

УДК 691.542

ВЛИЯНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫХ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ

¹Добшиц Л.М., ²Кононова О.В., ²Анисимов С.Н., ²Лешканов А.Ю.

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения»,
Москва, e-mail: levdobshits@yandex.ru;

²ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»,
Йошкар-Ола, e-mail: ov-kononova@mail.ru, ansernik3@gmail.com

Исследовано влияние содержания суперпластификаторов поликарбоксилатного типа Glenium-51, Glenium ACE 430, Glenium C 323MIX компании BASF на растекаемость, сроки схватывания и среднюю плотность цементных паст. Исследованиями установлено, что при постоянном водоцементном отношении с повышением содержания суперпластификаторов не только повышается растекаемость цементных паст и увеличивается период схватывания, но и возрастает способность паст к самоуплотнению. При повышении содержания суперпластификаторов от 0,1 до 2,0% от массы цемента период времени от момента затворения до конца схватывания возрастает с 6 до 14 часов. Исследования выявили прямую связь между увеличением периода схватывания и ростом средней плотности цементных паст. Введение ускорителя твердения X-SEED 100 в цементные пасты, модифицированные суперпластификатором Glenium ACE 430, способствует сокращению периода схватывания.

Ключевые слова: бетон, цементная паста, суперпластификатор, сроки схватывания, растекаемость, самоуплотнение

THE STRUCTURE OF THE CEMENT PAST POLYCARBOXYLATE SUPERPLASTICIZERS INFLUENCE

¹Dobshits L.M., ²Kononova O.V., ²Anisimov S.N., ²Leshkanov A.Y.

¹Moscow state university of railway engineering, Moscow, e-mail: levdobshits@yandex.ru;

²Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: ov-kononova@mail.ru, ansernik3@gmail.com

The influence of the BASF's Glenium-51, Glenium ACE 430 and Glenium C 323MIX type polycarboxylate superplasticizers content to the flowability, setting time and the average density of cement pastes investigated. Found that the superplasticizers content addition at constant water-cement ratio increase not only the cement pastes fluidity and setting time, but also the pastes self-sealing ability. With 0,1 to 2,0% by the cement weight superplasticizers addition the time from mixing till the end of the setting increase from 6 to 14 hours. The studies have shown the setting time and the average density of cement pastes increase direct dependence. The X-SEED 100 hardening accelerator addition to the Glenium ACE 430 superplasticizer modified cement pastes reduces the setting period.

Keywords: concrete, cement past, superplasticizer, setting time, flowability, self-compacting

Современная строительная индустрия предлагает ряд технических решений по улучшению качества бетона и бетонных работ. В частности, для повышения прочности бетона, снижения энергозатрат и трудоемкости бетонных работ в состав бетона вводят суперпластификаторы [1, 3, 6, 9]. Практика показала высокую эффективность применения синтетических суперпластификаторов на основе сульфированных меламин- и нафталинформальдегидных полимеров (MSF и NSF) [1, 6]. Однако, пластифицирующий эффект от применения суперпластификаторов MSF и NSF ограничен во времени вследствие их быстрой адсорбции. Быстрая потеря подвижности бетонных смесей затрудняет производство бетонных работ. Например, жизнеспособность литых бетонных смесей с суперпластификатором С-3 обычно не превышает 45 минут [7]. Для повышения периода жизнеспособности модифицированных бетонных смесей в состав суперпластификаторов NSF вводят регуляторы сохраняемости свойств. Увеличение

периода сохраняемости консистенции бетонных смесей с суперпластификатором С-3 достигается за счет их комплексного использования с замедлителями схватывания, например с кормовой патокой или нитролотриметиленфосфоновой кислотой [7]. При этом проявляется другой недостаток: применение комплексных суперпластификаторов NSF и MSF с регуляторами схватывания сдерживает рост ранней прочности бетона, увеличивает период оборачиваемости опалубки, что снижает темпы бетонных работ [4, 5].

