

### Статья 1

**Рахимова Н. Р., Рахимов Р. З., Хасанова Л. А.**

**Цементирование боратных солевых растворов шлакощелочными вяжущими**

*Рахимова Н. Р.* (rahimova.07@list.ru), д-р техн. наук, проф., *Рахимов Р. З.*, д-р техн. наук, проф., *Хасанова Л. А.*, студентка, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

**Ключевые слова:** радиоактивные отходы, шлакощелочные вяжущие, бораты, кондиционирование, иммобилизация

### Аннотация

В статье приведены результаты исследований возможности использования шлакощелочных вяжущих для отверждения боратных солевых растворов, имитирующих жидкие радиоактивные отходы атомных электростанций, эксплуатирующих водо-водяные реакторы. Исследованы свойства теста и камня цементных компаундов на основе шлакощелочных вяжущих и боратных солевых растворов в зависимости от содержания щелочного активатора, солесодержания и pH боратных растворов.

### Литература

1. Cementitious Materials for Nuclear Waste Immobilization / R. O. Abdel Rahman, R. Z. Rakhimov, N. R. Rakhimova [et al.]. – Chichester: Wiley, 2015. – 237 p.
2. Ojovan M. I., Samanta S. K. Recent IAEA activities to support utilization of cementitious materials in radioactive waste management / Proceedings of NUWCEM 2014, 1<sup>st</sup> Int. Symposium on Cement-based materials for Nuclear Wastes. – Avignon, France 3–5.06.2014. – 2014.
3. Roux C. Conditioning of Radioactive Concentrates with High Boron Content, Formulation and Characterization. – France, These de l'Universite Paris Sud. – 1989. – 112 p.
4. Год Г. К., Валешко М. Г. Корреляция форм боратов, полученных из растворов с различным pH // Журнал неорганической химии. – 1960. – № 5. – С. 634–639.
5. Eskander S. B., Tawfik M. E., Bayoumi T. A. Immobilization of borate waste simulate in cement-water extended polyester composite based on poly (ethylene terephthalate) waste // Polymer plastic technology engineering. – 2006. – № 45. – P. 939–945.
6. Guerrero A., Goñi S. Efficiency of a blast furnace slag cement for immobilizing simulated borate radioactive liquid waste // Waste Management. – 2002. – № 22(7). – P. 831–836.
7. Qina S., Junfeng L, Jianlong W. Effect of borate concentration on solidification of radioactive wastes by different cements // Nuclear Engineering and Design. – 2011. – № 241. – P. 4341–4345.
8. Influence of sodium borate on the early age hydration of calcium sulfoaluminate cement / J.-B. M. Champenois, D. Dhoury, C. Cau-Dit-Coumes [et al.] // Cement Concrete research. – 2015. – № 70. – P. 83–93.
9. Qina S., Jianlong W. Cementation of radioactive borate liquid waste produced in pressurized water reactors // Nuclear Engineering and Design. – 2010. – № 240. – P. 3660–3664.
10. Hall D. A. The effect of retarders on the microstructure and mechanical properties of magnesia-phosphate cement mortar // Cement and Concrete Research. – 2001. – № 31. – P. 455–465.
11. Influence of boric acid on the hydration of magnesium phosphate cement at an early age / L. Hugo, C. Cau-Dit-Coumes, D. Lambertin [et al.] // Abstract book of the 14<sup>th</sup> International Congress on the Chemistry of Cement, Volume II, 13–16.10.2015. – Beijing, China. – 2015. – 610 p.
12. Yang J. Effect of borax on hydration and hardening properties of magnesium and potassium phosphate cement pastes // Journal of Wuhan University of Technology-Materials Science. – 2010. – № 25. – P. 613–618.
13. Palomo A., De la Fuente J. I. Alkali-activated cementitious materials: alternative matrices for the immobilisation of hazardous wastes, part I. Stabilisation of boron // Cement and Concrete Research. – 2003. – № 33(2). – P. 281–288.
14. Рахимова Н. Р., Рахимов Р. З., Стоянов О. В. Композиционные вяжущие для иммобилизации токсичных и радиоактивных отходов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 4. – С. 175–182.

15. Solidification of nitrate solutions with alkali-activated slag and slag- metakaolin cements / N. R. Rakhimova, R. Z. Rakhimov, Y. N. Osin [et al.] // Journal of Nuclear Materials. – 2015. – Vol. 457. – P. 186–195.
16. Cau-Dit-Coumes C., Courtois S. Cementation of a low-level radioactive waste of complex chemistry Investigation of the combined action of borate, chloride, sulfate and phosphate on cement hydration using response surface methodology // Cement and Concrete Research. – 2003. – № 33. – P. 305–316.
17. Shi C., Day R. L. A calorimetric study of early hydration of alkali-slag cements // Cement and Concrete Research. – 1995. – № 25(6). – P. 1333–1346.
18. Shi C. Early hydration and microstructure development of alkali-activated slag pastes // 10th International Congress on the Chemistry of Cement, Gothenburg, Sweden. – 1997. – 3–099. – 8 p.

