

*Канд. техн. наук В. В. Песчанская, И. А. Алексеенко,
А. С. Макарова, канд. техн. наук И. В. Голуб
(Национальная металлургическая академия Украины,
г. Днепропетровск, Украина)*

Реакционная активность матричного компонента низкоцементного огнеупорного бетона

Введение

Существенные преимущества низкоцементных огнеупорных бетонов обусловили расширение областей их применения в тепловых агрегатах различного назначения и определили перспективу дальнейшего развития технологии их изготовления [1—3]. Состав низкоцементных бетонов представлен огнеупорным заполнителем и матрицей, которая состоит из гидравлического вяжущего, активных минеральных добавок и тонкодисперсных фракций заполнителя. Матрица бетонов оказывает первостепенное влияние на реологические свойства бетонов, их удобоукладываемость, скорость схватывания, прочностные и эксплуатационные свойства бетонов [1].

Традиционный способ приготовления бетонных смесей предусматривает смешивание заполнителя различной зернистости с тонкодисперсными компонентами матрицы. Учитывая определяющее влияние матрицы на технологические свойства бетонных масс и комплекс взаимосвязанных физико-механических свойств бетона, представляет интерес изучение возможности регулирования структуры и свойств огнеупорных бетонов с использованием механохимической активации матрицы.

В настоящее время использование механоактивации заполнителей и вяжущих способствовало развитию и использованию передовых технологий изготовления строительных материалов с эффективной структурой и физико-механическими свойствами цементных композиций. Механоактивация и тонкое измельчение строительных материалов способствует снижению пористости цементного камня в бетоне, ускорению начальной стадии твердения и упрочнению контактной зоны между цементным камнем и заполнителем [4—8].

Таким образом, механическая активация компонентов матрицы может рассматриваться как фактор направленного регулирования реотехнологических и физико-механических свойств низкоцементных огнеупорных бетонов.

Целью данной работы явилось исследование влияния изменения реакционной способности матрицы, содержащей цемент и тонкодисперсный заполнитель различной минералогической природы, на реологические свойства бетона и его предел прочности при сжатии на ранних стадиях твердения.

Экспериментальная часть

При проведении исследований компоненты матрицы (тонкодисперсный заполнитель и цемент) вводили без предварительного совместного измельчения и с использованием предварительно приготовленной матрицы посредством совместного измельчения заполнителя и цемента. Исследования влияния длительности помолла компонентов матрицы низкоцементных бетонов на реологические свойства масс и предел прочности при сжатии бетонов на ранних стадиях твердения проводили с использованием заполнителей различной минералогической природы фракции 6—0,088 мм и менее 0,088 мм: спеченного периклаза (96,5 % MgO), плавленого электрокорунда (94,4 % Al₂O₃), алюмосиликатного шамота (36,0 % Al₂O₃); гидравлического вяжущего — высокоглиноземистого цемента Gorkal-70, пластифицирующих и дефлокулирующих добавок. Исследуемые составы бетонных масс (таблица) характеризовались одинаковым содержанием высокоглиноземистого цемента — 5 %.

Приготовленные механически

Таблица

Вещественный состав бетонных масс

Материал	Номер состава		
	1	2	3
<i>Заполнитель:</i> периклаз	+		
электрокорунд		+	
шамот			+
<i>Матрица:</i> периклаз	+		
электрокорунд		+	
шамот			+
цемент Gorkal-70	+	+	+
<i>Пластифицирующие и дефлокулирующие добавки</i>	+	+	+

активированной матрицы осуществлялось в лабораторной вибрационной мельнице при соотношении массы минеральных компонентов к массе мелющих тел 1 : 10 и времени помола (τ) 5 и 10 мин. Приготовление бетонных масс из смесей, содержащих тонкодисперсный заполнитель и цемент, а также механоактивированную матрицу проводили в лабораторной мешалке, при этом влажность масс различных составов была постоянной независимо от времени помола матрицы.

Определение индекса растекания (ИР) бетонных масс проводили в соответствии с ГОСТ Р 52541—2006 «Бетоны огнеупорные. Подготовка образцов для испытаний». Образцы бетона (кубы с ребром 50 мм) изготавливали методом виброформования в разборные металлические формы при частоте 50 Гц. Предел прочности при сжатии образцов (σ) определяли через 1, 3 и 7 суток твердения на воздухе согласно ГОСТ 4071.1—94.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения индекса растекания бетонных масс (рис. 1) свидетельствуют о существенном влиянии минералогического состава заполнителя и длительности совместного измельчения заполнителя и цемента на реакционную активность матричного компонента.

Наиболее реакционным заполнителем является периклаз, и использование совместного помола периклаза и цемента сопровождается резким ухудшением реологических свойств бетонной массы: индекс растекания снижается на 22 и 48 %. В случае использования электрокорунда совместный помол с цементом в течение 5 мин способствует улучшению тиксотропных свойств бетона и увеличению индекса растекания на 5 %. Более длительный помол (10 мин) сопровождается снижением ИР на 11 %.

Независимо от длительности совместного измельчения шамота и цемента индекс растекания алюмосиликатного бетона не изменяется, однако раздельное введение тонкодисперсного заполнителя и цемента обеспечивает лучшие реологические свойства бетона.

