірою їх відповідності нормативним питомим показникам витрати тепла на одиницю загальної площі житлових і громадських будівель.

Мета роботи: аналіз існуючих технологій, матеріалів та виробів для теплової ізоляції будівель.

Основна частина

Енергозбереження в будівлях при вирішенні практичних завдань скорочення загальної витрати не поновлюваних енергоресурсів (вугілля, газу, нафти і ін.) реалізується шляхом застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів, енергоекономічних конструкцій зовнішніх стін, істотного збільшення теплозахисту експлуатованого фонду і т.п.

Скорочення до мінімуму витрат на обігрів будівель і створення комфортних умов для функціонування людей залежить від застосування при ремонті, реконструкції і новому будівництві сучасних ефективних теплоізоляційних матеріалів для утеплення різних конструкцій і облаштування будівель.

За даними європейських досліджень, застосування теплоізоляції з ефективних матеріалів дозволяє значно скоротити витрати умовного рідкого палива, необхідного на обігрів (табл. 1). Крім того, викиди шкідливих речовин в атмосферу при опалюванні житлових будинків в три рази перевищують забруднення від роботи двигунів внутрішнього згорання автомобілів. [1]

Таблиця 1 – Приклад витрат умовного рідкого палива на обігрів квартири або будинку площею 100 м² в рік [1]

	Будинок без утеплення	Будинок з утеплювачем з ефективних матеріалів
Товщина утеплювача	—	8см
Витрата умовного палива	3500 літрів	1100 літрів
Економія палива	немає	2400 літрів

Влаштування теплоізоляції стін, які не відповідають вимогам, дозволяє окупити витрати на її проведення протягом 2-3 років, за рахунок різкого зниження витрат на опалення. З цієї причини у всьому світі спостерігається тенденція щодо збільшення об'ємів теплоізоляційних робіт. За даними ряду досліджень, споживання енергії в еквіваленті рідкого палива на опалювання в Європі поступово знижується. [1]

Вибір способу теплоізоляції залежить від призначення та історичної цінності будівлі, капітальності будівництва, вартості теплоізоляції.

Спосіб теплоізоляції стін всередині приміщень використовується переважно для старих будівель там, де фасад повинен бути збережений, де мешканці зацікавлені в індивідуальних рішеннях. Роботи можна виконувати в будь-який час року, незалежно від погодних умов відноситься до переваг даної конструктивної схеми. Роботи з утеплення із внутрішньої сторони огорожувальних конструкцій рятують від необхідності споруджувати громіздкі підмости, що дає істотну економію трудових і матеріальних витрат, що теж є позитивним фактом [2]

Традиційно, утеплення огорожувальних конструкцій з внутрішньої сторони виконують механічним кріпленням чи наклеюванням на стіни утеплювача, наприклад пінополістиролу, котрий потім шпаклюють, а зверху фарбують або покривають шпалерами. Перевагами такого методу є також відносно низькі витрати на виконання робіт, але при цьому можуть виникати такі проблеми: погіршаться умови експлуатації несучих стін, в яких можуть виникнути тріщини і деформації; перед влаштуванням теплоізоляції необхідно видалити із стін вологу; радіатори, які розташовані біля зовнішньої стіни, потрібно встановити на новому місці; електропроводка в зовнішніх стінах також повинна бути замінена; в конструкції стін буде утворюватись точка роси, що може призвести до значних пошкоджень, пов'язаних з конденсацією вологи;

Серед багат шарових огорожувальних конструкцій особливою популярністю користується *колодязна кладка*. У ній три шари: дві самостійні стіни (несуча і облицювальна), між ними прокладено утеплювач (рис. 1). Матеріалом несучої стіни може служити цегла, фундаментні блоки, залізобетон. Товщина стіни залежить тільки від навантаження, яке їй потрібно витримати. В якості теплоізоляції використовуються, як правило, плити з мінеральної вати або пінополістиролу. Товщина утеплювача визначається теплотехнічним розрахунком, що враховує кліматичні умови місця будівництва, функціональне призначення будинку, теплотехнічні характеристики несучої стіни і облицювання та ін. Однак у будь-якому випадку завдяки утеплювачу стіна буде істотно тонша, ніж застарілі одношарові конструкції: наприклад, мінераловатна плита товщиною 10 см з теплотехніки дорівнює цегляній стіні товщиною 1,5 м. Облицювання визначає зовнішній вигляд будівлі і захищає утеплювач від зовнішніх впливів. Зазвичай вона виконується з керамічної, силікатної або бетонної цегли. З несучою стіною вона з'єднується за допомогою гнучких зв'язків. Між утеплювачем і облицюванням, як правило, влаштовують повітряний або вентиляований прошарок. [2]

