

не повинні бути використані в розрахункових схемах.

Література

1. Телтаев Б.Б. Анализ расчетных значений модуля упругости асфальтобетона, Дорожная техника, 10. С.130-137.
2. ДБН В.2.3-4-2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина Проектування. Частина 2 – Будівництво. – [Чинний від 2008-03-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2007. – (Національний стандарт України).
3. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186 2004 – Офіц. вид – К. : Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2004 – 176 с. – (Національний стандарт України).
4. М 218-02070915-633:2007 Методика проектування дорожнього одягу з конструкціями різного типу. – Офіц. вид – К. : Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2007. – (Нормативний документ Державної служби автомобільних доріг України).
5. Альбом типових конструкцій дорожніх одягів з підвищеною тріщиностійкістю та стійкістю до колієутворення для магістральних доріг з рухом великотовантажного транспорту. – Офіц. вид – К. : Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2007. (Нормативний документ Державної служби автомобільних доріг України)

УДК 669.056.9:66.045

Березюк А. М., Дікарев К. Б., Папірник Р.Б., Кузьменко О. М., Ямпольський Д.О.
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ТЕПЛОЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ СКЛЯНИХ І КЕРАМІЧНИХ МІКРОСФЕР

Вступ. На сьогодні в Україні частка житлового фонду у загальній кількості спожитих енергоресурсів складає близько 25 %. [1] Підприємства житлово-комунального господарства щорічно споживають понад 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд. куб. м природного газу. Так, на опалення житлового фонду щорічно витрачається понад 70 млн. т у. п., тобто на одного мешканця припадає 1,4 т у. п., що в 2-3 рази більше ніж у країнах Європейського співтовариства. Крім цього у структурі споживання теплової енергії в будівництві та ЖКГ існуючі будівлі споживають 87 %. [2] Відтак особливо гостро постає проблема енергозбереження. Традиційно найбільш розповсюдженим рішенням залишається ефективна теплоізоляція. Сучасний будівельний ринок рясніє багатим розмаїттям утеплювачів, серед яких доцільно виділити рідку теплоізоляцію на основі скляних або керамічних мікросфер, яка отримала практичне застосування в Україні відносно недавно. На сьогодні в Україні представлено продукцію близько 10-ти різних виробників. Незалежно від бренду теплоізоляція у більшості випадків являє собою суміш мік-

роскопічних заповнених розрядженим газом сфер, що знаходяться у зваженому стані у складі полімерної композиції. Відомо, що мікросфери забезпечують виняткові теплоізоляційні властивості матеріалу. Однак, залишається відкритим питання області застосування цього матеріалу, його точних ізоляційних та фізичних характеристик, а також вибір оптимальної технології нанесення, яка дозволяє отримати покриття бажаної якості. До того ж викликають сумніви походження та якості інгредієнтів, зокрема мікросфер. Отже, даний аспект потребує детального дослідження, так як властивості сировини неодмінно впливають на теплофізичні характеристики кінцевого будівельного виробу.

Аналіз публікацій. Огляд літератури свідчить про те, що в Україні зазначений теплоізоляційний матеріал викликає жвавий інтерес як споживачів, так і визнаних науковців. Перед усім теплоізоляція володіє низкою переваг, до яких безперечно слід віднести надзвичайно низький коефіцієнт теплопровідності від 0,001 до 0,012 Вт/м·К [3] у порівнянні з існуючими матеріалами, що дозволяє застосовувати покриття незвично тонким шаром від 1,2 до 3 мм.

Відтак навантаження на несучу поверхню суттєво зменшується і теплоізоляцію можливо застосовувати на поверхнях значної криволінійності в плані. Результати численних дослідів вказують на ефективність застосування даного матеріалу на паропроводах та теплотрасах з високотемпературним теплоносієм. [4] Однак питання можливості використання на об'єктах житлового фонду висвітлено в оглянутій літературі недостатньо. До того ж досить поверхнево розглянуто проблему наявності значної кількості домішок, пошкоджених мікросфер, фрагментів розбитих елементів.

