

ВЛИЯНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Ксеншкевич Л.Н., Барабаш И.В., Дорофеев А.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

В связи с разработкой суперпластификаторов и комплексных модификаторов полифункционального действия открылись перспективы получения высокопрочных бетонов с прочностью при сжатии 50 МПа и выше. Известно также, что одним из эффективных рецептурных решений повышения прочности бетона является использование, наряду с суперпластификаторами, микрокремнезема [1].

Важный вклад в повышение прочности бетона оказывает также механохимическая активация портландцемента [2].

Представлял интерес выяснить совместное влияние механохимической активации портландцемента в присутствии суперпластификатора С-3 и микрокремнезема на прочность бетона при сжатии.

В исследованиях использовался микрокремнезем Никопольского завода ферросплавов. В качестве вяжущего применялся портландцемент активностью 48 МПа. В качестве пластифицирующей добавки в бетонную смесь применялся разжижитель С-3 в количестве 1% (в пересчете на сухое вещество) от массы вяжущего. Для приготовления бетонной смеси использовался кварцевый песок с $M_{кр} = 2,2$ и гранитный щебень фракции 5...20 мм.

Исследования проводились по 15-ти точечному трехфакторному Д-оптимальному плану. В эксперименте варьировались следующие рецептурно-технологические факторы:

X_1 = содержание микрокремнезема МК в вяжущем $MK=5\pm 5\%$;

$X_2 = 450 \pm 100$ кг/м³ – расход вяжущего в бетоне;

X_3 = удельная поверхность портландцемента $S_{уд} = 400 \pm 100$ м²/кг

Приготовление бетонных смесей происходило как по отдельной технологии с предварительной активацией вяжущего, так и по традиционной технологии. При приготовлении бетонных смесей по отдельной технологии суспензия вяжущего, предварительно полученная совместным смешением в скоростном трибосмесителе-активаторе воды, добавки С-3, портландцемента и микрокремнезема, совмещалась с расчетным количеством кварцевого песка и гранитного щебня в обычной бетономешалке. Режимы обработки суспензий в трибоактиваторе были приняты следующие: время активации (τ_0) составляло 3 мин; скорость вращения ротора (v) - 2800 об/мин. Для контроля готовились бетонные смеси аналогичного состава на неактивированном вяжущем. Подвижность бетонных смесей принималась постоянной (П-3), как по каждой строчке плана, так и относительно сравниваемых технологий, что достигалось корректировкой расхода воды затворения.

Формование образцов-кубов с ребром 10 см производилось на лабораторной виброплощадке. Время вибрации принималось равным 120 с.

Установлено, что введение в состав вяжущего микрокремнезема приводит к увеличению прочности бетона, как на активированном вяжущем, так и для контроля, рис. 1.

Наибольший прирост прочности достигается в 7-ми суточном возрасте – прочность бетона ($R_b = 59$ МПа), на механоактивированном вяжущем с содержанием 10 % микрокремнезема превышает прочность бетона ($R_b = 40$ МПа) на бездобавочном портландцементе почти в 1,5 раза. В 28-ми суточном возрасте разность между прочностью бетона уменьшается, но не опускается ниже 20-25%. Повышение прочности бетона при введении в вяжущее микрокремнезема наблюдается во всем диапазоне расхода портландцемента в эксперименте. Это характерно как для бетонов на механоактивированном вяжущем, так и для контроля (рис. 2 а, б). Экспериментально установлено, что увеличение расхода механоактивированного портландцемента с 350 до 450 кг/м³ приводит к увеличению прочности при сжатии с 43,6 до 47,5 МПа ($MK=0\%$). Введение в портландцемент микрокремнезема приводит к увеличению прочности бетона по сравнению с бездобавочным вяжущем на 11 % ($MK=5\%$) и на 12,5% при содержании $MK=10\%$, рис 2а.

Для контроля характерно повышение прочности бетона с 52,7 МПа ($MK=0\%$) до 88,4 МПа ($MK=10\%$) (рис. 2б).

При условии получения равнопрочных бетонов механохимическая активация вяжущего позволяет значительно

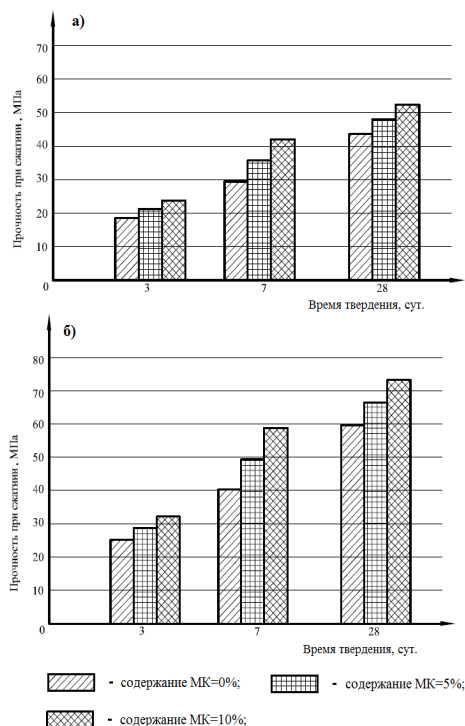


Рис. 1 Влияние концентрации микрокремнезема на R_b бетона (расход вяжущего 350 кг/м³, $S_{уд} = 300$ м²/кг): а) контроль; б) бетон на

снизить расход цемента на 1 м³ бетона. Так для бетона ($R_b=54$ МПа) на портландцементе с удельной поверхностью $S_{уд}=500$ м²/кг (МК=0%) предварительная механоактивация вяжущего позволяет снизить расход портландцемента с 550 кг/м³ до 470 кг/м³, а при 10%-ом содержании микрокремнезема - до 350 кг/м³ (рис.2б).

