

Для цитирования: Иноземцев, А.С. Особенности реологических свойств высокопрочных легких бетонов на полых микросферах [Текст] / А.С. Иноземцев, Е.В. Королев // Журнал «Вестник МГСУ». 2013. №6. С. 100-108.

Строительство и архитектура/4. Современные строительные материалы

**Иноземцев А.С., аспирант, инженер-испытатель, Королев Е.В., д.т.н.,
профессор, директор НОЦ «Нанотехнологии»**

*ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»,
Россия*

Исследование подвижности бетонных смесей высокопрочных легких бетонов*

**Печатается при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам СП-565.2012.1*

При изготовлении изделий из бетона и железобетона важнейшее значение имеют технологические условия формирования и реологические свойства бетонной смеси, определяющие качество бетона. В частности, от формуемости зависит продолжительность производственного цикла. При этом такие подвижные бетонные смеси должны обладать также связностью, однородностью и не расслаиваемостью.

Применение пластифицирующих добавок позволяет в зависимости от задачи увеличить подвижность бетонной смеси, сократить расход воды, цемента или повысить прочность бетона. С появлением современных супер- и гиперпластификаторов стало доступным достижение высокой подвижности бетонных смесей с меньшим расходом добавок [1...3]. Наиболее эффективным пластификаторами комплексного действия, оказывающие пластифицирующее и водоредуцирующее действие, являются добавки на основе поликарбоксилатов. Механизм их действия основывается на комплексном электростатическом и стерическом взаимодействии [4, 5]. Их особенностью, в отличие от пластификаторов на нафталиновой основе, является наличие полимерных

цепей, которые оказывают дополнительный эффект, реализующийся по энтропийному механизму.

Поскольку получение качественных бетонов определяется подвижностью бетонной смеси, то исследование реологических свойств высокопрочных легких бетонов на полых микросфера является актуальной задачей для реализации технологии его производства.

В работе представлены результаты исследования вида, марки и концентрации пластифицирующих добавок на подвижность бетонных смесей и их влияния на физико-механические свойства высокопрочных легких бетонов, приготовленных с применением полых алюмосиликатных микросфер.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В научно-образовательном центре «Нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (Национальный исследовательский институт) разработаны составы энергоэффективного высокопрочного легкого бетона (ВПЛБ) [6...8]. Мелкозернистый ВПЛБ не содержит компонентов размером частиц более 1 мм и включает вяжущее, минеральную часть, легкий наполнитель, пластифицирующую добавку и воду.

В качестве вяжущего вещества использовался портландцемент марки ПЦ500 Д0, соответствующий ГОСТ 30118-2003. Наполнителем являются полые алюмосиликатные микросферы, средний размер частиц которых составляет 33 мкм, а плотность – 600...800 кг/м³. Минеральная часть состоит из кремнеземистых заполнителей полидисперсного состава, обеспечивающих образование плотного каркаса за счет заполнения пустот между наполнителем.

Для оценки эффективности действия пластифицирующих добавок и исследования влияния вида, марки и концентрации пластификатора на реологические свойства бетонной смеси использовались:

- Суперпластификатор С-3 (ООО «Торговый дом СУПЕРПЛАСТ»);
- Одолит-Т (ООО «Одолит.КОМ»);
- Melment F10, Melflux 1641F, Melflux 2651F (ЗАО «Еврохим-1»);
- Sika Viscocrete T100, Sika Viscocrete 5 New (ООО «Зика»).

Исследования проводились с постоянным В/Ц отношением, равным 0,37.

Подвижность бетонной смеси оценивали по диаметру расплыва конуса размерами $D \times d \times h$ – 101,6×69,9×50,8 мм на встряхивающем столике по ASTM C230. Методика испытания осуществлялась в соответствии с п. 1.3 ГОСТ 310.4–81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Очевидно, что в дисперсных системах, где отсутствует крупный наполнитель подвижность, будет зависеть и от площади поверхности всех компонентов. Так, с увеличением площади поверхности компонентов увеличивается расход воды, адсорбирующейся на поверхности, утончается пленка и снижается «смазывающий» эффект.

