

В. В. Швець
М. А. Максименко

РОЗРОБКА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ПЛИТКИ З НЕВЕНТИЛЬОВАНИМИ ПОВІТРЯНИМИ ПРОШАРКАМИ, ЕКРАНОВАНИМИ ФОЛЬГОВАНИМ МАТЕРІАЛОМ

Вінницький національний технічний університет

Розроблено теплоізоляційну плитку, яка складається з задньої, бічної і передньої стінки з екструдованого пінополістиролу та полімерпіщаної суміші. Всередині розміщено два неvented повітряні прошарки, розділені тепловідбиваючим екраном. З метою виключення містків холоду теплоізоляційну плитку виконано з двох частин, зміщених в горизонтальному напрямку. Фіксацію плиток між собою здійснюють за допомогою входження виступів на верхній грані однієї плитки з западинами на нижній грані іншої. Такий тип стикування плит забезпечує відсутність містків холоду і полегшує їх монтаж.

Поставлена задача вирішується тим, що в фасадній термоізоляційній панелі, що містить передню, задню стінки, бічні грані і замкові елементи у вигляді виступів і заглибин, розташованих зі зміщенням у шаховому порядку, і виконана з можливістю кріплення, передня і задня стінки утворюють каркас з порожниною, заповненою теплоізоляційним матеріалом, яка відрізняється тим, що замкові елементи розміщені на передніх гранях каркаса. Як теплоізоляційний матеріал використовуються екрановані прошарки повітря. При цьому каркас панелі виконаний з полімер-піщаного матеріалу, а для її кріплення використовують клейовий розчин.

Це досягається завдяки виконанню панелі з полімер-піщаного каркасу, в середині якого є екрановані повітряні прошарки, які забезпечують опір теплопередачі та інфрачервоного випромінювання матеріалу.

Ключові слова: неvented повітряні прошарки, тепловідбиваючий екран, випромінювання

Вступ та актуальність проведення досліджень

Забезпечення раціонального теплового режиму будинків, оптимальне використання тепла теплогенеруючих установок в системах тепlopостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування має першочергове значення. Від теплотехнічних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків залежить кількість тепла, яку втрачає будинок в холодну пору року. А це визначається сталістю температурного режиму в об'ємі приміщення при змінах температури, швидкістю повітря зовні будинку, тепловіддачею системи опалення будинку, температурою на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції і можливістю утворення конденсату на ній, а також вологістю режиму, що впливає на теплозахисні властивості огороження і його довговічність.

Тому вивчення законів тепловологопереносу та повітропроникності дозволяє раціонально проектувати зовнішні огорожувальні конструкції будинків з урахуванням усіх факторів, які можуть вплинути на експлуатацію даних конструкцій. Це дає змогу збільшити строк експлуатації будинків, знизити витрату теплової енергії при їх тепlopостачанні. Особливо велике значення має правильне застосування теплофізичних законів в умовах широкого застосування в будівництві нових матеріалів і технологій.

Теплозахист будівель та споруд залежить від багатьох факторів і його найбільш ефективно вирішення можливе при комплексному врахуванні поверховості, планувальних рішень, орієнтуванні на місцевості, виборі будівельних матеріалів, виробів і конструкцій. На сучасному етапі повинна бути гарантована можливість реалізації різних за своїм характером вимог теплозахисту будівель та споруд, тому необхідно забезпечити стабільний тепловий режим в різні пори року та швидке нагрівання приміщень [1].

Заходи з теплозахисту будівель необхідні при зведенні стін підвалів, зовнішніх стін, перекриттів і покриттів для того, щоб вони якомога менше віддавали тепла з приміщень назовні. Зусилля, в першу чергу, слід направляти на підвищення рівня теплоізоляції будинків.

Необхідно також враховувати, що деякі теплофізичні характеристики матеріалів можуть суттєво змінюватися залежно від температури та часу. В багатьох практичних задачах з теплофізики характеристики матеріалу з часом можуть змінюватися в широкому діапазоні. Розв'язок цих задач потребує врахування змін теплофізичних характеристик матеріалів під час розрахунку їх температурного режиму, оскільки температурний режим у багатьох випадках визначає теплофізичні характеристики матеріалу.