Мета статті. Дослідження мікроструктури теплоізоляційного покриття з виявом відсоткової кількості пошкоджених мікросфер, що містяться на одиниці площі досліджуваного зразка. Аналіз фракційного складу та однорідності поверхневих геометричних характеристик мікросфер.

Виклад основного змісту. За походженням розрізняють скляні та силіконові сфери призначені спеціально для виробництва теплоізоляції та зольні мікросфери, які являють собою промислові відходи ТЕС. Останні мікросфери формуються в процесі вигорання молотого вугілля в топках ТЕС, коли мінеральна частина палива піддається дії високих температур і найбільш легкоплавкі частинки оплавляються і стягуються за рахунок сил поверхневого напруження в найбільш компактну сферичну форму, що фіксується при охолодженні ззовні склоподібною оболонкою, яка зсередини заповнена газом (здебільшого вуглекислим). Порожнисті мікросфери володіють низькою об'ємною вагою, внаслідок чого вони легко спливають у воді, що спрощує їх вирізання з масиву золівідвалу.

Одна з найголовніших вимог це – чистота мікросфер, яка характеризується кількістю забруднюючих їх домішок у вигляді щільних силікатних шариків та фрагментів розбитих сфер. Значний вміст домішок викликає неоднорідність властивостей готового виробу.

Для проведення аналітичного дослідження було відібрано п'ять зразків матеріалу від найбільш розповсюджених виробників представлених в Україні. Зразки

оглядалися за допомогою електронного растрового мікроскопу. В результаті було отримано збільшені зображення поверхні матеріалу представлені на рис.1-5.

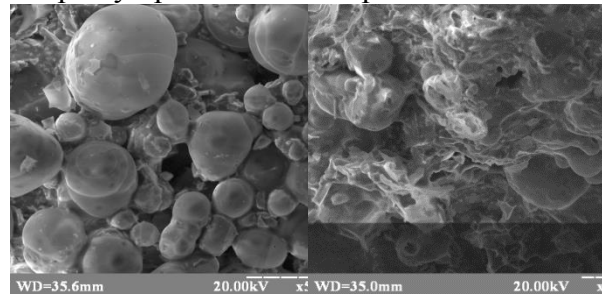


Рис.1 - Мікрофотографія зразка №1

Рис.2 - Мікрофотографія зразка №2

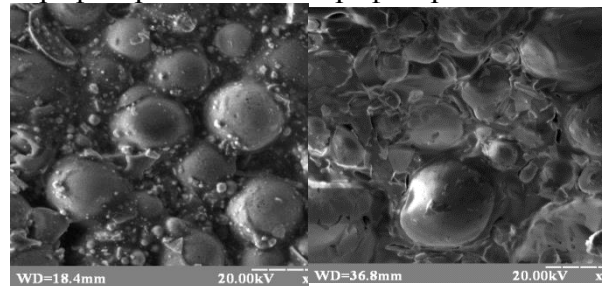


Рис.3 - Мікрофотографія зразка №3

Рис.4 - Мікрофотографія зразка №4

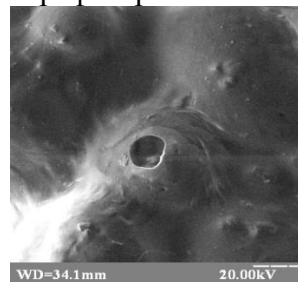


Рис.5 - Мікрофотографія зразка №5

Аналіз структури кожного зразка здійснено кількісним способом, методом січних. Сутність даного методу полягає в тому, що зображена на фотографії структура, що складається з декількох фаз, перетинається випадковими прямими лініями (не менше п'яти). Контури зерен окремих фаз на поверхні розсікають ці лінії на окремі відрізки (хорди). Якщо окремо підсумувати довжини хорд, що припадають на кожен з фаз структури, і розділити суми на загальну довжину січних ліній – то, отримані частки будуть дорівнювати долям площі поверхні. [5] Результати аналізу зразків за фазовим складом і наявністю уламків представлено в табл. 1.

