

Д. Т. Н. В. Н. Соков (✉), К. Т. Н. С. Д. Сокова, К. Т. Н. В. В. Соков

ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», Москва, Россия

УДК 666.974.2:666.762.11]-486.001.5

ТЕРМОСТОЙКИЙ КОРУНДОВЫЙ БЕТОН, АРМИРОВАННЫЙ ВОЛОКНАМИ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, СИНТЕЗИРУЕМЫМИ В МАТРИЦЕ ПРИ ОБЖИГЕ. Часть 5. Основы технологии армированного корундового бетона и изучение его физико-механических свойств*

Выявлено, что традиционные методы введения используемых дискретных волокон в бетонную композицию не подходят. Разработан специальный метод равномерного армирования бетонной смеси. Выявлено, что основными процессами формирования структуры армированного бетона являются дегидратация минералов цементного камня и синтез исходных волокон в корундовые. Процессы завершаются при 1500–1600 °С.

Ключевые слова: термостойкий корундовый бетон, армирование бетона, волокна, виброплощадка, дериватограмма.

Для получения композиционных материалов целесообразно использовать волокна небольшого размера, так как хаотичное расположение в матрице относительно коротких волокон позволяет сделать материал равномерно прочным по всему объему. Однако при выборе геометрии волокна необходимо иметь в виду, что отношение длины волокна к его диаметру должно составлять не менее 20 : 1, поскольку именно такая величина, как установлено [1], является оптимальной при армировании изделий. Следует также отметить, что длина волокон заметно влияет и на степень их агломерирования: чем они короче, тем меньше степень агломерации [1] и тем равномернее распределены волокна в системе.

При изготовлении исследуемого армированного корундового бетона необходимо было распределить по всему объему небольшую массу волокон (< 2 %). При этом эффект от армирования бетона будет достигнут лишь в том случае, если удастся исходное количество массы волокна максимально разделить на единичные фибры и равномерно распределить их в формовочной смеси, делая материал равнопрочным по всем направлениям. Однако равномерное распределение используемых волокон в бетоне является самым сложным этапом из-за их склонности сбиваться в комки, что, в свою очередь, нарушает однородность смеси.

* Части 1–4 статьи опубликованы в журнале «Новые огнеупоры» № 5–8 за 2014 г.

✉
В. Н. Соков
E-mail: sersok_07@mail.ru

Нами опробованы различные традиционные варианты армирования бетона [2], однако эффекта они не дали. Опытным путем установлено, что наиболее целесообразным является введение волокон в массу через вибросито с ячейками размерами 3,0–5,0 мм. Вибрация разрушает сегрегированные волокнистые комки в исходной массе и способствует равномерному армированию бетонной смеси. На качество перемешивания смеси влияют его продолжительность и очередность загрузки компонентов.

Бетонную композицию готовили в лопастном смесителе в следующей последовательности. При непрерывной работе мешалки подавали расчетное количество крупного и мелкого заполнителя и перемешивали их всухую в течение 1,5–2,0 мин, далее загружали цемент и перемешивание продолжалось еще 2,0–2,5 мин. Затем через вибросито в смеситель подавали армирующий компонент, а через 2 мин — воду затворения и перемешивание продолжалось еще 3 мин до получения однородной формовочной массы влажностью 25–28 %. Точно отдозированную смесь укладывали в форму и разравнивали скребком. Уплотнение образцов производили на низкочастотной виброплощадке с частотой колебаний 3000 об/мин и амплитудой 0,2–0,3 мм. Жесткое и достаточно надежное крепление формы к раме виброплощадки обязательно. Виброплощадка должна быть оборудована безынерционным пригрузом оптимальной величины.

Вибрационное структурообразование представляет собой сложный процесс, протекание которого в равной мере зависит как от состава смеси, так и от характера и интенсивности си-

Свойства армированного корундового бетона, обожженного при 1600 °С

Показатели	Значение показателей бетона	
	неармированного	армированного
Средняя кажущаяся плотность, кг/м ³	2600	2500
Открытая пористость, %	29,0	32,0
Предел прочности при изгибе, МПа	6,5	12,6
ТКЛР (20–1200 °С), 10 ⁻⁶ °С ⁻¹	8,6	8,5
Дополнительные усадка (-), рост (+), %	-0,40	+0,03