Аналіз проблеми

Полімерпіщана плитка – це сучасний інноваційний матеріал, який за останні роки активно використовується при облаштуванні прибудинкових територій і ділянок соціально-комерційного призначення. Паркувальні місця, садові доріжки і тротуари, вимощення навколо будинку, фундаменти та фасади будівель та споруд завдяки полімерам, використовуваним в складі цього композитного матеріалу, володіють підвищеними експлуатаційними та естетичними якостями.

Теплоізоляційні вироби і конструкції з невентильованими повітряними прошарками є багатошаровими конструкціями. Вони складаються з жорсткого каркасу з включеннями. Дослідження показують, що при проходженні тепла через 1 м³ вертикального повітряного прошарку за одну годину при різниці температур на його поверхнях 5° при товщині прошарку від 10 до 200 мм, на долю теплопровідності доводиться 38-42 %, конвекції 2-20 %, випромінювання 60-79 %. [2]

Невентильовані повітряні прошарки ефективно працюють при товщині 6-10 мм, за умови відсутності конвективного руху всередині, який виникає внаслідок різниці температур на поверхнях прошарку.

Термічний опір повітряних прошарків збільшується зі зниженням температури прошарків. А тому більш раціонально розташовувати повітряні прошарки ближче до зовнішніх поверхонь огорожувальних конструкцій, де температура в зимовий час менша. [2].

Внаслідок того, що теплопередача в повітряних прошарках більшою мірою залежить від випромінювальної складової, доцільно використовувати енерговідбиваючі екрани.

Фасадна теплоізоляційна панель (рис. 1) складається з задньої 1, бічної 2 і передньої 3 стінки. Порожнини 4 замкнуті, розділені на два прошарки тепловідбиваючим екраном 5.

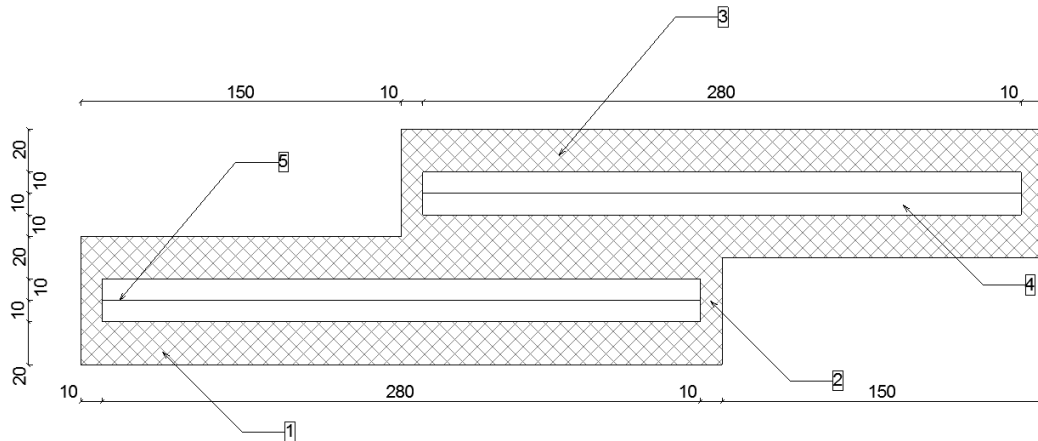


Рисунок 1 – Конструкція енерговідбиваючої плитки

Фіксацію панелей між собою здійснюють за допомогою входження виступів на верхній грані однієї панелі з западинами на нижній грані іншої панелі. Виконання такого типу стикування панелей забезпечує відсутність містків холоду і полегшує монтаж панелей.

Основою термopanелі вибрано:

- полімерпіщану плитку для оздоблення, утеплення та гідроізоляції цоколів;
- екструдований пінополістиол для утеплення фасадів будівлі.

Стіна утеплена плиткою з двома невентильованими повітряними прошарками, розділеними фольгованим матеріалом має вигляд (рис. 2).