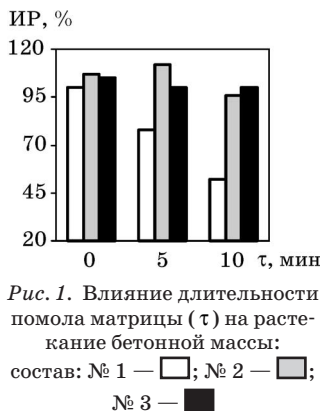


Рис. 1. Влияние длительности помола матрицы (τ) на растекание бетонной массы: состав: № 1 — □; № 2 — ▒; № 3 — ■

Существенное влияние режима активации матричного компонента проявляется в процессах развития ранней структуры бетонов и их ускоренного твердения, при этом длительность совместного помола заполнителя и вяжущего является определяющим фактором. Сравнительный анализ изменения предела прочности при сжатии бетонных образцов, изготовленных при раздельном введении матричных компонентов и с использованием активированной матрицы, показал, что совместное измельчение тонкодисперсного заполнителя и цемента способствует повышению предела прочности при сжатии бетона через 1, 3 и 7 суток твердения на 2,2—6,7, 1,7—5,4 и 1,2—7,5 Н/мм² соответственно (рис. 2).

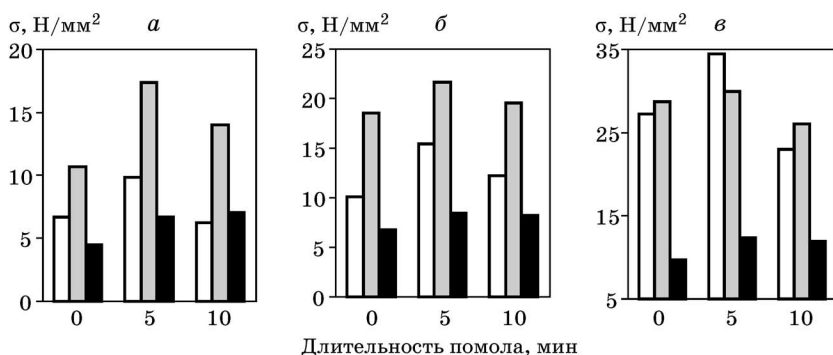


Рис. 2. Влияние длительности помола матрицы и срока твердения бетона на изменение предела прочности при сжатии:

a — 1 сутки; *б* — 3 суток; *в* — 7 суток; состав: № 1 — □; № 2 — ▒; № 3 — ■

Увеличение длительности помола матрицы с 5 до 10 мин негативно сказывается на прочностных свойствах корундового и периклазового бетонов, снижая прочность образцов в возрасте 1, 3 и 7 суток на 2,1—3,6 и 3,9—11,8 Н/мм²; при этом прочность шамотного бетона практически не изменяется. Максимальные значения прочности бетонов на различных заполнителях в возрасте 7 суток (12,3—34,8 Н/мм²) достигаются при использовании матричного компонента, активированного в течение 5 мин.

Сопоставительный анализ результатов определения ИР бетонов (рис. 1) и механической прочности образцов (рис. 2) свидетельствует о достаточно хорошей корреляции этих показателей, характеризующих степень реакционной способности матричного компонента. Следует также отметить, что активация матрицы предопределяет необходимость повышения количества пласти-

фицирующих и дефлокулирующих добавок для снижения водопотребности бетонных масс и сохранения тиксотропных свойств бетона.

Заключение

Результаты проведенных исследований по установлению влияния реакционной способности матрицы низкоцементных бетонов на заполнителях различной минералогической природы показали, что реологические свойства бетона и кинетика набора прочности в ранние периоды твердения существенно зависят от вида и времени предварительной активации матрицы. Реакционная способность матрицы в зависимости от вида заполнителя возрастает в ряду: алюмосиликатный шамот → электрокорунд → спеченный периклаз.

Библиографический список

1. *Доррис Ван Гарсел* Низкоцементные огнеупорные бетоны: материал и опыт применения / Доррис Ван Гарсел, Л. М. Аксельрод // *Металлургическая и горно-рудная пром-сть*. — 2001. — № 1. — С. 67—72.
2. *Пивинский Ю. Е.* Неформованные огнеупоры : справоч. изд. в 2 т. — Т. 1 : Общие вопросы технологии. — М. : Теплоэнергетик, 2005. — 448 с.
3. *Семченко Г. Д.* Неформованные огнеупоры : учеб. пособие. — Х. : НТУ «ХПИ», 2007. — 304 с.
4. *Болдырев В. В.* Механохимия и механическая активация твердых веществ / В. В. Болдырев // *Успехи химии*. — 2006. — № 75. — С. 203—216.
5. *Косенко Н. Ф.* Влияние механохимической активации на свойства зольно-известковых материалов / Н. Ф. Косенко, М. А. Смирнова // *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПИ»*. — Х. : НТУ «ХПИ», 2010. — № 65. — С. 39—43.
6. *Прокопец В. С.* Влияние механоактивационного воздействия на активность вяжущих веществ / В. С. Прокопец // *Строительные материалы*. — 2003. — № 9. — С. 28—29.
7. *Авакумов Е. Г.* Механические методы активации химических процессов / Е. Г. Авакумов. — Новосибирск : Наука, 1986. — 305 с.
8. *Коваленко В. В.* Синергетичний ефект зростання міцності бетону внаслідок механоактивації цементу й заповнювача / В. В. Коваленко, Л. Ж. Горобець // *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПИ»*. — Х. : НТУ «ХПИ», 2008. — № 38. — С. 113—118.

Рецензент к. т. н. Хончик И. В.