

УДК 666.97.031

**ВЛИЯНИЕ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ НА ПРОЧНОСТЬ  
ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ**

**ВПЛИВ БАЗАЛЬТОВОЇ ФІБРИ НА МІЦНІСТЬ ЦЕМЕНТНОГО  
КАМЕНЮ**

**THE INFLUENCE OF BASALT FIBER ON THE COMPRESSIVE  
STRENGTH OF CEMENT**

**Ксёншкевич Л.Н.** к.т.н., доц., **Барабаш И.В.**, д.т.н., проф., **Даниленко А.В.**, к.т.н. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

**Ксьоншкевич Л.М.** к.т.н., доц., **Барабаш І.В.**, д.т.н., проф., **Даниленко А.В.**, к.т.н. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

**Ksenshkevich L.N.**, candidate of technical sciences, associate professor, **Barabash I.V.**, doctor of technical sciences., professor, **Danilenko A. V.**, candidate of technical sciences (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa)

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния добавки базальтовой фибры на прочность при сжатии цементного камня на механоактивированном цементозольном вяжущем

Наведені результати експериментальних досліджень впливу добавки базальтової фібри на міцність при стиску цементного каменю на механоативованому цементозольному вяжучому

**The results of experimental studies of the influence of basalt fiber on the compressive strength of cement on mechanoactivated binder**

**Ключевые слова:**

Механоактивация, портландцемент, зола-унос, базальтовая фибра.  
Механоактивація, портландцемент, зола-виносу, базальтова фібра.  
Mechanoactivation, Portland cement, fly ash, basalt fiber.

**Вступление.** Появление новых технологий в строительстве требует создания композитов, характеризующихся наряду с высокой прочностью при сжатии и долговечностью также и относительно низкими расходами

вяжущего. Изучению этой проблемы посвятили свои работы многие исследователи [1-4]. Как результаты лабораторных исследований так и данные промышленных испытаний показывают, что получение композитов с высокими прочностными характеристиками требует целый ряд рецептурных и технологических приёмов, в частности: использование суперпластифицирующих добавок, позволяющих резко снизить водоцементное отношение; использование высокомарочных цементов; использование активных минеральных добавок - как природного так и искусственного происхождения, которые придают бетону, высокую прочность, повышенную стойкость к коррозии, пониженный расход цемента и др.

**Анализ исследований.** Использование минеральных добавок к портландцементу, и в частности золы-унос, наряду с приданием цементному камню специальных свойств способствует улучшению экологической обстановки в зоне нахождения тепловых станций. Зола-унос обладает целым рядом свойств, оказывающих положительное влияние на свойства цементного камня и композитов на его основе [5-9]. В частности, добавка золы повышает пластифицирующую способность портландцемента, снижает усадочные деформации, не требует помола.

Наряду с положительным влиянием золы на свойства портландцемента наличие её в вяжущем приводит к снижению прочности композитов. Компенсировать снижение прочности возможно за счет механоактивации вяжущего [10-12], использования пластификаторов, а также введения в состав цементнозольной суспензии фибры, в частности, базальтовой [13-15]. Наличие базальтовой фибры снижает опасность появления усадочных трещин в цементном камне и композитов на его основе, что дает возможность использовать ее для ремонта (заделки трещин, восстановление сколов) ж/б конструкций.

**Постановка целей и задач исследований.** Выяснить влияние добавки базальтовой фибры к механоактивированному портландцементу с добавкой золы-унос Ладыженской ГГЭС на прочность цементного камня.

**Методика исследований.** Определение предела прочности при сжатии цементного камня производится согласно ДСТУ Б В.2.7-187: 2009 (Цемент. Методы определения прочности на изгиб и сжатие).

**Результаты исследований.** Базальтовая фибра в виде волокон монофиламентного типа  $\varnothing$  20мкм и длиной 18-20мм обладает высоким водопоглощением (25-28%). Для снижения водопоглощения базальтовой фибры её предварительно обрабатывали кремнийорганической жидкостью ГКЖ-11. После сушки при температуре до +90°C базальтовая фибра снижала свое водопоглощение с 25 до 5%.

Эксперимент проводили по 2-х факторному плану. В качестве независимых переменных были приняты следующие факторы варьирования:

X<sub>1</sub>- расход золы в портландцементе (40±40) %;

X<sub>2</sub>- концентрация фибры в вяжущем (0,5±0,5) %.

