

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БАЗАЛЬТОВОЇ МІКРОФІБРИ ДЛЯ АРМУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

Лаповська С. Д., д.т.н., Демченко Т.М.

«Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів і виробів», м. Київ

Ковальчук О.Ю., к.т.н., сн.с., Чорновол В.О. к.т.н., доц.

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ,

missvik@ukr.net

Енергозбереження – один з основних критеріїв, що визначає вид та матеріал для стінових огороджуючих і несучих виробів та конструкцій.

Багаторічний зарубіжний [1-3] і вітчизняний [4, 5] досвід свідчить, що в умовах дефіциту фінансових і енергетичних ресурсів використання газобетонних виробів дозволяє швидко і ефективно вирішувати проблеми житлового будівництва. В кліматичних умовах України автоклавний газобетон (АГБ) є практично єдиним стіновим матеріалом, що можливо застосовувати для влаштування одношарових огорожувальних конструкцій. Цей сучасний високотехнологічний будівельний матеріал найкращим чином підходить для умов збалансованого розвитку, як в процесі виробництва, так і застосування. Встановлення більш жорстких вимог до теплоізоляції стін обумовили основну тенденцію у виробництві АГБ – зниження густини стінових виробів зі збереженням міцнісних характеристик продукції.

Недоліками виробів зниженої густини є низький опір розтягуючим напруженням, підвищена крихкість, незначна міцність на розтяг при згині, знижена тріщиностійкість.

Одним зі способів подолання вищезазначених недоліків є застосування матеріалів та речовин, що здатні створити структурний зміцнюючий каркас нідздрюватобетонного масиву, тобто армувати міжпорові перегородки, міцність яких визначає міцність всього матеріалу.

Дисперсне армування нідздрюватого бетону мінеральними, полімерними або іншими неметалевими волокнами значно покращує міцнісні та деформаційні властивості матеріалу та підвищує надійність виробів і конструкцій при експлуатації. Це і є одним із способів вирішення завдання на сучасному етапі розвитку бетонознавства.

Для теплоізоляційного АГБ густиною (150–300) кг/м³ доцільним є проведення дослідження щодо можливості застосування для дисперсного армування коротких мінеральних волокон (мікрофібри).

Для досліджень було використано базальтову мікрофібру «MAGMA MICROFIBER» виробництва ТОВ «Магма Індустрія» (м. Костопіль, Україна). Мікрофібра виготовляється на основі подрібненого механічним способом базальтового супертонкого волокна «MAGMAWOOL», виробленого з використанням індукційної плавки шихти при температурі близько 2200 °С, що дозволяє зруйнувати кристалічну структуру базальту.

Візуально матеріал являє собою дрібнодисперсний порошок сіро-бежевого кольору, що складається з фрагментів базальтових супер тонких волокон. Довжина фрагментів обумовлена способом і часом подрібнення.

Базальтова мікрофібра «MAGMA MICROFIBER-M» містить волокна 25–120 мкм і 10–20% дрібнодисперсних частинок розмірами 0,1–0,5 мкм. Фракції «MAGMA MICROFIBER-25», «MAGMA MICROFIBER-50» і «MAGMA MICROFIBER-75» мають середню довжину волокон 25, 50 і 75 мкм відповідно. Кількість дрібнодисперсної фракції 0,1–0,5 мкм в цих матеріалах менше приблизно в десять разів. Мікрофібра «MAGMA MICROFIBER-Zr» на основі базальту, модифікованого силіцидом цирконію, відрізняється підвищеною хімічною стійкістю. Хімічний склад і технічні характеристики базальтових супертонких волокон наведено в табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Хімічний склад базальтових супертонких волокон

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	TiO ₂
51,56	15,49	10,43	4,42	8,5	5,22	0,2	2,1	2,08

Таблиця 2

Технічні характеристики базальтових супертонких волокон

Властивості	Параметр
Середній діаметр волокна, не більше	2 мкм
Масова частка неволокнистих включень «корольків»	до 4,8 %
Щільність	от 30 до 125 кг/м ³
Коефіцієнт теплопровідності, не більше:	
при (25±5)°С	0,034 Вт/м·К
при (125±5)°С	0,054 Вт/м·К
при (300±5)°С	0,098 Вт/м·К
Коеф. звукопоглинання, для частот від 100 до 2000 Гц	0,95 – 0,99
Температурний інтервал застосування	-269...+900 °С
Температура спікання волокон	+1100 °С
Гігроскопічність	0,2 – 0,3 %
Горючість	НГ (не горючий)
Модуль кислотності	4,8 – 5,2
Масова частка вологи, не більше	0,8 %
Масова частка парів хлору, не більше	0,03 %
Хімічна стійкість (втрата маси у % при 3-годинному кип'ятінні)	
у воді	0,6 %

<i>в лужному середовищі</i>	<i>2,75 %</i>
<i>в кислотному середовищі</i>	<i>2,2 %</i>
<i>Вилугування в перерахунку на Na₂O на 5000 см³, не ></i>	<i>5,0 %</i>
<i>Наявність зв'язуючого</i>	<i>немає</i>
<i>Виділення шкідливих речовин</i>	<i>немає</i>

Для виготовлення зразків газобетону було використано наступні сировинні матеріали: ПЦ СЕМ I 52,5 N, вапняно-піщане в'язуче, молотий пісок, камінь гіпсовий, модифікуючі добавки, алюмінієва пудра. Вміст мікрофібри складав 0,1%, 0,2% і 0,3% від маси сухих компонентів сировинної суміші. Мікрофібру вводили в суміш разом з кремнеземистим компонентом.