## Статья 2

**Мусафирова Г. Я., Мусафиров Э. В., Лыщик М. В.**

**Блочное пеностекло на основе стеклобоя, доломитовой муки и жидкого стекла**

*Мусафирова Г. Я.* (musafirova\_gy@grsu.by), канд. техн. наук, *Мусафиров Э. В.*, канд. физ.-мат. наук, *Лыщик М. В.*, магистрант, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Беларусь

**Ключевые слова:** стеклобой, древесный уголь, доломитовая мука, мел, жидкое стекло, блочное пеностекло

### Аннотация

Установлен оптимальный сырьевой состав для получения блочного пеностекла на основе стеклобоя с использованием в качестве газообразователя доломитовой муки в количестве до 1,0% от массы сухого вещества (стеклобоя) и модификатора структуры – жидкое стекло (2,5–3,0% от массы стеклобоя). При данном соотношении исходных компонентов были получены образцы блочного пеностекла теплоизоляционно-конструкционного назначения средней плотности 270–300 кг/м<sup>3</sup>, с показателем предела прочности при сжатии 2,0–2,1 МПа и водопоглощением до 3,0%.

### Литература

1. Лотов В. А. Перспективные теплоизоляционные материалы с жесткой структурой // Строительные материалы. – 2004. – № 11. – С. 8–9.
2. Кетов А. А., Толмачев А. В. Пеностекло – технологические реалии и рынок // Строительные материалы. – 2015. – № 1. – С. 17–23.
3. Строительные материалы на основе стеклобоя / В. И. Онищук, Н. Ф. Жерновая, Н. И. Минько [и др.] // Стекло и керамика. – 1999. – № 1. – С. 4–6.
4. Модификация цементного вяжущего дисперсной добавкой вторичного полиамида / Г. Я. Мусафирова, Е. Н. Грушевская, Э. В. Мусафиров [и др.] // Техника и технология силикатов. – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 2–5.
5. Черкасов А. В. Малоэнергоёмкая технология вяжущих композиций с управляемым расширением на основе магнийсодержащих материалов: дисс. ... канд. техн. наук. – Белгород, 2006. – 17 с.
6. Юрьев Ю. Л. Древесный уголь. Справочник. – Екатеринбург: Сократ, 2007. – 184 с.
7. Смолий В. А., Косарев А. С., Яценко Е. А. Зависимость реакционной и вспенивающей способности композиций органических и неорганических порообразователей ячеистого теплоизоляционного строительного стекломатериала от их соотношения и свойств // Техника и технология силикатов. – 2015. – Т. 22, № 4. – С. 7–12.
8. Пат. № 2060238 Российской Федерации. Способ изготовления вспученного силикатного материала / Козлов В. Е., Пасечник И. В., Горемыкин А. В. [и др.]; заявл. 21.02.1995; опубл. 20.05.1996. Бюл. № 16.
9. Лыщик М. В., Мусафирова Г. Я. Пеностекло – экологичный и энергосберегающий материал // Строительство и восстановление искусственных сооружений: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: БелГУТ, 2015. – С. 271–276.

## Статья 3

**Молчан Н. В., Кривобородов Ю. Р., Фертиков В. И.**

**Взаимодействие воды с оксидами, образующими гидроксиды и кристаллогидраты**

*Молчан Н. В.* (nimolchan@mail.ru), канд. фарм. наук, НПЦ «Фармзащита», Московская обл., г. Химки; *Кривобородов Ю. Р.*, д-р техн. наук, проф., РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва; *Фертиков В. И.*, канд. биол. наук, Всероссийский институт легких сплавов, г. Москва

**Ключевые слова:** концентрация электронов, плотность, энтальпия, гидроксиды, кристаллогидраты, структура

## Аннотация

Приведена методика расчета коэффициентов уплотнения и концентрации электронов для кристаллогидратов и гидроксидов на основе справочных данных о плотности вещества в конденсированном состоянии. Полученные данные позволяют проанализировать механизм формирования структуры гидроксидов и кристаллогидратов для дальнейшего прогнозирования характеристик создаваемых материалов. Выявлен ряд зависимостей с коэффициентами корреляции выше критического. На основе проведенных расчетов предлагается использовать коэффициент консолидации и концентрации электронов в качестве структурных характеристик материалов.

