

чені пам'яті академіка Д.О.Тхоржевського): Перші науково-педагогічні читання. – Полтава: ПДПУ, 2008. – С.88-91.

14.Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів / За ред. Г.С.Писаренка. – К.: Вища школа, 1993. – 655 с.

15.Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов / Отв. ред. Г.С.Писаренко. – К.: Наукова думка, 1988. – 736 с.

16.Терегулов И.Г. Сопротивление материалов и основы теории упругости и пластичности. – М.: Высш. шк., 1984. – 472 с.

17.Шило А.Ю. Загальні принципи добору матеріалу і раціональних форм перерізів для стиснутих стержнів // Наукові розвідки студентської молоді в умовах єдиного освітнього простору (присвячені пам'яті академіка Д.О.Тхоржевського): Перші науково-педагогічні читання. – Полтава: ПДПУ, 2008. – С.83-88.

*Отримано 28.07.2009*

УДК 544.344.015.3

**В.К.МОКРИЦКАЯ**

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Г.Н.ШАБАНОВА, д-р техн. наук,

Н.С.ЦАПКО, Е.М.ПРОСКУРНЯ, канд. техн. наук

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

### **КОРРЕКТИРОВКА СУБСОЛИДУСНОГО СТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub> В ВЫСОКОБАРИЕВОЙ ОБЛАСТИ**

В статье приведено субсолидусное строение системы BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>, скорректированное с учетом установленного наличия коннод BaZrO<sub>3</sub> – Ba<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и BaZrO<sub>3</sub> – Ba<sub>8</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>11</sub>. Представлены результаты термодинамических расчетов твердофазных реакций в системе BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>. Такой вариант субсолидусного строения имеет информационную ценность для прогнозирования высокотемпературных процессов.

В статті наведена субсолідусна будова системи BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>, скорегована з урахуванням встановленої наявності коннод BaZrO<sub>3</sub> – Ba<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>7</sub> і BaZrO<sub>3</sub> – Ba<sub>8</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>11</sub>. Представлені результати термодинамічних розрахунків твердофазних реакцій в системі BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>. Такий варіант триангуляції має інформаційну цінність для прогнозування високотемпературних процесів.

The article cited subsoliduse structure of the system BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>, adjusted establish konnod BaZrO<sub>3</sub> – Ba<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>7</sub> and BaZrO<sub>3</sub> – Ba<sub>8</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>11</sub>. The results of thermodynamic calculations of solid state reactions in the system BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>. Such variant of triangulation has an informative value for prognostication of high temperature processes.

*Ключевые слова:* субсолидусное строение, коннода, огнеупоры, вязущие, комбинация фаз, термодинамический расчет, система, моноалюминат бария, цирконат бария, соединение, цемент.

В последнее время все большее значение в технике высоких температур приобретают неформованные огнеупоры и огнеупорные бетоны. Основное внимание ученых в этой области направлено на совер-

шенствование известных жаропрочных материалов путем изменения структуры, обеспечивая тем самым улучшение свойств изделий и прежде всего их деформационных характеристик.

К числу наиболее изученных жаростойких вяжущих относится высокоглиноземистый цемент, который производится промышленно и находит применение в производстве огнеупорных бетонов. В качестве цементов высшей огнеупорности применяются цирконийсодержащие цементы. К ним относят алюмоцирконобариевый цемент, который относится к воздушно твердеющим вяжущим.

Система  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$  представляет несомненный интерес для технологии специальных вяжущих полифункционального назначения, так как она включает такие ценные соединения, как моноалюминат бария  $\text{BaAl}_2\text{O}_4$ , обладающий вяжущими свойствами и высокой температурой плавления, бариевый цирконат  $\text{BaZrO}_3$ , представляющий интерес для получения высокоогнеупорных материалов. Однако разработка новых составов специальных вяжущих на основе указанной системы сдерживается ограниченностью данных относительно ее субсолидусного строения.

Таким образом, необходимо провести дополнительное исследование субсолидусного строения системы  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$  с целью выявления в системе областей составов, пригодных для получения вяжущих материалов, обладающих комплексом специальных эксплуатационных характеристик.

В работе [1] приведено субсолидусное строение системы  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ , в которой отмечено существование трех бинарных соединений:  $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ,  $\text{BaAl}_2\text{O}_4$  и  $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$  (рис.1) по конноде  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ .

