

УДК 666.97

**Е.В. Ткач, М.А. Рахимов\*, Г.М. Рахимова\*, В.С. Грибова**

*ФГБОУ ВПО «МГСУ», \*КарГТУ*

## **ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТОНОВ ЗАДАНЫХ СВОЙСТВ**

Рассмотрена возможность применения побочных продуктов промышленности и вторичного сырья для производства строительных материалов. Разработанные полифункциональные комплексные гидрофобизирующие добавки были использованы для получения высокоэффективных модифицированных бетонов. Ключевой момент нового способа комплексного модифицирования строительных цементных материалов — увеличение концентрации гидрофобизатора более 10% от массы вяжущего в единице объема цементного камня без снижения его прочности. Разработанные модификаторы типа ГКМ и водонераспускаемый органоминеральный трегер можно рекомендовать к массовому использованию в технологию гидротехнического бетона и железобетонных изделий для объектов специального назначения. Анализ результатов внедрения показывает, что комплексный гидрофобизирующий модификатор ГКМ-С плюс ГТ-М позволяет на новом техническом уровне управлять процессами коррозии в цементном камне и получать бетонные и железобетонные изделия требуемых физико-технических свойств и высокой долговечности. Комплексное модифицирование бетона с использованием модификатора ГКМ-С и трегера ГТ-М можно рассматривать как один из перспективных приемов получения высокоэффективных гидрофобных бетонов.

**Ключевые слова:** гидрофобный бетон, модифицированный бетон, гидрофобный трегер, структура бетона.

Практика показывает, что конкурентоспособность модификаторов на строительном рынке зависит не только от их безвредности, высокого качества, относительно низкой себестоимости, но и от отпускной формы. В настоящее время ведутся работы по разработке и организации производства продуктов строительной химии, в частности новых модификаторов из побочных продуктов нефтехимии в различных отпускных формах. Выпуск эффективных модификаторов для нужд предприятий строительной индустрии может быть организован на нефтехимических комбинатах или в системе строительных организаций, например на заводах железобетонных изделий в цехах добавок [1, 2]. Способ приготовления и применения модификатора выбирают с учетом его состава, вида получаемого продукта (жидкий, порошкообразный, гранулированный и др.) и технико-экономических показателей (себестоимость, сроки хранения, транспортирование и т.д.).

В настоящей работе рассматриваются гранулированные водонерастворимые гидрофобные трегеры, с помощью которых достигается увеличение концентрации гидрофобизатора не менее чем до 10 % от массы вяжущего в единице объема гидрофобизированного бетона, а это, в свою очередь, обеспечивает управление процессами массопереноса влаги в теле бетона.

Данный подход позволяет улучшить критерий эффективности гидрофобизирующей добавки совместно с гидрофобными трегерами и перевести комплексный модификатор в первую группу классификации по гидрофобизации [3].

Нами разработаны способы приготовления гидрофобных водонераспускаемых трегеров. К этим способам относятся грануляция, криотехнология и экструзия. Кратко рассмотрим указанные способы.

*Грануляция.* Технологическая схема приготовления гранулированных гидрофобных (водонераспускаемых) трегеров приведена на рисунке.

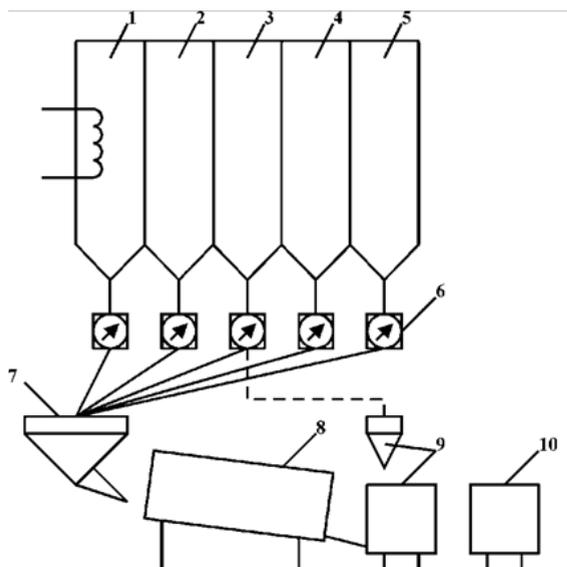


Рис. 1. Технологическая схема приготовления гранулированных гидрофобных (водонераспускаемых) трегеров ГТ-М: Расходные емкости: 1 — КОСЖК; 2 — минерального порошка; 3 — портландцемента; 4 — волокнистого наполнителя; 5 — воды; 6 — питатели; 7 — питатель для подачи компонентов в барабанный гранулятор; 8 — гранулятор; 9 — пост опудривания готовых гранул; 10 — пост упаковки готовой продукции

