

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

С.В. Паустовський, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Проведений аналіз застосування варіантів сучасних ефективних утеплювачів в огороджуваних конструкціях з вибором оптимального варіанту.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Найважливішою метою теплоізоляції будівельних конструкцій є зменшення витрат енергії на опалення будівлі. Теплоізоляція є найефективнішим способом зменшення потреб в опаленні і відповідно призводить до CO_2 в атмосфері і, так званого, парникового ефекту, що доведено дослідженнями.

В умовах підвищених вимог до питань енергозбереження особливе значення одержує раціональний вибір вискоелективного теплоізоляційного матеріалу, застосування якого в конкретних умовах зможе забезпечити найкращий результат.

У зв'язку з вище сказаним, метою цієї науково – дослідної роботи є вибір ефективного тепло – ізоляційного матеріалу з найвигіднішим його розміщенням в огороджувачій конструкції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з цього питання.

Різні дослідження були виконані EURIMA (Європейською асоціацією виробників ізоляційних матеріалів) в різних кутках Європи. За даними кафедри будівельних матеріалів МДБУ на опалення будівель щорічно витрачається 240 млн. тон умовного палива.

Уведені в Україні нові нормативи теплової ізоляції стін, які збільшені в 2–2,5 рази у порівнянні з попередніми, повинні значно знизити витрати на опалення. У відповідності з нормативами термічний опір зовнішніх стін не повинен бути менше $2,2 \text{ м}^2\text{град}/\text{Вт}$, що відповідає монолітній цегляній кладці для північних районів України товщиною 150 см, або товщині панелей 65 см. Природно, на практиці зводити стіни і панелі такої товщини неможливе, тому найбільш вірним рішенням повинно бути застосування вискоелективних теплоізоляційних матеріалів. [4,5].

В теперішній час термічний опір панелей, які виготовляються на будівельних комбінатах України складає $1,4 \text{ м}^2\text{град}/\text{Вт}$, що в 3 – 3,5 рази нижче у порівнянні з аналогічними панелями, що випускаються у країнах Західної Європи, тому розробка і випуск сучасних ефективних теплоізоляційних матеріалів набуває статусу особливої актуальності.

В Харківському регіоні виготовлення теплоізоляційних матеріалів з піноізолу, що відноситься до нового покоління карбамідних теплоізоляційних пінопластів (поропластів) опанований підприємством ВАТ «Синиця і К». Теплоізоляційний матеріал має коефіцієнт теплопровідності $0,035 -$

$0,047 \text{ Вт}/\text{мК}^\circ$, низькою щільністю $8 - 25 \text{ кг}/\text{м}^3$, великою вогнестійкістю та стійкістю до дії мікроорганізмів. Плита піноізолу товщиною 5см, з жорстким зовнішнім облицюванням за теплопровідністю відповідає 90 – 100 см цегляної кладки.

Підприємством розроблені та зареєстровані технічні умови на виробництво піноізолу, виконані випробування в пожежній лабораторії і отримано затвердження про відповідність матеріалу технічним умовам. Основне призначення піноізолу – теплова ізоляція житлових будинків і споруд промислового призначення у якості середнього шару будівельних конструкцій. Прогнозований термін експлуатації – 75 років.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

В якості основних напрямків підвищення теплотахисту будівель можна виділити наступні заходи:

- застосування шаруватих огороджувальних конструкцій з ефективними теплоізоляційними матеріалами, тобто переклад підприємств великопанельного домобудівництва з одношарових панелей на випуск тришарових на гнучких зв'язках з щільним утеплювачем з пінополістиролу посередині;

- застосування двошарових огороджувальних конструкцій з несучим і теплоізоляційним шарами; застосування цегляних тришарових стін з гнучкими зв'язками в каркасних будівлях, з використанням як утеплювач плитний пінополістирол або мінераловатні плити.

Застосування плитного пінополістиролу як утеплювач обумовлено такими його якостями як: стабільність форми і розмірів, хорошими адгезійними властивостями поверхні до клеїв та мастик. Головним недоліком пінополістиролу є його вогнестійкість. Навіть само загасаючі марки матеріалу не забезпечують необхідної пожежобезпеки, без прийняття спеціальних захисних заходів, до яких відносяться такі як: застосування негорючих облицювальних покриттів, пристрій розривів по полю утеплювача з вогнетривких теплоізоляційних матеріалів. Згідно протипожежним вимогам, дозволяється застосування плитного пінополістирола для будівель з невисокою поверховістю [7-9, 10].