Суперпластификаторы для бетона в России представлены как отечественными, так и иностранными производителями. Лидерами этого сегмента рынка являются швейцарский концерн Sika, испанский химконцерн Grizogo, немецкий концерн BASF. Для производства самоуплотняющихся бетонов сегодня применяются высокоэффективные суперпластификаторы на базе эфиров поликарбоксилатов – PCE суперпластификаторы [2, 3, 8, 9]. Их применение позволяет

значительно увеличить время сохранения консистенции бетонных смесей. Принцип действия ПСЕ суперпластификаторов основан на диспергировании вследствие стерического отталкивания [2, 3].

Целью исследования является сравнительное изучение влияния ПСЕ суперпластификаторов на свойства и кинетику схватывания цементных паст.

Материалы и методы исследования

Исследовано влияние содержания добавок ПСЕ суперпластификаторов Glenium-51, Glenium ACE 430, Glenium C 323MIX и ускорителя твердения X-SEED 100 компании BASF на растекаемость, сроки схватывания и среднюю плотность цементных паст. В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ 42,5Б производства ОАО «Мордовцемент». Добавки вводились в цементное тесто нормальной густоты при соотношении вода : цемент = 29,75%. Содержание ПСЕ суперпластификаторов в цементных пастах варьировалось от 0,1 до 2,0% от массы цемента. Для контроля растекаемости цементных паст при постоянном водоцементном отношении 29,75% применялся конус Хегерманна.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 приведено влияние содержания исследуемых модифицирующих добавок на растекаемость цементных паст при постоянном водоцементном отношении. Исследования показали, что графики зависимости растекаемости цементных паст от содержания всех трех ПСЕ суперпластификаторов (Glenium-51, Glenium ACE 430 и Glenium C323MIX) практически идентичны: разница в распыле паст при использовании различных суперпластификаторов при равном их расходе не превышает $\pm 4,0\%$.

При повышении содержания ПСЕ суперпластификаторов растекаемость паст увеличивается. Интервал наиболее активного роста растекаемости соответствует повышению содержания ПСЕ суперпластификаторов от 0,1 до 1,5% от массы цемента: диаметр распыла паст при испытании в конусе Хегерманна повышается со 120 до 370...400 мм, то есть увеличивается более чем в 3 раза.

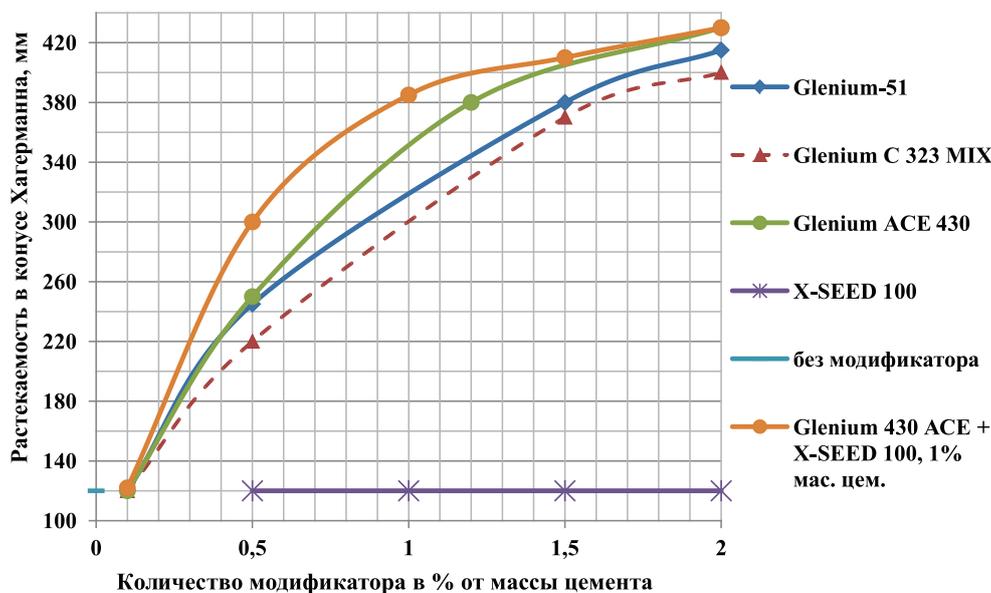


Рис. 1. Влияние содержания суперпластификаторов Glenium-51, Glenium ACE 430, Glenium C 323MIX и ускорителя твердения X-SEED 100 на растекаемость цементных паст при постоянном водоцементном отношении

При дальнейшем увеличении содержания ПСЕ суперпластификаторов от 1,5 до 2,0% от массы цемента прирост диаметра распыла паст для каждой из трех добавок не превышает 10%.

