

Р.Н. ШЕВЦОВ, канд. тех. наук, ген. директор, **И.Д РЯБОВ**, инженер,
ОАО "Великоанадольский огнеупорный комбинат", п. Владимировка;
Ю.А. ОНАСЕНКО, аспирант,
Л.Д. ПИЛИПЧАТИН, канд. тех. наук, доц.,
НМетАУ, г. Днепропетровск, Украина

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА НИЗКОЦЕМЕНТНЫХ ОГНЕУПОРНЫХ БЕТОНОВ

Вивчено вплив зернового складу шамотного заповнювача на показники властивостей низькоцементних вогнетривких бетонів в інтервалі температур 350 – 1300 °С та оптимізований вміст зерен фракції 6 – 3 мм і 3 – 0 мм. Виготовлено дослідну партію низькоцементних вогнетривких бетонних виробів оптимального складу і проведені їх випробування у різних теплових агрегатах.

Experimental researches have been conducted to study the influence of granularity fireclay aggregate on the properties low – cement refractory concrete in interval of the temperature 350 – 1300 °C and was optimized contents aggregate fractions 6 – 3 mm and 3 – 0 mm. Organized test concrete product made with use of the optimum the composition aggregate organized their test in different heat unit

Постановка проблемы и анализ последних исследований. Способом направленного регулирования структуры низкоцементного огнеупорного бетона (НЦОБ) является моделирование зернового состава полидисперсной смеси с целью получения предельно плотной упаковки зерен. Оптимальное соотношение зерен различных фракций обеспечивает виброреологические характеристики бетонных масс, способствующих созданию низкопористой и прочной структуры бетона как в процессе формирования, так и под воздействием тепловой обработки [1, 2]. При подборе зернового состава бетонных смесей используют кривые распределения Фурнаса, Фуллера, Андреасена и Болломе, с помощью которых устанавливают оптимальное содержание зерен различных фракций для масс непрерывного зернового состава [2, 3].

Существующие в огнеупорном производстве методы разделения порошков не позволяют осуществлять расфракционирование материалов на узкие фракции для последующей их дозировки, смешения и получения полидисперсной смеси с заданным соотношением фракций. Учитывая это, подбор зернового состава низкоцементных бетонных смесей в соответствии с рекомендуемыми аналитическими зависимостями не является целесообразным в

условиях массового производства. По этой причине оптимизацию зернового состава бетона проводят с использованием методов математического планирования эксперимента в области зерновых составов ограниченных зернами крупной, средней и мелкой фракций [4 – 6].

Таким образом, для решения практических задач оптимизация зернового состава низкоцементных огнеупорных бетонов в условиях производства, при имеющемся распределении узких фракций, минеральных частиц внутри крупно-, среднезернистой составляющих смеси, является актуальным.

Анализ вещественных составов бетонов с алюмосиликатным заполнителем на химических связках или гидравлическом вяжущем показал, что содержание тонкодисперсного компонента фракции менее 0,088 мм находится в пределах 29 – 32 % [3]. При этом зерновой состав алюмосиликатных заполнителей с различным предельным размером зерна варьируется в широких пределах, обеспечивающих требуемую плотность укладки зерен. Это определяет возможность подбора рационального зернового состава бетонной смеси путем оптимизации соотношения крупной и средней фракций заполнителя.

Постановка задачи. Целью данной работы явилось исследование влияния изменения соотношения зерен крупной и средней фракций заполнителя на свойства низкоцементных шамотных бетонов в интервале температур 350 – 1300 °С.

Экспериментальная часть. Для проведения исследований в качестве сырьевых материалов использовали шамот из каолинов Владимирского месторождения с водопоглощением 4,8 % и предельным размером зерен 6 мм, высокоглиноземистый цемент "Gorkal-70" (ВГЦ), микрокремнезем (МК) марки FCBC (Польша), в качестве дефлокулирующей добавки использовали триполифосфат натрия (ТПФН) в количестве 0,15 % (сверх 100 %). Химический состав сырьевых материалов приведен в таблице.

Таблица

Химический состав сырьевых материалов, %

Наименование материалов	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	R ₂ O	C
Шамот	36	59,97	0,61	–	1,15	0,47	–	0,78	–
МК	0,17	95,58	0,59	0,12	0,01	0,38	0,01	0,67	2,47
ВГЦ	70,82	0,32	28,00	0,96	–	–	–	–	–

