

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 666.972.16

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРА НА ОСНОВЕ СУЛЬФИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРИЗОВАННЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ СУЛЬФОКИСЛОТ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

*канд. техн. наук А.П. ШВЕДОВ, В.В. БОРОДА
(Полоцкий государственный университет)*

Выполнен краткий обзор используемых суперпластификаторов. Приведены свойства цементного теста, модифицированного добавкой СПАС и С-3. Показана эффективность суперпластификатора СПАС по сравнению с суперпластификатором С-3 и пластификатором на основе полиоксикарбоновых кислот.

Согласно СТБ 1112-98 [1] к суперпластификаторам относятся добавки, ввод которых в оптимальных дозировках позволяет получить из малоподвижных бетонных смесей с осадкой конуса 1...4 см литые бетонные смеси с осадкой конуса 20 см и более без снижения прочности бетона в возрасте 28 суток.

Согласно [2] суперпластификаторы по химическому составу делят на четыре группы:

- 1) модифицированные лигносульфонаты (НИЛ-20 и др.);
- 2) меламиновые – сульфированные продукты конденсации меламина с формальдегидом («Мельмент»; 10-03; МФАС-Р-100 и др.);
- 3) нафталиновые – сульфированные нафталинформальдегидные соединения («Майти»; С-3; С-4 и др.);
- 4) полиолефовые – производные полиоксикарбоновых кислот (ПЭО и др.).

Ассортимент наиболее широко используемых пластификаторов приведен в таблице 1.

Таблица 1

Свойства применяемых пластификаторов

Название суперпластификатора	Свойства
НИЛ-20	В количестве 0,6 % от массы цемента увеличивает подвижность бетонной смеси с 4...6 см до 14...16 см без снижения прочности. При повышении дозировки пластификатора до 1 % от массы цемента подвижность бетонной смеси возрастает до 20...22 см при снижении прочности бетона в начальные сроки твердения не более чем на 10 %. В равноподвижных бетонных смесях введение оптимального количества пластификатора позволяет повысить прочность бетона на 20...25 % или снизить расход цемента не менее чем на 15 % [2]
ЛСТ-П	Обладает повышенным пластифицирующим действием, увеличивает осадку конуса с 6 до 18 см без потери прочности при введении 0,25...0,3 % от массы цемента добавки. При этом позволяет получить без снижения прочности бетонную смесь подвижностью не более 12 см. Применение эффективно для пропариваемых бетонов, в которых добавка дает стабильное повышение прочности бетона при сохранении подвижности смеси, при сохранении требуемой прочности позволяет получить литые смеси [3]
ХДСК-1	Позволяет увеличить подвижность бетонной смеси с 1...5 см до 18...23 см без снижения прочности бетона; дает возможность сократить водопотребность бетонной смеси на 15...25 % и увеличить прочность бетона при твердении в нормальных условиях: через 1 сут на 65 %; 3 сут – 73 %; 7 сут – 57 %; 28 сут – 40 % [4]
10-03	Вводится в пределах 0,35...0,7 % от массы цемента, при максимальной дозировке позволяет повысить подвижность бетонной смеси с 5 см до 20 см. В равноподвижных бетонных смесях введение оптимального количества суперпластификатора 10-03 (при снижении В/Ц на 15...25 %) позволяет получить бетон прочностью на 25...40 % и выше [2]
СМФ	Позволяет при введении 0,5...1 % от массы цемента добавки получать высокоподвижные и литые бетонные смеси. Прирост прочности для литых бетонных смесей составляет 14...20 %, а для малоподвижных – 60 %. Интенсифицирует твердение с получением бетонов повышенной прочности, в том числе из смесей высокоподвижной и литой консистенции [5]
С-3	Увеличивает подвижность бетонной смеси с 2...4 см до 20...22 см без снижения прочности бетона, а также может использоваться для уменьшения расхода воды в составе бетона с целью увеличения его прочности. Позволяет получать высокопрочные бетоны марок 700...1000 на цементах марок 500...600 [6]

Обычные суперпластификаторы позволяют резко повысить подвижность бетонной смеси без увеличения водоцементного отношения, что очень важно для литевых технологий в монолитном строительстве. При прочих равных условиях применение суперпластификаторов дает возможность на 20...35 % повысить прочность готового бетона.