Використовуючи задані розміри і значення теплопровідності матеріалів, розраховано термічний опір огорожувальної конструкції, утепленої теплоізоляційною плиткою. Для розрахунку прийнято наступні параметри стіни:

1 – стіна з керамічної цегли $\delta= 380$ мм, $\lambda=0,7$ Вт/(м·К);

2 – теплоізоляційна плитка з невентильованими повітряними прошарками $\delta= 100$ мм, $\lambda=0,0327$ Вт/(м·К) ($R=2 \times 1,83$ м²·К/Вт):

$$R_{\text{зар}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{1}{\alpha_6} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1)$$

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,1}{0,0327} + \frac{1}{23} = 3,8 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}$$

$$R_{\text{заг}} > R_{\text{норм}}$$

Термічний опір запропонованої багатошарової стіни дорівнює 3,8 (м²·К)/Вт, що свідчить про її високі теплоізоляційні властивості.

Для утеплення та гідроізоляції конструкцій цоколів розраховано термічний опір стіни з утепленням полімеріщаною плиткою з невентильованими повітряними прошарками, екранованими фольгованим матеріалом.

Для розрахунку прийнято наступні параметри стіни:

1 – стіна бетону на гравії або щебені з природного каменю $\delta=380$ мм, $\lambda=1,74$ Вт/(м·К);

2 – полімеріщана теплоізоляційна плитка з невентильованими повітряними прошарками $2 \times \delta = 54$ мм, $R=2 \times 0,96$ Вт/(м·К):

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{1,74} + 1,92 + \frac{1}{23} = 2,3 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}$$

$$R_{\text{заг}} > R_{\text{норм}}$$

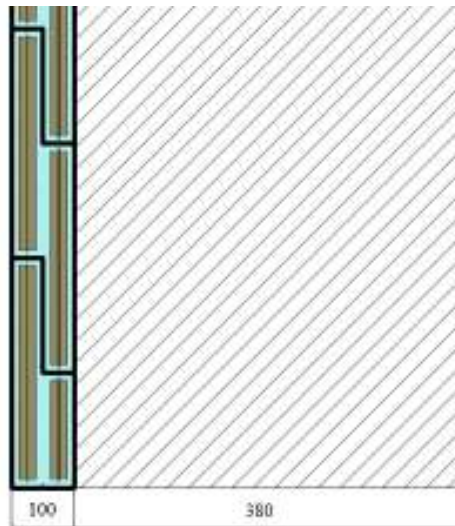


Рисунок 2 – Стіна утеплена плиткою з невентильованими повітряними прошарками

З метою якісного виконання утеплення зовнішніх стін будівель та споруд пропонуються різні форми і типорозміри будівельного виробу з невентильованими повітряними прошарками, екранованими фольгованим матеріалом (рис. 3-5).

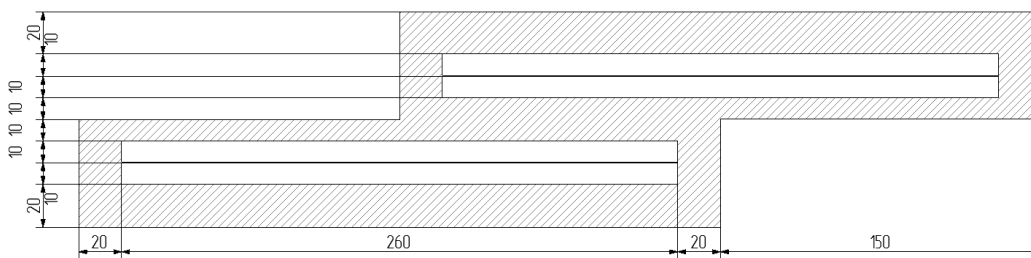


Рисунок 3 – Будова енерговідбиваючої плитки

Для утеплення стін біля віконних і дверних отворів, кутів будівель передбачено конструктивне виконання торцевої та кутової секцій (рис. 4, 5).

