

УДК 620.9.008

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ
СТРУКТУРИРОВАННЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ,
НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТА

О. Ю. ШЕЙДА, Е. Е. КОРБУТ, Д. А. РАБЫКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Развитие в последние годы технологии получения ультрадисперсных наноматериалов и, в частности, углеродных наноматериалов (УНМ) в Беларуси [1–3], понижение стоимости их производства поставило на повестку дня необходимость перехода от изучения их свойств к практическому применению [4–6]. Особенностью влияния УНМ на «цементные системы» является их эффективность при малых дозировках, соответствующих 0,0005...0,05 % от массы цемента. Была разработана, прошла установленную процедуру утверждения и в Беларуси освоен выпуск добавки для цементных бетонов и растворов с комплексным пластифицирующим и ускоряющим твердение эффектом: «УКД-1», содержащей в своем составе отечественный углеродный наноматериал – трехкомпонентное вещество.

Особенность комплексной добавки заключается в том, что ускоряющий твердение бетона компонент является «истинным» электролитом. Его ионы активно влияют на развитие (ускорение) процесса гидролиза клинкерных минералов, способствуют дезагрегации цементных флоккул, интенсифицируют процесс образования новых фаз. В результате сокращается продолжительность индукционного периода, ускоряется схватывание и потеря формовочных свойств бетонной смеси. Пластифицирующий компонент содержит в своем составе поверхностно-активные вещества, адсорбция молекул которых поверхностью вяжущего (при оптимальных дозировках – у ее «активных центров»), наоборот, приводит к торможению гидратационного процесса и увеличению сроков схватывания цементного теста и бетона. Влияние УНМ на сроки схватывания цемента, согласно источнику [5], проявляется в незначительном (2...6 %) их сокращении.

Исследования возможных структурно-морфологических изменений в продуктах гидратации цемента под влиянием вещества добавки «УКД-1» выполнили на пробах цементного камня, полученных измельчением его до порошкообразного состояния после испытаний образцов (20 x 20 x 20 мм) на прочность (сжатие). В табл. 1. приведены данные этих испытаний (каждое значение – среднее не менее 6-ти образцов), из которых очевидна эффективность (рост прочности на сжатие в 28 сут. на 15...40 %) исследуемой добавки. Одновременно подтверждается взаимосвязь и взаимозависимость становления коагуляционной структуры цементного теста (схватывание) с формированием и упрочнением кристаллогидратной структуры (твердение) цементного камня.

Табл. 1. Относительная прочность (%) образцов цементного камня

№ сос-тава	Расходы, г (% от МЦ)				K _{НГ}	ΔВ, г	Условия твердения		Прочность в % от R ⁿ ₂₈ в возрасте, сут:			
	В	Ц	СН	СП			НВУ	в воде	1	3	7	28
1	102	400	-	-	0,255	-	+	-	50	81	92	100
2	102	400	1,0%	-	0,255	-	+	-	67	92	102	110
3	102	400	0,5%	-	0,255	-	+	-	66	90	97	107
4	80	400	-	0,5%	0,2	22	+	-	30	73	94	102
5	90	400	0,5%	0,5%	0,225	12	+	-	58	86	101	105
6	90	400	1%УКД-1		0,225	12	-	+	14	89	113	120
7	90	400	1%УКД-1		0,225	12	-	+	27	108	127	145

Примечания: № 6 – после хранения «УКД-1» в течение года в помещении, № 7 – 45...60 сут. после изготовления

Обладая значительным потенциалом поверхности частицы УНМ служат своеобразной «подложкой» (центрами кристаллизации) для ускоренного формирования кристаллогидратных новообразований в твердеющем цементном камне. А трубчатые УНМ, характеризующиеся размерами поперечных сечений меньше размеров пор новообразований (пор геля) и длиной, превышающей размеры образующихся гидрокристаллов, обеспечивают специфическое «наноармирование» формирующейся из них структуры цементного камня. Сочетание этих эффектов способствует повышению темпа роста и уровня прочности цементного камня и цементного бетона [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Zhdanok, S. A.** Nanotechnologies in the area of physics, chemistry and biotechnology / S. A. Zhdanok [et. al]. – Fifth ISTC Scientific Advisory Committee Seminar. – St-Petersburg: Russia, 27 – 29 May, 2002.

2. **Пат. 2839 РБ, МПК⁷ В82 В 3/00.** Установка для получения углеродных наноматериалов / С. А. Жданок, А. В. Крауклис, П. П. Самцов, Волжанкин В.М.; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт тепло-и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси». – № u20051025; заявл. 25.10.05; опубл. 30.06.06.

3. **Пат. 3125 РБ, МПК⁷ В01 J 19/00.** Плазмохимический реактор конверсии углеводородов в электрическом разряде / С. А. Жданок, А. В. Крауклис, А. В. Суворов, П. П. Самцов, К. О. Борисевич.; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт тепло-и массообмена НАН Беларуси». – u20060206; заявл. 04.06. 06; опубл. 30.10. 2006.

4. **Батяновский, Э. И.** Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента / Э. И. Батяновский, П. В. Рябчиков, В. Д. Якимович // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: материалы ХУ1 Междунар. науч.-мет. семинара / Под общ. ред. П. С. Пойты, В. В. Тура. – Брест : БрГТУ, 2009 – Ч. 2. – С. 136.

5. Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента и цементного камня / Э. И. Батяновский [и др.] // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2 (28-29). – С. 3–10.

6. **Батяновский, Э. И.** Особенности технологии высокопрочного бетона на отечественных материалах, включая наноуглеродные добавки / Э. И. Батяновский, В. Д. Якимович, П. В. Рябчиков // Проблемы современного бетона и железобетона: Сб. материалов III Междунар. симпозиума. – Минск : РУП «БелНИИС», 2011. – Т. 2. – С. 53–68.