

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 цементах, 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 цементов 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 растворовных и бетонных смесей.

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

Представлял интерес выяснить совместное влияние органо-минеральной добавки и механоактивации вяжущего на прочность бетона при сжатии ($f_{сд}$). 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 м²/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/м³. В качестве заполнителей использовался кварцевый песок с $M_{кр} = 2,2$ и гранитный щебень фракции 5...20 мм.

Бетонные смеси готовились как по отдельной 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 достигалось корректировкой расхода воды затворения. Формование образцов-кубов с ребром 10см производилось на лабораторной виброплощадке. Твердение образцов происходило в нормальных условиях при температуре 18-20⁰С 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.

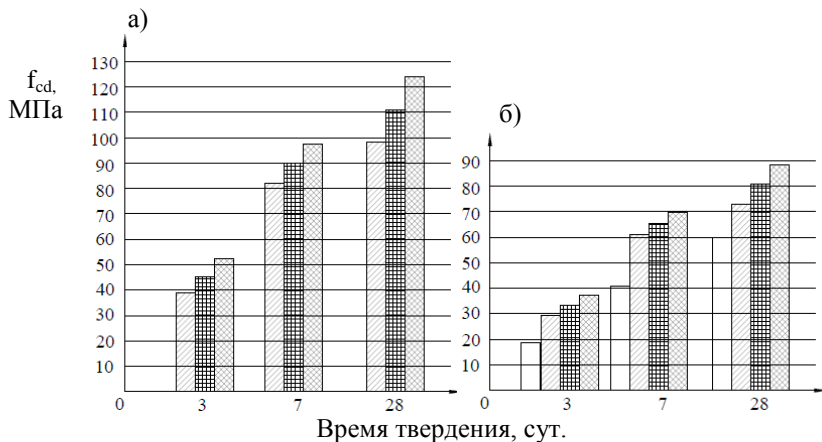


Рис. 1. Влияние концентрации микрокремнезема на f_{cd} бетона (расход вяжущего 550 кг/м^3 , $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$);

- 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 50 МПа. К 7-и суточному возрасту прочность бетона практически удваивается, а к 28-и суточному возрасту достигает значения 124 МПа. Аналогично влияние микрокремнезема на прочность бетона с расходом механоактивированного портландцемента 450 и 350 кг/м^3 .

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 позволяют 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 механоактивированом 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.