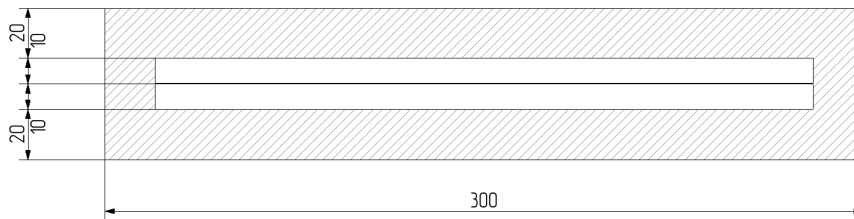


Рисунок 4 – Торцева одинарна секція

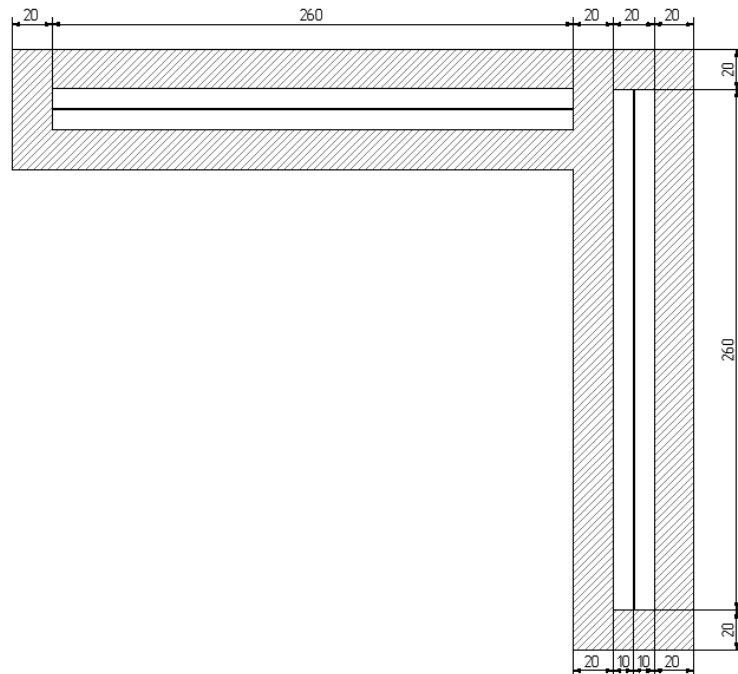


Рисунок 5 – Кутова одинарна секція

Розроблена теплоізоляційна фасадна плитка з екструдованого пінополістиролу та полімерпіщаного матеріалу із застосуванням екранної теплоізоляції з неvented повітряними прошарками, використання якої дозволить досягнути економічної ефективності теплозахисту зовнішньої стіни.

Конструкція даної плитки дозволить зменшити кількість сировини на один виріб на 9,3 %

Склад полімерпіщаної суміші[3]:

- пісок середньозернистий - 65-75%;
- полімер - 25-35%;
- барвник - 3-5%;
- стабілізатор - 1-2% (для захисту від ультрафіолету). [3]

Для приготування композитної суміші використовуються такі складові [3], [4]:

На першому етапі відібрані і відсортовані полімерні відходи подрібнюються на дробильній машині. Бажано мати співвідношення 50/50 твердих і м'яких полімерів. В результаті утворюється плівка в дрібній фракції, яка в процесі дроблення очищається від сторонніх включень [4], [5].

Після першого подрібнення відходи пластиків потрапляють в екструзійну машину. Змішування піску, полімерів і барвників відбувається в термозмішувальному агрегаті (агрегат плавнонагрівальний). Для отримання однорідної маси АПН розділений на 3 зони з різними температурними режимами. АПН укомплектований терморегуляторами, які в автоматичному режимі контролюють процес включення і виключення кожної із зон нагрівання. Діапазон регулювання температур від 50 до 450 °С [4], [5].

При подальшій формуванні та застиганні полімерпіщана маса утворює однорідну монолітну структуру з високою міцністю.

Таким чином, отримана полімерпіщана маса з температурою на виході близько 170-190 °С видавлюється з машини після відкриття заслінки. Оператор відрізає ножем необхідну кількість, зважує на терезах і, отримавши потрібну (близько 2 кг), звичайним совком укладає в форму.