Существенным недостатком суперпластификаторов является зависимость их эффективности от минералогического состава. При применении бетонных смесей с суперпластификаторами непосредственно для возведения конструкций на стройплощадке возникают проблемы с сохранением подвижности. У большинства добавок данной группы высокий пластифицирующий эффект в течение 30...50 минут сильно снижается.

В настоящее время проводятся интенсивные исследования в области химии и технологии поликарбоксилатных суперпластификаторов. Их используют в бетонах во многих зарубежных фирмах, список которых весьма внушителен. Например, BASF (ФРГ), Kao Soap Co и Takemoto Oil Fat Co (Япония), Grace (США), Marei S.p.A. (Италия) и ряд других компаний. Несомненными лидерами в разработке новых суперпластификаторов являются японские специалисты [7].

Поликарбоксилаты – это анионные полимеры, которые образуются при полимеризации ненасыщенных карбоновых кислот, таких как акриловая, метакриловая или малеиновая кислоты [8].

Исследования, выполненные многими специалистами [8], показывают, что добавки поликарбоксилатов являются активными суперпластификаторами – увеличение осадки конуса от 3 см (контрольный состав) до 21...24 см наблюдается при дозировке 0,17...0,22 % массы цемента. Бетонная смесь в течение длительного времени находится в пластичном состоянии, ее сохраняемость достигает 1,5...2 ч. Содержание воздуха в бетонной смеси увеличивается незначительно, что подтверждается прямыми определениями и измерением ее объемной массы. Прочность бетона с добавками в ранние сроки твердения не уступает прочности контрольного бетона, а в возрасте 28 сут даже несколько превосходит последнюю. Кроме того, добавки на основе поликарбоксилатов не оказывают какого-либо отрицательного влияния на твердение бетона. Поликарбоксилаты обеспечивают весьма высокую сохраняемость бетонной смеси, что делает их весьма привлекательными для монолитного строительства и при продолжительном транспортировании бетонной смеси¹.

В Полоцком государственном университете проводились исследования по изучению влияния поликарбоксилатных суперпластификаторов на цементные системы. Исследования проводились на Кричевском портландцементе ПЦ 400-Д20.

Изменение коэффициента нормальной густоты цементного теста, модифицированного поликарбоксилатным суперпластификатором, приведено на рисунке 1.

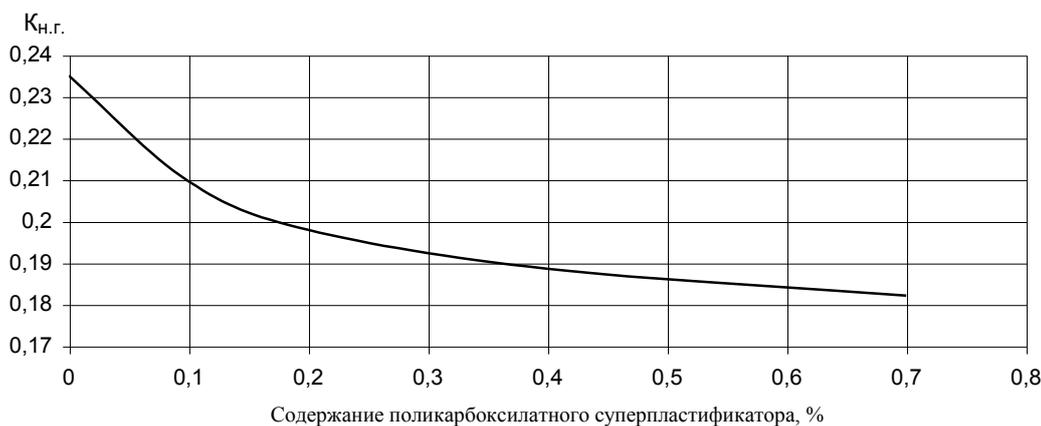


Рис. 1. Коэффициент нормальной густоты цементного теста, пластифицированного поликарбоксилатным суперпластификатором

Данные исследований подтверждают возможность при дозировках поликарбоксилатного суперпластификатора в количестве 0,2...0,4 % от массы цемента добиться снижения воды затворения на 16...20 % по сравнению с бездобавочным цементным составом. Однако стоимость таких соединений очень высокая – в пределах 7000 у.е. за тонну.