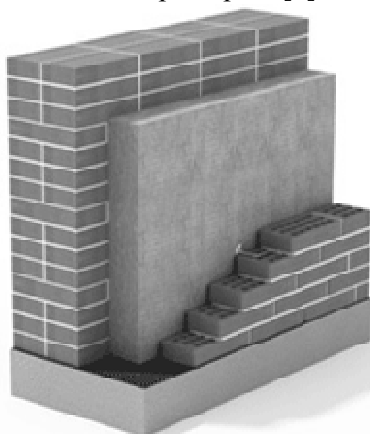


Рисунок 1 – Колодязна кладка

Переваги пошарової кладки – це економічність, можливість вести будівельні роботи цілий рік, гарний зовнішній вигляд. Зовні пошарова кладка виглядає так само, як монолітна цегляна стіна, а такі стіни традиційно вважаються надійними і довговічними. Зменшуючи товщину стін, ми збільшуємо житлову площу в приватних будинках і корисну площу в комерційних будівлях. А скорочуючи втрати тепла через стіни, ми зменшуємо витрати на опалення. Нарешті, температура повітря в утепленому приміщенні розподіляється більш рівно, в результаті чого в ньому буде сприятливий мікроклімат – і взимку, і влітку. [2]

Разом з тим пошарова кладка – конструкція, досить складна для проектування і будівництва. Особливу увагу слід приділяти вибору та монтажу утеплювача, оскільки його ремонт чи заміна у зведеному будинку неможливі. У мінеральної вати і пінополістиролу мінімальна теплопровідність (у мінвати – $0,036 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, у пінополістиролу – $0,035 \text{ Вт/м}^2\text{К}$), так що виходячи з цієї характеристики обидва матеріали підходять для теплоізоляції стін. [2]

Інша вимога до утеплювача – висока паропроникність. У результаті життєдіяльності людини в приміщенні утворюється водяна пара. При різниці температур зовні і всередині будинку відбувається дифузія пари з приміщення на вулицю. Чим холодніше зовнішнє повітря, тим більше пара проникає крізь стіну. А отже, кожен наступний шар захисної конструкції (зсередини назовні) повинен бути більш паропроникним, ніж попередній, інакше волога буде затримуватися в стіні (рис. 2). Зволоження несучої стіни згубно позначається на її довговічності, а намоклий утеплювач просто перестає теплоізолювати. Крім того, при перепадах температури насичений вологою утеплювач то замерзає, то відтає, – такі цикли помітно скорочують термін його служби.

Навпаки, якщо теплоізоляція більш паропроникна, ніж цегла або пінобетон, то пара буде вільно проходити крізь неї, потрапляти у повітряний зазор і випаровуватися, не завдаючи шкоди несучій стіні і утеплювачу. Звичайно, можна перешкодити проникненню вологого повітря в захисну конструкцію, встановивши пароізоляцію всередині приміщення або між несучою стіною і утеплювачем, але тоді в приміщенні буде «парниковий ефект», і навіть система вентиляції не врятує ситуацію. [3]

Отже, найважливіше завдання пошарової кладки – забезпечити необхідний теплозахист

будівлі. Для цього потрібні правильний теплотехнічний розрахунок, продумана конструкція пошарової кладки, що виключає «містки холоду», а також ефективний і надійний утеплювач, змонтований без помилок. [2, 3]

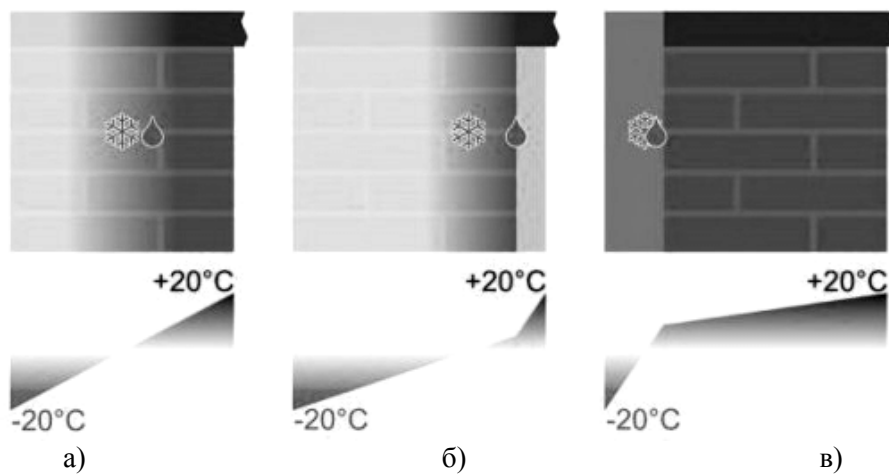


Рисунок 2 – Місця утворення конденсату в залежності від розміщення утеплювача:
а) без утеплення; б) утеплення всередині; в) утеплення зовні