В качестве вяжущего использовался портландцемент М500 производства Каменец-Подольского цементного завода ПАО «Подольский цемент». Суперпластификатор С-3 во всех строчках плана вводился в количестве 1%.

Выполнялись две параллельные серии экспериментов. Первая предусматривала приготовление цементного теста по традиционной технологии. Вторая - с применением механоактивации вяжущего. Время обработки (активации) суспензии составляло 60 секунд. В готовую суспензию вводилось базальтовое волокно и перемешивалась до однородного состояния.

Приготовленная смесь заливалась в формы-трёхпатки, где выдерживалась в течение одних суток при t=+20<sup>0</sup>С. По истечению указанного времени образцы разопалубливались и помещались в камеру нормального твердения. Испытания образцов на сжатие производились через 3, 7 и 28 суток нормального твердения. Результаты экспериментальных исследований прочности цементного камня приведены в табл. 1.

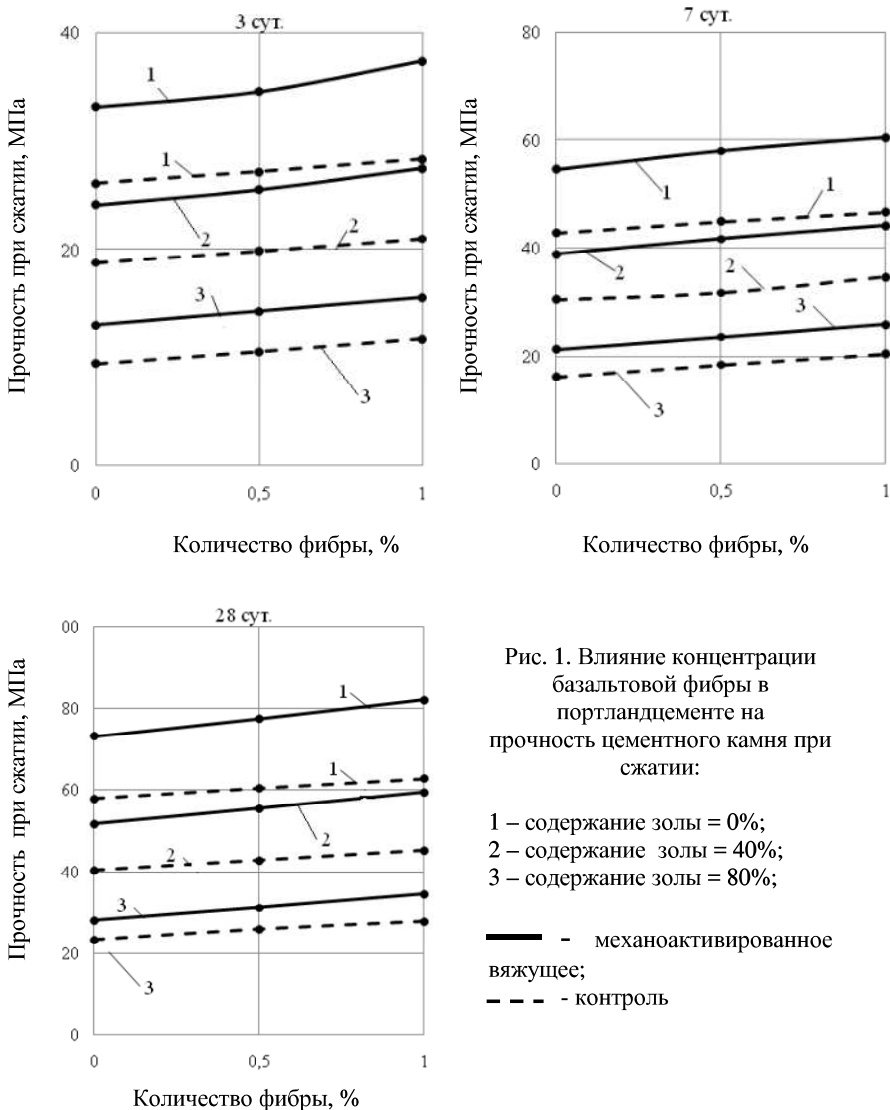
Таблица 1

Влияние добавки базальтовой фибры на прочность цементного камня

№	Факторы		С-3, %	Зола-унос	Цемент, г	Фибра, г	Прочность цементного камня, МПа					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>					Контроль			Механоактивация		
							3 сут.	7 сут.	28 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	-	1	0	4500	0	26,1	42,9	57,8	33,2	54,7	73,16
2	-	0		0	4500	22,5	27,2	45	60,5	34,6	58,1	77,5
3	-	+		0	4500	45	28,3	46,7	62,8	37,4	60,6	82,16
4	0	-		1800	2700	0	18,8	30,5	40,5	24,1	38,9	51,73
5	0	0		1800	2700	22,5	19,9	31,7	42,9	25,5	41,8	55,45
6	0	+		1800	2700	45	21,1	34,6	45,4	27,5	44,3	59,43
7	+	-		3600	900	0	9,5	16,1	21,2	13	21,2	28,3
8	+	0		3600	900	22,5	10,6	18,4	23,5	14,3	23,5	31,4
9	+	+		3600	900	45	11,7	20,5	25,9	15,6	25,9	34,7

В процессе исследований установлено, что введение в портландцемент базальтовой фибры приводит к повышению прочности цементного камня при сжатии. Так, если в 28-и суточном возрасте цементный камень на портландцементе без добавки фибры и золы-унос показал прочность при сжатии 58 МПа, то добавка к портландцементу 1% фибры повышает прочность цементного камня до 65 МПа. Аналогичное влияние фибра

оказывает на прочность цементного камня и при введении в портландцемент 40 и 80% золы-унос (рис.1).



Установлено, что механоактивация вяжущего приводит к повышению прочности цементного камня с 58 МПа до 73 МПа, т.е. на 26%, а введение