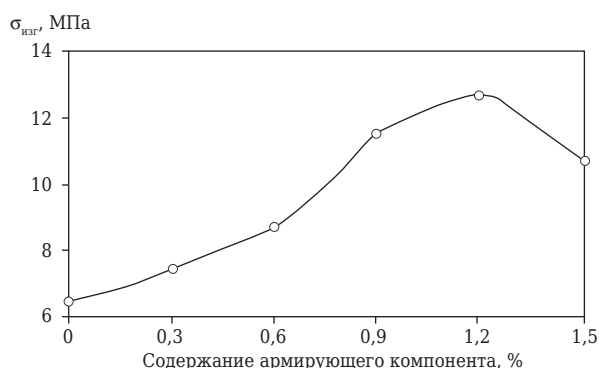


Рис. 1. Зависимость предела прочности при изгибе $\sigma_{изг}$ бетона от содержания в нем армирующего компонента

лового воздействия на нее, причем этот процесс предопределяет в конечном итоге структуру затвердевшего материала. До введения в работу пригруза включается вибратор и производится уплотнение смеси в течение 3–5 с. После этого вибратор выключается и образец нагружается до оптимального значения пригруза 0,003–0,005 МПа. Такой пригруз обеспечивает наибольший эффект уплотнения смеси. Вновь включается вибратор, причем вибрирование производится 2–3 мин до тех пор, пока осадка образца полностью не прекратится. Часть отформованных образцов после 3-ч выдержки при комнатной температуре с последующей тепловлажностной обработкой в пропарочной камере при 75 °С и сушке до постоянной массы разрезали алмазным диском и изучали срез под микроскопом. Выяснилось, что разработанная тактика армирования и приготовления бетонной смеси обеспечила равномерное

Библиографический список

1. Волокнистые композиционные материалы ; под ред. С. З. Боркштейна. — М. : Мир, 1967. — 280 с.
2. Айронмен, Р. А. Испытание бетона, армированного стекловолокном / Р. А. Айронмен // Строительные материалы за рубежом. — 1972. — № 6. — С. 2–4.
3. Бакунов, В. С. Практикум по технологии керамики и огнеупоров / В. С. Бакунов, В. Л. Балкевич,

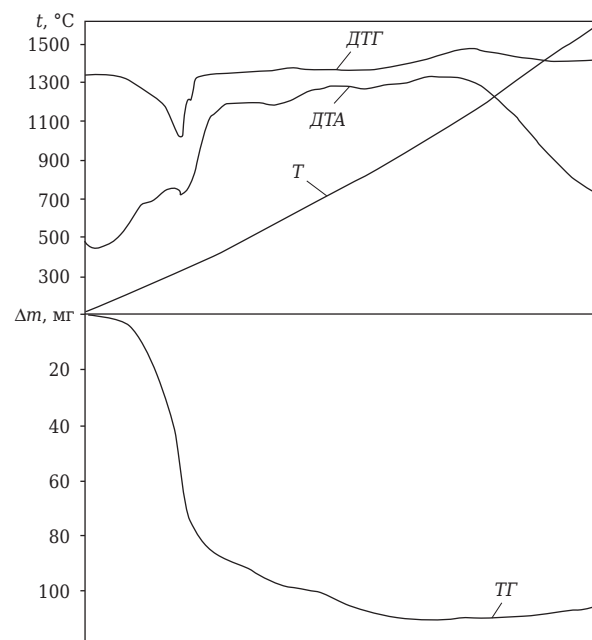


Рис. 2. Дериватограмма армированного корундового бетона

распределение волокон в композиции. Другую часть образцов исследовали на свойства [3] (см. таблицу и рис. 1).

Представление о процессах, происходящих при формировании структуры армированного корундового бетона в процессе обжига, можно увидеть по термогравиметрическим исследованиям, проведенным на дериватографе. Дериватограмма (рис. 2) показывает, что при 900 °С идут процессы, характерные для бетонов на высокоглиноземистом цементе. Эндотермический эффект на кривой ДТА соответствует потере массы, наблюдающейся при дегидратации минералов цементного камня. Процесс синтеза корундовых волокон и рост массы, происходящие при 1100 °С, слабо отражаются на кривых дериватограммы (см. рис. 2). При 1300 °С начинается спекание синтезированных волокон с матрицей бетона. Таким образом, основными процессами формирования структуры армированного бетона являются дегидратация минералов цементного камня и синтез волокон. Завершение процессов формирования структуры дисперсно армированного бетона происходит при 1500–1600 °С.

И. Я. Гузман [и др.] ; под ред. Д. Н. Полубояринова и Р. Я. Попильского. — М. : Стройиздат, 1972. — 352 с. ■

Получено 23.09.14

© В. Н. Соков, С. Д. Сокова, В. В. Соков, 2015 г.