Зовнішнє утеплення фасадів з прокладеним повітряним прошарком є найпоширенішим і оптимальним варіантом. Утеплення фасадів в цьому випадку, здійснюється конструкцією, де між облицюванням і утеплювачем розміщується спеціальний вентиляований повітряний прошарок, завдання, якому, – видаляти зайву вологу, що скупчується в утеплювачі, висхідним потоком повітря.

Утеплення фасадів такою системою, здатне захистити стіни, а, означає, і весь будинок від несприятливої дії різного роду природних чинників. Таким чином, теплоізоляція стін не тільки зберігає тепло, але і затишок в будівлі.

Зовнішнє утеплення фасадів, має декілька призначень. Так, після проведення робіт по утепленню, можна відмітити, що витрати на опалювання будівлі у декілька разів знижуються, а тепло немов акумулюється усередині приміщень. Таке утеплення фасадів покращує звукоізоляцію кімнат, шви виходять більш герметичними, а стіни тоншими, що економить внутрішню площу приміщення без погіршення теплообміну. Крім всього, таке утеплення фасадів сприяє тому, що на стінах будинків із зовнішнього боку не утворюється наліт солі, а усередині можна уникнути появи, шкідливих для здоров'я, цвілі і грибка. [4]

Саме тому зовнішнє утеплення фасадів, вважається найбільш оптимальним варіантом для підтримки необхідної вологості і температурного режиму усередині будівлі. [3, 4]

Застосовувані системи зовнішнього утеплення стін будинків можна розділити на:

- системи утеплення з оштукатурюванням фасадів;
- системи утеплення із захисно-декоративним екраном;
- системи утеплення з облицюванням цеглою або іншими дрібно розмірними матеріалами;
- системи утеплення малоповерхових дерев'яних будинків. [4]

Системи утеплення з оштукатурюванням фасадів передбачають клейове або механічне закріплення утеплювача за допомогою анкерів, дюбелів і каркасів до існуючої стіни за подальшим покриттям його штукатурними шарами. Крім загального вимоги до надійного закріплення системи до існуючої стіни, в даній системі утеплення обов'язковим за умовами річного балансу вологонакопичення є вимога до паропроникності зовнішніх штукатурних шарів.

Системи утеплення з захисно-декоративним екраном внаслідок, як правило, його недостатню паропроникності виконують з повітряним вентиляваним зазором між утеплювачем і екраном, так званий вентиляований фасад. [4]

Для виготовлення екранів застосовують метал (сталь або алюміній), азбестоцемент, склофібробетон, пластмаси та інші матеріали. Системи утеплення з облицюванням цеглою або іншими дрібно розмірними матеріалами володіють достатньою паропроникністю і не вимагають обов'язкового пристрою вентиляваного повітряного зазору. З-за різних механічних і

температурно-вологісних деформацій основної стіни та облицювальної цегли шару висота останнього обмежується 2-3 поверхами. Утеплення стін малоповерхових дерев'яних будинків можна виконувати з використанням будь-якої з перерахованих нижче систем. [4]

Навісний фасад забезпечить прекрасний мікроклімат в будинку при значній економії коштів. Його не можна застосовувати лише для будинків з неплоскою стінами і з елементами архітектурного декору (колони, карнизи і т.д.), а також при реставраційних роботах, коли потрібно зберегти історичний вигляд будівлі. Теплоізоляційна система з навісним фасадом – вентиляований фасад – представляє собою багат шарову стіну, внутрішній шар якої з відносно важкого і міцного матеріалу (бетон, цегла) є несучим. На зовнішній стороні цього шару закріплюється теплоізоляція, зазвичай вона виконується з водовідштовхувальних матеріалів. [5]

Потім з повітряним прошарком (вентиляційним каналом) до несучій стіні кріпиться захисно-декоративний екран. Останній захищає стіни від атмосферних впливів, влітку відбиває сонячні промені. Крім того, через вентиляційний канал висхідний потік повітря забирає значну частину тепла, що пройшов через екран. У цьому і полягає одна з головних переваг такої фасадної системи: вона дозволяє значно економити не лише на опаленні, а й на кондиціонуванні. Взимку через вентиляційний канал йдуть водяні пари, просочуються з приміщень, оберігаючи утеплювач від зволоження. Повітряний прошарок знижує втрати тепла приблизно на 8 %, оскільки її температура приблизно на три градуси вище зовнішньою. [5]

Навісні фасади забезпечують достатню міцність захисної оболонки. При їх використанні зменшуються вологість і температурні коливання в несучій стіні (що знижує небезпеку появи тріщин), відсутня резонанс і послаблюється вібрація. Застосування навісних фасадів ефективно при будівництві котеджів і без утеплення, так як дозволяє захистити зовнішню стіну і заощадити на опаленні взимку та на кондиціонуванні влітку (за рахунок відведення тепла через вентиляційний канал).