В основе ее разработки лежит технологическая схема приготовления гранулированных комплексных добавок.

Основные операции изготовления гидрофобных трегеров:

разогрев КОСЖК до 80...90 °С (до приобретения требуемой жидкотекучести);  
подача в барабанный гранулятор минерального порошка и портландцемента в соотношении 1 : 0,1;

подача расплава КОСЖК и грануляция с получением гранул не более 5 мм;

подача воды для упрочнения гранул, которая взаимодействует с цементом и придает им прочность и водонераспускаемость;

ввод в состав гранул волокнистого наполнителя с целью повышения сохранности гранул при совмещении (перемешивании) их с основными компонентами бетонной смеси;

опудривание готовых гранул цементом для улучшения их совместимости с компонентами бетонной смеси и обеспечения однородности распределения гидрофобного трегера в объеме бетонной смеси;

упаковка гидрофобных трегеров в крафт-мешки, складирование и хранение на складе готовой продукции.

При необходимости в технологический процесс может включаться операция подсушки полученных в грануляторе гидрофобных трегеров. Пост подсушки оборудуется сразу после гранулятора.

Назначение состава гидрофобных трегеров производят с учетом конъюнктуры строительного рынка, стоимости и наличия сырьевых материалов. Составы гранулированных водонераспускаемых гидрофобных трегеров приведены в табл. 1. Свойства полученного гидрофобного трегера анализировали по результатам лабораторных испытаний образцов бетона, изготовленных в виде кубов 10×10×10 см.

Табл. 2. Общие требования к гранулированным гидрофобным (водонераспускаемым) трегерам

| Компоненты                                  | Содержание, мас.%, % |           |           |          |
|---|----------------------|-----------|-----------|----------|
|   | 1 вариант            | 2 вариант | 3 вариант | Прототип |
| Кубовые остатки синтетических жирных кислот | 30                   | 33,2      | 35        | 30       |
| Минеральный порошок                         | 35                   | 36,5      | 40        | 30       |
| Портландцемент                              | 6                    | 6,5       | 12        | —        |
| Волокнистый накопитель                      | 5                    | 8,6       | 10        | —        |
| Технические лигносульфонаты                 | —                    | —         | —         | 30       |
| Вода  | Остальное            |           |           |          |

Примечание. Прототип — контрольный состав бетона с комплексной химической добавкой по авторскому свидетельству №366167 С04И13/24, 1973.

Результаты испытаний показали, что капиллярный подсос и водопоглощение уменьшаются в 1,3...1,5 раза в сравнении с показателями гидрофобизированного бетона с добавкой типа ГПД. Полученные результаты носили рекогносцировочный характер, так как гидрофобные трегеры следует применять совместно с гидрофобизирующими добавками, что является залогом решения проблемы получения высокоэффективных гидрофобизированных бетонов.

Технологический регламент приготовления гранулированного трегера включает общие требования к полученному продукту, которые приведены в табл. 2.

Табл. 2. Общие требования к гранулированным гидрофобным (водонераспускаемым) трегерам

| Показатели                                    | Норма            |
|---|------------------|
| Фракции гранул, мм                            | 3...5; (5...10)  |
| Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа     | 2,50...3,50      |
| Средняя насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup> | 800...900 (1000) |
| Водостойкость                                 | 0,8...0,9 (1)    |

