

ВЛИЯНИЕ МИЦЕЛЛОБРАЗУЮЩИХ ПАВ НА СВОЙСТВА БЕТОНА

А.А. Шишкина

Криворожский национальный университет

Бетон, предназначенный, для выполнения специального строительства, должен обладать определенными свойствами. Главными, из которых, являются высокая прочность и повышенная деформативность. Улучшенные деформативные свойства бетона для конкретного строительства позволят заглушить возникновение колебаний, например, сейсмические эффекты, что вместе с увеличенной прочностью бетона повысят надежность зданий.

Бетоны высокой прочности появились в иностранной практике в начале 60-х годов 20-го столетия. Особенно многообещающие результаты были получены в конце 80-ых двадцатого века во Франции, на так называемом реакционном порошковом бетоне (RPC). Это новое поколение бетона с пределом прочности при сжатии до 200 - 800 МПа и пределом прочности при изгибе 25 - 150 МПа. Компонентами такого бетона являются портландцемент, микрокремнезем, мелкий песок, стальные микроволокна и суперпластификатор при водно-твердом отношении в диапазоне 0.12-0.15. Бетон, назван «реакционный порошковый» (RPC) из-за высокой дисперсии компонентов и увеличенного числа гидравлически активных материалов. RPC обладает минимумом структурных дефектов - микротрещин и пор. Оптимизируя гранулометрический состав конкретных компонентов можно обеспечить очень высокую плотность бетона. В этом отношении получение бетона высокой прочности обеспечивают наполнители мелкого помола.

В настоящее время во Франции и Германии [1] для получения таких бетонов широко используется измельченный известняк. Значительное повышение эффекта уплотнения структуры такого бетона достигнуто, использованием сверхтонкого микрокремнезема [2]. Использование золы уноса уменьшает водопотребность, поддерживая подвижность бетонной смеси, изменяет состав цементных продуктов гидратации [3]. Ускорение гидратации и увеличение прочности обеспечивает наличие в составе такого бетона наночастиц, в частности кварца и других полезных ископаемых [4-7].

Для регулирования свойств и получения очень подвижных бетонных смесей с низким водоцементным отношением используют суперпластификаторы - органические многоэлектролиты (поверхностно-активные вещества), главная функция которых состоит в диспергации дисперсной фазы в гетерогенных системах [8].

Анализ результатов научных исследований в области поверхностно-активных веществ (ПАВ) показал, что почти все современные ПАВ, используемые в технологии бетона, относятся к молекулярному типу. В то же самое время, с точки зрения физической и химической механики наиболее оптимально использование коллоидных или (согласно классификации академика П.А. Ребиндера) полукolloидных ПАВ. У этих типов ПАВ, формирующих мицеллу, (МПАВ), при определенной концентрации, молекулы объединены в мицеллы, свойства которых отличаются от свойств молекул. Во-первых, у мицелл есть размер и форма, соответствующая форме и размеру наночастиц, которые позволяют отнести их к наночастицам. Эти наночастицы - мицеллы, в меньшей степени по сравнению с молекулярными ПАВ блокируют цементные частицы, что уменьшает их воздействие на время формирования структуры и твердения бетона. Кроме того, мицеллы МПАВ фактически не приводят к гидрофобизации поверхности цементных частиц, поглощая гидрофобные частицы, которые могли бы попасть в конкретное соединение или специально введены в нее.

Фактически все типы RPC, которые используются в настоящее время и получили наиболее широкое научное развитие, основаны на портландцементе, активность которого ограничена, и, очевидно, в настоящее время, исчерпана. В то же самое время продемонстрированы подходы [9], которые в технологии пористого бетона эффективно используют полиспирты, что позволяет значительно повысить прочность такого бетона.

Целью настоящего исследования является определение эффекта воздействия МПАВ на свойства RPC.

Результаты эксперимента показали, что введение в состав реактивных порошковых бетонов (RPC) МПАВ, которые химически адсорбированы на поверхности пор и трещин в теле цементного камня, приводит, к увеличению прочности цемента, и как следствие, бетона.

В процессе проведения исследований было установлено, что увеличение содержания МПАВ до предопределенной концентрации (концентрация мицеллообразования) приводит к резкому уменьшению предельного поверхностного натяжения в системе. Дальнейшее

увеличение содержания МПАВ не изменяет поверхностное натяжение (рис. 1).

