

А.П. ПУСТОВГАР, А.Ф. БУРБЯНОВ, кандидаты техн. наук,  
 ГОУ ВПО Московский государственный строительный университет;  
 П.Г. ВАСИЛИК, инженер, ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

## Особенности применения гиперпластификаторов в сухих строительных смесях

Термин «гиперпластификатор» прочно вошел в обиход производителей бетона и сухих строительных смесей, хотя официально пока не определен. ГОСТ 24211–2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования» классифицирует пластифицирующие добавки по эффекту действия на 4 группы: слабо-, средне-, сильнопластифицирующие и суперпластификаторы». Данная классификация пластифицирующих добавок полностью перешла из ГОСТ 24211–91 «Добавки для бетонов». Однако ввиду значительного различия эффекта действия «старых» суперпластификаторов на основе сульфатафталинформальдегида натрия и сульфомеламинформальдегида натрия и пластификаторов на основе поликарбоксилатов новый термин все чаще встречается в научно-технической литературе [1].

Гиперпластификаторы широко применяются в составах для устройства полов, в шпатлевках, клеевых, ремонтных и огнеупорных составах, а также в составах самоуплотняющихся бетонных смесей, при этом в качестве вяжущего может применяться портландцемент, различные модификации гипса-полугидрата, ангидрит, алюминатные цементы, пуццолановые цементы, а также смешанные вяжущие.

Применение любых модифицирующих добавок, как правило, определяется балансом технологических и качественных преимуществ, приобретаемых строительным раствором, и его ценой и требует экономического обоснования. При разработке новых составов сухих строительных смесей с применением дорогостоящих модифицирующих добавок необходимо учитывать не только основной эффект действия добавки, в данном случае пластифицирующий, но и дополнительные эф-

фекты, получаемые при ее использовании. Например, применение современных гиперпластификаторов позволяет существенно увеличить жизнеспособность смесей для устройства полов и сохранить их высокую подвижность; введение в шпатлевку или плиточный клей класса С2 всего 0,008–0,03% современного гиперпластификатора полностью решает проблему агломерации при затворении водой и увеличивает открытое время.

Механизм действия гиперпластификаторов напрямую зависит от их химической природы и пространственной структуры полимера. Поликарбоксилатные эфиры имеют структуру привитого сополимера, имеющего основную цепь и нанизанные на нее боковые ответвления (рис. 1).

Действие поликарбоксилатных гиперпластификаторов основано на совокупности электростатического и стерического эффектов, при этом стерический эффект достигается за счет боковых гидрофобных полиэфирных цепей молекулы поликарбоксилатного эфира. Благодаря этому водоредуцирующий и пластифицирующий эффекты действия таких пластификаторов в несколько раз выше и продолжительнее, чем у традиционных пластификаторов, использующих один из данных эффектов.

В зависимости от условий синтеза получают поликарбоксилаты с различными длинами боковых полиэфирных цепочек и с разным значением дзетта-потенциала (рис. 2). Это позволяет создавать материалы с разным соотношением стерического эффекта и анионной активности (рис. 3). Уменьшение замедляющего эффекта, характерного для поликарбоксилатов, связывают с изменением соотношения длин основной и боковых цепей. Увеличение длин боковых цепочек и сокращение

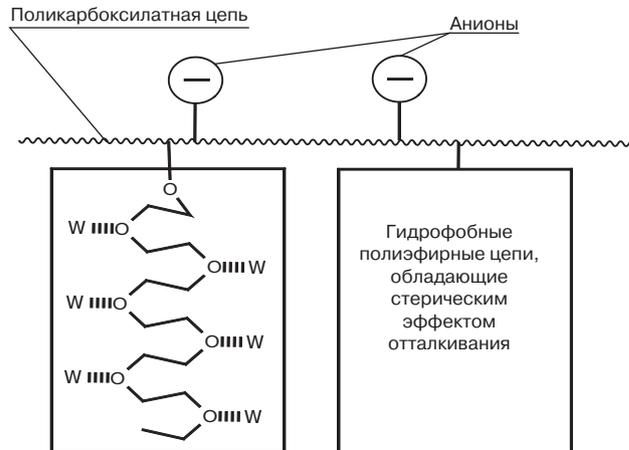
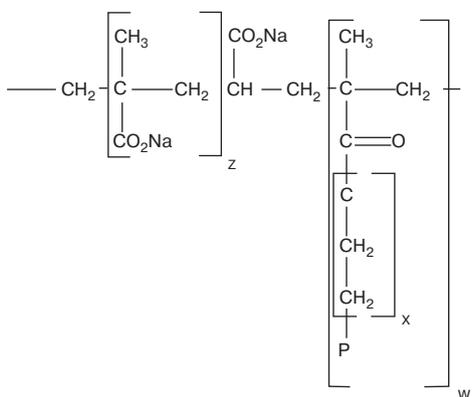