*Криотехнология.* Разработан также способ изготовления трегеров на основе битумов низких марок. Битумы низких марок подвергаются замораживанию до придания им хрупких свойств. Затем их измельчают до получения зерен размером не более 5...7 мм и предварительно опудривают цементом. Далее полученные гидрофобные трегеры применяют при изготовлении бетонов специального назначения (дорожный, гидротехнический). Как показала практика, существенный эффект по сдерживанию процессов массопереноса (влаги) достигается в случае применения гидрофобных трегеров на основе битума совместно с прямой битумной эмульсией. При этом бетон с гидрофобным трегером желательно выдержать не менее 6 ч (до набора структурной прочности), затем подвергнуть тепловой обработке при температуре изотермического прогрева не более 70°C. В это время гидрофобный трегер (битум) расплавляется и кольматирует поры и полости бетона. Данный способ для реализации в промышленных условиях требует дополнительных исследований.

*Экструзионный способ.* Экструзионный гидрофобный трегер разработан и реализован при изготовлении гидрофобизированного газобетона.

Известно, что газобетон имеет неудовлетворительные показатели остаточной влажности, водопоглощения и капиллярного подсоса. Применение гидрофобизирующих добавок позволяет улучшить эти показатели. Однако на практике такие возможности улучшения гидрофизических характеристик газобетона не всегда

осуществляются. В жилищном строительстве предпочтение следует отдавать ячеистым бетонам, имеющим водоотталкивающие свойства, то есть с характеристикой водопоглощения порядка 25...30 %. Такое водопоглощение газобетона можно получить, увеличив содержание битумной эмульсии с 5...7 до 20 % от массы вяжущего. Однако при этом наблюдается сброс прочности газобетона до 50 % и более, что делает способ повышения гидрофобных свойств ячеистого бетона путем применения высоких дозировок гидрофобизатора — битумной эмульсии неэффективным.

Нами предложен способ повышения гидрофобных свойств ячеистого газобетона автоклавного твердения путем совместного применения гидрофобизирующих добавок и гидрофобных трегеров в виде гранул размером не более 5 мм, изготовленных из битума и кварцевого песка.

Способ приготовления гидрофобного трегера включает следующие операции: загрузку битума в емкость-смеситель с подогревом, в котором битум переводится в расплав;

совмещение молотого песка с расплавленным битумом в соотношении 1:2;

подачу полученной смеси битума и молотого песка с помощью питателя через приемную воронку в экструдер;

продавливание смеси через фильеры экструдера с диаметром отверстий 2-3 мм;

получение с помощью отсекателя гранул-цилиндров (2-3 мм), которые подаются на тарельчатый гранулятор, где гранулы окатываются и одновременно опудриваются цементом;

подачу готовых опудренных гранул на склад готовой продукции.

По такой же схеме можно приготовить гидрофобный трегер с применением в качестве наполнителя золы-уноса. Применение золы-уноса позволяет исключить дорогостоящий цикл — помол песка.

Как показали испытания, применение гидрофобных трегеров на основе низкомарочных битумов позволяет снизить до 15 % расход воды затворения смеси и тем самым снизить влажность бетона до 28 %.

Таким образом, полученные разными способами гидрофобные трегеры совместно с гидрофобизирующими добавками позволяют получить гидрофобизированные бетоны с существенно улучшенными гидрофизическими характеристиками, что важно для бетонных изделий и конструкций, работающих в водонасыщенных, агрессивных малоизученных грунтовых условиях.

#### Библиографический список

1. *Баженов Ю.М.* Новому веку — новые эффективные бетоны и технологии // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2001. № 1. С. 12—14.
2. *Батраков В.Г.* Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1998. 231 с.
3. *Соловьев В.И., Ергешев Р.Б.* Эффективные модифицированные бетоны. Алматы: КазГосИНТИ, 2008. 285 с.

*Поступила в редакцию в январе 2012 г.*

Об авторах: **Ткач Евгения Владимировна** — кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов, ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8(499)1833229, [ev\\_tkach@mail.ru](mailto:ev_tkach@mail.ru);

**Рахимов Мурат Аманжолович** — кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов и изделий, **Карагандинский государственный технический университет**, 100027, Республика Казахстан, Караганда, Бульвар Мира, 56, [rahimov67@mail.ru](mailto:rahimov67@mail.ru);

**Рахимова Галия Мухамедиевна** — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов и изделий, **Карагандинский государственный технический университет**, 100027, Республика Казахстан, Караганда, Бульвар Мира, 56, [galinrah@mail.ru](mailto:galinrah@mail.ru);

**Грибова Валерия Сергеевна** — аспирантка кафедры строительных материалов, **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»**, Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8(499)1833229, GribovaVS@mail.ru.

