

ПОРИСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНО-ЗАХИСНІ ПІНИ

Бачинський В.В., Пищева Т.І., Ярмолюк В.М. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна)

Протягом роботи були обґрунтовані та розроблені пористі теплоізоляційно-захисні покриття, в результаті чого були отримані піни з високими теплоізоляційними характеристиками.

В сучасний час актуальним завданням є створення пористих теплоізоляційно-захисних покриттів на основі піни. Так шар пінополіуретану товщиною 0,025 м за теплоізоляційними властивостями еквівалентний шару цегли товщиною 0,52 м. Для використання цих покриттів в будівництві, вони повинні задовольняти ряду вимог:

спосіб отримання повинен бути простим та зручним;

покриття повинне легко наноситись на щільні та тверді поверхні будь – якої конфігурації;

покриття повинно знаходитись на об'єкті заданий час, після чого легко видалятися з поверхні;

застосування покриття не повинно залежати від часу доби, від погодних умов (вітер, дощ і таке інше).

Для виконання цих вимог були використані високократні сотові структури – піни, які являють собою дисперсну систему та складаються з газу і твердої або рідкої середи та є добрим теплоізолюючим матеріалом.

Зміна агрегатного стану дисперсної середи в пінах (затвердіння) може бути здійснена різними методами:

кристалізацією під дією низьких температур (замороження);

желатинізацією шляхом введення в композицію перед вспіненням колоїдів, згідних до самостійного переходу з вільнодисперсного в зв'язнодисперсний стан;

полімеризацією (поліконденсацією) спеціально введених в піноутворюючу композицію водорозчинних олігомерів (феноло-формальдегідні смоли, епоксидні, сечовинноформальдегідні та інші).

За результатами проведених досліджень цих методів отвердіння пін виявилось, що для вирішення поставленого завдання найбільш доцільним методом є полімеризація.

На підставі існуючого вітчизняного виробництва зі створення матеріалів з теплоізоляційними властивостями в якості вихідної сировини була обрана карбамідна смола. Ця сполука дозволяє одержати необхідні теплопоглинаючі характеристики. В результаті проведених досліджень були отримані декілька зразків твердуючої піни різних сполук з необхідними теплоізолюючими властивостями.

Властивості пористих теплоізоляційно-захисних покриттів, які досліджувалося, перевіряли на натурному об'єкті, використовуючи при вимірюванні теплове випромінювання в діапазоні 5-12 мкм при температурі об'єкту 42°C і температурі фону місцевості 20°C. В результаті проведеного експерименту виміряна температура поверхні теплоізоляційного покриття 20°C покриття склала, тобто була такою, як і температура місцевості (20°C).

Під час натурного експерименту були досліджені умови отримання швидкотвердіючих високократних сотових структур. Вияснено, що поверхнево-активні речовини (ПАР) відіграють важливу роль при отриманні твердих сотових структур на основі полімерів. Вони впливають нібито на щільність, фізико-механічні властивості і співвідношення числа відкритих та закритих чарунок. ПАР прискорюють процес змішування компонентів

за рахунок зниження поверхневого натягу на межі фаз, полегшують процес зародження пазирів піни і підвищують її стабільність.

Теорії підбору ПАР немає, процес підбору здійснювали емпірично. Це обумовлено складністю систем для отримання полімерних пін, їх високою в'язкістю, швидко змінної в процесі отримання та затвердіння пін.

При підборі ПАР для отримання сумішей, утворюючих швидкоотвердуючу піну, були досліджені:

- різноманітні солі вищих жирних кислот (стеаринової, лаурилової, пимарової);
- спирти вищого жирного ряду;
- аміноспирти;
- триетаноламінова сіль лаурилсульфату (ТЕН)
- різні композиції ПАР.

В ході роботи були розроблені рецептури, утворюючі при вспіненні повітрям сотові структури, що відповідають необхідним характеристикам. За основу була вибрана карбомідна (сечовинно-формальдегідна) смола. Вихідний склад для вспінення вміщує декілька компонентів: карбомідну смолу, ПАР – триетаноламінову сіль лаурилсульфату (ТЕН), затверджувач (водяний розчин щавелевої кислоти), воду. При вспіненні повітрям утворюється піна, яка самостійно твердіє. Кратність затверділої піни (відносно об'єму отриманої піни до об'єму взятої для вспінення рідини) складає ~10-20, при цьому чарунки піни приймають сферичну форму.



