



Юніс Башір Н.



Аль-хавари Юсеф Рияд

**Юніс Башір Н., канд. техн. наук, доцент,
Аль-хавари Юсеф Рияд, аспирант,**

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), г. Харьков

СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ФИБР С БЕТОНОМ

В статье рассматриваются механизмы связи базальтовых волокон с цементной матрицей и технологией уплотнения смеси вибровакуумированием. Анализ показал, что технология вибровакуумирования позволила получить кристаллы в бетоне таким образом что возникает адгезионная связь с волокнами. В результате экспериментального исследования получены повышенные показатели прочности армоцемента.

Введение

Волокно минеральное микроармирующее покрытое термоэластичным полимером является арматурой для бетона, оно используется путём введения в различные цементные растворы, когда необходимо предотвратить образование деформационных трещин, возникающих вследствие механического воздействия или усадки. При перемешивании бетона фибры разделяются, обеспечивая сквозное армирование бетона. В 1 кг базальтового фиброволокна содержится 300-600 млн. микроволокон фибры, что позволяет увеличить прочность бетона при растяжении и предотвращать образование трещин.

Актуальность темы

Эффективность базальтовых фибр зависит от ряда факторов, таких как физические показатели их свойств (прочность, модуль упругости, коэффициент Пуассона), геометрии волокна (волнистость поверхности, величина сечения), объемного содержания волокон в бетоне, свойства матрицы (прочность матрицы, её влажность, наличие химических добавок) и свойства взаимодействия компонентов (адгезия, трение, механическое соединение) [1]. Сцепление волокна с цементной матрицей является важным параметром для армированных волокном цементных композитов. Кроме того, эффективность армированных композитов сильно зависит от распределения волокон в матрице и связи их с матрицей. Анализ исследований по определению связи между волокнами и цементной матрицей показал, что в основном наибольшим недостатком таких композитов является низкие значения адгезии [2,3,4,5]. Целью работы является разработка способа улучшения сцепления базальтовых фибр с цементным камнем и заполнителями интенсификацией процесса уплотнения бетонам с помощью вибровакуумирования.

Экспериментальная часть

Предложена технология вибровакуумирования, которая обеспечивает появление таких положительных свойств бетона как интенсивный рост прочности в начальный период твердения, сокращение времени на тепловую обработку изделий, уменьшение металлоемкости технологического оборудования за счёт уменьшения парка форм и снижения показателя В/Ц, особенно в зоне контакта между фибрами и составляющими частями бетона. [7,8]. Технология вибровакуумирования значительно повышает степень уплотнения бетонной смеси, что обеспечивает повышение сцепления базальтовых фибр с бетоном.

Исследования проводились в лаборатории кафедры строительных материалов и изделий Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Состав бетона

рассчитывали по методу абсолютных объёмов с последующей его корректировкой. Было исследовано сцепления базальтовых фибр с бетоном, уплотнённым вибровакуумированием. В качестве микроармирования использовали базальтовое волокно. Вибровакуумирование снижает проницаемость бетона, что характеризуется снижением водопоглощения бетона [6]. За счёт уменьшения в бетоне количества пор при отжати воды, химические вещества впитываются в бетон в меньших объёме и, следовательно, долговечность бетона увеличивается.

Степень уплотнения бетонной смеси при вибровакуумировании зависит от частоты и амплитуды колебаний вибратора, и продолжительности вибрирования и вакуумирования [8]. При уплотнении бетонной смеси амплитуда колебаний была в пределах 0,3-0,7 мм при частоте колебаний около 3000 в минуту. Вследствие разрежения, создаваемого в вакуум-щите, через фильтр из бетона отсасываются вода и воздух, удаляемые вакуум-насосом. Частицы цемента задерживаются специальными фильтрующими материалами.

Были изготовлены образцы – «балочки 4x4x16 см», состава Ц:З=1:3, (в качестве заполнителя применён гранотсев), влажность смеси (В/Ц) применяли в диапазоне 0,5...0,7, количество базальтовых волокон 0,25% от веса цемента. Результаты определения прочности бетона армированного неметаллическими волокнами представлены в таблице 1. Аппаратура по испытанию образцов показана на рисунке 1.



Рис. 1. Испытание прочности балочки на изгиб

Результаты испытания прочности на растяжение при изгибе 3-х образцов и сравнение с эталоном (при классическом методе тромбования) показали что, прочность образцов, изготовленных вибровакуумированием на 50% выше, чем образцов уплотнённых тромбованием. (табл. 1.).

Таблица 1.

Прочность образцов при изгибе

Номер образца	Прочность при изгибе кг/см ²		
	Эталон, бетон виброуплотнённый	Тромбование бетона с фиброй	Вибровакуумирование бетона с фиброй
1	58	75	90
2	60	77	112
3	61	78.5	116

Для исследования качества сцепления базальтовых фибр с бетоном проведён анализ структуры стеклобетона на электронном микроскопе. Результаты анализа представлены на рисунке 2.