Мінераловатні плити у порівнянні з пінополістиролом по пожежобезпеці більш кращі для огороджувальних конструкцій. Для забезпечення міцності і довговічності теплоізоляційного шару застосовуються плити підвищеної жорсткості

(прошивні мати) або спеціальні плити, волокна в яких повинні розташовуватися перпендикулярно до зовнішньої поверхні. При такому розташуванні волокон запобігається обвалення зовнішнього шару і розшарування плит, але має місце не значне зниження теплопровідності. У порівнянні з плитним пінополістиролом у мінераловатних виробів нижча стисливість, але більш висока гнучкість, здатність прийняти форму утеплюваної поверхні.

Формулювання цілей статті

Актуальність даної роботи обумовлена тим, що, аналізуючи сучасний стан і напрями функціонування і розвитку галузі будівельних теплоізоляційних матеріалів [1-3, 10], можна прийти до виводу про невідповідність їх світовому рівню по основним організаційним, технологічним, технічним і соціальним (естетика містобудівних фірм) аспектам сучасного будівництва.

Виходячи з цього, метою справжньої роботи є розробка відповідного науково-методичного апарату, який включає концепцію і методи дослідження організаційно-економічних і техніко-технологічних аспектів формування енергозбережного вдосконалення тепло-ізоляційних матеріалів, які забезпечать комплексне вирішення проблеми зменшення показників енергоємності формування і функціонування сучасних теплоізоляційних матеріалів для забезпечення оптимального життєвого циклу об'єктів будівельної галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Теплотехнічний розрахунок стіни

Район будівництва – м. Стебник, Львівської обл.

Температура внутрішнього повітря в приміщенні $t_{int} = 20 \pm 2^\circ C$

Вологість приміщень $j = 55 \pm 5\%$

Варіант 1. Розрахунок стіни ізоломом, що утеплює.

Щільність і теплопровідність утеплювача підбираємо у відповідності СНиП 23-101-2004.

$$g = 35 \text{ кг/м}^3; I = 0,04 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$$

1. Розраховуємо градусо-добу опалювального періоду:

$$Dd = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht} \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}, \quad (1)$$

де t_{int} – розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, $^\circ\text{C}$; t_{ht} – середня температура зовнішнього повітря для опалювального періоду, $^\circ\text{C}$;

Z_{ht} – тривалість, доба.

$$Dd = (20 + 1,9) \cdot 191 = 4182,9 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

2. Розраховуємо приведений опір теплопередачі

$$R_{req} = a \cdot Dd + b, \quad (2)$$

де Dd - градусо-доба опалювального періоду $a = 0,00035$; $b = 1,4$ – коефіцієнти, значення яких приймають за даними таблиці для відповідних груп будівель.

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 4182,9 + 1,4 = 2,86 \text{ (м}^2\text{C/Вт)}$$

Зовнішні конструкції, що захищають, повинні задовольняти по приведенному опорі теплопередачі R_0 необхідному опорі теплопередачі R_{req} ,

