

research on the fluidity and mechanical properties of high – strength lightweight self – compacting concrete // *Cement And Concrete Research*, - 2006,(36), № 9, P.1595 – 1602.

5. Feys D., Verhoeven R., Schutter G. Fresh self compacting concrete, a shear thickening material // *Cement and Concrete Research*, - 2008, (38) №7, P. 920-929.

6. Leeman A., Lura P., Loser R. Shrinkage and creep of SCC – The influence of paste volume and binder composition // *Construction And Building Materials*, - 2011, (25), № 5, P. 2283 – 2289.

7. Okamura Hajime, Ouchi Masahiro Self-Compacting Concrete [Текст] // *Journal of Advanced Concrete Technology*, - vol. 1(2003), №1, P. 5-15.

8. Yammine J., Chaouche M., Guerinet M., Moranville M., Roussel N. From ordinary rheology concrete to self compacting concrete: A transition between frictional and hydrodynamic interactions // *Cement and Concrete Research*, - 2008, (38) №7, P. 890-896.

УДК. 666.974.2

Хаджишалапов Г.Н., Даитбеков А.М., Алхасова Ю.А., Даитбеков С.А.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ЖАРСТОЙКИЙ ЦИРКОНОВЫЙ БЕТОН С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Hadjishalapov G.N., Daitbekov A.M., Alkhasova Y.A., Daitbekov S.A.

MODIFIED HEAT-RESISTANT ZIRCONIA CONCRETE WITH IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS

В статье рассмотрены способы получения модифицированных вяжущих и бетонов с использованием в качестве основного компонента композиционного вяжущего безводного силиката натрия и заполнителя цирконового концентрата. Исследованы физико-технические свойства жаростойких вяжущих и бетонов, рассмотрены различные способы повышения физико-технических и эксплуатационных характеристик и области применения жаростойких цирконовых бетонов.

Ключевые слова: *композиционное вяжущее, жаростойкий бетон, цирконовый заполнитель, термостойкость, стойкость к расплавам металлов, шлаков, стекол.*

The article deals with methods for preparing modified concrete binders and using as a main component composition of anhydrous sodium silicate binder and a filler zircon concentrate. The physical and technical properties of the heat-resistant binders and concrete, consider various ways to improve the physical and operational characteristics and applications of zircon refractory concretes.

Key words: *composite binders, refractory concrete, zirconia filler, heat resistance, resistance to molten metals, slags, glasses.*

Широкая модернизация отраслей черной и цветной металлургии, стекольной промышленности и производства стройматериалов требует разработки материалов с качественно новыми характеристиками, отвечающими современным технологиям высокотемпературной переработки, энерго- и ресурсосбережения. Одним из таких материалов, получивших широкое распространение в последние десятилетия являются жаростойкие бетоны, позволяющие во многом перейти к индустриальным технологиям при футеровке тепловых агрегатов.

Исследования, проводимые в ДГТУ, являются дальнейшим развитием направления разработки жаростойких силикат-натриевых композиционных вяжущих и бетонов на их основе, начатых проф., д.т.н. Б.Д. Тотурбиевым [1].

Модифицирование циркон-силикат-натриевого вяжущего и получение жаростойкого бетона с улучшенными физико-техническими характеристиками прежде всего необходимо для повышения срока службы футеровки тепловых агрегатов, стойкости к действию расплавов металлов, шлаков и стекол.

Структура тонкоизмельченной силикат-натриевой композиции как вяжущего, формируется из таких двух сложных процессов, как придавание вяжущих свойств этой композиции путем обводнения силикат-натриевого составляющего непосредственно в композиции и последующего упрочнения полученной жидкостекольной композиции обезвоживанием, т.е. гидратацией водного раствора силикат-натрия под воздействием тепла.

В исследованиях при выборе оптимального состава и при изучении вяжущих свойств циркон-силикат-натриевой композиции устанавливалась зависимость прочности материала от таких технологических факторов, как: количество безводного силиката натрия в материале; дисперсность и равномерность распределения, исходная влажность формовочных масс, режим тепловой обработки. Установление этих зависимостей позволяет разработать рациональные состав и технологические приемы, обеспечивающие полноту использования свойств безводного силиката натрия, как основного клеящего компонента вяжущей композиции.

