

УДК 666.974.6

## ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН НА РЯДОВОМ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ

**Ксёншкевич Л.Н., Барабаш И.В., Крантовская Е.Н., Мостовой С.Н.**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*

Благодаря своим превосходным свойствам – отличному соотношению прочности к средней плотности, высокой плотности и долговечности – высокопрочный бетон все чаще используется для решения различных практических задач строительства и реконструкции.

Применению в отечественной практике строительства бетонов высоких марок способствует все более широкое использование высокоактивных цемента, совершенствование технологических процессов при изготовлении бетонной смеси.

В то же время получение высокоактивного портландцемента, связано, в основном, с увеличением его дисперсности и повышением содержания  $C_3S$  а также с целым рядом трудностей технического и технологического порядка. Насущная необходимость получения высокомарочных бетонов на базе рядовых цемента заставляет искать новые технологические приемы, использование ограно-минеральных добавок (ОМД), в частности, микрокремнезема (МК) и органического модификатора (суперпластификатор С-3).

По своему химическому составу микрокремнезем состоит в основном из аморфного кремнезема. Размер частиц МК не превышает 0,01-0,1 мкм, что в десятки раз мельче среднего зерна портландцемента. Столь высокая дисперсность МК позволяет ему активно участвовать в процессах структурообразования твердеющего портландцемента, химически взаимодействовать с гидроксидом кальция, образующегося при гидратации алита [1].

Принцип действия добавки С-3 в бетоне, как и других пластификаторов, основывается на ослаблении коагуляционного взаимодействия новообразований в цементном тесте в первые минуты (часы) после затворения сухих составляющих бетонной смеси водой.

Значительно усиливает эффект от совместного введения в портландцемент микрокремнезема и органического модификатора активация вяжущего в турбулентных потоках, которые обеспечиваются конструктивными особенностями скоростного смесителя [2].

Известный способ механоактивации вяжущего без существенного разрушения частиц портландцемента [3] достаточно легко вписывается в существующие схемы получения растворных и бетонных смесей.

Это предопределило цель дальнейших исследований – изучить влияние механоактивации вяжущего (портландцемент + микрокремнезем) на механические характеристики бетона.

Представлял интерес выяснить совместное влияние органоминеральной добавки и механоактивации вяжущего на прочность бетона при сжатии ( $f_{cd}$ ). В исследованиях использовался микрокремнезем Никопольского завода ферросплавов. Концентрация микрокремнезема в портландцементе колебалась от 0 до 10%. В качестве вяжущего применялся чистоклинкерный портландцемент (клинкер производства Одесского цементного завода) 3-х удельных поверхностей: 300; 400 и 500 м<sup>2</sup>/кг. Для пластификации в бетонной смеси использовался разжижитель С-3 в количестве 1% (в пересчете на сухое вещество) от массы вяжущего.

Расход вяжущего принимался 350, 450 и 550 кг/м<sup>3</sup>. В качестве заполнителей использовался кварцевый песок с  $M_{кр} = 2,2$  и гранитный щебень фракции 5...20 мм.

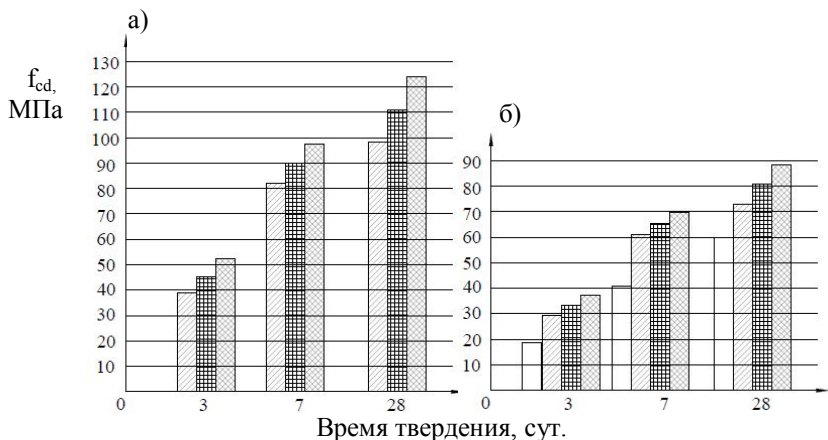
Бетонные смеси готовились как по раздельной технологии (РТ) с предварительной активацией вяжущего, так и по традиционной технологии (ТТ). Раздельная технология предусматривала предварительное приготовление активированной суспензии вяжущего в скоростном смесителе-активаторе с последующим совмещением суспензии с мелким и крупным заполнителем в ординарной бетономешалке. Активация суспензии происходила в течении 3-х минут при скорости вращения рабочего ротора смесителя 2800 об/мин.