Нужно отметить, что увеличение концентрации МПАВ до концентрации, соответствующей формированию мицеллы, сопровождается не только, уменьшением поверхностного натяжения, но также и увеличением прочности бетона. При содержании МПАВ соответствующем их критической концентрации мицеллообразования, в системе наблюдается наиболее низкое поверхностное натяжение и максимальная прочность, которая в зависимости от его состава в этом случае составляет 120 - 250% прочности бетона без добавок.

Дальнейшее увеличение содержания МПАВ свыше их критической концентрации мицеллообразования не изменяет поверхностное натяжение и сопровождается уменьшением прочности бетона. Это происходит вследствие того, что чрезмерное содержание молекул МПАВ увеличивает степень блокирования частиц цемента, уменьшая степень их гидратации.

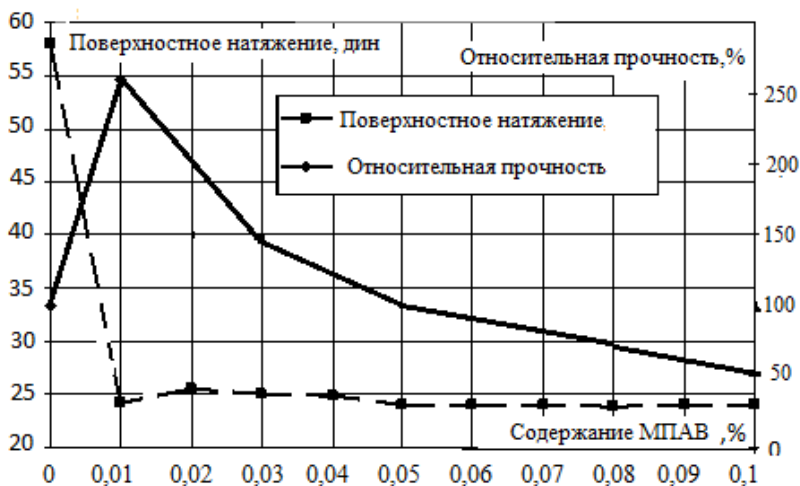


Рис. 1. Влияние концентрации МПАВ на величину поверхностного натяжения и прочность RPC при сжатии

Проведенные автором исследования показали (рис. 2, рис. 3), что введение указанных систем в RPC приводит к резкому сокращению расхода такой добавки в твердеющей цементной системе, при практическом сохранении эффекта влияние на прочность бетона.