Однако, экспериментальные данные, представленные в таблице, свидетельствуют о нарушении указанной зависимости для смесей, содержащих полые алюмосиликатные микросферы. При увеличении доли микросфер в бетоне, заменяющих в составе более мелкодисперсные кремнеземистые компоненты, площадь поверхности сухих компонентов на 1 м³ уменьшается, но изменение подвижности имеет не прямопропорциональную зависимость. Такое изменение подвижности объясняется тем, что микросферы имеют большую водопотребность, чем заменяемые ими компоненты. Кроме того, уменьшение тонкой фракции в виде молотого кварцевого песка, оказывающего положительное влияния на реакционную активность пластификатора, приводит к уменьшению эффективности пластификатора.

Таблица

Зависимость диаметра расплыва бетонной смеси на полых микросферах от суммарной площади поверхности сухих компонентов

№ п/п	Содержание микросфер по отношению к цементу МС/Ц	Средняя плотность, кг/м ³	Суммарная площадь поверхности частиц в 1 м ³ бетона, м ²	Диаметр расплыва, мм
1	0,00	2310	768 174	>> 255
2	0,07	2172	741 088	> 255

3	0,15	1985	718 543	250,0
4	0,25	1771	690 975	208,8
5	0,31	1587	669 043	157,0
6	0,40	1429	656 545	107,8

Исследования проводились на составах высокопрочных легких бетонов с расчетной средней плотностью 1500 ± 20 кг/м³. Для каждой из добавок был выбран шаг варьирования расхода пластификатора исходя из технических характеристик производителей, рекомендуемых эффективные диапазоны концентраций.