Рис. 1. Схематическая структура поликарбоксилатных эфиров

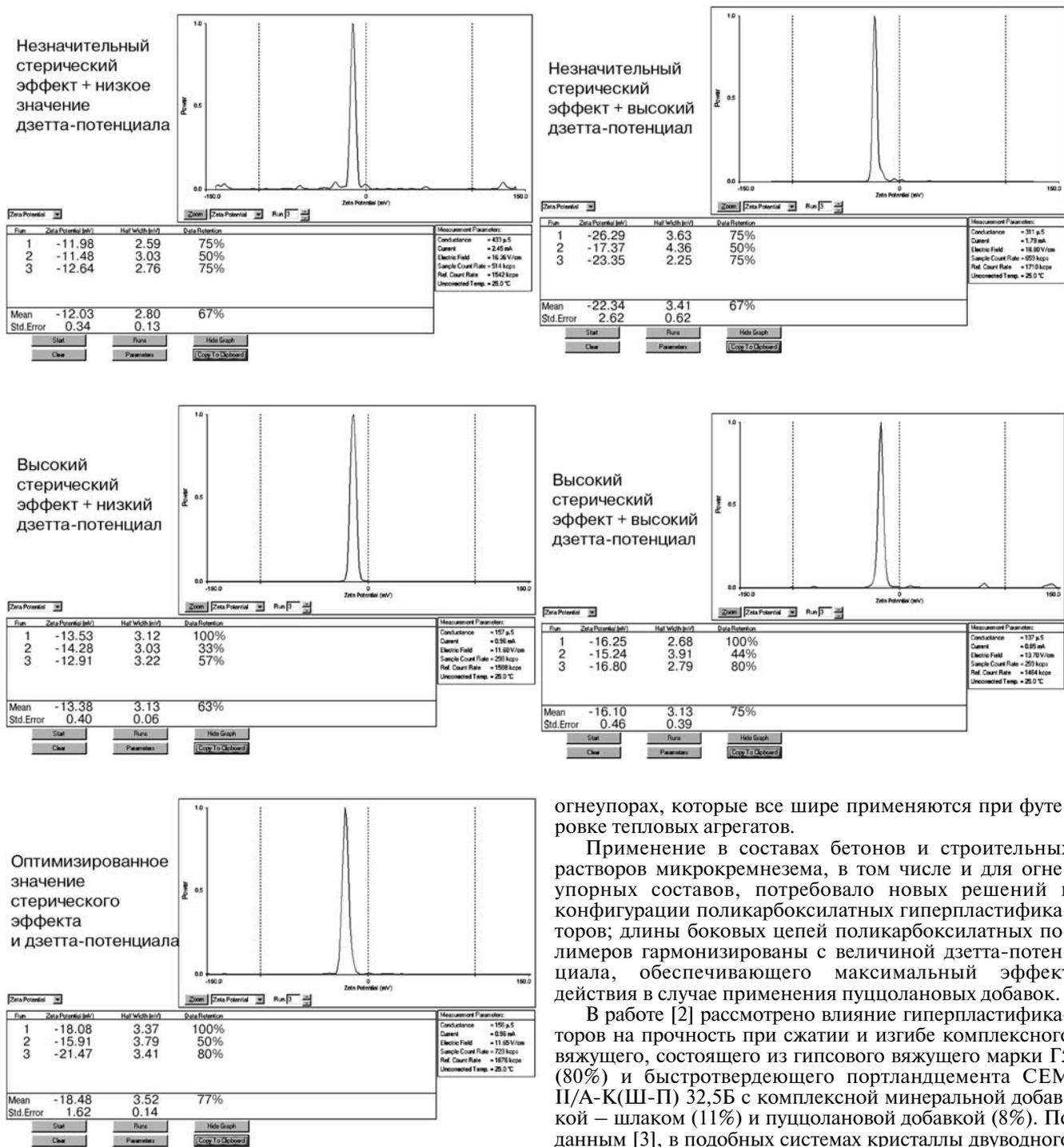


Рис. 2. Дзетта-потенциал гиперпластификаторов на поликарбоксилатной основе

основной приводит к уменьшению плотности адсорбции пластификатора на поверхности зерен вяжущего, что позволяет сохранить часть активных центров от перекрытия пленками полимера.

Поликарбоксилаты первых поколений сильно влияют на кинетику гидратации вяжущих и используются, как правило, в бетонах и строительных растворах в летний период, когда нужно сохранить подвижность при высокой температуре окружающего воздуха, а также в системах, содержащих глиноземистый цемент. Данные марки нашли широкое применение и при производстве огнеупорных бетонов, так называемых неформованных

огнеупорах, которые все шире применяются при футеровке тепловых агрегатов.

Применение в составах бетонов и строительных растворов микрокремнезема, в том числе и для огнеупорных составов, потребовало новых решений в конфигурации поликарбоксилатных гиперпластификаторов; длины боковых цепей поликарбоксилатных полимеров гармонизированы с величиной дзетта-потенциала, обеспечивающего максимальный эффект действия в случае применения пуццолановых добавок.

В работе [2] рассмотрено влияние гиперпластификаторов на прочность при сжатии и изгибе комплексного вяжущего, состоящего из гипсового вяжущего марки Г5 (80%) и быстротвердеющего портландцемента СЕМ II/A-K(Ш-П) 32,5Б с комплексной минеральной добавкой – шлаком (11%) и пуццолановой добавкой (8%). По данным [3], в подобных системах кристаллы двуводного гипса создают каркас первичной