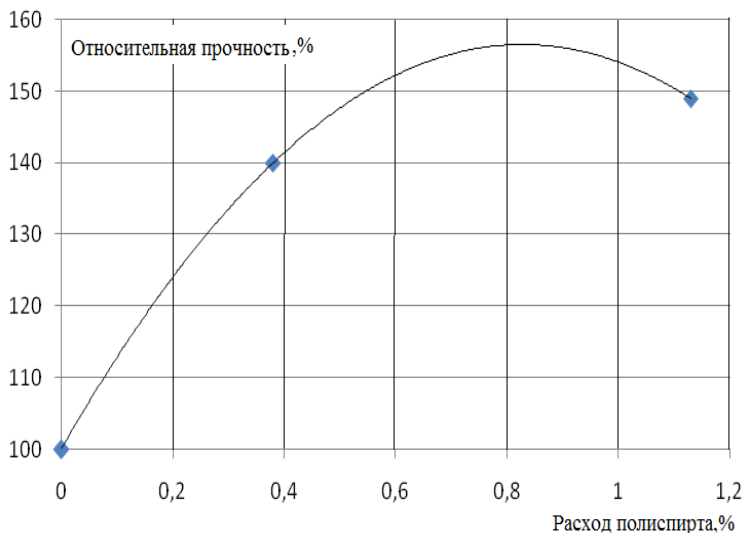


Рис. 2. Влияние полиспирта на прочность RPC

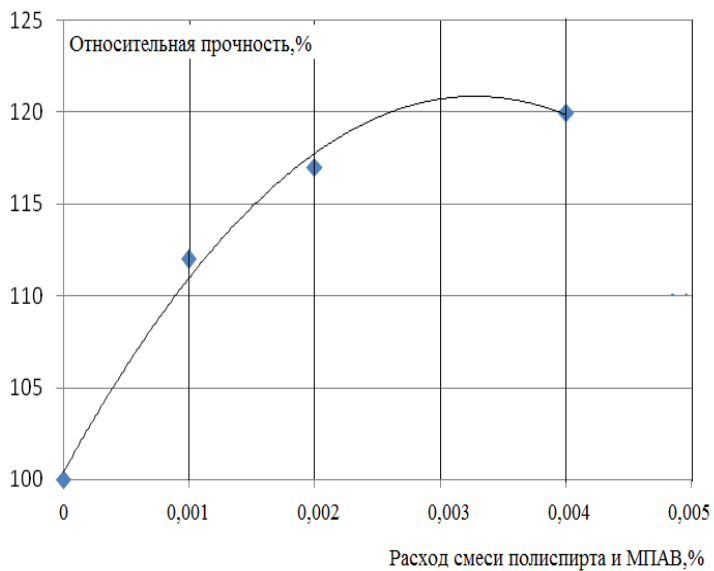


Рис. 3 Влияние смеси полиспирта и МПАВ на прочность RPC

Заключение

Проведенные исследования и анализ их результатов предлагают следующие заключения:

- установлено, что введение в состав реакционных порошковых бетонов – поверхностно-активных веществ, формирующих мицеллы (МПАВ), приводит к увеличению прочности бетона;

Этот процесс происходит, за счет уменьшения поверхностного натяжения мицеллами МПАВ и хемосорбции этих мицелл на внутренней поверхности пор и трещин в бетоне, что, в свою очередь, обеспечивает укрепление стенок пор и трещин;

- доказано, что имеется определенное содержание МПАВ в RPC, которое обеспечивает формирование наибольшей прочности бетона;

- показано, что оптимальное содержание МПАВ в RPC соответствует их критической концентрации мицеллообразования;

- установлено, что введение в состав RPC смеси МПАВ и обычных ПАВ приводит к значительному сокращению содержания такой смеси в бетоне при сохранении эффекта воздействия на величину его прочности.

Summary

The effect of surfactants which form micelles, the properties of fine-grained concrete. Determined that the micelle surfactants of this type have a size of nanoparticles that have specific effects on strength fine-grained concrete.

Литература

1. Bentz D.P. Replacement of "coarse" cement particles by inert fillers in low w/c ratio concretes. II. Experimental validation [Text] / D.P. Bentz // Cement Concrete Research. 2005. Vol. 35. No 1. Pp. 185-188.

2. Arteil C., Garcia E. Impact of superplasticizer concentration and ultra-fine particles on the rheological behaviour of dense mortar suspensions [Text] / C. Arteil, E. Garcia // Cement Concrete Research. 2008. Vol. 38. № 5. Pp. 633-642.

3. Erdem Т.К. Use of binary and ternary blends in high strength concrete [Text] / Т.К. Erdem, O. Kirca // Construction and Building Materials. 2008. Vol. 22. № 7. Pp. 1477-1483.
4. Баженов Ю. М. Исследование наномодифицированного мелкозернистого бетона [Текст] / Ю. М. Баженов, Н.П. Лукутцова, Е.Г. Матвеева // Вестник МГСУ. 2010. № 4. Т. 2. С. 415-418.
5. Chujie J. Behavior of steel fiber-reinforced high-strength concrete at medium strain rate [Text] / Chujie Jiao, Wei Sun, Shi Huan, Guoping Jiang // Front. Archit. Civ. Eng. China. 2009. Vol. 3. № 2. Pp. 131-136.
6. Шишкин А. А. Щелочные реакционные порошковые бетоны [Текст] / А.А. Шишкин // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. - № 2 (17).- С. 56-65.
7. Шишкина А.А. Пористые реакционные порошковые бетоны [Текст] / А.А. Шишкина // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. - № 8 (23).- С. 128-135.
8. Parayianni I. Influence of superplasticizer type and mix design parameters on the performance of them in concrete mixtures [Text] / I. Parayianni, G. Tsohos, N. Oikonomou, P. Mavria // Cement Concrete Research. 2005. Vol. 27. № 2. Pp. 217-222.
9. Шишкина А. А. Свойства и технология пенобетона, модифицированного оксидами железа: дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н., спец. 05.23.05. / А.А. Шишкина.- Кривой Рог, 2010. - 178 с.
10. Шукин Е.Д. Коллоидная химия [Текст] / Е.Д. Шукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - М.: Издательство московского университета, 1982. – 348 с.