Облицювання будівель за допомогою *навісних вентиляованих фасадів* стає все більш популярним в наші дні. Навісний вентиляований фасад є закріпленою на огорожувальній стіні конструкцією, що складається з теплоізоляції, напрямних для кріплення облицювання й самого облицювання. Між теплоізоляцією і облицюванням є повітряний зазор. [5]



Рисунок 3 – Конструкція навісного вентиляованого фасаду

Мабуть, головна перевага навісного фасаду – надійний захист стін від опадів. І це при тому, що в якості облицювання використовують матеріали не тільки стійкі до зовнішніх впливів, але і красиві. Крім захисно-декоративної функції, вентиляований фасад виконує ще одну, не менш важливу – забезпечує необхідне за сучасними будівельними нормами утеплення стіни. Завдяки утеплювачу, укладеному під облицювання, тепловтрати через стіну скорочуються в 2-3 рази, від чого помітно знижуються витрати на обігрів будинку. Крім того, теплоізолювані стіни створюють у приміщенні сприятливий для людини мікроклімат – і в зимовий холод, і в літню спеку. Важливо відзначити, що вентиляований фасад – це система зовнішнього утеплення, яка важливіша системи внутрішнього утеплення. Розміщена зовні, теплоізоляція дозволяє скоротити кількість циклів

замерзання-відтавання несучої стіни, збільшуючи термін служби останньої. До того ж у цьому випадку не зменшується корисна площа будівлі. Нарешті, не потрібна пароізоляція – обов'язковий атрибут систем внутрішнього утеплення: справа в тому, що точка роси зрушується з несучої стіни в теплоізоляційний шар. Більш того, конструкція вентфасаду сприяє виводу з стіни водяної пари, неминуче наявної всередині приміщення і прямує із зони тепла в зону холоду - на вулицю. Оскільки стіна не відволожується, її тепловий опір не зменшується, не відбувається утворення цвілі і грибків, які в підсумку могли б призвести до її руйнування. [5]

До переваг вентильованих фасадів слід віднести можливість вирівнювання стін, що досить складно зробити в разі штукатурних фасадів. Через відсутність «мокрих» процесів, обов'язкових при штукатурних роботах, вентильований фасад можна монтувати при мінусових температурах. Та й сам монтаж проводиться швидше. Крім того, на відміну від оштукатурених фасадів, навісні не потрібно буде з часом оновлювати, іншими словами, ви скорочуєте витрати на експлуатацію. При необхідності вентильований фасад вдасться відремонтувати: облицювальні плити легко знімаються і встановлюються назад. Можливі комбіновані рішення фасаду – вентильований і потинькований на одній стіні: для підвищення архітектурної привабливості будівлі. Нерідко вентфасади влаштовуються при реконструкції будівлі. [4]

Оскільки вентильований фасад призначений для збереження тепла, проблема зменшення тепловтрат через нього - одна з основних. По суті, єдиним містком холоду в конструкції є кронштейн: він завжди металевий, а метал має високу теплопровідність. Певною мірою промерзання кронштейна усувається завдяки утеплювачу, «надітого» на нього. Крім того, між стіною і кронштейном обов'язково повинна бути морозостійка паранітова прокладка – бар'єр на шляху холоду. Нарешті, для зменшення теплопровідності кронштейн може мати перфоровану структуру (притому його міцність зберігається). [4, 5]

У вентильованому фасаді точка роси зміщена з несучої стіни в теплоізоляційний шар. До того ж утеплювач розташований зовні, і на нього може потрапляти атмосферна волога. У зазорі між теплоізоляцією і облицюванням циркулює повітряний потік, що створюється за рахунок різниці температур повітря зовні і всередині зазору. Різниця температур призводить до різниці тисків, і чим більша ця різниця, тим вища швидкість повітряного потоку. Разом з ним волога видаляється з утеплювача. [5]

Система зовнішнього утеплення фасаду *«мокрого» типу*. Саме поняття «система» говорить про неоднорідність і складній взаємодії входять до неї елементів. Можна виділити три основних шари системи: [5]

- теплоізоляційний – плити з теплоізоляційного матеріалу з низьким коефіцієнтом теплопровідності (наприклад, мінераловатні або з пінополістиролу);
- армований – шар із спеціального мінерального клейового складу, армованого стійкою до лугу сіткою;
- захисно-декоративний – ґрунтовка і декоративна штукатурка (мінеральна або полімерна); можливе фарбування спеціальними «дихаючими» фарбами, можуть також використовуватися облицювальні матеріали (наприклад, клінкерна плитка).