Номінальне зусилля, необхідне для виготовлення полімерпіщаної продукції 150 т. Робота з пресом можлива як в ручному так і напівавтоматичному режимі. Автоматичний контроль часу витримки під тиском в середньому 2 хв. [4], [5].

Прес-форми є основним видом оснащення для полімерпіщаної виробництва і призначені для надання форми готовому виробу. Для охолодження полімерпіщаної маси в процесі формування, в прес-формі передбачена система каналів і штуцерів, через які прес-форма підключається до системи охолодження, що забезпечує циркуляцію охолоджуючої рідини всередині форми для ефективного охолодження виробу по всьому об'єму.

Формування готового виробу відбувається завдяки зусиллю, яке розвиває прес з одночасним охолодженням форми [6].

Форма, встановлена на пресі з рухомою нижньою плитою, охолоджується по-різному. Верхня частина має температуру близько 80 °С, а нижня 45 °С. Це зроблено для створення глянцевої поверхні на зовнішній стороні полімерпіщаної черепиці. Для отримання матової поверхні потрібно охолодити верхню форму так само як і нижню [6].

Висновки

Розроблена теплоізоляційна фасадна плитка з екструдованого пінополістиролу та полімерпіщаного матеріалу із застосуванням екранної теплоізоляції з невентильованими повітряними прошарками, використання якої дозволить досягнути економічної ефективності теплозахисту зовнішньої стіни.

Розглянуто процес виробництва полімерпіщаної плитки, виявлено, що об'єм одного виробу заданої форми складає 0,054 м³, об'єм порожнин всередині плитки складають 0,005 м³. Конструкція даної плитки дозволить зменшити кількість сировини на один виріб на 9,3 %.

Варто відзначити, що виробництво полімерпіщаної плитки сприяє збереженню навколишнього середовища. Одне підприємство за один місяць в середньому переробляє близько 20 тонн полімерних відходів, очищаючи тим самим від довговічного сміття умовну територію в 5 квадратних кілометрів [6].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фольгированная теплоизоляция [Электронный ресурс]. Доступно: <https://thebuildy.com/reflective-thermal-insulation-materials-criteria-for-selection-and-installation-of-foil-for-the-bath-as-a-vapor-barrier-and-a-heater>.
2. Хоменко О. Г. Энергозберігаючі технології в будівництві: навчальний електронний посібник. Глухів. 2019. 118 с.
3. Виробництво полімер піщаних виробів . [Електронний ресурс]. Доступно: <https://myhata.in.ua/polimerpishhana-plitka-svoyimi-rukami-vigotvlennya.html>.
4. Бизнес по производству полимерпесчаной плитки / [Электронный ресурс] <https://namillion.com/proizvodstvo-polimerpeschanoj-plitki.html>.
5. Тротуарная плитка из пластиковых бутылок/ [Электронный ресурс] <https://promzn.ru/trotuarnaya-plitka/delat-iz-plastikovyh-butyluk.html>.
6. Технология производства полимерпесчанной черепицы. Журнал «Кровля. Фасады. Изоляция. 2009, No 5 [Электронный ресурс] http://www.germostroy.ru/art_890.php.

REFERENCES

1. Fol'hyrovannaya teployzolyatsyya [Elektronnyy resurs]. Dostupno: <https://thebuildy.com/reflective-thermal-insulation-materials-criteria-for-selection-and-installation-of-foil-for-the-bath-as-a-vapor-barrier-and-a-heater>.
2. Khomenko O. H. Enerhozberihayuchi tekhnolohiyi v budivnytstvi: navchal'nyy elektronnyy posibnyk. Hlukhiv. 2019. 118 s.
3. Vyrobnytstvo polimer pishchanykh vyrobiv. [Elektronnyy resurs]. Dostupno: <https://myhata.in.ua/polimerpishhana-plitka-svoyimi-rukami-vigotvlennya.html>.
4. Byznes po proyzvodstvu polymerpeschanoj plytky / [Élektronnyy resurs] <https://namillion.com/proizvodstvo-polimerpeschanoj-plitki.html>.
5. Trotuarnaya plytka yz plastykovykh butyluk/ [Élektronnyy resurs] <https://promzn.ru/trotuarnaya-plitka/delat-iz-plastikovyh-butyluk.html>.
6. Tekhnolohyya proyzvodstva polymerpeschannoy cherepytsy. Zhurnal «Krovlya. Fasady. Yzolyatsyya. 2009, No 5 [Élektronnyy resurs] http://www.germostroy.ru/art_890.php.