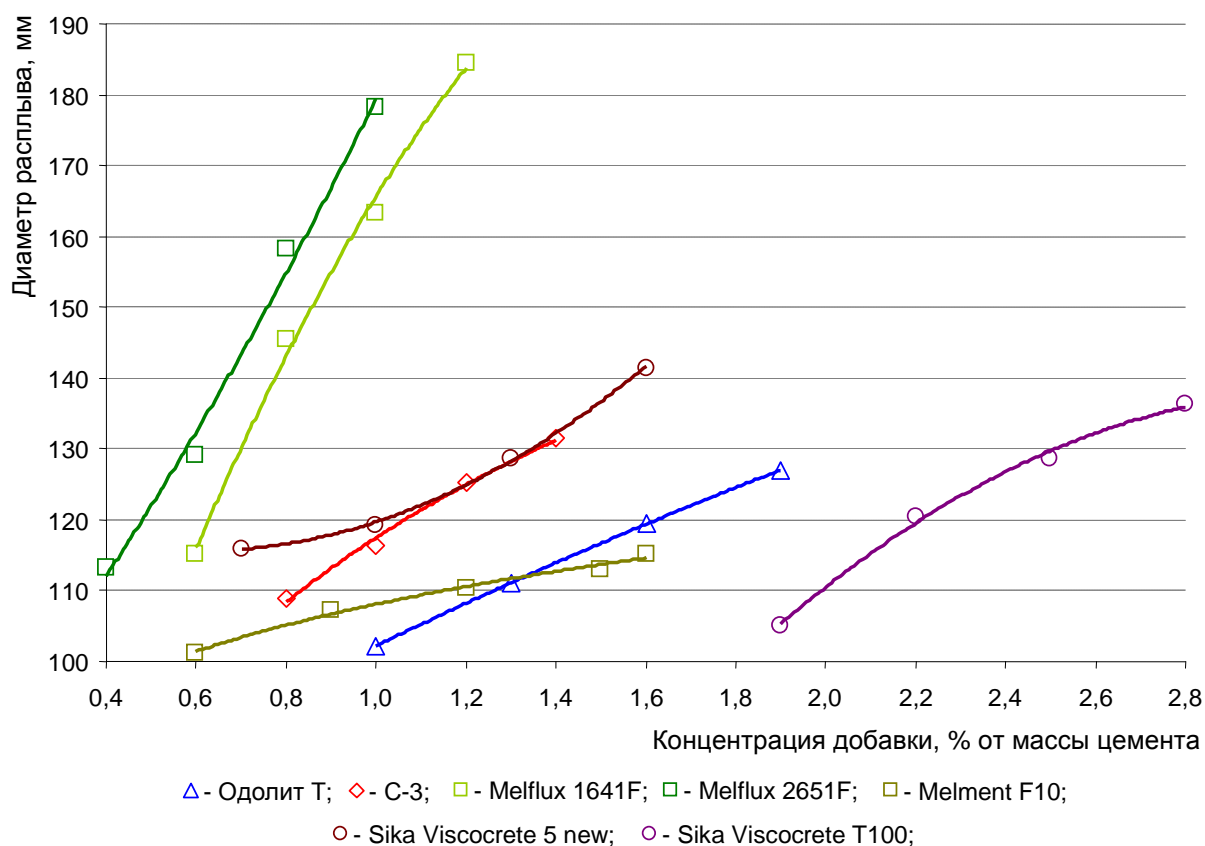


Рисунок 1 – Зависимость диаметра расплыва бетонной смеси высокопрочных легких бетонов от вида и концентрации пластификатора

Анализ полученных результатов (рисунок 1) показывает, что наибольший пластифицирующий эффект оказывают пластификаторы на поликарбоксилатной основе. Применение таких модификаторов за счет дополнительного водоредуцирующего действия позволяет сочетать как умеренную подвижность бетонной смеси, так и плотную структуру цементного камня с низким количеством пор (рисунок 2). Уставлено, что

суперпластификаторы серии «Melflux» обеспечивают наивысшую подвижность для смесей с полыми алюмосиликатным микросферами. Применение «Melflux 1641F» увеличивает диаметр расплыва усеченного конуса до 180 мм, а более поздний аналог «Melflux 2651F» обеспечивает такую же текучесть смеси при более низких концентрациях – на 15...20%.

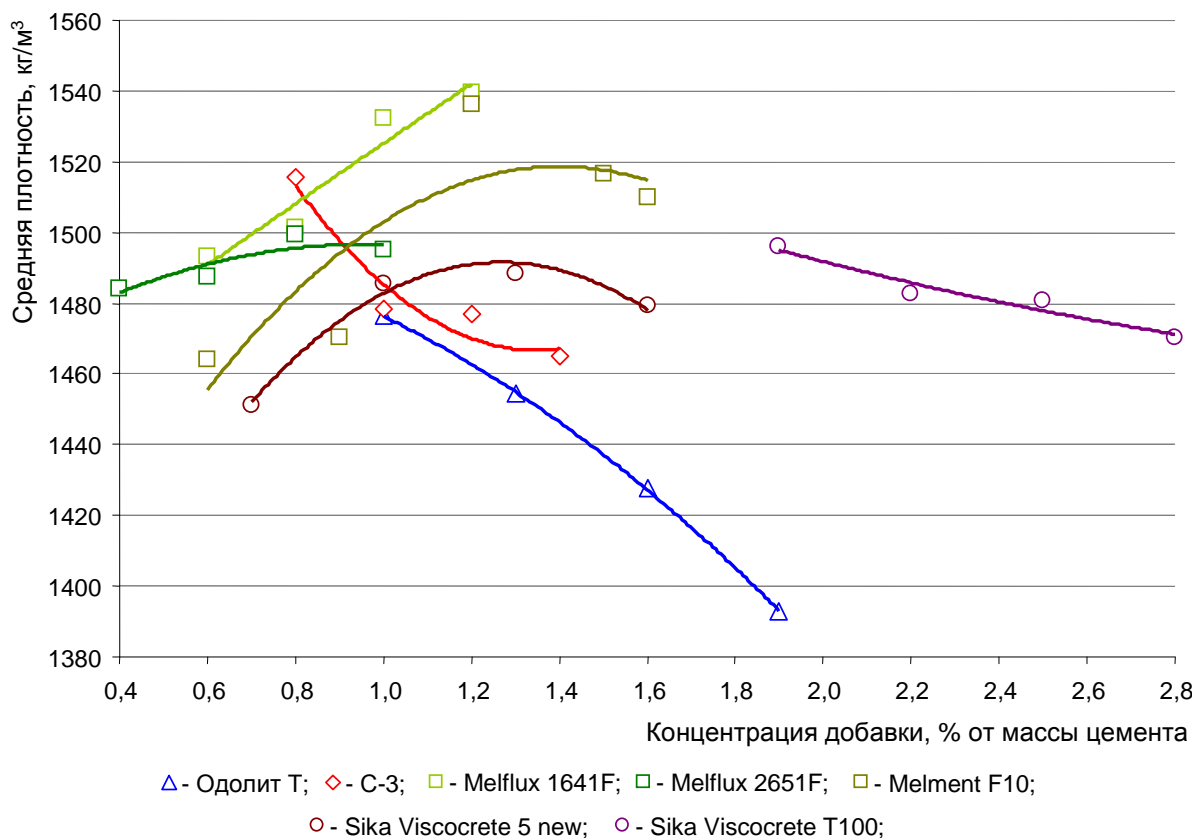


Рисунок 2 – Зависимость средней плотности высокопрочного легкого бетона от вида и концентрации пластификатора

