

УДК 624.012.35

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ДИСКРЕТНИХ ВОЛОКОН НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ

Дерев'янку В. М.¹, д. т. н., проф., Гришко Г. М.², докторант, Дубов Т. М.³, к. т. н., доц.

¹ derevianko.viktor@pdaba.edu.ua; ² hryshko.hanna@pdaba.edu.ua;

³ dubov.t.m@dsau.dp.ua

Постановка проблеми. Довговічність залізобетонних конструкцій у будівлях та спорудах на сьогоднішній день є однією із найбільш актуальних проблем. У процесі будівництва, експлуатації будівель та споруд виникає потреба у відновленні залізобетонних конструкцій. Часто це відновлення захисного шару залізобетону, антикорозійний, хіміко-біологічний та вогнезахист, посилення конструкції. Подібні роботи складні не тільки у виконанні, а й у правильному виборі технології та матеріалу.

Слід орієнтуватись на сучасні матеріали та технології, які забезпечують за умови правильного вибору продовження терміну служби конструкцій від 15–20 до 30–40 років. Крім того, важливою є переоцінка підходів до вибору матеріалів, що використовуються для ремонтних робіт, критеріями для яких стали якісні показники та довговічність. Аналіз останніх публікацій показує, що в Україні недостатньо розвинене виробництво сухих будівельних сумішей, армованих дискретними волокнами, внаслідок чого доводиться використовувати імпортні, які є досить дорогими, а це не дозволяє зробити вітчизняну продукцію конкурентоспроможною [1–3]. Тому питання дослідження та розробки нових сухих будівельних сумішей, модифікованих дискретними волокнами вітчизняного виробництва, є досить актуальними.

Мета роботи. З метою обґрунтування можливості застосування даного типу волокон у складах ремонтних сумішей на першому етапі досліджень визначався вплив параметрів армуючого компонента на властивості цементно-піщаного розчину.

Основна частина. Армування матеріалів дозволяє збільшити їх стійкість до температурних, вологих та корозійних впливів, покращити механічні властивості.

Головними цілями армування сухих будівельних сумішей волокнами є:

- збільшення міцності на розтягування та згинання;
- збільшення ударної в'язкості;
- зниження усадки при твердінні;
- підвищення морозостійкості, зносостійкості, адгезії.

Сутність роботи армованого (композиційного) матеріалу полягає в тому, що навантаження, що виникає в результаті зовнішніх і внутрішніх впливів різних факторів передається з матриці на волокна, що мають високі показники міцності, тим самим, ставлячи матрицю в полегшені умови роботи. Волокна збільшують міцність композиту, перешкоджають виникненню та розвитку тріщин. Залежно від довжини, орієнтації в обсязі матеріалу, а також кількісного змісту можна не тільки покращити властивості матеріалів, але і отримати нові з покращеними характеристиками [4–5]. На підставі проведеного літературного огляду, як армуючий компонент для ремонтних сумішей, було використано базальтове волокно. Це волокно забезпечує тривимірне зміцнення розчину в порівнянні з традиційною арматурою, що забезпечує лише двовимірне зміцнення. Все це є додатковим аргументом на користь дисперсно-армованих ремонтних розчинів. Інтервал варіювання компонентів представлений у таблиці 1.

У зв'язку з тим, що основним пріоритетом є застосування вітчизняних матеріалів, межі варіювання довжини волокна знаходяться у тому діапазоні, який може надати завод-виробник.

Згідно з інтервалом варіювання компонентів (табл. 1), складено матрицю планування експерименту (табл. 2), проведено випробування (табл. 3) і розрахунок $R_{ст}$, $R_{виг}$ в області досліджень (рис.1).