фибры в портландцементе в количестве 1% приводит к дальнейшему повышению прочности цементного камня и достигает значения 82 МПа.

### **Вывод**

Установлено, что совместное воздействие на цементно-зольную суспензию (активация + С-3 + базальтовая фибра) повышает прочность цементного камня больше чем на 40% по сравнению с контролем.

1. Бутт Ю. М., Сычев М. М., Тимашев В. В. Химическая технология вяжущих материалов. М.; «Высшая школа», 1980. – 472 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона / Баженов Ю.М. – М.: Изд-во АВС, 2003. - 500 с.
3. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства). Учебник для вузов / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. - 3-е изд., пере-раб. и доп. - М.: Стройиздат, 1979. - 476 с, ил.
4. Рунова Р.Ф. Формирование структуры высокопрочных бетонов. Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.В. Троян, В.В. Товстонис, С.П. Щербина, Л.Д. Пашина // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка №29, 2008 р., с.91-97
5. Волженский А.В., Иванов И.А., Виноградов Б.Н. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1984. 250 с.
6. Кривенко П. В., Пушкарева Е. К., Гоц В. И., Ковальчук Г. Ю. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков. Киев: ООО «ИПК Экспресс – Полиграф», 2012. – 258 с.
7. Путилин Е.И. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог – М.: ФГУП «Союздорнии», 2003. 65с.
8. Нетеса Н.И. Легкие бетоны с золой уноса приднепровской ТЭС – Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ - 2013. - Вип. 5. - С. 137-145.
9. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Эффективные цементно-зольные бетоны. – Ровно: Изд. РГТУ, 1998.- 216с.
10. Механоактивация в технологии бетонов // Выровой В.Н., Барабаш И.В., Дорофеев А.В. и др. – Одесса: ОГАСА, 2014. – 148с.
11. Федоркин С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов. - Симферополь: Таврия, 1997.-180с.
12. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. - Навчальний посібник. - Одеса. Астропрінт, 2002. - 100с.
13. Ветров Ю. И. Новицкий А.Г. Базальтовые вариации // Капитальное строительство. — 2002. – 145 с.
14. Боровских И.В. Высокопрочный тонкозернистый базальтобетон: автореф. дис. канд. техн. наук:05.23.05/ Боровских Игорь Викторович; Казань 2009. – 24с.
15. Artemenko, S.E., 2003/Polymer Composite Materials Made from Carbon, Basalt and Glass Fiber. Structure and Properties, Fiber Chemistry 35(3), pp. 226-229.