Таблиця 1 - Кількісне розподілення сфер різної фази на поверхні зразка у відсотках

| Величина фази, мкм | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 | Зразок №4 | Зразок №5 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 10 | 2% | - | - | - | 1% |
| 20 | 6% | - | 5% | 7,5% | 4,5% |
| 25 | 5% | - | - | - | - |
| 30 | - | - | 12 | 4% | - |
| 35 | - | - | - | - | 5% |
| 40 | 32 | - | 15 | 5% | - |
| 45 | - | - | 28 | - | 15% |
| 50 | - | - | - | 19% | - |
| 60 | - | - | - | - | - |
| 70 | 14 | 2% | - | - | 27% |
| 90 | - | 6% | - | - | - |
| 130 | - | 12 | - | - | - |
| Уламки | 17 % | 80 % | 13 % | 25% | 12% |
| Зв'язувальна композиція | 24 % | | 27 % | 39,5 % | 35,5 % |

Результати візуального дослідження. Зразки № 1,2,4 виготовлені на акриловому в'язучому, містять скляні мікросфери. Для цих зразків характерна змішана поліендрична структура, геометрична нерівномірність діаметру зерен, наявність тріщин на поверхні сфер, а також значна кількість уламків та деформованих елементів. Зразок № 2 виявився найбільш неоднорідним. Уламки у великій кількості рівномірно розподілені у в'язучому. Зразок № 3 містить керамічні мікросфери в акриловій композиції. Цьому зразку також притаманна змішана поліендрична структура, однак на відміну від попередніх, зерна відрізняються правильною сферичною формою без тріщин та пошкоджень. Однак наявні уламки та пил в незначній кількості. Зразок № 5 за складом подібний до лакофарбового матеріалу і містить скляні мікросфери. Структура цього зразка тяжіє до оболонкової, відтак виявити присутність улам-

ків сфер досить важко. Проте даний зразок також демонструє наявність сфер з порушеною цілісністю.

Висновок. Проведені дослідження вказують на значні недоліки більшості представлених зразків рідкої теплоізоляції на основі мікросфер. Проаналізовано фракційний склад кожного зразка. Вміст уламків коливається від 12 до 80%, на підставі чого припускаємо, що покриття з неущкодженними сферами, правильної геометричної форми демонструє кращі теплоізоляційні характеристики. Гіпотетично виробники ізоляції використали неякісну сировину або цілісність мікросфер була порушена в процесі виготовлення матеріалу чи безпосередньо під час нанесення на поверхню. Результати досліджень слугуватимуть основою для подальшого встановлення залежності «технологічні фактори – структура – властивості» рідкої теплоізоляції на основі мікросфер.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Плачкова С. Г. Энергетика: історія, сучасність і майбутнє. /Плачкова С.Г. – К.: Лібра, 2010. – 321с.
2. Долінський А.А. Энергозбереження:більш ніж клондайк для економіки України або ціна перерваної культурної традиції/Долінський А.А. //Дзеркало тижня. – 2006. – №22(601).
3. Ю.Ю. Головач. Метод постановки опыта и расчёта коэффициента теплопроводности для сверхтонких тепловых изоляционных материалов, методические рекомендации по теплотехническим расчётам./ Ю.Ю. Головач – М.: ФГУП НИИ «Сантехники», 2003. – 22с.
4. Тихомиров С.Н. Результаты применения жидкой тепловой изоляции на участке магистрального трубопровода системы централизованного теплоснабжения/Тихомиров С.Н.//Вестник МГСУ. – М.:2013. - №10
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт „Основні методи металографічного аналізу структури металів, сплавів і сполук” з курсу „Теорія процесів формування структури та властивостей конструкційних матеріалів”. /Укладачі: Большаков В.І., Сухомлин Г.Д., Лаухін Д.В., Бекетов О.В., Мурашкін О.В., Іванцов С.В., Семенов Т.В.– Дніпропетровськ: ПДАБА, 2013. – 18 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – На зміну СНиП II-3-79**;
чинний з 01.01.2006.
7. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. – На зміну
СниП 2.04.07-86; чинний з 07.01.2009