Для контроля готовились бетонные смеси на немеханоактивированном вяжущем без добавки микрокремнезема. Затворялись такие смеси обычной водой без добавки С-3. Равноподвижность бетонных смесей достигалась корректировкой расхода воды затворения. Формование образцов-кубов с ребром 10см производилось на лабораторной виброплощадке. Твердение

образцов происходило в нормальных условиях при температуре 18-20<sup>0</sup>С и относительной влажности воздуха не менее 95%.

Экспериментально установлено, что введение в состав вяжущего микрокремнезема приводит к увеличению прочности бетона. Это характерно как для бетона на механоактивированном вяжущем так и для бетона, вяжущее которого не подвергалось активации.

Подтверждением этому являются графические отображения прочности бетона при сжатии в 3-х, 7-и и 28-и суточном возрасте, рис. 1.



**Рис. 1.** Влияние концентрации микрокремнезема на  $f_{cd}$  бетона (расход вяжущего 550кг/м<sup>3</sup>,  $S_{уд} = 500$  м<sup>2</sup>/кг);

а) бетон на механоактивированном вяжущем;

б) бетона на немеханоактивированном вяжущем

▨ - содержание микрокремнезема 0%;

▩ - содержание микрокремнезема 5%;

▧ - содержание микрокремнезема 10%;

□ - контроль (С-3=0; МК=0%, без активации)

Механоактивация портландцемента с 10%-ым содержанием микрокремнезема в присутствии суперпластификатора С-3 позволяет достигать бетоном в 3-х суточном возрасте прочность при сжатии свыше 50МПа. К 7-и суточному возрасту прочность бетона практически удваивается, а к 28-и суточному возрасту достигает значения 124МПа. Аналогично влияние

микрокремнезема на прочность бетона с расходом механоактивированного портландцемента 450 и 350 кг/м<sup>3</sup>.

Приведенные графические зависимости свидетельствуют о том, что управляя технологией приготовления бетонной смеси (активация, контроль), а также содержанием микрокремнезема в вяжущем, удельной поверхностью портландцемента и расходом вяжущего, можно регулировать прочность бетона, твердение которого проходит в нормальных условиях, и получить бетон с прочностью при сжатии до 124 МПа.

Высокопрочные бетоны и новые технологии позволят обеспечить коренное улучшение зданий жилого фонда и социального назначения - увеличить их долговечность, безопасность, создать здания нового типа с долговечным каркасом.

### ***Вывод***

Механоактивация портландцемента, содержащего 10% микрокремнезема, позволяет увеличить прочность бетона в 28-и суточном возрасте в 1,9÷2,2 раза по сравнению с контролем.

### **Summary**

**The issues of joint influence of mechanical activation and organo-mineral supplements on the mechanical properties of concrete were represented. The increase of the strength of concrete in all the investigated time range (3.7 and 28 days) was achieved.**

### ***Литература***

1. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кривобородов Ю.Р. Влияние структуры цементного камня с добавками микрокремнезема и суперпластификатора на свойства бетона // Бетон и железобетон. - №7. - 1992. - С.4-7.
2. Ксёншкевич Л.Н. Высокопрочные бетоны на механоактивированном вяжущем: дис. канд. техн. наук: 05.23.05: Одесса, 2013, 145с.
3. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язущих речовин.- Навчальний посібник.- Одеса. Астропрінт, 2002. - 100с.

