

Гаєнко О.В., керівник групи розвитку сухих продуктів, Носовський Ю.Л., канд. техн. наук, консультант,
ТОВЗП «Хенкель Баутехнік (Україна)», м. Київ

МІКРОАРМУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ СКРІПЛЕНИХ СИСТЕМ УТЕПЛЕННЯ

Вступ

На сьогоднішній день вже не має потреби у тому, щоб переконувати мешканців будинків та квартир у необхідності чи ефективності улаштування систем утеплення фасадів, при цьому мова йде не лише про новобудови але й про старий житловий фонд.

Вже є загальновідомим, що якісна зовнішня система утеплення будинку чи споруди значно знижує тепловтрату через огорожуючі конструкції взимку та сприяє збереженню прохолоди влітку, вона також покращує мікроклімат в середині приміщення, знижує енерговитрати, що особливо актуально під час постійного росту цін на енергоносії та зміщення акцентів в бік екологічно безпечних технологій будівництва.

Одним із ключових моментів ефективності зазначеної системи є її довговічність, яка, як і в будь-якій комплектній системі, визначається надійністю та довговічністю її компонентів. В наведеній роботі розглянуто один із ключових компонентів, який відповідає в найбільшій мірі саме за цілісність та довговічність всієї системи – гідрозахисний шар.

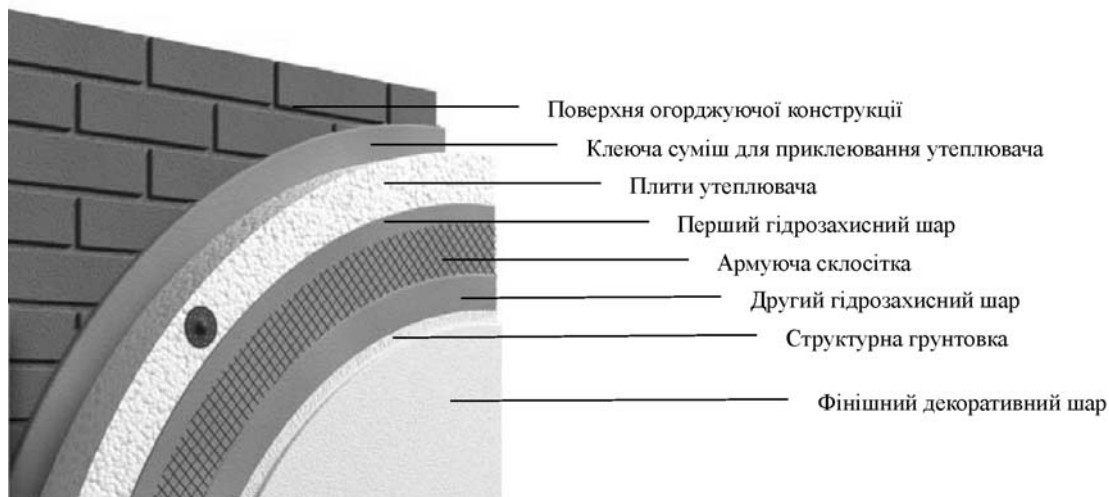


Рисунок 1 - Типова схема скріпленої системи утеплення фасаду будинку

Типова схема зовнішньої системи утеплення (рис. 1) подібна у більшості виробників і одним із компонентів такої системи є армуюча лугостійка склосітка, яка розташовується в середині гідрозахисного шару на етапі його нанесення і після його затвердіння сприяє захисту утеплювача від механічних та інших навантажень, які можуть виникати під час експлуатації споруди. Особливо небезпечною є зона першого поверху де найчастіше зустрічається механічний вплив на поверхню системи утеплення у вигляді потрапляння ігрових предметів, наприклад м'яча (рис. 2), обпирання велосипедів, ручного інструменту, тощо.

Однак, як показала практика експлуатації таких систем, використання лише армуючої склосітки є недостатнім. З метою підвищення надійності гідрозахисного шару деякими провідними виробниками було вирішено застосовувати мікроармування розчину для улаштування гідрозахисного шару шляхом введення мікрОВОЛОКОН на стадії його виробництва в заводських умовах.

В даній роботі наведено результати досліджень, що проводились при підборі оптимального варіанту мікроармування розчину для улаштування гідрозахисного шару.