¹ Получено нами в работе «Влияние тонкодисперсных наполнителей и химических модификаторов на физико-механические свойства высокоподвижных цементных систем» (Новополоцк, 2005).

Наибольшее распространение в технологии приготовления пластифицированных бетонных смесей в странах СНГ получила добавка С-3.

Применение суперпластификатора С-3 в монолитных конструкциях позволяет снижать трудозатраты в пределах 1...1,4 чел.-час/м³ бетона. Одновременно с этим повышаются и эксплуатационные характеристики бетона. Однако сырье для данной добавки на территории Республики Беларусь отсутствует. Стоимость ее доходит до 1200 у.е. за тонну. Поэтому необходим поиск технологий производства аналогичных добавок, но на основе местных сырьевых ресурсов.

Работы, проводимые в Полоцком университете, подтверждают перспективность данного направления исследований. Уже разработана технология получения суперпластификатора на основе сульфирования полимеризованных ароматических сульфокислот (СПАС).

Для сравнения эффективности действия суперпластификаторов С-3 и СПАС были выполнены эксперименты по определению влияния содержания суперпластификатора на коэффициент нормальной плотности цементного теста.

В исследованиях использовался Кричевский портландцемент ПЦ 400-Д20. Результаты определения коэффициента нормальной плотности цементного теста представлены на рисунках 2, 3.

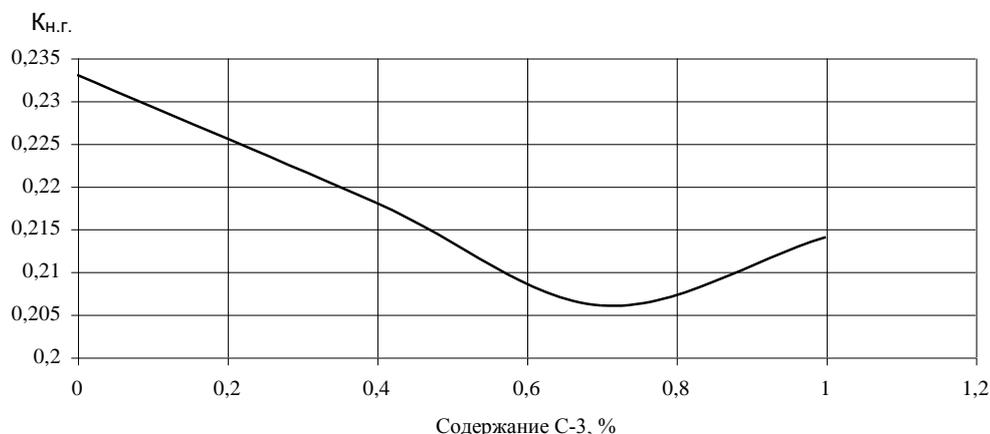


Рис. 2. Коэффициент нормальной плотности цементного теста, пластифицированного С-3