Важным технологическим фактором, определяющим прочностные показатели затвердевшего силикат-натриевого вяжущего является метод и режим уплотнения смесей. Зависимость прочности высушенных образцов, изготовленных из циркон-силикат-натриевой композиции, от методов и режимов формования показана в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость прочности высушенных образцов, изготовленных из циркон-силикат-натриевой композиции, от методов и режимов формования

Номера образцов	Режим формования	Методы формования	R _{сж} , МПа
1	2	3	4
1	I	Вибрирование	44
2			47
3			46
4	II	Вибрирование с пригрузом	54,3
5			58,5
6			53,6
7	III	Прессование (одноступенчатое в прессформе)	61,0
8			63,3
9			62,1
10	IV	Прессование (двухступенчатое в прессформе)	63,1
11			65,4
12			64,8

Параметры режимов формования:

Вибрирование:

I - Частота вибрации 50 Гц, амплитуда колебаний вибратора – 0,4-0,5 мм, время вибрирования – 60 с;

II – соответственно 50 Гц; 0,4-0,5 мм; 60 с при давлении пригруза 0,0015 МПа;

Прессование:

III – давление пригруза 0,5 МПа.

IV – давление пригруза двухступенчатое 0,24 Мпа и 0,5 МПа.

Результаты опытов (режим формования II), приведенные в таблице, показывают эффективность повышения степени уплотнения формовочных смесей, поскольку в этом случае существенно улучшаются контакты между зернами заполнителя и силикат-глыбы.

Однако для жаростойких вяжущих, являющихся в большинстве случаев легкоплавкой составляющей, не менее важной характеристикой является стойкость к действию высоких температур и способность сохранить механическую прочность при эксплуатационных условиях.

Резервы повышения физико-технических характеристик цирконсодержащих силикат-натриевых вяжущих композиций необходимо искать в направлении активизации цирконового компонента, используя высокие огнеупорные и абразивные свойства последнего.

Одним из способов такой активации является нагрев в кварцевой трубке при температурах 200-800 °С размещенных в кюветах гидратированных частиц циркона, силиката натрия и диатомита. С одной стороны, в кварцевую трубку подают острый водяной пар, а другая сторона подсоединяется к охладителю конденсата и конденсатоотводчику [2]. В процессе нагрева происходит дегидратационное диспергирование, и наночастицы уносятся водяным паром в холодильник, а затем в конденсатоотводчик. Хроматографическим анализом определяют количественное содержание наночастиц и водную смесь наночастиц нагревая до 80-90 °С используют для приготовления жаростойкого цирконового бетона.

Другим более эффективным и технически доступным способом повышения физико-технических характеристик циркон-силикат-натриевой композиции, на наш взгляд является механохимическая активация достаточно широко опробованная в химической технологии [3].

Кроме сверхтонкого измельчения, такая технология позволит не только повысить вяжущие свойства композиции, но и должна способствовать более раннему протеканию твердофазового термического синтеза со смещением в сторону более низких температур и получением структурно-стабильных изделий без предварительного обжига.

Исследования модифицированной циркон-силикат-натриевой композиции проведенные в ДГТУ с применением механохимической активации смесей на полупромышленной мельнице периодического действия планетарного типа конструкции ИХТТиМ СО РАН (АГО-3) показали заметное (на 10-12 МПа) увеличение прочности при сжатии (рис. 1).

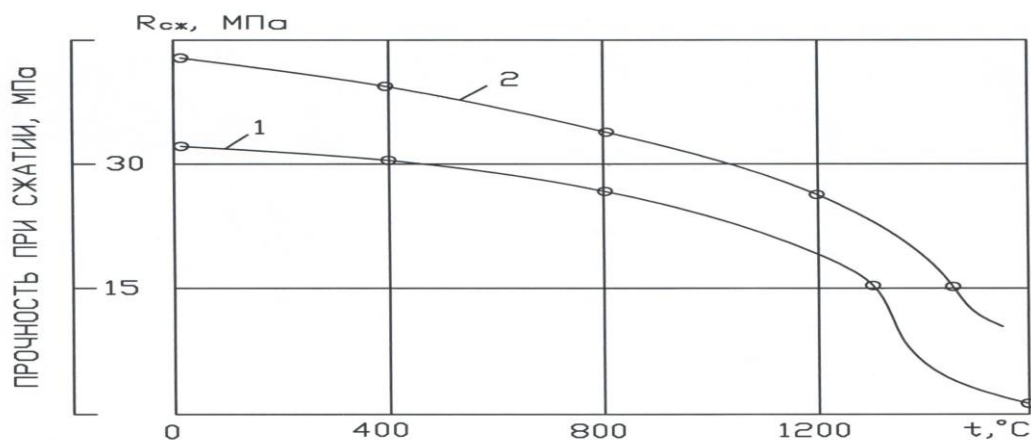


Рисунок 1 - Зависимость прочности при сжатии жаростойкого цирконового бетона на обычном -1 и модифицированном -2 циркон-силикат-натриевом вяжущем от температуры нагрева.