Исследования показали также, что 1% ускорителя твердения X-SEED 100 не влияет на растекаемость цементных паст, однако его совместное применение с суперпластификатором Glenium ACE 430 (0,5% от массы цемента) повышает растекаемость паст на 16%. При содержании Glenium ACE 430

2% от массы цемента введение ускорителя твердения не повлияло на величину растекаемости цементных паст.

Установлено, что с повышением содержания ПСЕ суперпластификаторов не только повышается растекаемость паст, но и увеличивается период времени от момента затворения до конца их схватывания. На рис. 2 представлена зависимость конца схватывания цементных паст от вида и содержания добавок при постоянном водоцементном отношении.

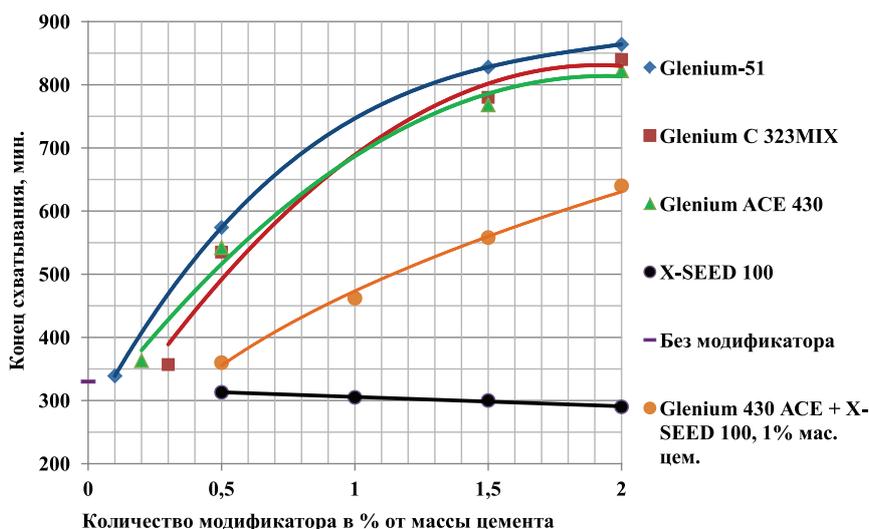


Рис. 2. Влияние содержания суперпластификаторов Glenium-51, Glenium ACE 430, Glenium C 323MIX-ускорителя твердения X-SEED 100 на конец схватывания цементных паст при постоянном водоцементном отношении

Анализ полученной зависимости показал, что влияние суперпластификаторов Glenium-51, Glenium ACE 430 и Glenium C 323MIX на схватывание цементных паст практически не отличается. При минимальных дозировках суперпластификаторов Glenium-51, Glenium ACE 430 и Glenium C 323MIX в пределах от 0,1 до 0,3% от массы цемента конец схватывания наступает позднее на 9...35 минут в сравнении с немодифицированным составом. При дальнейшем повышении содержания суперпластификаторов период схватывания значительно увеличивается. Так, при дозировке добавок в количестве 0,5% от массы цемента конец схватывания наступает позднее на 3,5...4,0 часа. Повышение содержания суперпластификаторов до 1,5% увеличивает период времени от момента затворения до конца схватывания в сравнении с немодифицированным составом на 7,0...8,0 часов. При дальнейшем повышении содержания ПСЕ суперпластификаторов от 1,5 до 2,0% от массы цемента приращение времени до конца схватывания составляет 1 час.

Увеличение содержания ускорителя твердения X-SEED 100 от 0,5 до 2% от массы цемента приводит к сокращению периода времени от момента затворения до конца схватывания на 17...40 минут, что составляет 5...12% в сравнении с результатами, полученными при испытании немодифицированного состава.