При проведении исследований варьировали содержание заполните-

ля – шамота крупной фракции 6 – 3 мм и средней фракции 3 – 0 мм в пределах 10 – 50 % с интервалом варьирования 10 %. Содержание тонкодисперсного заполнителя фр. < 0,088 мм, ВГЦ и МК было постоянным и составляло 30 %, 5 % и 5 % соответственно. Приготовление бетонных масс влажностью 8,5 – 9,0 % осуществляли в смесителе планетарного типа. Образцы – кубы с размером ребра 40 мм формовали в разборные металлические формы при частоте вибрации 50 Гц. После выдержки образцов на воздухе в течение суток образцы термообработывали при температуре 350 °С, и затем обжигались при температурах 750 °С, 1050 °С и 1300 °С с выдержкой 3 часа. Определение кажущейся плотности, открытой пористости, предела прочности при сжатии образцов проводили в соответствии со стандартными методиками.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке. Анализ полученных данных показал, что кажущаяся плотность (рисунок, а) и открытая пористость (рисунок, б) образцов термообработанных при температуре 350 °С в зависимости от содержания заполнителя фр. 6 – 3 мм и 3 – 0 мм изменяются незначительно и находятся в пределах 2,15 – 2,18 г/см³ и 18,9 – 19,1 % соответственно. Изменение соотношения фр. 6 – 3 мм и 3 – 0 мм в зерновом составе заполнителя оказывает более существенное влияние на значение предела прочности при сжатии образцов (рисунок, в). Так, при увеличении содержания фр. 6 – 3 мм до 20 % предел прочности при сжатии снижается с 49,9 Н/мм² до 45,1 Н/мм², при содержании фр. 6 – 3 мм 30 % и 40 % механическая прочность увеличивается незначительно – на 4,1 – 2,4 Н/мм². Минимальное значение механической прочности 40,8 Н/мм² имели образцы с содержанием фр. 6 – 3 мм – 50 % и фр. 3 – 0 мм – 10 %. При повышении температуры обжига от 750 °С до 1300 °С наблюдается общая тенденция увеличения кажущейся плотности и снижения открытой пористости образцов независимо от соотношения крупной и средней фракций в зерновом составе заполнителя. При температуре 750 °С изменение соотношения фр. 6 – 3 мм и 3 – 0 мм не оказывает влияния на изменение кажущейся плотности и открытой пористости образцов, и для всех исследуемых составов значения данных свойств находится в пределах 2,13 – 2,15 г/см³ и 19,9 – 19,5 % соответственно. Зависимость предела прочности при сжатии от температуры обжига для различных составов носит неоднозначный характер. С увеличением температуры с 750 °С до 1300 °С при соотношении фр. 6 – 3 мм и 3 – 0 мм 1 : 2 и 1 : 1 наблюдается повышение механической прочности от 48,6 – 46,9 Н/мм² до 63,1 – 58,3 Н/мм².

Предел прочности при сжатии при содержании крупной фракции – 10 % в интервале температур 750 – 1300 °С практически не изменяется и находится в пределах 53,9 – 52,0 Н/мм².

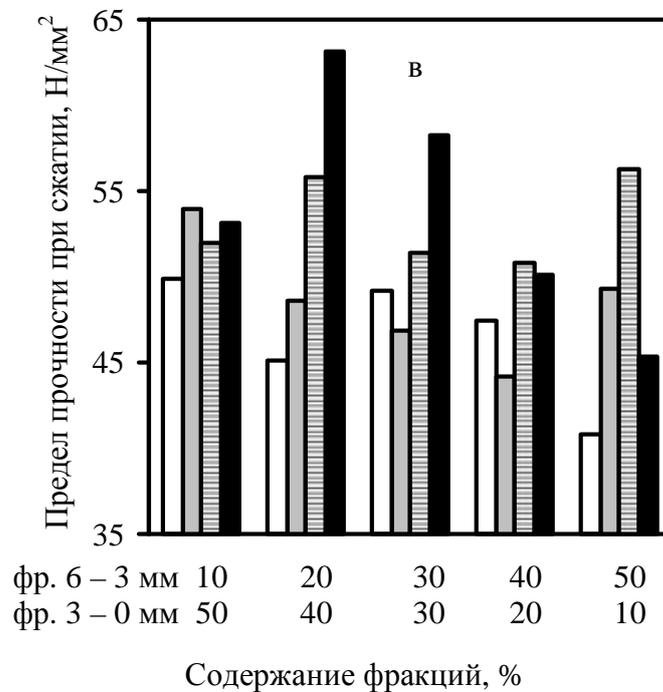
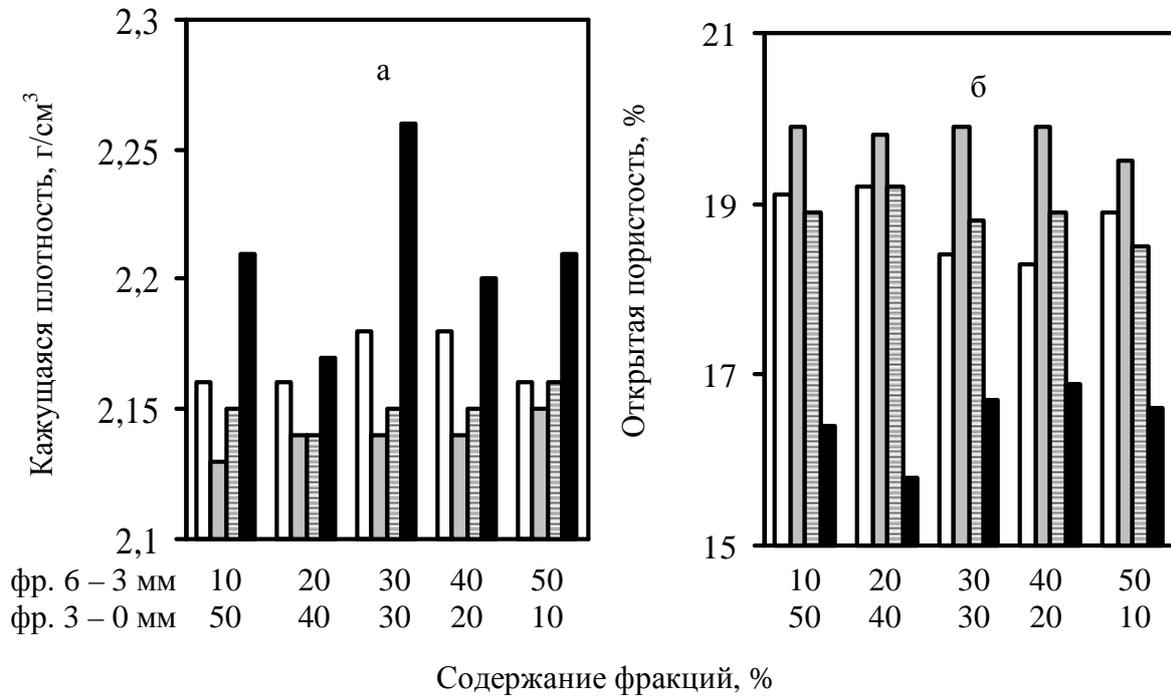