Приведенные снимки показывают повышенную адгезию между волокном и бетоном, уплотненного вибровакуумированием. Снимок (рис. 2-б) показывает, что частицы цемента прилипают к поверхности волокно, это повышает физическую связь волокон с цементом. Микроскопический анализ показывает, что поверхность коротких базальтовых волокон не деформируется в процессе уплотнения.

Результаты испытания прочности образцов при сжатии показали повышение прочности на 30 % для аб-

разцов, изготовленных вибровакуумированием, представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Прочность образцов на при сжатии

№	Прочность при сжатии стеклобетона, уплотнённого различными методами уплотнения, кг/см ²		
	Эталон	Тромбование	Вибровакуумирование
1	145	190	240
2	157	192	252
3	160	200	258

Выводы

Введение микроармирующих базальтовых волокон в строительные смеси актуально на сегодняшний день, однако, как показал анализ литературных данных, имеет недостатки, основной из которых – слабое сцепление между волокном и цементным камнем. Для улучшения сцепления базальтового волокна с цементной матрицей была использована технология вибровакуумирования, которая позволила увеличить прочность при изгибе на 50 % и прочность при сжатии на 30 % по сравнению с изготовленными тромбованием.

Электронная микроскопия показала, что образцы, изготовленные вибровакуумированием имеют лучшее сцепление с цементной матрицей из-за лучшего механического сцепления фибр с новообразованиями цементного камня.

Таким образом проведенные исследования показали, что способ вибровакуумирования улучшает сцепление базальтовых фибр с бетоном.

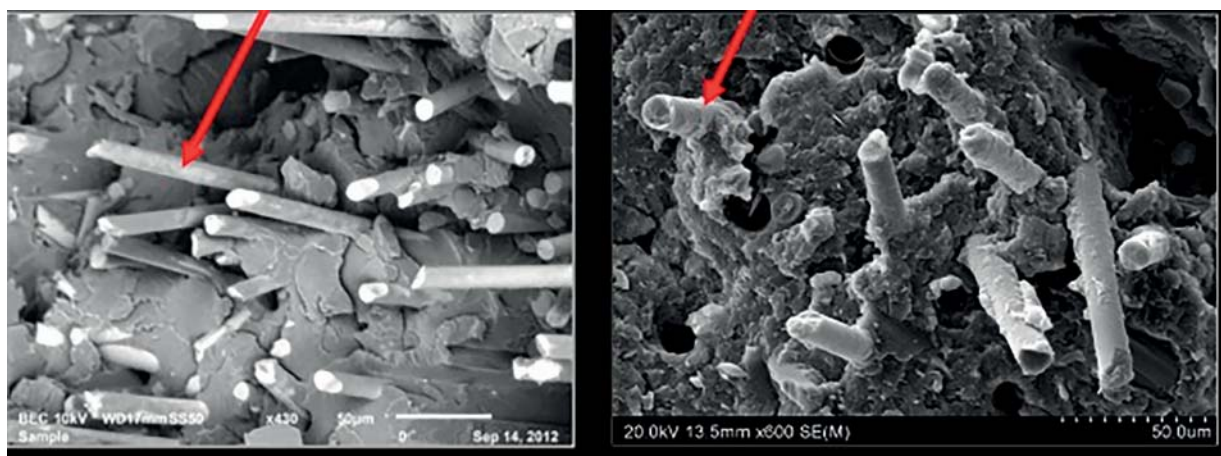


Рис. 2. Электронномикроскопический снимок цементной матрицы и базальтового волокна уплотнённых различными методами. а – уплотнение тромбованием, б – уплотнение вибровакуумированием.

Литература:

- Kim, D. J., Naaman, A., El-Tawil E., S., «Comparative Flexural Behavior of Four Fiber Reinforced Cementitious Composites», Cement & Concrete Composites, Article in press, 2008.
- Peled, A., Zaguri, E., Marom, G., «Bonding Characteristics of Multifilament Polymer Yarns and Cement Matrices», Composites: Part A, 2008, Vol. 39, 930-939.
- Bentur, A., «Role of Interfaces in Controlling Durability of Fiber-Reinforced Cements», Journal of Materials in Civil Engineering, 2000, Vol.12, No. 1, 21725.
- Leung, C. K. Y., Ybanez, N., «Pull-out of Inclined Flexible Fiber in Cementitious Composite», Journal of Engineering Mechanics, 1997, Vol. 123, No. 3.
- Najm, H., Naaman, A.F., Chu, T. J., Robertson, R. E., «Effects of Poly vinyl alcohol on Fiber Cement Interfaces. Part I: Bond Stress-Slip Response», Advance Cement Base Materials, 1994, Vol.1, 115-121.
- Махова М. Ф. О кристаллизации базальтовых волокон // Стекло и керамика. 1968. №11. С. 22-23.
- Сторожук Н.А. Механизм уплотнения бетонных смесей вакуумированием / Сторожук Н.А. // Известия вузов: Строительство и архитектура.– 1979.– №2.– С.72-76.
- Скрамтаев Б.Г. Вакуумирование бетона / Б.Г.Скрамтаев, А.Е.Десов // Строительная промышленность.– 1938.– №3.– С.64-72.