Изучено схватывание цементного теста в условиях комплексного применения ускорителя твердения X-SEED 100 в количестве 1% от массы цемента при варьировании содержания добавки Glenium ACE 430 от 0,5 до 2,0% от массы цемента. Анализ ре-

зультатов эксперимента свидетельствует о повышении влияния ускорителя твердения X-SEED 100 на сокращение периода схватывания цементного теста в случае его использования в составе цементных паст, содержащих поликарбоксилатный суперпластификатор. Результаты испытания, приведенные на рис. 2, показали, что конец схватывания цементного теста наступает раньше на 3,0...3,5 часа в сравнении с таким же составом без ускорителя твердения.

На рис. 3 представлена зависимость средней плотности цементного камня от содержания модифицирующих добавок.

Исследования показали, что увеличение количества суперпластификаторов Glenium-51, Glenium ACE 430 и Glenium C 323MIX в рецептуре цементных паст повышает их способность к самоуплотнению. В качестве критерия самоуплотнения рассмотрено изменение средней плотности исследуемых составов. Наибольшую способность к самоуплотнению проявил суперпластификатор Glenium-51. Увеличение содержания суперпластификатора Glenium-51 с 0,1 до 2,0% от массы цемента повысило среднюю плотность цементного камня с 1920 до 2070 кг/м³.

Анализ рис. 3 показывает, что при повышении содержания в цементных пастах ускорителя твердения X-SEED 100 от 0 до 1,5% от массы цемента средняя плотность цементного камня повышается с 1900 до 2000 кг/м³. Результаты исследования позволяют сделать вывод о существовании зависимости между увеличением периода схватывания и повышением средней плотности цементного камня с поликарбоксилатными суперпластификаторами.

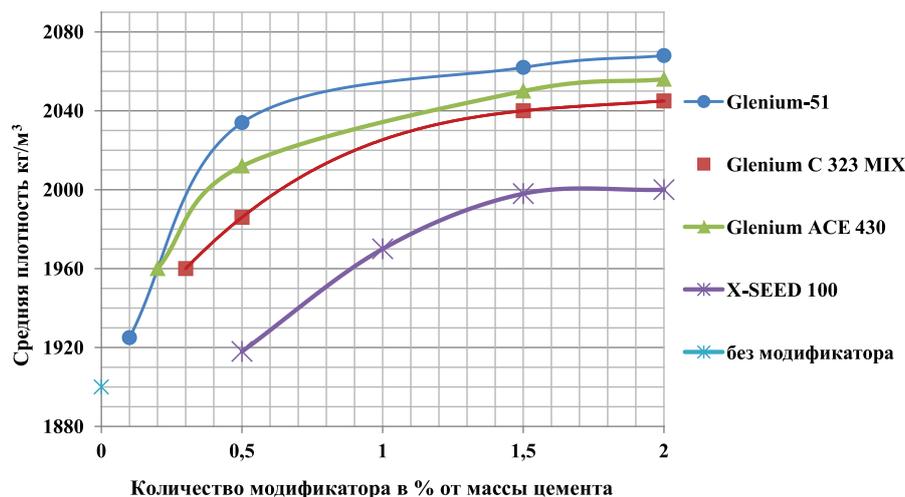


Рис. 3. Влияние содержания суперпластификаторов *Glenium-51*, *Glenium ACE 430*, *Glenium C 323MIX* и ускорителя твердения *X-SEED 100* на среднюю плотность цементного камня

Выводы

1. Суперпластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров *Glenium-51*, *Glenium ACE 430* и *Glenium C 323MIX* увеличивают растекаемость цементных паст и повышают их способность к самоуплотнению.

2. Увеличение содержания суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров *Glenium-51*, *Glenium ACE 430* и *Glenium C 323MIX* от 0,1 до 2,0% удлиняет период времени от момента затворения до конца схватывания от 6 до 14 часов и повышает среднюю плотность цементного камня с 1920 до 2070 кг/м³.