Рисунок 2 - Вплив зовнішніх механічних навантажень на компоненти системи утеплення

Методи дослідження та матеріали

В якості об'єкта досліджень використовувалась суха будівельна суміш для улаштування гідрозахисного шару Ceresit СТ 85; мікроармування виконувалось кожного окремого зразку гідрозахисної суміші відібраними волокнами: целюлозним волокном Technocel 1004-6N, поліетиленовим волокном Faser FPE 900, поліакріламідним волокном Rodia Nylkrete 6, поліпропіленовим волокном ВАП-2 та скловолоконном Anti-Crack HD 6 та HD 3, порівняльні дані яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Основні показники якості мікрОВОЛОКОН

| Марка волокна | Природа волокна | Середня товщина волокна, мкм | Середня довжина волокна, мм | Густина, г/л |
|--------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Technocel 1004-6 N | Целюлозна | ~ 20 | 0,08 - 0,32 | 50 - 90 |
| Faser FPE 900 | Поліетилен | ~ 40 | 0,75 - 1,05 | 28 - 50 |
| Rodia Nylkrete 6 | Поліакріламід | ~ 22 | 0,9 - 1,2 | 77 |
| ВАП фибра | Поліпропілен | ~ 18 | 2 | 91 |
| Anti-Crack HD 6 | Скловолоконно | ~ 14 | 6 | 130 |
| Anti-Crack HD 3 | Скловолоконно | ~ 14 | 3 | 140 |

Оцінка довговічності досліджуваного розчину проводилась за показником еластичності згідно EN 12004 та ударостійкості згідно ETAG 004 «Зовнішні теплоізоляційні композиційні системи «Підсилені», п.5.1.3.

Мікроармування досліджуваного розчину виконувалось шляхом введення волокон в суху суміш під час перемішування в лабораторному змішувачі для сухих сумішей протягом 10 хв, надалі виготовлялись зразки розчину розміром 3х40х300 мм (рис. 3, а), які після тверднення в нормальних умовах піддавались випробуванню на еластичність шляхом визначення прогину в мм до моменту руйнування (рис. 3, б).

Інша частина приготовленої розчинової суміші була використана для виготовлення серії зразків на визначення ударостійкості. Досліджувані зразки гідрозахисної суміші наносились на пінополістирольні плити утеплювача розміром 50х50 см та армувались склосіткою, як це передбачено за конструкцією системи утеплення. Виготовлені зразки перед випробуванням на ударостійкість тверднули в лабораторних умовах протягом 28 діб.



Рисунок 3 - Приготування зразків гідрозахисного шару (а) та їх випробування на еластичність (б)

Результати досліджень та їх аналіз

Поетапне збільшення кількості волокон різної природи порівнювались з базовим розчином без мікроармування за показником еластичності шляхом вимірювання прогину зразку в мм від моменту прикладання зусилля до моменту його руйнування. Отримані результати відображено на рис 4.

Як видно з отриманих даних, найбільш ефективними з точки зору підвищення еластичності, а отже – довговічності, є склофібра, при цьому найвищу ефективність показали скляні волокна довжиною 6 мм, які вже при кількості 0,25 % забезпечують отримання найвищого значення прогину в 1,68 мм серед інших різновидів мікрОВОЛОКОН, що змогли наблизитися до цього значення лише при введенні 4-кратної кількості таких волокон (поліпропіленові волокна).

Головною гіпотезою пояснення такої відмінності отриманих результатів є не лише різниця в фізичних та механічних характеристиках відібраних зразків, але і здатність волокон до рівномірного розподілення в об'ємі сухої суміші при перемішуванні.

1. Аналіз мікроскопічних досліджень дозволяє впевнено стверджувати, що вони значно відрізняються за своєю структурою: так, целюлозні та поліетиленові волокна мають вигляд клубків, які досить густо та міцно переплетені і тримаються купи (фото 4, а, б), на відміну від скловолокна, поліпропіленових та поліакриамідних волокон, які мають яскраво виявлену штучність і з групи яких досить легко виділити окремі волосинки мікрОВОЛОКОН (фото 4, в, г, д, е). Очевидно, що така відмінність структури волокна буде суттєво впливати на його показників від введеної кількості мікрОВОЛОКОН.