При этом предельные деформации разрушения жаростойкого бетона с модифицированным вяжущим (кривая 2 рис.2) не превышают 1,5%, тогда как исходный бетон (кривая 1) имеет деформации до 2,5 %.

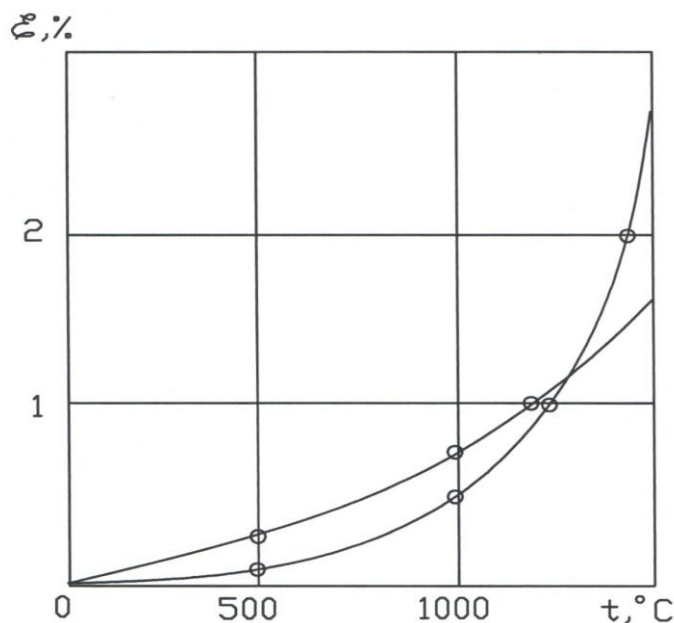


Рисунок 2 - Зависимость предельной деформации разрушения жаростойкого цирконового бетона на модифицированном -2 и немодифицированном -1 вяжущем от температуры нагрева.

Важнейшие свойства жаростойкого бетона (прочность, деформативность и коррозионная стойкость) определяются его поровой структурой, которая, в свою очередь, определяется свойствами составляющих, технологическими приёмами обработки бетонной смеси (смешиванием, способами формования и уплотнения), условиями последующего твердения и др. В жаростойком бетоне пористость также изменяется в зависимости от температуры нагрева. Она влияет на скорость пропитки расплавом, деформацию при высоких температурах, огневую усадку изделий и т.п.

В литературе [4,5,6] приводится множество данных по установлению зависимости свойств материала от его структуры, в частности, пористости. Имеется целый ряд аналитических и эмпирических зависимостей, описывающих изменения прочности, модуля упругости и других характеристик бетона от пористости. Недостатком множества из них является наличие в них эмпирических констант, зависящих от многих факторов. Практическое использование уравнений для прогнозирования свойств материала в связи с этим вызывает определённые трудности.

Стойкость к действию расплавов стёкол, металлов и шлаков является одним из основных свойств жаростойких цирконовых бетонов, определяющих их эксплуатационные свойства и долговечность. Это относится и к другим огнеупорным материалам, предназначенным для работы в агрессивных средах.

Скорость пропитки шлаков в большей степени зависит от количества и размера крупных пор. Поры размером менее 50 мкм не оказывают существенного влияния на шлакоустойчивость материала.

Задачу повышения шлакоустойчивости жаростойкого цирконового бетона на циркон-силикат-натриевом композиционном вяжущем мы видели, прежде всего, не в уменьшении общей пористости, а в поисках путей снижения размеров пор при одновременном увеличении содержания мелких пор в бетоне в общем объёме пор за счёт механоактивации цирконовой составляющей композиционного вяжущего.

Исследования коррозионной стойкости жаростойкого бетона в зависимости от кажущейся пористости для различных расплавов приведены в работе [7], откуда следует, что при одинаковой кажущейся пористости бетонов наибольшее воздействие оказывают расплавы стекол, затем шлаков, в меньшей степени разъедание бетона идет с расплавом металла. Повышение температуры испытаний (дисс.Ю.А. Алхасовой) ведёт к повышению степени шлакоразъедания жаростойкого бетона. Для бетона, подвергнутого предварительному нагреванию до 1600°С, этот рост заметно слабее. Хотя размер пор предварительно нагретого бетона уменьшился и поры стали закрытыми, с повышением температуры степень шлакоразъедания растёт.

Эту тенденцию трудно объяснить только поровой структурой материала.

Скорее всего, здесь вязкость расплава снижается и, следовательно, облегчается его проникновение, кроме того, при повышении температуры реакция взаимодействия расплава стекла или шлака на поверхности взаимодействия с бетоном протекает более интенсивно.