Таблиця 1

Інтервал варіювання компонентів

Фактор впливу	Од. вим.	Позн.	Нижній рівень	Верхній рівень
1	2	3	4	5
Цемент	%	X_1	24,8	25,1
Пісок	%	X_2	74,8	75,1
Волокно	%	X_3	0,1	0,4
Довжина волокна	мм	X_4	2	12

Таблиця 2

Матриця планування експерименту

№	Діаметр волокна	Фактори					
		X_1	X_2	X_3	Цемент	Пісок	Волокно
1	2 – 12 мм	1	0	0	25,1	74,8	0,1
2		0	1	0	24,8	75,1	0,1
3		0,5	0,5	0	24,95	74,95	0,1
4		0	0	1	24,8	74,8	0,4
5		0,5	0	0,5	24,95	74,8	0,25
6		0	0,5	0,5	24,8	74,95	0,25
7		0,33	0,33	0,34	24,9	74,9	0,2

Таблиця 3

Таблиця результатів випробування складів «розчин + базальтове волокно»

№ п/п	Довжина і концентрація базальтових волокон	$R_{ст}$, МПа		$R_{виг}$, МПа	
		3 доби	28 діб	3 доби	28 діб
1.	Чистий розчин	3,34	11,01	1,33	3,75
2.	l = 2 мм, $\mu = 0,1$ %	3,65	10,71	1,58	3,43
3.	l = 2 мм, $\mu = 0,2$ %	2,80	8,70	1,15	3,6
4.	l = 2 мм, $\mu = 0,25$ %	3,24	10,14	1,00	3,44
5.	l = 2 мм, $\mu = 0,4$ %	3,78	10,86	1,72	3,50
6.	l = 5 мм, $\mu = 0,1$ %	2,73	6,12	1,03	3,19
7.	l = 5 мм, $\mu = 0,2$ %	3,59	11,18	1,21	3,70
8.	l = 5 мм, $\mu = 0,25$ %	2,3	7,19	1,02	3,22
9.	l = 5 мм, $\mu = 0,4$ %	3,42	7,08	1,25	3,22
10.	l = 10 мм, $\mu = 0,1$ %	1,84	5,94	1,24	3,15
11.	l = 10 мм, $\mu = 0,2$ %	2,96	9,57	1,04	3,26
12.	l = 10 мм, $\mu = 0,25$ %	1,94	6,07	0,88	2,83
13.	l = 10 мм, $\mu = 0,4$ %	3,72	11,22	1,64	3,70
14.	l = 12 мм, $\mu = 0,1$ %	4,65	10,62	1,48	4,80
15.	l = 12 мм, $\mu = 0,2$ %	3,20	10,7	0,90	2,80
16.	l = 12 мм, $\mu = 0,25$ %	2,27	7,12	1,01	3,95
17.	l = 12 мм, $\mu = 0,4$ %	3,74	8,4	1,30	3,31

Дослідження залежності міцності на стиск та вигин розчинної суміші від вмісту цементу та базальтового волокна довжиною 12 мм у віці а) 3 доби, б) 28 діб.

В результаті аналізу експериментальних зразків можна виділити такі особливості: базальтові волокна довжиною 10 мм підвищують міцнісні та експлуатаційні властивості розчинів як на ранніх так і на пізніх термінах твердіння при концентрації волокна за масою цементу 0,4 %. Приріст міцності на стиск у віці 3 доби при довжині волокна 10 мм та концентрації волокна 0,4 % становив 9,9 %, у віці 7 діб – міцність не змінюється, у віці 28 діб міцність на стиск підвищується на 1,9 %. Міцність на згин на пізніх термінах (28 діб) залишається рівною міцності контрольних зразків із чистого розчину, у той час як у віці 3 діб вона підвищується на 23,3 % (рис. 1).