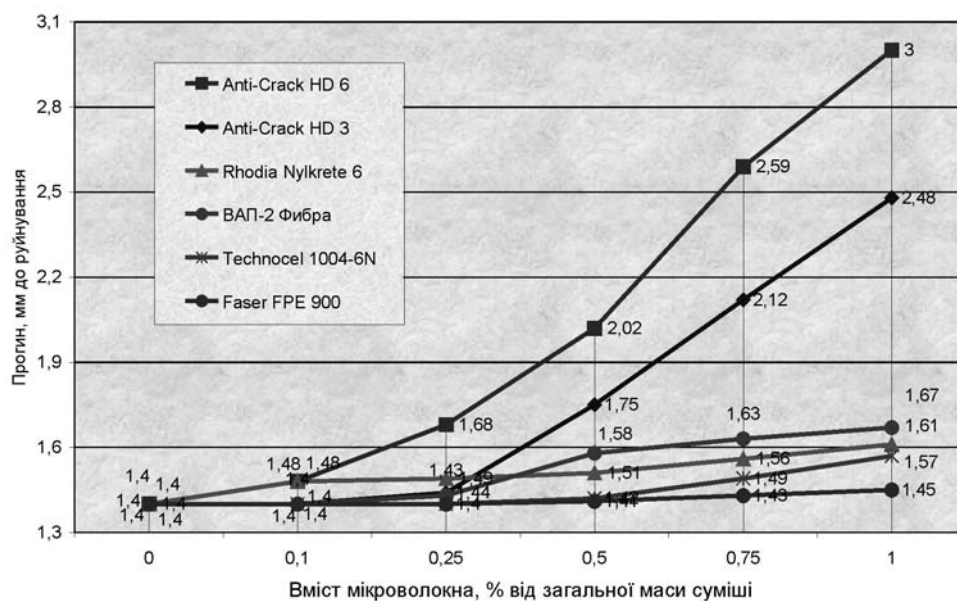


Рисунок 4 - Вплив виду та кількості мікрОВОЛОКОН на еластичність гідрозахисного розчину