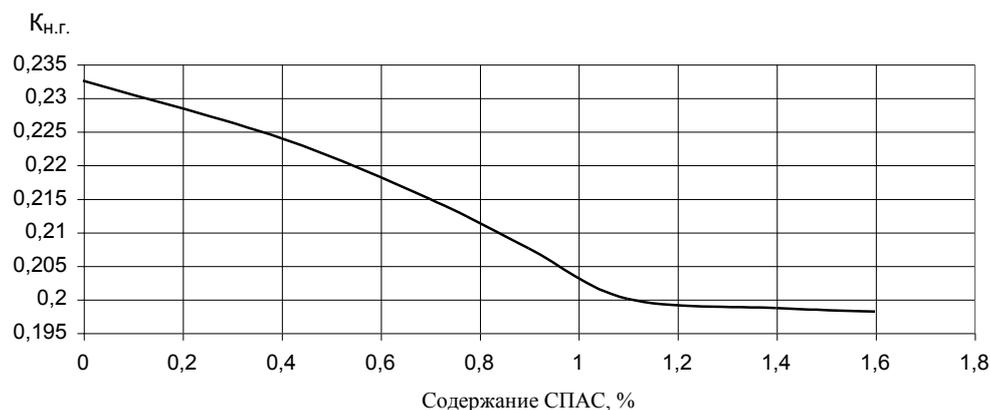


Рис. 3. Коэффициент нормальной плотности цементного теста, пластифицированного СПАС

Характеристикой пластифицирующей способности модификаторов, предложенной Н.П. Блещиком, является коэффициент пластификации, определяемый по формуле:

$$K_{пл} = 1 - \frac{K_{н.г.}^{пл}}{K_{н.г.}^0},$$

где $K_{н.г.}$, $K_{н.г.}^{пл}$ – коэффициент нормальной густоты немодифицированного и модифицированного цементного теста.

Результаты определения коэффициента пластификации цементного теста представлены в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициент пластификации цементного теста

Процент ввода добавки		0,1	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6
Коэффициент пластификации, $K_{пл}$	С-3	–	–	0,062	0,114	0,093	–	–	–
	СПАС	–	–	0,037	0,076	0,108	0,140	0,146	0,148
	Поликарбоксилатный суперпластификатор	0,108	0,158	0,198	0,225	–	–	–	–

Анализ данных показывает:

- при увеличении дозировки добавок коэффициент нормальной густоты немодифицированного цементного теста ($K_{н.г.}$) снижается, т.е. требуется меньшее количество воды затворения для получения требуемой консистенции;

- суперпластификатор С-3 при дозировке 0,7 % от массы цемента обеспечивает снижение воды затворения на 11,4 %;

- суперпластификатор СПАС при дозировках в количестве 1,1...1,4 % от массы цемента – на 14...14,6 %;

- при дозировках поликарбоксилатного суперпластификатора 0,2...0,4 % от массы цемента можно добиться снижения воды затворения на 16...20 % по сравнению с бездобавочным цементным составом.

Следовательно, разработанный суперпластификатор по водоредуцирующей способности занимает промежуточное положение между широко используемым С-3 и перспективным на данный момент суперпластификатором на поликарбоксилатной основе. При этом сырьевая база только ОАО «Полимир» в несколько раз превосходит потребность строителей Беларуси в данном продукте.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1112-98. Добавки для бетонов. Общие технические условия / Мин-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь. – Мн., 1998. – 18 с.
2. Применение суперпластификаторов в бетоне / В.Г. Батраков, Ф.М. Иванов, Е.С. Силина, В.Р. Фаликман. – М.: МВНИИС, 1982. – С. 22 – 23.
3. Соколов О.М., Евсеев Г.А., Сергеев А.Б. Пластифицирующая добавка в бетоны ЛСТ-П // Бетон и железобетон. – 1986. – № 8. – С. 11 – 12.
4. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – М.: Стройиздат, 1990. – 400 с.
5. Батраков В.Г., Булгакова М.М., Фаликман В.Р. Суперпластификатор-разжижитель СМФ // Бетон и железобетон. – 1985. – № 5. – С. 18 – 20.
6. Сафончик Д.И. Бетоны, модифицированные пластифицирующей добавкой СПБ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новополоцк, 2004. – 24 с.
7. CSA 23.3-94. Design of concrete Structures. Canadian Standarts Assosiation, 1994. – 200 p.
8. Фаликман В.Р., Вайнер А.Я., Башлыков Н.Ф. Новое поколение суперпластификаторов // Бетон и железобетон. – 2000. – № 5. – С. 5 – 7.