структуры, а гидросиликаты являются цементирующей связкой. При этом авторы [3] считают, что в данных системах возможно применение традиционных суперпластификаторов с электростатическим эффектом действия. Проведенные в НОЦ НСТМ МГСУ исследования показали, напротив, низкую эффективность применения в таких системах суперпластификаторов только с электростатическим эффектом действия, что подтверждается результатами, полученными в [2]. Предел прочности при сжатии и изгибе (рис. 4, 5) составов с гиперпластификаторами с оптимизированными значениями электростатического и стерического эффектов (Melflux 5581F, VP STQ 6) до 20% выше, чем для гиперпластификаторов ранних поколений.

Оптимизация соотношения стерического эффекта и дзетта-потенциала гиперпластификатора позволяет

Особенности применения гиперпластификаторов на поликарбоксилатной основе

Свойства	Основные свойства			Система						
	Диспергирующий (пластифицирующий) эффект	Низкая дозировка	Отсутствие замедления	ПЦ система, богатая $K^+$ , $Na^+$ , $SO_4^{2-}$	ПЦ система, бедная $K^+$ , $Na^+$ , $SO_4^{2-}$	Содержит микрокремнезем	Возможность применения с лимонной кислотой	Короткое время растворения	Замедляющий эффект	Гипсовые системы
Незначительный стерический эффект + высокий дзетта-потенциал	X	X			XX				X	
Высокий стерический эффект + низкий дзетта-потенциал	X	X	XX		XX					
Высокий стерический эффект + высокий дзетта-потенциал	XX	XX	XX	XX	X	X	XX	X		
Оптимизированные значения стерического эффекта и дзетта-потенциала	XX	XXX	XX	XXX	X	X	X	X		XXX
Незначительный стерический эффект + низкий дзетта-потенциал	X	X			X		X		X	