Кожен шар виконує в системі свою функцію. Теплоізоляційний матеріал забезпечує утеплення огорожувальної конструкції, його товщина визначається теплотехнічним розрахунком, а тип матеріалу – протипожежними вимогами. [4]

Армований шар необхідний для забезпечення адгезії захисно-декоративного шару до поверхні теплоізоляційної плити. Захисно-декоративний шар виконує дві функції: захищає теплоізоляційний матеріал від зовнішніх несприятливих впливів (ультрафіолетового випромінювання, опадів, тощо), а також надає фасаді естетичний зовнішній вигляд. У системі «мокрого» утеплення фасаду застосовуються також добірні елементи, що забезпечують: посилення кутів будинку, віконних і дверних укосів; примикання системи до покрівлі, віконних та дверних блоків; примикання до цоколі будівлі; захист конструктивних деформаційних швів будівлі, і так далі. Вибір матеріалу добірних елементів залежить від їх хімічної сумісності з іншими матеріалами системи. [4]

Застосування системи зовнішньої теплоізоляції фасаду «мокрого» типу дозволяє істотно підвищити теплота звукоізоляцію огорожувальної конструкції. Для надійної та довготривалої служби системи необхідно, щоб вона проектувалася з урахуванням дифузії водяної пари, його

конденсації і вологопереносу. Система повинна мати необхідний хімічну стійкість. Важливим чинником, без проблемного функціонування є міцність і надійність підстави огорожувальної конструкції, на яку монтується система. [4]

Багатошарові системи теплоізоляції «мокрого» типу з ефективними утеплювачами із мінераловатних плит або пінополістиролу без зусиль дозволяють досягти необхідного значення приведенного термічного опору теплопередачі R_0 огорожувальних конструкцій. При цьому сама захисна конструкція може мати товщину, яка розраховується лише з умови достатньої несучої здатності. Відзначимо також, що легкі огорожувальні конструкції, як відомо, мають низький коефіцієнт теплотозасвоєння матеріалу несучої стіни. Проте це в достатній мірі компенсується високим термічним опором теплоізоляційного матеріалу. Крім основного призначення – утеплення огорожувальної конструкції, система «мокрого» типу істотним чином збільшує і звукоізолюючі властивості зовнішньої стіни. [5]

Висновки

- Спосіб теплоізоляції стін всередині приміщень використовується переважно для старих будівель там, де фасад повинен бути збережений, де жителі зацікавлені в індивідуальних рішеннях.
- Для забезпечення необхідного теплотехнічного захисту будівлі потрібні правильний теплотехнічний розрахунок, продумана конструкція пошарової кладки, що виключає «містки холоду», а також ефективний і надійний утеплювач, змонтований без помилок.
- У вентильованому фасаді точка роси зміщена з несучої стіни в теплоізоляційний шар, при цьому у зазорі між теплоізоляцією і облицюванням циркулює повітряний потік, що створюється за рахунок різниці температур повітря зовні і всередині зазору, різниця температур призводить до різниці тисків, і чим більша ця різниця, тим вища швидкість повітряного потоку. Разом з ним волога видаляється з утеплювача.

Використана література

1. Ратушняк Г. С. Будівельна теплофізика / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 119 с.
2. Інтернет-портал для будівельників. Режим доступу: <http://ribakov.com.ua>.
3. Строительный портал Stroy-Life. Режим доступу: <http://www.stroy-life.ru>.
4. Теплый стан – все о теплоизоляции и звукоизоляции. Режим доступу: <http://ts-ufa.ru>.
5. Будівництво та ремонт. Режим доступу: <http://bipd.org.ua>.

Швец Віталій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри Містобудування та архітектури, Вінницького національного технічного університету.

Максименко Марина Аркадіївна – аспірант Вінницького національного технічного університету.

Швец Виталий Викторович – к.т.н., доцент кафедры Градостроительства и архитектуры, Винницкого национального технического университета.

Максименко Марина Аркадьевна – аспирант Винницкого национального технического университета.

Vitaliy Shvets – Ph.D., Associate Professor of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University.

Marina Maksymenko – PhD student Vinnytsia National Technical University.