$$\text{при дотриманні умови } R_0 \geq R_{req}$$

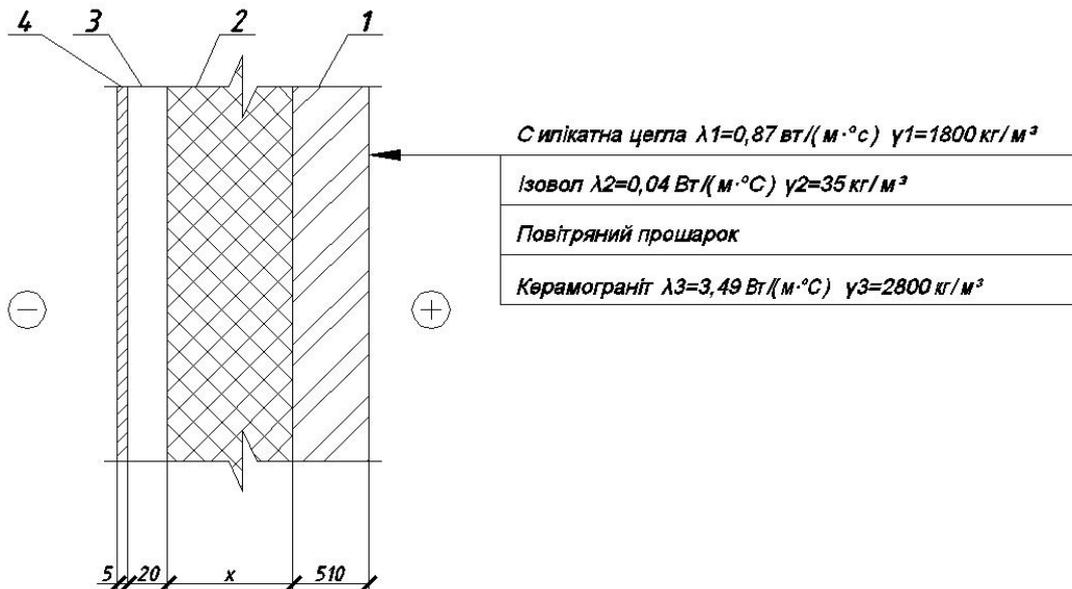


Рис. 3. Схема до розрахунку стіни

3. Розраховуємо товщину утеплювача

$$R_0 = R_{int} + R_k + R_{ext} \quad (3)$$

$$R_{int} = \frac{1}{a_{int}} = \frac{1}{8,7}$$

$$R_{ext} = \frac{1}{a_{iext}} = \frac{1}{23}$$

$$R_k = \sum \frac{d_i}{I_i} \quad (4)$$

де δ – товщина шару, м; λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалів шару, $Вт/(м \cdot ^\circ C)$.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{x}{0,04} + 0,14 + \frac{0,005}{3,49} + \frac{1}{23}$$

$$1,895 = \frac{x}{0,04}$$

$$1,895 \cdot 0,04 = x$$

$$x = 0,07 м$$

Приймаємо товщину утеплювача $x=100$ мм. Загальна товщина стіни з врахуванням утеплювача: $\delta_{ст} = 510+70+20+5 = 605$ мм.

Товщина стіни 640 мм.

Варіант 2. Розрахунок стіни тієї, що утеплює пінополістиролом.

Район будівництва – м. Стебник, Львівської обл.

Температура внутрішнього повітря в приміщенні $t_{int} = 20 \pm 2^\circ C$

Вологість приміщень $\varphi=55 \pm 5 \%$

Щільність і теплопровідність утеплювача підбираємо у відповідності СП 23-101-2004.

$$g = 150 \text{ кг}/\text{м}^3 ; I = 0,043 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ C)$$

1. Розраховуємо приведений опір теплопередачі:

$$Dd = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Zht \text{ (}^\circ C \cdot \text{сут)},$$

де t_{int} – розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, $^\circ C$; t_{ht} – середня температура зовнішнього повітря для опалювального періоду, $^\circ C$;

Zht – тривалість, доба.

$$Dd = (20+1,9) \cdot 191 = 4182,9 \text{ (}^\circ C \cdot \text{сут)}$$

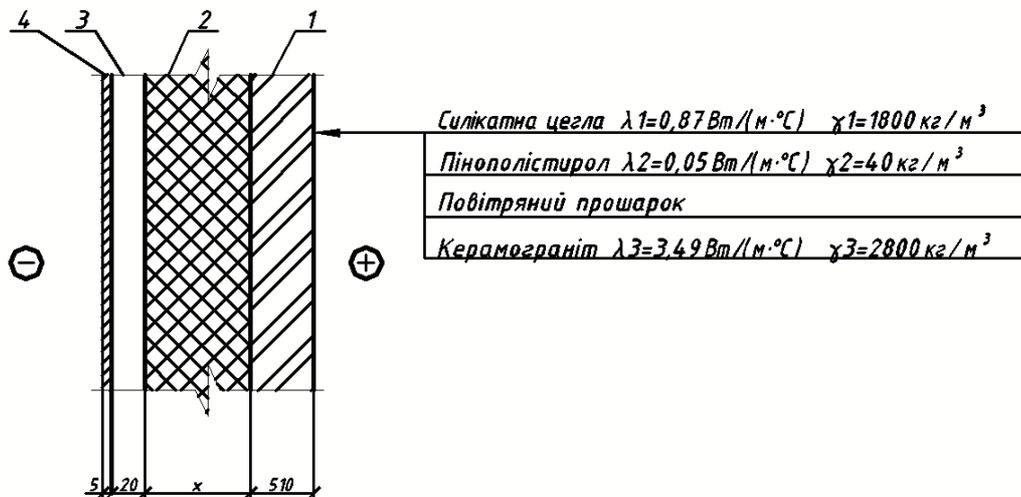
2. Розраховуємо приведений опір теплопередачі $R_{req} = a \cdot Dd + b$,

де Dd – градусо-доба опалювального періоду

$a = 0,00035$; $b = 1,4$ – коефіцієнти, значення яких приймають за даними таблиці для відповідних груп будівель..