Сравнительный анализ эффективности исследуемых пластифицирующих добавок показал, что в бетонных смесях на полых микросферах, обладающих повышенной водопотребностью не все добавки на поликарбоксилатной основе обеспечивают требуемую подвижность. Так, применение пластификатора «Sika Viscocrete T100» требует большого расхода добавки (до 2,8% от массы цемента) для достижения аналогичного с другими диаметра расплавы. Кроме того, использование «Одолит Т», представленная в виде водного раствора на основе специальных карбоксилатов, при перемешивании приводит к образованию

пены, наличие которой способствует снижению средней плотности и формированию открытой пористости.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Показано, что бетонные смеси, содержащие полые алюмосиликатные микросферы, обладают повышенной водопотребностью, что требует применения высокоэффективных супер- и гиперпластификаторов.

Установлены зависимости влияния вида, марки и концентрации пластифицирующих добавок на подвижность и среднюю плотность бетонной смеси на полных алюмосиликатных микросферах.

Проведенные исследования показывают, что наибольший пластифицирующий эффект оказывают пластификаторы на поликарбоксилатной основе. Применение таких модификаторов за счет дополнительного водоредуцирующего действия позволяет сочетать как умеренную подвижность бетонной смеси, так и плотную структуру цементного камня с низким количеством пор. Пластификаторы производства BASF серии Melflux в исследуемых смесях обеспечивают наилучшие показатели по диаметру расплыва конуса и средней плотности, что свидетельствует о наличии технологических предпосылок для повышения качества высокопрочных легких бетонов и создания высокоэффективных конструкционных бетонов со средней плотностью менее 1500 кг/м^3 , обеспечивая при этом экономическую эффективность применения [9].

Литература:

1. Калашников В.И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 1: Виды реологических матриц в бетонной смеси и стратегия повышения прочности бетона и экономии его в конструкциях // Технологии бетонов, 2007, № 5, С. 8-10.
2. Калашников В.И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 2: Тонкодисперсные реологические матрицы и порошковые бетоны нового поколения // Технологии бетонов, 2007, № 6, С. 8-11.

3. Калашников В.И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 3: Ч. 3: От высокопрочных и особо высокопрочных бетонов будущего к суперпластифицированным бетонам общего назначения настоящего // Технологии бетонов, 2008, № 1, С. 22-26.
4. Калашников В.И., Гуляева Е.В., Валиев Д.М. Влияние вида супер- и гиперпластификаторов на реотехнологические свойства цементно-минеральных суспензий, порошковых бетонных смесей и прочностные свойства бетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство, 2011, №12, С. 40-45.
5. Пустовгар А.П., Бурьянов А.Ф., Василик П.Г. Особенности применения гиперпластификаторов в сухих строительных смесях // Строительные материалы, 2010, № 12, С. 62-65.
6. Иноземцев А.С., Королев Е.В., Луцюк Е.М. Высокопрочные легкие бетоны конструкционного назначения // Сборник тезисов VIII Международной научно-практической конференции «Образование и наука XXI века – 2012», 2012, Том 45, С. 47-53.
7. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Легкий высокопрочный бетон для несущих конструкций в промышленном и гражданском строительстве // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Наука и образование в жизни современного общества», 2012, часть 4, С. 46-48.
8. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Технологические параметры изготовления высокопрочных легких бетонов и их свойства // Сборник докладов VII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика эффективности строительных материалов», 2012, С. 65-70.
9. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Экономические предпосылки внедрения высокопрочных легких бетонов // Журнал «Научно-технический вестник Поволжья» – Казань: ООО «Научно-технический вестник Поволжья», 2012. №5. – С. 198-205.