Для цитирования: Высокоэффективные химические модификаторы для получения бетонов заданных свойств / Е.В. Ткач, М.А. Рахимов, Г.М. Рахимова, В.С. Грибова // Вестник МГСУ. 2012. № 3. С. 126—130.

**E.V. Tkach, M.A. Rahimov, G.M. Rahimova, V.S. Gribova**

#### **HIGHLY EFFECTIVE CHEMICAL MODIFIERS FOR PRODUCTION OF CONCRETES WITH PRE-SET PROPERTIES**

The paper demonstrates the application of industrial by-products and recycled materials. Waterproofing admixtures improve the structure and the properties of the cement stone. Development and preparation of highly effective waterproofing modifiers of durable effect, as well as development of the process procedure parameters, including mixing, activation, heat treatment, etc. are to be implemented. The composition of waterproofing modifiers is to be fine-tuned to synergize the behaviour of various ingredients of cement systems to assure the substantial improvement of their strength, freeze- and corrosion resistance. Multi-functional waterproofing admixtures were used to produce highly effective modified concretes. The key idea of the new method of modifying cement-based building materials is that the waterproofing admixture concentration is to exceed 10% of the weight of the binding agent within the per-unit weight of the cement stone, given that its strength does not deteriorate.

GKM-type modifier coupled with organo-mineral waterproofing admixture concentration agent GT-M may be recommended for mass use in the manufacturing of hydraulic concrete and reinforced concrete products. Overview of their practical implementation has proven that waterproofing modifier GKM-S, if coupled with waterproofing admixture concentration agent GT-M, improves the corrosion control inside the cement stone and makes it possible to manufacture durable concrete and reinforced concrete products that demonstrate pre-set physical and processing behaviour.

Comprehensive concrete modification by modifier GKM-S and waterproofing admixture concentration agent GT-M may be regarded as one of the most ambitious methods of production of highly effective waterproof concretes.

**Key words:** waterproof concrete, modified concrete, waterproofing admixture concentration agent, concrete structure, waterproofing admixtures.

#### **References**

1. Bazhenov Ju.M. *Novomu veku — novye effektivnye betony i tehnologii* [New Effective Concrete Technologies for the New Age]. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka* [Building Materials, Equipment, Technologies of the 21st Century]. 2001, no. 1, pp. 12—14.
2. Batrakov V. G. *Modificirovannye betony* [Modified Concretes]. Moscow, Stroyizdat, 1998, 231 p.
3. Solov'ev V.I., Ergeshev R.B. *Effektivnye modificirovannye betony* [Effective Modified Concretes]. Almaty, KazGosINTI, 2008, pp. 280-287.

About the authors: **Tkach Evgeniya Vladimirovna** — Candidate of Technical Sciences, Associated Professor, Department of Construction Materials, **Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russia; ev\_tkach@mail.ru; 8 (499) 183-32-29;

**Rahimov Murat Amanzholovich** — Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Technology of Construction Materials and Products, **Karaganda State Technical University**, 56 Bul'var Mira, Karaganda, 100027, Kazakhstan; rahimov67@mail.ru;

**Rahimova Galiya Muhamedievna** — Candidate of Technical Sciences, Associated Professor, Head of Department of Technology of Construction Materials and Products, **Karaganda State Technical University**, 56 Bul'var Mira, Karaganda, 100027, Kazakhstan; galinrah@mail.ru;

**Gribova Valeriya Sergeevna** — postgraduate student, Department of Construction Materials, **Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russia; GribovaVS@mail.ru, (499) 183-32-29.

For citation: Tkach E.V., Rahimov M.A., Rahimova G.M., Gribova V.S. *Vysokoyeffektivnye himicheskie modifikatory dlya polucheniya betonov zadannykh svoystv* [Highly Effective Chemical Modifiers for Production of Concretes with Pre-Set Properties]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering], 2012, no. 3, pp. 126—130.