Рис.1 Отримана тверда піна

Початок і час затвердіння регулюється кількістю взятого затверджувача. Затвердіння піни починається через 7-15 хвилин і залежить від кількості взятого затверджувача; через 60-70 хвилин весь об'єм піни твердішає. При цьому об'єм та дисперсність піни під час затвердіння не змінюється.

Повітряні пазирі в сотовій структурі розміром 10^{-9} - 10^{-5} м ізольовані один від одного перегородками завтовшки 10^{-6} - 5

Молекулярною теплопровідністю теплота переноситься як по каркасу пінного слою, так і по газовим прошаркам (чарункам). Основний вплив на перенесення енергії в шарі чинить структура пінного слою, яка характеризується його мікропористістю. На теплопровідність піни чинить вплив збільшення числа газових чарунок, а також хімічний склад каркасу піни (скелета піни).

Оскільки піна має достатньо високу в'язкість, то перенесенням тепла за рахунок конвекції можливо зневажити. Задача зводилась до розгляду перенесення тепла в одномірному шарі пінного покриття для плоскої поверхні, яка має температуру T_1 , та ступінь чорноти ϵ , до паралельно розташованої поверхні, що має температуру T_2 і ступінь чорноти ϵ . Відстань між поверхнями D , простір між ними заповнено пінным складом з постійним коефіцієнтом поглинання випромінювання α та коефіцієнтом теплопровідності піни k . При розгляданні сумісного переносу енергії використовувалось припущення про те, що їх можливо розглянути незалежно один від одного, тоді сумарний потік енергії визначається як

$$q = q_c + q_r = \frac{k(T_1 - T_2)}{D} + \frac{\delta(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{3\alpha D}{4} + \frac{1}{\epsilon} - 1}, \quad (1)$$

де k - коефіцієнт теплопровідності піни, який можливо визначити за допомогою рівняння Мангольда:

$$k = \frac{2}{3} \alpha k_c + (1 - \alpha) k_d, \quad (2)$$

де k_c та k_d – коефіцієнти теплопровідності рідкого середовища та повітря відповідно; α – ступінь заповнення піною рідкої або твердої фази; δ – постійна Стефана–Больцмана, ϵ – ступінь чорноти піни.

Ступінь чорноти піни в напрямку нормалі визначається як:

$$\epsilon = 1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2, \quad (3)$$

де n – середнє значення показників переломлення в шарі, причому:

$$\frac{\sum n_i \Delta_i}{\Delta} = n, \quad (4)$$

де Δ_i – товщина окремо взятої частини плівки піни в шарі.

Товщина пінного покриття залежить від теплофізичних характеристик плівки і від радіаційних властивостей піни. В випадку, коли теплопровідність і випромінювання взаємодіють один з одним, товщина, яку необхідно знайти, не може бути отримана шляхом складання окремо розрахованих радіаційної та кондуктивної складових; необхідно вирішувати рівняння енергії, яке ураховує дію обох видів теплообміну.

Висновки

Таким чином, розроблені пористі теплоізоляційно-захисні покриття дозволяють вирішувати наступні завдання:

1. Отримані пористі теплоізоляційно-захисні покриття на основі піни є добрим теплоізолятором. Нанесення розробленого покриття на поверхню об'єкту, забезпечує температуру поверхні покриття, практично рівну температурі навколишнього середовища.

2. Розроблене покриття може бути легко нанесено на тверді і щільні поверхні любого складу і форми, за необхідністю нанесене покриття може бути легко видалене з поверхні

3. Використання піноподібних покриттів відрізняється порівняно невеликими витратами матеріалів, низькою ціною.

4. Розроблене теплоізоляційно-захисні покриття не забруднюють навколишнє середовище, так як продукти його розпаду є добривом.

Summary

During work were grounded and developed porous heat-insulation-protective coverages, as a result of what were got suds with high heat-insulation descriptions.