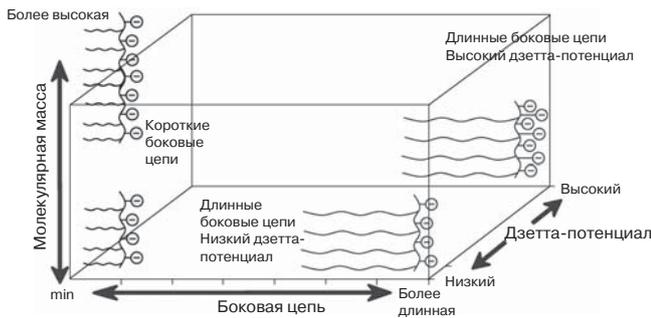


Рис. 3. Типы поликарбоксилатных пластификаторов

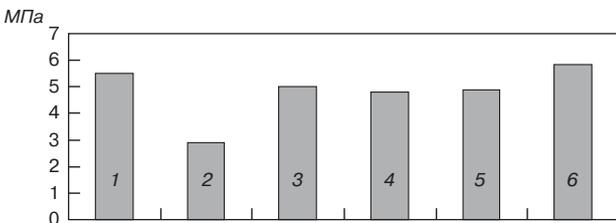


Рис. 4. Влияние различных добавок и В/Т на прочность при изгибе образцов из комплексного вяжущего: 1 – контрольный, В/Т 0,54; 2 – № 1 контрольный + Melment F 15 G, В/Т 0,35; 3 – № 2 контрольный + Melflux 1641F, В/Т 0,32; 4 – № 3 контрольный + Melflux 2651F, В/Т 0,31; 5 – № 4 контрольный + Melflux 5581F, В/Т 0,29; 6 – № 5 контрольный + VP STQ 6, В/Т 0,26

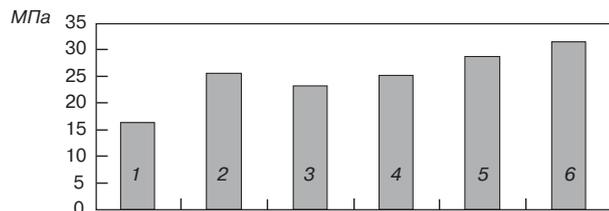


Рис. 5. Влияние различных добавок и В/Т на прочность при сжатии образцов из комплексного вяжущего: 1 – контрольный, В/Т 0,54; 2 – № 1 контрольный + Melment F 15 G, В/Т 0,35; 3 – № 2 контрольный + Melflux 1641F, В/Т 0,32; 4 – № 3 контрольный + Melflux 2651F, В/Т 0,31; 5 – № 4 контрольный + Melflux 5581F, В/Т 0,29; 6 – № 5 контрольный + VP STQ 6, В/Т 0,26

подбирать марку поликарбоксилатных эфиров с учетом исходного фазового состава минеральной части сухой строительной смеси и образующихся при ее затворении водой продуктов гидратации. Так, ионы  $SO_4^{2-}$  и  $PO_4^{3-}$  препятствуют адсорбции поликарбоксилатов с низким значением дзетта-потенциала и короткими боковыми цепями, существенно снижая его пластифицирующий эффект действия. Количество и модификация отдельных цементных фаз, например  $C_3A$ , также существенно меняют эффект действия пластификатора.

Следует также учитывать, что современные сухие строительные смеси, в особенности смеси для устройства полов, являются сложными многокомпонентными системами, в состав которых входят разнообразными модифицирующие добавки, которые в значительной мере влияют на эффект действия гиперпластификаторов. При этом нарушение принципа оптимизации соотношения стерического эффекта и дзетта-потенциала может проявляться в виде снижения пластифицирующей способности, вплоть до ее полного отсутствия, а в отдельных случаях и до аномального повышения вязкости состава. Например, эффективность применения гиперпластификаторов с различными видами замедлителей также определяется оптимальным соотношением стерического эффекта и величиной дзетта-потенциала.