На практике, при высоких температурах, даже при небольшой разнице температур, степень разъедания стеклом или шлаком будет возможно выше, поскольку результаты, указанные выше, получены при статических условиях.

Для более полной оценки свойств модифицированного жаростойкого цирконового бетона нами были проведены опыты по определению краевого угла смачивания расплавами стекла, шлака и металла при различных температурах. Ниже в таблице 2 приведены значения краевого угла смачивания различных расплавов для модифицированного (показания в знаменателе) и немодифицированного бетона.

Химический состав стекла и шлака, использованных при исследовании цирконового жаростойкого бетона, приведены в таблице 3.

Таблица 2 - Значения краевого угла смачивания стеклом и шлаком жаростойкого цирконового бетона на циркон-силикат-натриевом вяжущем

р 1/+ "	r%, /%0 230 , q			
	1400	1450	1500	1550
q2%*+. , 0*(jqr	145/158	139/143	130/140	127/131
x+ *	146/155	144/152	134/142	130/135
q2 +<	145/156	142/148	137/145	132/136

Таблица 3 - Химический состав стекла и шлака, использованных при определении стойкости к шлакоразъеданию жаростойкого цирконового бетона

Материал	Содержание окислов										
	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	SiO ₂	CaCO ₃	Li ₂ O ₃	La ₂ O ₃
Стекло марки КСТ	0	0	0	0	0	0	0	57,33	9,4	21,6	11,63
Шлак	7,93	7,91	24,03	1,71	4,28	44,98	1,18	10,54	0	0	0

На основании вышеприведённых данных можно заключить, что наличие плотно закрытых мелких пор существенно повышает шлакоустойчивость: мельчайшие капилляры серьёзного влияния не оказывают. Большое влияние на разъедание жаростойкого бетона шлаком и стеклом, по-видимому, оказывают сквозные крупные (более 100 мкм) поры. Интенсивное смешивание и механохимическая активация циркон-силикат-натриевого

вяжущего позволяет не только повысить механическую прочность жаростойкого цирконового бетона, но и повышает стойкость к действию различных расплавов за счет повышения плотности и уменьшения размера пор при одновременном уменьшении их общего количества, а это способствует повышению общей коррозионной стойкости бетона.

Библиографический список:

1. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций.-М.: Стройиздат, 1988-208с.
2. Патент 2377216РФ. Состав и способ изготовления безобжигового цирконового жаростойкого бетона. Батырмурзаев Ш.Д., Даитбеков А.М., Батырмурзаев А.Ш. и др.
3. Болдырев В.В. Развитие исследований в области механохимии неорганических веществ в СССР. Сб. СО РАН «Механохимический синтез в неорганической химии». В.В. Болдырев; под ред. Е.Г. Аввакумова.-Новосибирск: Наука, 1991.-с5-32.
4. Стрелов К.К., Гогоци Г.А. Современное состояние термостойкости и перспективы их развития/Огнеупоры.-1974.- №9.-С.39-47
5. Стрелов К.К. Нерешенные вопросы производства и применения огнеупорных бетонов/Труды ВостИО. -Свердловск,1970.-Вып.10.-С.3-5
6. Полубояринов Д.Н., Лукин Е.С., Сысоев Э.П. Исследование ползучести и длительной прочности керамики из алюмомагнезиальной шпинели/ Огнеупоры.- 1970.- № 12.- С.26-27
7. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Жаростойкий цирконовый бетон на циркон-силикат-натриевом композиционном вяжущем».Алхасова Ю.А.-Махачкала, 1999

УДК 624.011

Устарханов О.М., Вишталов Р.И., Калиева М.Х., Устарханов Т.О.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДОЩАТОКЛЕЕНОЙ БАЛКИ, АРМИРОВАННОЙ СПЕЦИАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Ustarkhanov O.M., Vishtalov R.I., Kalieva M.H., Ustarkhanov T.O.

EXPERIMENTAL STUDY OF CARRYING CAPACITY GLULAM BEAMS, REINFORCED SPECIAL WAY

В статье рассматривается новое конструктивное решение армированной дощатоклееной балки и приводятся результаты экспериментальных исследований несущей способности балки армированной специальным способом. Приводятся конструктивные параметры опытных образцов балок, описание экспериментальной установки, результаты экспериментальных исследований и сравнительная оценка уровня напряжений и прогибов в балках, выполненных по различным вариантам конструктивных схем.

Ключевые слова: *армированная дощатоклеенная балка, экспериментальные исследования, наклонная арматура, напряжения, деформации, прогибы, графические зависимости.*

The paper deals a new structural solution of reinforced glued wooden beam and results of experimental studies of the bearing capacity of reinforced beams in a special way. We present the design parameters of prototype beams, description of the experimental setup, results of