3. Введение ускорителя твердения *X-SEED 100* в цементные пасты, модифицированные суперпластификатором *Glenium ACE 430*, не снижает растекаемости цементных паст, но способствует сокращению периода схватывания на 3 часа.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны – М.: Стройиздат, 1990. – 400 с.
2. Вовк А.И. О некоторых особенностях ПСЕ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosbaltgrupa.lv/?id=157&ln=ru> (дата обращения: 11.03.2014).
3. Добавки в бетон. Технический каталог; ноябрь, 2009. – М.: «BUSF Construction Chemicals», 2009. – 136 с.
4. Добшиц Л.М., Кононова О.В., Анисимов С.Н. Кинетика набора прочности цементного камня с модифицирующими добавками // Цемент и его применение. – 2011. – № 4. – С. 104–107.
5. Добшиц Л.М., Кононова О.В., Анисимов С.Н. Модифицированные цементные композиции с кварцевым наполнителем // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: www.science-education.ru/106-7929 (дата обращения: 11.03.2014).
6. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Изд. Палеотип, 2006. – 244 с.
7. Пат. 2246459 RU, МПК C04B24/04, C04B24/06, C04B24/22 Суперпластификатор для товарного бетона / Вовк А.И., Дмитриев А.А., Злотников М.Г., Тузенко Г.Н. заявитель и патентообладатель – К 2001126924/04, заявл. 2001.10.05; опубл.: 2005.02.20. -http://www.ntpo.com/patents_building_materials/building_materials_8/building_materials_333.shtml.

8. Синайко Н.П. Новые бетоны самоуплотняющегося типа. Добавки Relanorm и средства испытаний / Будівельні матеріали, вироб та санітарна техніка. – 2011. – № 39. – С. 95.
9. Self-Compacting Concrete Technology. Self-Compacting Concrete Applications of Self-Compacting Concrete in Japan, Europe and the United States [Электронный ресурс] // June 24, 2010/ Режим доступа: <http://www.civilengineer.asia/technology/self-compacting-concrete-technology> (12.03.2011).

References

1. Batrakov V.G. Modificirovannye betony M.: Strojizdat, 1990. 400 s.
2. Vovk. A.I. O nekotoryh osobennostjah PCE. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.rosbaltgrupa.lv/?id=157&ln=ru> (data obraschenija: 11.03.2014).
3. Dobavki v beton. Tehnicheskij katalog; nojabr', 2009. M.: «BUSF Construction Chemicals», 2009. 136 p.
4. Dobshits L.M., Kononova O.V., Anisimov S.N. Kinetika nabora prochnosti cementnogo kamnja s modifitsirujuschimi dobavkami // Cement i ego primenenie. 2011. no. 4. pp. 104–107.
5. Dobshits L.M., Kononova O.V., Anisimov S.N. Modificirovannye cementnye kompozicii s kvarcevym napolnitelem // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 6; URL: www.science-education.ru/106-7929 (data obraschenija: 11.03.2014).
6. Izotov V.S. Himicheskie dobavki dlja modifikacii betona. M.: Izd. Paleotip, 2006. 244 p.
7. Pat. 2246459 RU, MPK C04B24/04, C04B24/06, C04B24/22 Superplastifikator dlja tovarnogo betona / Vovk A.I., Dmitriev A.A., Zlotnikov M.G., Tuzenko G.N. zjavitel' i patentoobladatel' K 2001126924/04, zjavl. 2001.10.05; opubl.: 2005.02.20. -http://www.ntpo.com/patents_building_materials/building_materials_8/building_materials_333.shtml.
8. Sinajko N.P. Novye betony samouplotnjajuschegosja tipa. Dobavki Relanorm i sredstva ispytanij / Budivel'ni materialy, virobi ta sanitarna tehnika. no. 39. 2011. pp. 95.
9. Self-Compacting Concrete Technology. Self-Compacting Concrete Applications of Self-Compacting Concrete in Japan, Europe and the United States [Elektronnyj resurs] // June 24, 2010/ Rezhim dostupa: <http://www.civilengineer.asia/technology/self-compacting-concrete-technology> (12.03.2011).

Рецензенты:

Кондращенко В.И., д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы и технологии», ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения», г. Москва;

Салихов М.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги», ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Работа поступила в редакцию 21.03.2014.