Рисунок – Влияние зернового состава заполнителя на свойства бетонных образцов:

□ – 350 °С; □ – 750 °С; ▨ – 1050 °С; ■ – 1300 °С.

Максимальное упрочнение 50,8 – 56,3 Н/мм² при температуре 1050 °С характерно для бетонных образцов с соотношением заполнителя фр. 6 – 3 мм и 3 – 0 мм 2 : 1 и 5:1, а повышение температуры обжига до 1300 °С, приводит к снижению предела прочности при сжатии до 50,1 – 45,4 Н/мм².

При температуре обжига – 1300 °С кажущаяся плотность образцов всех исследуемых составов достигает максимальных значений, а эффективное сочетание высокой механической прочности (63,1 Н/мм²) и минимальной открытой пористости (15,8 %) обеспечивается соотношением фр. 6 – 3 мм: фр. 3 – 0 мм = 1 : 2. С точки зрения достижения максимального упрочнения бетона и его минимальной пористости, в исследуемом температурном интервале, выбран следующий зерновой состав заполнителя: 20 % – фр. 6 – 3 мм, 40 % – фр. 3 – 0 мм и 30 % фр. < 0,088 мм. Из масс оптимального состава на ОАО "Великоанадольский огнеупорный комбинат" изготовлена опытная партия низкоцементных бетонных изделий для различных элементов тепловых агрегатов. По результатам проведенных испытаний опытных изделий установлены высокие эксплуатационные свойства бетона.

Выводы. В результате проведенных исследований установлен оптимальный зерновой состав заполнителя в низкоцементном шамотном огнеупорном бетоне, оказывающий положительное влияние на уплотнение и упрочнение бетона в интервале температур 750 – 1300 °С, и обеспечивающий повышение эксплуатационного ресурса изготовленных бетонных изделий в футеровках тепловых агрегатов различного назначения.

Список литературы: 1. *Кащеев И.Д.* Неформованные огнеупоры: справоч. изд. в 2 т. / *И.Д. Кащеев, М.Г. Ладыгиче., В.Л. Гусовский.* – М.: Теплотехник, 2004. – Т. 2: Свойства и применение неформованных огнеупоров. – 2004. – 440 с. 2. *Пивинский Ю.Е.* Неформованные огнеупоры: справоч. изд. в 2 т. Т.1. Книга 1. Общие вопросы технологии / *Ю.Е. Пивинский.* – М.: Теплоэнергетик, 2004. – 448 с. 3. *Семченко Г.Д.* Неформованные огнеупоры: учеб. пособие / *Г.Д. Семченко.* – Х.: НТУ "ХПИ", 2007. – 304с. 4. *Вакуленко И.А.* Влияние технологических параметров на свойства корундовых низкоцементных бетонов / [*И.А. Вакуленко, В.В. Песчанская, Н.В. Шебанова и др.*] // Вісник НТУ "ХПИ". – 2006. – № 30. – С. 63 – 67. 5. *Вернигора Н.К.* Анализ фракционного состава огнеупорных бетонов на шамотном заполнителе / [*Н.К. Вернигора, С.М. Логвинков, Г.Н. Шабанова и др.*] // Зб. наук. праць ВАТ "УкрНДІВ ім. А.С.Бережного". – Х.: Каравела, 2006. – № 106. – С. 71 – 77. 6. *Бражник Д.А.* Оптимизация гранулометрического состава низкоцементных периклазосодержащих неформованных масс / [*Д.А. Бражник, Г.Д. Семченко, А.А. Бондаренко и др.*] // Зб. наук. праць ВАТ "УкрНДІВ ім. А.С.Бережного". – Х.: Каравела, 2009. – № 109. – С. 86 – 89.

Поступила в редколлегию 20.06.10