



УДК 691.311

ВЛИЯНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНОГО ПЛАСТИФИКАТОРА НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГИПСА

С.А. Поторочина, В.А. Новикова, А.Ф. Гордина

THE INFLUENCE OF POLYCARBOXYLATE PLASTICIZER TO TECHNICAL PARAMETERS OF GYPSUM

S.A. Potorochina, V.A. Novicova, A.F. Gordina

Аннотация. Изучено влияние поликарбоксилатного пластификатора на физико-технические параметры гипса. Анализ результатов механических испытаний показал, что введение пластификатора в гипсовое вяжущее в количестве 1 %, способствует увеличению прочности на сжатие до 72 % на 28 сутки. Использование рационального количества пластификатора приводит к получению пластичной смеси и играет роль отвердителя для гипсового раствора. В тоже время снижается водопоглощение, повышается коэффициент размягчения, сокращаются сроки схватывания гипсовых материалов.

Ключевые слова: гипсовое вяжущее; поликарбонатный пластификатор; физико-технические характеристики; механические испытания.

Abstract. It has been studied the influence of polycarboxylate plasticizer on the physical and technical properties of gypsum. Analysis of the results of mechanical tests showed that the introduction of a plasticizer in a gypsum binder in the amount of 1 %, increases the compressive strength up to 72 % on day 28. The use of a rational amount of plasticizer results in plastic mixtures and acts as a hardener for plaster solution. At the same time water absorption reduced, the softening coefficient increased, decrease the setting time of gypsum materials.

Keywords: gypsum binder; polycarboxylate plasticizer; physical and technical properties; mechanical tests.

Строительные изделия на основе гипса широко используются в строительстве. Гипсовые перегородочные панели – это звукопоглощающие и огнеупорные изделия, позволяющие получить внутренние стены различной конфигурации. При этом данные материалы являются лёгкими в эксплуатации и ремонте. Также перегородочные панели позволяют получить различную фактуру поверхности за счёт нанесения широкого спектра отделочных покрытий, при этом оставаясь недорогим и доступным материалом [1].

Разумная стоимость гипсовых панелей обеспечивается за счёт быстрого и эффективного технологического процесса изготовления, который заключается в удалении избыточной воды затворения при термической обработке изделий в сушильном шкафу или печи. Уменьшения затрат на производство изделий можно достичь путем уменьшения водогипсового отношения.

В то же время прочностные характеристики гипсовых материалов зависят от количества воды затворения. Поскольку химически несвязная вода при отверждении изделий испаряется, то в структуре матрицы образуются полости и пустоты, которые снижают механические свойства получаемых конструкций. Таким образом, уменьшение количества воды затворения позволяет получать гипсовые материалы с повышенными физико-техническими характеристиками, при этом снижая итоговую стоимость изделий.

Использование пластификаторов, называемых также «диспергаторы», позволяет увеличить пластичность смеси воды и полугидрата сульфата кальция, что приводит к снижению водогипсового отношения для получения текучего жидкого раствора. Хорошо

известны пластификаторы на основе нафталинсульфата, но их эффективность ограничена. Основным видом сырья при производстве пластификаторов для бетонных смесей является нафталин коксохимический. Поскольку ресурсы коксохимического нафталина ограничены, то проводились исследования по использованию коксохимических нафталиновых фракций, прессовых оттеков и нафталиновых масел. Проверялась возможность использования коксохимического нафталина с пониженным содержанием основного вещества, но не менее 93 мас.%. При использовании нафталиновых фракций нежелательными примесями являются фенолы и пиридиновые основания [2]. Применение их ограничивается санитарными и экологическими нормами и допусками. Также используют поликарбоксилатные пластификаторы.

По строению полимер поликарбоксилатного пластификатора имеет гребенчатую структуру и состоит из основной цепи – поликарбоксильной кислоты и боковых алкиленоксидных ответвлений различной молекулярной массы. Такая структура пластификаторов обеспечивает частицам цемента электростатическое и стерическое (пространственное) отталкивание. По некоторым оценкам, силы взаимного отталкивания частиц гипса при введении поликарбоксилатного пластификатора почти вдвое больше, чем у суперпластификаторов на основе меламинформальдегидных или нафталинформальдегидных поликонденсатов, и почти втрое больше, чем у суперпластификаторов на основе лигносульфонатов. В результате при минимальных дозировках поликарбоксилатного пластификатора обеспечивается высокая разжижающая способность, нерасслаиваемость гипсовых смесей и их высокие эксплуатационные характеристики

В отличие от традиционно используемых нафталинформальдегидных пластификаторов поликарбоксилатные – экологически безопасны, обладают антикоррозионными свойствами, введение их в гипс позволяет значительно увеличить долговечность возводимых объектов, а также существенно снизить расходы на их эксплуатацию [3].