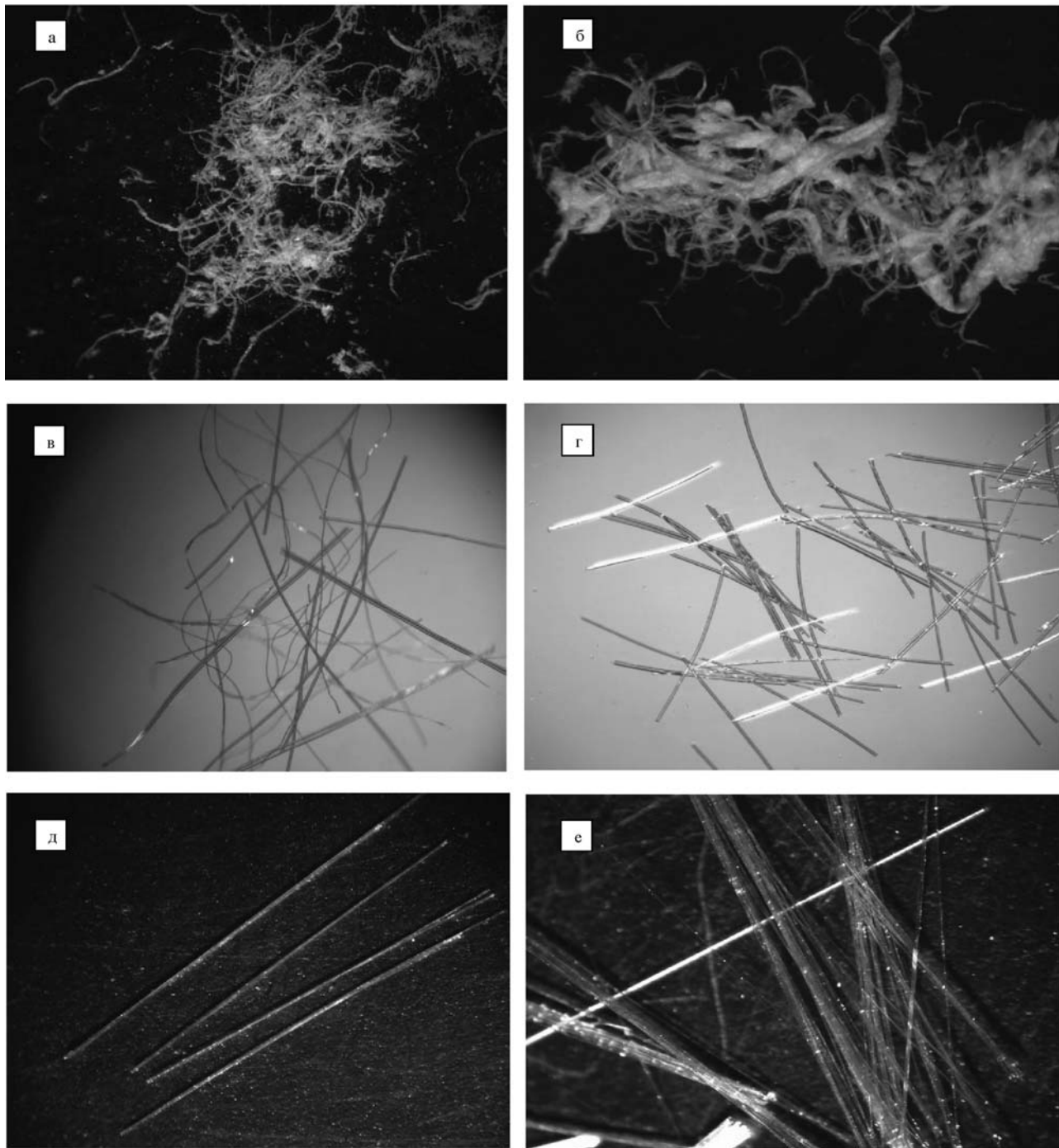


Рисунок 5 - Фотографія мікрОВОлокна, збільшення 50 х :

- а) целюлозне волокно Technocel 1004-6;
- б) поліетиленове волокно Faser FPE 900;
- в) поліакриламідні волокна Rodia Nylkrete 6;
- г) поліпропіленові волокна ВАП фібра;
- д) скловолокно Anti-Crack HD 3
- е) скловолокно Anti-Crack HD 6

Іншим випробуванням досліджуваного гідрозахисного шару та ефективності його мікроармування було проведення тестів на ударостійкість за Брінелем (тест на удар тяжким предметом), що моделює ударне навантаження випадкового характеру від важкого, недеформованого предмету. Зважаючи на те, що даний метод випробування передбачається для готової системи утеплення з усіма передбаченими конструкцією шарами, приготовлені зразки також буди доукомплектовані ґрунтуючим та фінішним декоративним шаром. На основі

отриманих результатів зразки оцінювались за критеріями, що наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Класифікація результатів випробувань на ударостійкість за Брінелем

| Категорія | Випробування на ударостійкість за Брінелем 10 Дж | Випробування на ударостійкість за Брінелем 3 Дж |
|-----------|--|---|
| 1 | Без змін ¹ | Без змін ¹ |
| 2 | Без руйнування ² | Без руйнування ² |
| 3 | - | Без пробивання ³ |

Примітка:

¹ допускається поверхневе пошкодження без утворення тріщин (рис 7, а)

² результат випробування класифікується як «Руйнування» якщо кільцева тріщина розкрита настільки, що можна побачити теплоізоляційний матеріал (рис. 7, б)

³ результат випробування оцінюється як «Пробивання», якщо спостерігається руйнування штукатурного шару до гідрозахисного шару по меншій мірі в трьох випадках із п'яти.

Випробуванню на ударостійкість за Брінелем (10 Джоулів) відповідає сили вільного падіння сталевий кулі масою 1 кг з висоти 1,02 м і, відповідно, випробуванню на ударостійкість до 3 Джоулів відповідає вільне падіння сталевий кулі масою 0,5 кг з висоти 0,61 м (рис. 6).