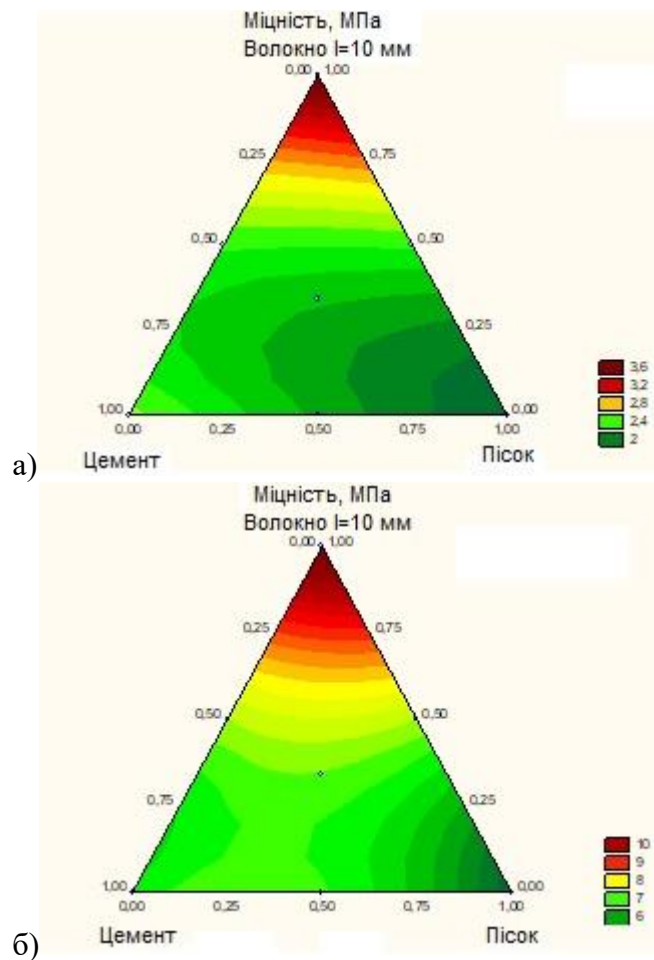


Рис. 1. Залежність міцності на стиск зразків розчинної суміші від вмісту цементу та базальтового волокна довжиною 10 мм у віці а) 3 доби, б) 28 діб

Висновок. Дослідження застосування базальтових волокон як дисперсного армуючого компоненту ремонтних сумішей показали ряд характерних закономірностей, які необхідно враховувати при введенні базальтових волокон до складу сухих будівельних сумішей, а саме застосування базальтового волокна довжиною 12 мм підвищення фізико-механічних характеристик сумішей найефективніше на ранніх термінах твердіння. При цьому кількість базальтового волокна % від маси цементу повинна становити 0,1 %. Приріст міцності при стисканні у віці 3 діб при довжині волокна 12 мм та концентрації волокна 0,1 % становив 39,22 %, а при вигині 11,28 %

від міцності контрольних зразків із чистого розчину. Міцність при згинанні у віці 28 діб зросла на 28 % (рис. 1).

Список використаних джерел

1. Turba Y., Solodky S. Crack resistance of concretes reinforced with polypropylene fiber. Lecture Notes in Civil Engineering. *Proceedings of 2nd International scientific conference on EcoComfort and Current issues of civil engineering EcoComfort 2020*. Vol. 100. Lviv, Ukraine, 16–18 September 2020. Pp. 474–481. (Scopus).
2. Sanytsky M., Kropyvnytska T., Vakhula O., Bobetsky Y. Nanomodified Ultra High-Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites with Enhanced Operational Characteristics. In International Conference Current Issues of Civil and Environmental Engineering Lviv–Košice–Rzeszów. Pp. 362–371. Cham : Springer Nature Switzerland, 2023.
3. Derevianko V., Moroz L., Hryshko H., Vatazhishin O. Dispersed-reinforced concretes and mixtures with mineral and organic fibers. *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2023. Vol. 1 (52). Pp. 181–195. URL: <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/297642>
4. Derevianko V. N., Kondratieva N. V., Hryshko H. M., Sanytsky M. A. Modelling the Mechanism of Mineral-Binders’ Hydration Processes in a Macro-Micro-Nanosystem. *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*. 2023. Vol. 18 (1).
5. Krivenko P. V. et al. Complex multifunctional additive for anchoring grout based on alkali-activated portland cement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2020. Vol. 907, № 1. Pp. 012055.