Режими витримки та автоклавної обробки – згідно з прийнятою технологією ТОВ «АЕРОК». Міцність та середню густину отриманих зразків фіброгазобетону визначали згідно з чинними ДСТУ Б В.2.7-170, ДСТУ Б В.2.7-214 на методи випробувань. Результати визначення фізико-механічних характеристик отриманих зразків газобетону наведено у Табл. 3.

Таблиця 3

Фізико-механічні характеристики зразків автоклавного газобетону

<i>Зразок</i>	<i>Середня густина в сухому стані, кг/м³</i>	<i>Міцність при стиску, МПа</i>	<i>Міцність на розтяг при вигині, МПа</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Контрольний</i>	<i>154,7</i>	<i>0,371</i>	<i>0,104</i>
<i>Армований мікрофіброю при вмісті фібри, % від маси сухих компонентів:</i>			
<i>«MAGMA MICROFIBER-M»</i>			
<i>0,1</i>	<i>153,9</i>	<i>0,394</i>	<i>0,105</i>
<i>0,2</i>	<i>154,4</i>	<i>0,398</i>	<i>0,108</i>
<i>0,3</i>	<i>154,8</i>	<i>0,401</i>	<i>0,110</i>
<i>«MAGMA MICROFIBER-25»</i>			
<i>0,1</i>	<i>155,0</i>	<i>0,396</i>	<i>0,107</i>
<i>0,2</i>	<i>155,3</i>	<i>0,407</i>	<i>0,112</i>
<i>0,3</i>	<i>154,6</i>	<i>0,415</i>	<i>0,116</i>
<i>«MAGMA MICROFIBER-50»</i>			
<i>0,1</i>	<i>153,5</i>	<i>0,399</i>	<i>0,107</i>
<i>0,2</i>	<i>154,2</i>	<i>0,412</i>	<i>0,118</i>
<i>0,3</i>	<i>155,0</i>	<i>0,417</i>	<i>0,121</i>
<i>«MAGMA MICROFIBER-75»</i>			
<i>0,1</i>	<i>155,0</i>	<i>0,407</i>	<i>0,108</i>
<i>0,2</i>	<i>155,2</i>	<i>0,415</i>	<i>0,119</i>
<i>0,3</i>	<i>155,5</i>	<i>0,420</i>	<i>0,126</i>
<i>«MAGMA MICROFIBER-Zr»</i>			
<i>0,1</i>	<i>153,6</i>	<i>0,413</i>	<i>0,111</i>
<i>0,2</i>	<i>154,1</i>	<i>0,419</i>	<i>0,120</i>
<i>0,3</i>	<i>154,8</i>	<i>0,425</i>	<i>0,128</i>

Результати, наведені у табл. 3 свідчать про підвищення порівняно з контрольними зразками показників міцності при стиску та на розтяг при згині отриманих АГБ, армованих базальтовою фіброю. При цьому значення середньої густини армованих АГБ знаходяться на рівні (153,6–155,5) кг/м³ проти 154,7 кг/м³ бетону контрольного складу.

Проведене дослідження можливості застосування базальтової мікрофібри для армування АГБ показало, що для газосилікатів, які тверднуть в умовах автоклавної обробки найбільш прийнятним для застосування є базальтове волокно, модифіковане силіцидом цирконію.

Отже, дисперсне армування АГБ позитивно впливає на характеристики міцності при стиску та на розтяг при згині. Міцність при стиску дисперсноармованих АГБ зростає від 0,394 МПа до 0,425 МПа проти 0,371 МПа контрольних зразків, міцність на розтяг при згині від 0,105 МПа до 0,128 МПа проти 0,104 МПа відповідно. При цьому значення середньої густини у сухому стані залишаються практично на одному рівні: 154–155 МПа для армованого і неармованого АГБ.

1. Paleari M, Miliani A. The sustainability of wall solutions: Life Cycle Assessment (LCA) of different solutions for external closures. *ce papers*. 2018;2:489–494. <https://doi.org/10.1002/cepa.879>

2. Nearly Zero Energy Buildings built with AAC / Jos Cox// <https://www.eaaca.org/index.php/news/175-nearly-zero-energy-buildings-built-with-aac>

3. Брынзин Е.В., Парута В.А. Реализация концепции «устойчивого развития» в Украине путем использования автоклавного газобетона /Брынзин Е.В., Парута В.А.// <https://gazobeton.org/uk/node/45>

4. Буравченко С.Г. Преимущества использования автоклавного газобетона при строительстве однослойных несущих стен 3-5 этажных домов / <https://gazobeton.org/uk/node/38>

5. Krivenko P, Kovalchuk G and Kovalchuk O (2005). Heat-resistant cellular concretes based on alkaline cements. Proceedings of the International Conference on the Use of Foamed Concrete in Construction. 97-104.

RESEARCH OF POSSIBILITY OF APPLICATION OF BASALT MICROFIBER FOR REINFORCEMENT OF HEAT-INSULATING AUTOCLAVE GAS CONCRETE

The results of the study of disperse reinforcement of heat-insulating autoclave gas concrete by basalt micro fiber are provided. There were analyzed results obtained using different types of basalt micro fiber for reinforcement autoclave gas concrete with density 150 kg/m³. It is shown that incorporation to the gas concrete basalt micro fiber provides increasing of service properties (compressive strength) storing the density of material.