Для увеличения эффективности действия пластификатора на свойства гипсового раствора вводят модификаторы, такие как силикатные и карбонатные соли, включая негашеную и гидратную известь и кальцинированную соду. Приведённые добавки особенно эффективны с пластификаторами на основе поликарбоксилатного простого эфира. Применение данных комплексных добавок, основным компонентом которых являются высокоэффективные гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе, позволяет получить высокопрочные и высококачественные бетоны с низким водоцементным отношением и величиной капиллярной пористости[4].

Эти свойства определяются как химическим строением, так и механизмом действия, что приводит к комбинированному взаимодействию сил пространственного и электростатического отталкивания. Известны способы получения водорастворимых гребнеобразных сополимеров на основе ненасыщенных производных моно- или дикарбоновых кислот и алкиловых эфиров оксиалкиленгликолей (US 6777517 B1, DE 10237286 A1, DE 19926611 A1, DE 19513126 A1, US 5798425, EP 0816298 A1, DE 69715974 T2, EP 1547986 A1, EP 2065350, US 5393343, RU 2363678), в качестве суперпластификаторов. В этих патентах описаны гребнеобразные полимеры, которые являются, например, сополимерами поликарбоксильных мономеров, таких как малеиновая кислота или ее производные, (мет)акриловая кислота и виниловые эфиры олигоалкиленоксидов, такие как полиалкиленгликольмоноаллиловые, и другие радикально полимеризующиеся ненасыщенные С=C группы.

Применение суперпластификаторов в составе гипсовых смесей приводит к увеличению объема дисперсионной среды и сил электростатического отталкивания, что выражается на практике в уменьшении плотности бетонных смесей и, как следствие, увеличении пористости и проницаемости.

Согласно результатам исследования [1], способы, используемые для изготовления смесей гипса, пластификаторов и модификаторов, не всегда позволяют получить высокотекучие жидкие растворы. В некоторых случаях эффективность пластификатора значительно увеличивается, но та же самая комбинация компонентов оказывает лишь незначительный эффект на пластичность раствора. Данная нестабильность результатов действия добавок на текучесть жидкого раствора может привести к увеличению количества пластификатора, используемого для обеспечения минимальной пластичности. В процессе, когда пластификатор может быть одним из наиболее дорогих компонентов, избыточное количество пластификатора чрезмерно увеличивает стоимость изделия.

Однако известные вышеуказанные поликарбоксилатные суперпластификаторы из-за их поверхностной активности имеют сильную тенденцию вовлекать в гипс пузырьки воздуха во время перемешивания. В результате нерегулируемое вовлечение пузырьков воздуха может приводить к снижению механической прочности бетона. Для того, чтобы преодолеть эти недостатки, с суперпластификаторами вышеуказанного строения часто добавляют пеногасители, но поскольку эти вещества нерастворимы в воде, то они имеют тенденцию выделяться из раствора полимера, а следовательно, их эффективность снижается при хранении.

Известны также способы получения поликарбоксилатных слабопнящихся суперпластификаторов, описанные в патентах US5362324, US 6139623 и EP 1547986 A1. Указанные суперпластификаторы относятся к полимерам, в которых пеногаситель связан с цепью полимера. Таким образом, пеногаситель стабилизируется в растворе полимера и пеногасящая способность поддерживается в течение длительного времени.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому является способ получения поликарбоксилатного суперпластификатора, описанный в патенте EP 1547986 A1 (аналог RU 2360880). Способ заключается в сополимеризации мономеров.

Основным недостатком известного суперпластификатора является его низкая воздухоподавляющая способность. Введение в полимерную структуру бифункционального мономера [ди(мет)акрилата (III)] обеспечивает пеногашение, способствует повышению вязкости сополимера, образованию сшитых структур, снижению скорости схватывания гипса, что в свою очередь приводит к медленному росту механической прочности в первые часы твердения гипса. Кроме того, это может привести к получению высокосшитых систем («геля») [5].

В то же время поликарбоксилатный пластификатор является замедлителем твердения гипса. Если для компенсации разброса параметров эффективности пластификатора используют большое количество добавки, схватывание может замедлиться до такой степени, что некоторые изделия, такие как гипсовая панель, не могут быть получены на современном высокоскоростном оборудовании.