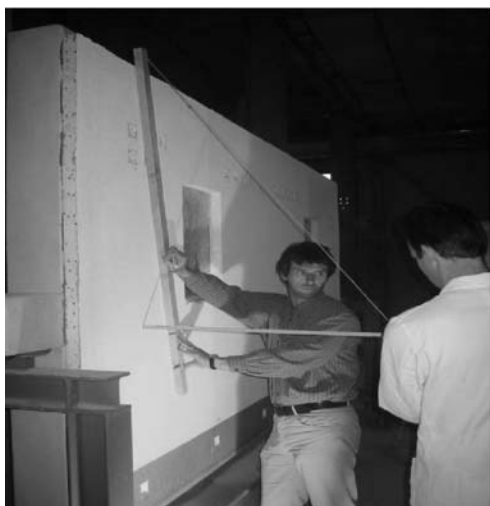


Рисунок 6 - Проведення випробування системи утеплення на ударостійкість за Брінелем

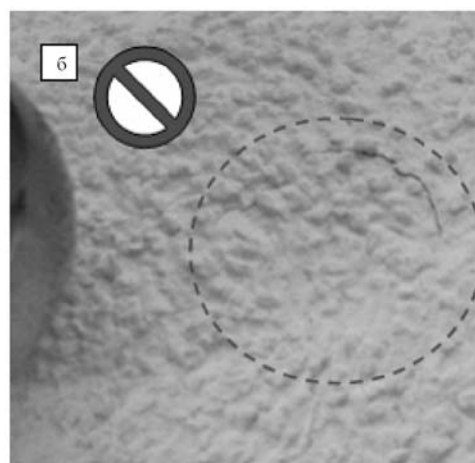
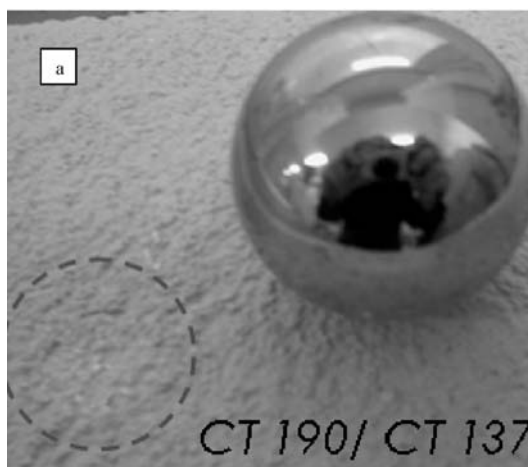


Рисунок 7 - Результати випробування на ударостійкість: «Без змін» (а) та «Без руйнування» (б)

Приготовлені зразки системи з різними варіантами мікроармування після випробування на ударостійкість класифікувались за критеріями, вказаними в таблиці 2, отримані результати зведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Результати випробувань на ударостійкість

| Марка волокна | Природа волокна | К-сть волокна, % | Категорія при випробуванні в 10 Дж | Категорія при випробуванні в 3 Дж |
|--------------------|-----------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Technocel 1004-6 N | Целюлозна | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,5 | 3 | 3 |
| | | 1 | 3 | 3 |
| Faser FPE 900 | Поліетилен | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,5 | 3 | 3 |
| | | 1 | 3 | 3 |
| Rodia Nylkrete 6 | Поліакріламід | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,5 | 3 | 3 |
| | | 1 | 3 | 2 |
| ВАП фибра | Поліпропілен | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,5 | 3 | 2 |
| | | 1 | 2 | 1 |
| Anti-Crack HD 3 | Скловолокно | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,5 | 2 | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 |
| Anti-Crack HD 6 | Скловолокно | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,5 | 1 | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 |

Висновки

1. Високі експлуатаційні навантаження вимагають від скріплених теплоізоляційних систем не лише використання армуючої склосітки але й застосування мікроармування компонентів системи, зокрема гідрозахисного шару.

2. В результаті проведених досліджень різних видів мікрОВОЛОКОН були отримані дані, що дозволяють підібрати оптимальний вид волокна та його необхідну кількість для забезпечення високої еластичності та ударостійкості гідрозахисного шару.

3. Визначальну роль в здатності до підвищення еластичності і тріщиностійкості при випробуванні на ударостійкість гідрозахисного шару найкращі результати були отримані при використанні скловолокна.

4. Здатність волокна до мікроармування визначається його фізичною формою; найбільш ефективним використанням волокон, що мають поштучну структуру і на відміну від клубкових волокон (целюлозні та поліетиленові) здатні до рівномірного розподілення в об'ємі сухої суміші.

5. Збільшення кількості волокна підвищує як еластичність так і ударостійкість розчину, при цьому лише скловолокно забезпечує найбільшу залежність досліджуваних показників від введеної кількості мікрОВОЛОКНА.