Гиперпластификаторы с низким показателем дзетта-потенциала и незначительным стерическим эффектом в составах сухих строительных смесей, как правило, применяют только в сочетании с винной кислотой. Применение других замедлителей, например лимонной кислоты, возможно только для гиперпластификаторов с высокими значениями дзетта-потенциала и высоким стерическим эффектом. Расширение номенклатуры применяемых совместно с гиперпластификаторами замедлителей позволяет существенно, до 20%, повысить прочность затвердевших строительных растворов и регулировать в широких пределах реологические характеристики и жизнеспособность строительных растворов.

Особенности применения различных гиперпластификаторов представлены в таблице.

Для многих систем на основе портландцемента различных российских производителей наиболее эффек-

тивными являются гиперпластификаторы, обладающие высоким стерическим эффектом и высоким значением дзетта-потенциала [1]. Данный тип гиперпластификаторов показывает хорошие результаты и в составах на основе гипсовых вяжущих.

Таким образом, можно сделать вывод, что при позднем разжижении целесообразно применять гиперпластификатор с более высоким дзетта-потенциалом.

При быстром падении подвижности раствора во времени необходимо рассмотреть возможность применения гиперпластификатора с низким дзетта-потенциалом или введения сильного анионоактивного агента – кислотного замедлителя или сульфата щелочного металла.

Применение гиперпластификаторов с оптимизированным соотношением стерического эффекта и дзетта-потенциала в системах на комплексном вяжущем позволяет получить более высокую прочность как при сжатии, так и при изгибе.

#### Список литературы

1. *Несветаев Г.В., Давидюк А.Н.* Гиперпластификаторы «Melflux» для сухих строительных смесей и бетонов // Строит. материалы. 2010. № 3. С. 2–3.
2. *Василик П.Г., Бурьянов А.Ф., Гонтарь Ю.В., Чалова А.И.* Влияние супер- и гиперпластификаторов на водопотребность и прочностные характеристики затвердевшего камня на основе комплексного вяжущего. Материалы V Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». Казань. 8–10 сентября 2010 г. С. 47–51.
3. Гипсовые материалы и изделия. Производство и применение: Справочник. М.: АСВ, 2004. 488 с.

## В издательстве «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ» ВЫШЕЛ ДАЙДЖЕСТ «Сухие строительные смеси» Часть 2

В дайджест вошли статьи, опубликованные в журнале «Строительные материалы»® за 2004–2008 гг. – всего более 60 статей по тематическим разделам:

- компоненты для производства ССС;
- технология и оборудование;
- результаты научных исследований;
- применение ССС;
- рынок ССС.

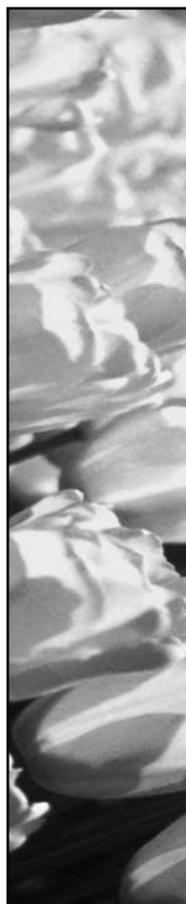


Для приобретения дайджеста следует направлять заявку произвольной формы в издательство по факсу или электронной почте.

**Не забудьте указать наименование организации, почтовый адрес доставки, ФИО получателя.**

**Телефон/факс:  
(495) 976-20-36, 976-22-08**

**E-mail: [mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru) [www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)**



16 - 18 марта 2011 г., г. Сургут

13-я специализированная выставка

**СТРОЙЭКСПО.**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Новейшие строительные технологии,  
оборудование и материалы

Инвестиционно-строительные проекты

Объекты недвижимости в России и за рубежом

Организатор выставки: ОАО ОВЦ «Югорские контракты», при поддержке  
Департамента архитектуры и градостроительства Администрации г. Сургута

Подробная информация о выставке по тел. (3462) 52-00-40, 32-34-53,  
e-mail: [expo@wsmail.ru](mailto:expo@wsmail.ru), [www.yugcont.ru](http://www.yugcont.ru)