Таким образом, существует необходимость в разработке модифицированного раствора и изделий на его основе, который приводит к получению пластичной смеси без избыточного количества пластификаторов. Применение такого способа изготовления будет удерживать стоимость на разумном уровне при введении дорогих пластификаторов и приведет к минимизации степени замедления отверждения жидкого раствора.

1. Материалы и методы исследования

1.1. Материалы, применяемые в исследовании

В качестве исследуемого материала использовался нормально твердеющий гипс средней степени помола марки Г-4 предприятия ООО «Прикамская гипсовая компания» (г. Пермь), соответствующий ГОСТ 125-79.

В качестве пластификатора использовался поликарбоксилат. Он уменьшает водогипсовое отношение, способствует равномерному распределению частиц гипса в составе смеси, повышает текучесть и удобоукладываемость, увеличивает диспергирующий эффект

[6]. В исследовании рассматривалось 5 составов: контрольный состав без содержания добавки, образцы с концентрацией пластификатора 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1%.

1.2. Приготовление образцов

Пластификатор смешивался с водой затворения и вводился в гипсовое вяжущее. Оптимальное количество воды определялось опытным путем с целью получения гипсового теста нормальной густоты, в соответствии с методикой согласно ГОСТ 23789-79 [7]. Перемешивание компонентов проводилось вручную в течение 1,5-2 минут.

Для приготовления гипсовых образцов использовались стандартные стальные формы с размерами 40×40×160 мм. Образцы выдерживались в формах в течение 20-30 минут с последующим проведением испытаний на определение водостойкости. Образцы хранились при температуре $T = 20^{\circ}\text{C}$ в течение 14 и 28 дней в условиях нормальной влажности, для проведения испытаний на прочность.

1.3. Методы испытаний

Испытания образцов на прочность проводились на гидравлическом прессе ПГМ-100 с допустимой нагрузкой 100 кН и скоростью нагружения 0,5 МПа/с в соответствии с требованиями стандарта [7]. За окончательные результаты испытаний принимались средние значения, вычисленные по результатам двух успешных измерений.

2. Результаты исследований

При испытании образцов были выведены следующие физико-технические характеристики (таблица 1).

Таблица 1 - Физико-технические характеристики образцов с различной концентрацией пластификатора.

Количество добавки, %	Расплав лепешки из гипсового теста, см	Водогипсовое отношение	Сроки схватывания, мин:сек	
			начало	конец
0	18,1	0,68	17:00	23:30
0,25	17,25	0,65	16:00	21:30
0,50	18,3	0,63	15:00	20:30
0,75	17,6	0,59	12:30	18:30
1,00	17,5	0,58	7:00	14:00

В табл. 1 представлены результаты механических испытаний гипсовых образцов с добавлением пластифицирующей добавки через 14 дней и 28 дней. Анализ результатов испытания выявил, что при нормальной густоте гипсового теста, при введении пластификатора в количестве 1 % сроки схватывания снижаются на 40 %, а водогипсовое отношение уменьшается на 14,7 %

Анализ результатов механических испытаний (рис.) показал, что введение пластификатора в гипсовое вяжущее в количестве 1 %, способствует увеличению прочности на сжатие до 72 %.

Водопоглощение гипса определяли на 28 суток. Высушенные образцы выдерживали 4 часа в воде в соответствии методике [7], затем по одному образцу каждого состава испытывали на сжатие. Еще один комплект образцов, так же выдержанный 4 часа в воде испытывали на сжатие через 2 суток. Результаты испытаний приведены на рисунке.

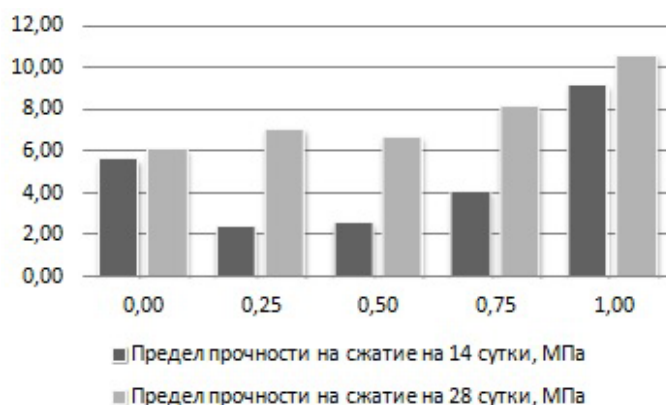


Рисунок – Прочность гипсовых образцов с различной концентрацией пластификатора

Испытания на водопоглощение дали следующие результаты. При введении 1 % пластификатора водопоглощение на 2 сутки уменьшается на 24 %, а коэффициент размягчения увеличивается на 9 % (табл. 2).