В исследованиях [1] коннода  $\text{Ba}_2\text{ZrO}_4 - \text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  определена геометрически, так как экспериментально проверенная стабильность комбинации фаз  $\text{BaZrO}_3 - \text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  обуславливала безальтернативное существование  $\text{Ba}_2\text{ZrO}_4 - \text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  (рис.1).

Целью данной работы является сравнительный анализ термодинамической стабильности комбинаций фаз  $\text{Ba}_2\text{ZrO}_4 - \text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  и  $\text{BaZrO}_3 - \text{Ba}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ba}_2\text{ZrO}_4 - \text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  и  $\text{BaZrO}_3 - \text{Ba}_8\text{Al}_2\text{O}_{11}$  в субсолидусном строении системы  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ .

Исходные термодинамические характеристики для проведения расчетов представлены в табл.1, а результаты – в табл.2.

Скорректированное субсолидусное строение системы  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$  приведено на рис.2.

В последнее время в бинарной подсистеме  $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  установлено существование еще двух соединений:  $\text{Ba}_4\text{Al}_2\text{O}_7$  и  $\text{Ba}_8\text{Al}_2\text{O}_{11}$ , кото-

рые имеют более высокое содержание оксида бария в своих составах, чем  $Ba_3Al_2O_6$ .

В связи с наличием этих соединений существование конноды  $B_2Z - B_3A$  в субсолидусном строении системы  $B - A - Z$  ставится под сомнение в связи с более высокой термодинамической предпочтительности сосуществования комбинаций фаз  $BZ - B_4A$  и  $BZ - B_8A$ .

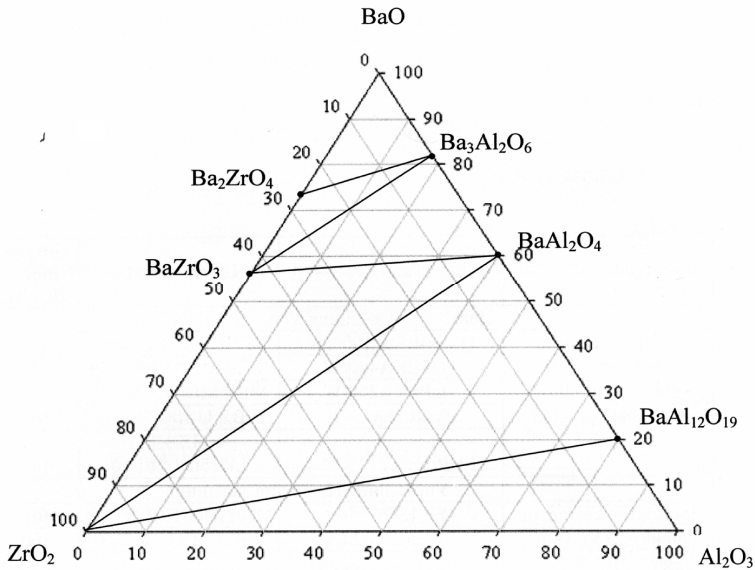


Рис.1 – Субсолидусное строение системы  $BaO - Al_2O_3 - ZrO_2$  [1]

Таблица 1 – Значения термодинамических констант соединений системы  $B - A - Z$

№ п/п	Соединение	$-\Delta H^\circ_{298}$ , кДж/моль	$\Delta S^\circ_{298}$ , кДж/моль	$c_p = a + b \cdot 10^{-3} \cdot T - c \cdot 10^5 \cdot T^{-2}$ , Дж/моль·К			Источник
				a	$b \cdot 10^{-3}$	$-c \cdot 10^5$	
1	BZ	1761,88	124,68	103,05	36,82	12,34	[2]
2	$B_2Z$	2117,104	194,97	137,03	63,93	9,16	[2]
3	$B_3A$	3537,91	267,78	247,86	48,53	17,41	[3]
4	$B_4A$	4014,49	329,99	275,85	56,89	23,33	[3]
5	$B_8A$	6238,10	611,68	441,99	96,23	25,31	[3]

Таблица 2 – Результаты термодинамических расчетов твердофазных реакций в системе В – А – Z

№ п/п	Реакция	$\Delta G$ , кДж/моль, при T, К				
		1000	1200	1400	1600	1800
1	$B_2Z + B_3A = BZ + B_4A$	-108,13	-102,89	- 96,73	- 89,656	- 81,69
2	$5 B_2Z + B_3A = 5 BZ + B_8A$	- 913,79	- 906,99	- 897,55	- 885,32	- 870,21