Швець Віталій Вікторович – канд. техн. наук, в.о. зав. кафедри будівництва, містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет. ORCID: 0000-0002-2748-3685.

Максименко Марина Аркадійвна – інженер, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. ORCID 0000-0003-1345-8144.

В.В. Швец
М.А. Максименко

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ПЛИТКИ С НЕВЕНТИЛИРУЕМЫМИ ВОЗДУШНЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ, ЭКРАНИРОВАННЫМИ ФОЛЬГИРОВАННЫМ МАТЕРИАЛОМ

Винницкий национальный технический университет

Разработана теплоизоляционная плитка, которая состоит из задней, боковой и передней стенки из экструдированного пенополистирола и полимерпесчаной смеси. Внутри размещены два неветилируемые воздушные слои, разделенные теплоотражающим экраном. С целью исключения мостиков холода теплоизоляционную плитку выполнен из двух частей, смещенных в горизонтальном направлении. Фиксацию плиток между собой осуществляют с помощью вхождения выступлений на верхней грани одной плитки с впадинами на нижней грани другой. Такой тип стыковки плит обеспечивает отсутствие мостиков холода и облегчает их монтаж.

Поставленная задача решается тем, что в фасадной термоизоляционной панели содержит переднюю, заднюю стенки, боковые грани и замковые элементы в виде выступлений и углублений, расположенных со смещением в шахматном порядке, и выполнена с возможностью крепления, передняя и задняя стенки образуют каркас с полостью, заполненной теплоизоляционным материалом, отличающийся тем, что замковые элементы размещены на передних гранях каркаса. Как теплоизоляционный материал используются экранированные слои воздуха. При этом каркас панели выполнен из полимер-песчаного материала, а для ее крепления используют клеевой раствор. Это достигается благодаря выполнению панели с полимер-песчаного каркаса, внутри которого есть экранированные воздушные прослойки, которые обеспечивают сопротивление теплопередаче и инфракрасного излучения материала.

Ключевые слова: неветилируемые воздушные прослойки, тепловидбывающий экран, излучение.

Швец Виталий Викторович – канд. техн. наук, в.о. зав. кафедры строительства, градостроительства и архитектуры, Винницкий национальный технический университет.

Максименко Марина Аркадьевна – инженер, факультет строительства теплоэнергетики и газоснабжения, Винницкий национальный технический университет.

V. Shvets
M. Maksimenko

DEVELOPMENT OF THERMAL INSULATION TILE WITH NON-VENTILATED AIR LAYERS SHIELDED BY FOIL MATERIAL

Vinnytsia National Technical University

A heat-insulating tile consisting of a back, side and front wall made of extruded expanded polystyrene and a polymer-sand mixture has been developed. Inside there are two unventilated air layers, separated by a heat-reflecting screen. In order to exclude cold bridges, the thermal insulation tile is made of two parts, offset in the horizontal direction. Fixing of tiles among themselves is carried out by means of occurrence of ledges on the top face of one tile with hollows on the bottom face of another.

This type of joining plates ensures the absence of cold bridges and facilitates their installation. The problem is solved by the fact that in the facade thermal insulation panel containing the front, rear walls, side faces and locking elements in the form of protrusions and recesses arranged in a checkerboard pattern, and made with the possibility of mounting, the front and rear walls form a frame with a cavity, filled with insulating material, characterized in that the locking elements are placed on the front faces of the frame. Shielded layers of air are used as heat-insulating material. The frame of the panel is made of polymer-sand material, and for its fastening use an adhesive solution. This is achieved by making a panel of polymer-sand frame, in the middle of which there are shielded air layers, which provide resistance to heat transfer and infrared radiation of the material.

Keywords: unventilated air layers, reflective screen, radiation.

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

Marina Maksymenko – PhD student Vinnytsia National Technical University.