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 4182,9 + 1,4 = 2,86 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ C/\text{Вт)}$$

Зовнішні конструкції, що захищають, повинні задовольняти по приведеному опору теплопередачі R_0 необхідному опору теплопередачі R_{req} , при дотриманні умови $R_0 \geq R_{req}$



Малюнок 3 - Схема до розрахунку стіни

3. Розраховуємо товщину утеплювача

$$R_0 = R_{int} + R_k + R_{ext}$$

$$R_{int} = \frac{1}{a_{int}} = \frac{1}{8,7}$$

$$R_{ext} = \frac{1}{a_{iext}} = \frac{1}{23}$$

$$R_k = \sum \frac{d_i}{I_i}$$

де δ – товщина шару, м; λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалів шару,

$Вт/(м \cdot ^\circ C)$.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{x}{0,036} + 0,14 + \frac{0,005}{3,49} + \frac{1}{23}$$

$$3,46 = \frac{x}{0,036}$$

$$3,46 \cdot 0,036 = x$$

$$x = 0,125 м$$

Приймаємо товщину утеплювача $x=130$ мм. Загальна товщина стіни з врахуванням утеплювача: $\delta_{ст}=510+125+20+5=660$ мм. Товщина стіни 660 мм.

Висновки.

Обґрунтована технічна і економічна концепція розвитку виробництва і застосування теплоізоляційних матеріалів здатна зробити великий вплив на всю структуру будівельного виробництва. Масове застосування теплоізоляційних матеріалів в цивільному, сільському і промисловому будівництві різко скорочує потребу в традиційних будівельних матеріалах, скорочує вантажопотоки, енерговитрати на будівельно-монтажні операції.

Якість конструкцій, що захищають, повинна відповідати вимогам нормативних документів і характеризується технічними і експлуатаційними властивостями, які забезпечуються безвідмовністю, ремонтпридатністю і довговічністю конструктивних елементів, а також властивостями вживаних матеріалів. Сукупність цих властивостей визначає надійність роботи будівлі або споруди в

цілому при заданих режимах експлуатації в заданому відрізьку часу.

А експлуатаційна стійкість теплоізоляційного шару в конструкції, що захищає, визначається властивістю тривало зберігати працездатність аж до граничного стану, при якому його подальша експлуатація стає неможливою через фізичний знос, а відновлення – економічно недоцільно. При визначенні раціональної сфери застосування і виборі оптимального вигляду теплоізоляційного матеріалу потрібно знати не лише його теплозахисні і фізико-механічні властивості, але також і експлуатаційну стійкість в проєктованих умовах.

У роботі поряд з аналізом сучасних теплоізоляційних матеріалів приведений теплотехнічний розрахунок конструкцій стіни і покриття, що захищають, з різними теплоізоляційними матеріалами.

Список використаної літератури:

1. Маляренко В.А. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений / В.А. Маляренко, А.Ф. Редько, Ю.И. Чайка, В.Б. Поволочко – Харьков, Рубикон, 2001. – 279 с.
2. Печеник О.М. Применение при строительстве, реконструкциях и капитальных ремонтах жилых и общественных зданий ограждающих конструкций с повышенной теплозащитой // Энергоэффективность и энергосбережение. – 2002. – №7. – С 27-34.
3. Борисенко И.В. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий / И.В. Борисенко, А.А. Плотников, А.В. Захаров – М.: АСВ, 2000. – 278 с.
4. Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий. – М.: АСВ – 2000. – 320 с.
5. Ковалко М.П. Энергосбережения – пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.
6. Маляренко В.А., Орлова Н.А. Анализ критерия энергоэффективности зданий и сооружений // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2004. – №2. – С.43-48.
7. Граник Ю.Г., Магай А.А., Беляев В.С. Конструкции наружных ограждений и инженерные системы в новых типах энергоэффективных жилых зданий // Энергосбережение. – 2003. – №5. – С.73-78.
8. Андрианов К.А. Прогнозирование долговечности (работоспособности) пенополистирола в ограждающих конструкциях зданий: Дис... канд. техн. наук. – Тамбов, 2002. – 212 с.
9. Курбатов В.Л. Повышение эффективности энергосбережения совершенствованием теплозащиты наружных стен зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2004. – №3. – С.46-48.
10. Шаленный В.Т. Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона. - Днепропетровск: Наука и образование, 2002. - 200 с.

Проведенный анализ применения вариантов современных эффективных утеплителей в ограждающих конструкциях с выбором оптимального варианта.

Conducted analysis of application of variants of modern effective insulation in non-load-bearing constructions with the choice of optimum variant.

Дата надходження в редакцію: 06.05.12 р.

Рецензент: д.т.н., професор Фомиця Л.М.