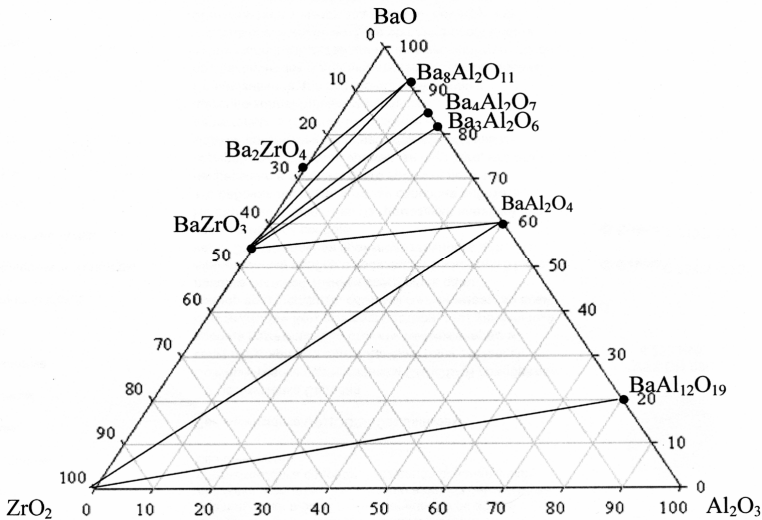


Рис.2 – Скорректированное субсолидусное строение системы BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>

Таким образом, в результате проведенных термодинамических исследований (табл.2) установлено, что наиболее термодинамически устойчивой комбинацией фаз является BZ – B<sub>4</sub>A и BZ – B<sub>8</sub>A, в сравнении с ранее считавшейся стабильной комбинацией фаз B<sub>2</sub>Z – B<sub>3</sub>A, в связи с чем скорректировано субсолидусное строение системы В – А – Z, которое показано на рис.2. Уточнение субсолидусного строения системы BaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub> при дальнейших исследованиях позволит выполнить полную разбивку системы на элементарные тетраэдры и построить топологический граф их взаимосвязи, дать геометро-топологическую характеристику всех фаз системы, а также выявить сечения системы, пригодные для создания новых составов жаростойких и огнеупорных цементов.

1.Мельник М.Т., Илюха Н.Г., Шаповалова Н.Н. Огнеупорные цементы. – К.: Вища школа, 1984. – 124 с.

2. Мельник М.Т. Исследование процессов синтеза и гидратации алюминатов и цирконатов кальция, стронция и бария с целью получения высокоогнеупорных цементов: Дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. – Харьков: ХИИКС, 1973. – 366 с.

3. Шабанова Г.Н., Цапко Н.С., Логвинков С.М. Субсолидусное строение системы  $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007. – №1. – С.5.

*Получено 29.05.2009*

УДК 621.792.6 : 69.059.25

Н.М.ЗОЛОТОВА, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ БЕТОНА АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Приводятся результаты экспериментальных исследований прочности соединения старого бетона с новым акриловыми клеями при различных видах нагружения, толщины клеевого слоя, а также процесса трещинообразования при нагружении.

Наводяться результати експериментальних досліджень міцності з'єднання старого бетону з новим акриловими клеями при різних видах навантаження, товщини клейового шару, а також процесу тріщиноутворення при навантаженні.

Results over of experimental researches of durability of connection of old concrete are brought with new acryl glues at the different types of ladening, thickness of glue layer, and also process of cracksformation at a ladening.

*Ключевые слова:* бетон, акриловый клей, прочность соединения, трещинообразование, толщина клеевого слоя, возраст нового бетона.

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений выполняются работы по соединению старого бетона с новым. Такие работы выполняются при возведении монолитных массивных бетонных и железобетонных конструкций, восстановлении и изменении их габаритов и конфигурации. С целью улучшения сцепления и увеличения прочности соединения старого бетона с новым в последнее время получили применение различные полимерные клеи и композиции [1-3]. Соединение бетонов акриловыми клеями имеет ряд преимуществ перед использованием для этих целей других клеев. Они по адгезионным и когезионным свойствам не уступают существующим (например, эпоксидным), но обладают лучшими технологическими свойствами и стоят дешевле указанных на 16-24% [4].

В Харьковской национальной академии городского хозяйства разработана технология соединения старого бетона с новым акриловыми клеями, которая представлена и подробно описана в работах [5-10].