Таблица 2 - Результаты испытаний на водопоглощение образцов гипса с различной концентрацией пластификатора.

Количество добавки, %	Водопоглощение через 4 часа	Водопоглощение через 2 суток	Коэффициент размягчения
0	0,4555	0,4732	0,3527
0,25	0,4363	0,4567	0,4105
0,50	0,4196	0,4403	0,4130
0,75	0,4031	0,4276	0,3695
1,00	0,3635	0,3602	0,3843

Заключение

Использование поликарбоксилатного пластификатора улучшает физико-технические характеристики гипсовых растворов: снижает водогипсовое отношение, значительно сокращает сроки схватывания и уменьшает водопоглощение, а так же способствует повышает диспергирующий эффект, улучшает удобоукладываемость смеси. Так, введение пластификатора в строительный гипс в количестве 1 %, способствует сокращению сроков схватывания теста вяжущего, уменьшению водогипсового отношения на 14.7 %, увеличению прочности на сжатие до 72 %, уменьшению водопоглощения на 24%, увеличению коэффициента размягчения. Данное изменение физико-технических параметров связано с ускорением кристаллизации двуводного сульфата кальция и формирования плотного и прочного гипсового камня.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Способы приготовления гипсового раствора с модификаторами и пластификаторами / Лю Цинся, Блэкберн Дэвид Р., Шейк Майкл П., Рэндалл Брайан, Уилсон Джон В., Леткеман Дэннис М. Патент на изобретение RU 2417963 С2. Заявка № 2008101409/03 от 13.06.2006. Опубликовано: 10.05.2011, Бюл. № 13

2. Способ получения пластификатора / Амитин А.В., Бляхман Л.И., Валетдинов Р.Ф., Елин О.Л., Крылова Е.К., Мячин С.И., Панфилов В.А., Прокопенко А.В., Сапронова С.В., Шерстобитов А.А. Патент на изобретение RU 2245856 С1. Заявка № 2003124990/03 от 14.08.2003. Опубликовано: 10.06.2009, Бюл. № 16



3. В.Н.Тарасов. Отечественные поликарбоксилатные суперпластификаторы производства ООО «НПП МАКРОМЕР» для бетона, гипса и строительных смесей // Технологии бетонов, 2015. №1-2.

4. Ибрагимов Р.А. Тяжелые бетоны с комплексной добавкой на основе эфиров поликарбоксилатов: дис. канд. техн. наук. Казань: КГАСУ, 2011. 184 с.

5. Поликарбоксилатная пластифицирующая добавка для бетона, строительных растворов и сухих строительных смесей и способ ее получения (варианты)/ Тарасов В.Н., Лебедев В.С. Патент на изобретение RU 2469975 С1. Заявка № 2011121060/03 от 26.05.2011. Опубликовано: 20.12.2012, Бюл. № 35.

6. J. Aboytes, Ch. Hampel, A. Wolter, H.-U.Hummel Plasticizers in gypsum – history and future // Сборник трудов 18. Internationale Baustofftagung, Weimar, 12-15 september 2012. Band 1 0408-0415.

7. ГОСТ 23789-79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1987 – С. 1–8.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Поторочина Светлана Андреевна

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, Россия, студент 3 курса.

E-mail: Svitusya007@mail.ru

Potorochina Svetlana Andreevna

FSEI HPE «Kalashnikov Izhevsk State Technical University», Izhevsk, Russia, student.

E-mail: Svitusya007@mail.ru

Новикова Вероника Андреевна

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, Россия, студент 3 курса.

E-mail: veronika220595@rambler.ru

Novikova Veronika Andreevna

FSEI HPE «Kalashnikov Izhevsk State Technical University», Izhevsk, Russia, student.

E-mail: veronika220595@rambler.ru

Гордина Анастасия Федоровна

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, Россия, аспирант.

E-mail: afspirit@rambler.ru

Gordina Anastasia Feodorovna

FSEI HPE «Kalashnikov Izhevsk State Technical University», Izhevsk, Russia, graduate student.

E-mail: afspirit@rambler.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
426006, Ижевск, ул. Оружейника Драгунова, дом 82, кв. 70. Поторочина С.А.
8(912)763-93-86