Выявлена роль удельной поверхности портландцемента на прочность бетона. Приведенные на рис.3. экспериментальные кривые позволяют сделать вывод о том, что увеличение $S_{уд}$ бездобавочного портландцемента с 300 до 500 м²/кг (механоактивация отсутствует) приводит к повышению прочности с 43,6 МПа до 52,7 МПа. Введение 10% микрокремнезема в вяжущее приводит к повышению прочности бетона с 52,3 МПа до 64,3 МПа. Для бетона на механоактивированном вяжущем введение в портландцемент 10% микрокремнезема приводит к увеличению прочности бетона при сжатии с 72,3 до 90 МПа.

Таким образом, механохимическая активация портландцемента, содержащего 10% микрокремнезема, позволяет увеличить прочность бетона в 28-и суточном возрасте в 1,5÷1,7 раза по сравнению с контролем.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что микрокремнезем является эффективной добавкой к механоактивированному портландцементу, позволяющий повысить прочность бетона в 1,5÷1,7 раза по сравнению с прочностью бетона на немеханоактивированном вяжущем.

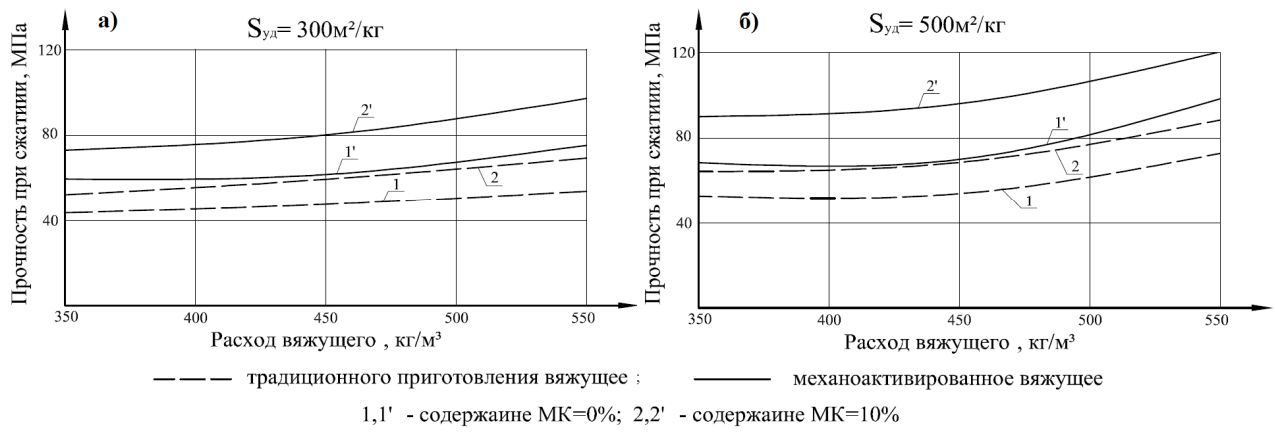


Рис.2 Влияние расхода вяжущего на R_b бетона в возрасте 28 суток

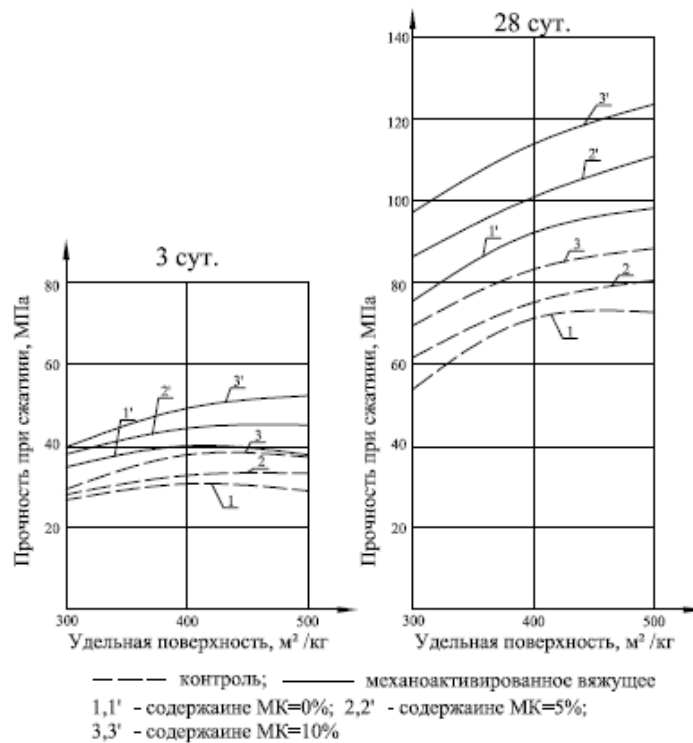


Рис. 3. Влияние удельной поверхности
портландцемента на R_b бетона

SUMMARY

Physical and mechanical of research a concrete on knitting with an additive of micro-silica, subject of mechanical activated are conducted. Concentration influence of micro-silica on durability of a concrete on the activated knitting is revealed on (3day) and (7, 28 days).

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. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язючих речовин.- Навчальний посібник.- Одеса. Астропрінт, 2002. - 100с