## Литература

1. Molchan N. V., Fertikov V. I. Determination of Concentration of Electrons for Description of the Structure of Materials, with Sulfides as an Example // Journal of Materials Sciences and Applications. – 2015. – Vol. 1, № 2. – P. 38–44.
2. Молчан Н. В., Фертиков В. И. Концентрация электронов как структурная характеристика оксидов // Техника и технология силикатов. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 8–14.
3. Molchan N. V., Fertikov V. I. Interrelation of Thermodynamic Parameters and Structural Characteristics, with Halides of Groups 1 and 2 Elements as an Example // American Journal of Chemistry and Application. – 2016. – Vol. 3, № 5. – P. 28–32.
4. Краткая энциклопедия по структуре материалов / пер. с англ.; под ред. Д. В. Мартина. – М.: Техносфера, 2011. – 608 с.
5. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 158 с.
6. Molchan N., Eliseev D., Fertikov V. Control of Nickel Alloy Structural Change by the Atomic Emission Spectroscopy Method // American Journal of Analytical Chemistry. – 2016. – Vol. 7, № 9. – P. 633–641.
7. International Centre for Diffraction Data. JCPDS PCPDFWIN. – 2002. – V. 2.03.
8. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементарноорганических соединений. – СПб.: Профессинал, 2007. – 1276 с.
9. Физические величины: справочник / А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский [и др.]; под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
10. Молчан Н. В., Фертиков В. И. Метод оценки реакционной способности водорода, бора, углерода и азота // Технология легких сплавов. – 2009. – № 2. – С. 47–56.
11. Молчан Н. В., Фертиков В. И. Сжимаемость веществ и размеры атомов // Материаловедение. – 2011. – № 6. – С. 2–6.
12. Лидин Р. А., Андреева Л. Л., Молочко Л. Л. Константы неорганических веществ: справочник / под ред. Р. А. Лидина. – М.: Дрофа, 2006. – 685 с.
13. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике / пер. с нем. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 278 с.

## Статья 4

**Потапова Е. Н.**

### **Реализация проектов по выдаче комплексного экологического разрешения российским предприятиям в форме деловой игры**

*Потапова Е. Н. (55pen@mail.ru), д-р техн. наук, проф., РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва*

**Ключевые слова:** охрана окружающей среды, наилучшие доступные технологии, комплексные экологические разрешения

## Аннотация

Рассмотрена предполагаемая процедура выдачи комплексных экологических разрешений в Российской Федерации. Отработка порядка и процедуры выдачи комплексных разрешений реализуется в настоящее время в формате «деловых игр». Приведены примеры некоторых проведенных деловых игр.

## Литература

1. Мезенцева О. В., Скобелев Д. О. Внедрение наилучших доступных технологий как элемент системы комплексного предотвращения и контроля за негативным воздействием на окружающую среду / Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности. Сборник статей. – М.: Изд-во «Перо», 2014. – С. 24–31.
2. Потапова Е. Н. Концепция перехода к нормированию негативного воздействия на окружающую среду на основе наилучших доступных технологий // Техника и технология силикатов. – 2016. Т. 23, № 2. – С. 2–8.
3. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and

- Control // Official Journal. – 1996. – Vol. 39. – 10 October 1996. – L 257. – P. 0026–0040.
4. Directive 2010/75/EC on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) [Electronic resource]. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:EN:PDF> (accessed 25.12.2015).
5. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 3 июля 2016 года).
6. Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 2014 г. N 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
7. Постановление Правительства РФ № 1029 от 28 сентября 2015 г. «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на ОС, к объектам I, II, III и IV категорий».
8. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям [Электронный ресурс] URL: [http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/ndt/ndt/sprav\\_NDT\\_2015](http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/ndt/ndt/sprav_NDT_2015) (дата обращения: 25.12.2015).
9. Наилучшие доступные технологии в производстве керамических изделий: потенциальные возможности и риски / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, М. В. Бегак [и др.]. Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности. Сборник статей 2. – М.: Изд-во «Перо», 2015. – С. 87–92.
10. Наилучшие доступные технологии и комплексные экологические разрешения: перспективы применения в России / под ред. М. В. Бегака. – М.: ООО «ЮрИнфоР-Пресс, 2010. – 220 с.
11. Challenges of the Environmental Reform in Russia / M. V. Begak, T. V. Guseva, Ya. P. Molchanova [et al.] // 16 International Multidisciplinary scientific Geoconference SGEM 2016, 30 June – 6 July 2016, Albena, Bulgaria. – Book 5, Vol. 1. – P. 133–140.

## Статья 5

### Зо Е Мо У.

#### **Высокопористые проницаемые ячеистые материалы из корундовой керамики**

Зо Е Мо У (zawuetawoo@gmail.com), докторант, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва

**Ключевые слова:** керамика, открытая пористость, ячеистые материалы, прочность, зернистые порошки

### Аннотация

Получены образцы высокопористых материалов с ячеистой структурой на основе глинозема ГН-1, с размером зерна 40–60 мкм и упрочняющим компонентом фарфора ПФЛ-1. Наиболее прочные образцы с размерами ячеек приблизительно 0,3–0,5 и 0,8–1 мм, соответственно, были получены из состава 50% глинозема и 50% фарфора после обжига при 1450 °С. Данные образцы имели пористость 88–94%, прочность при сжатии – 2,3–3,5 МПа. Отрытая пористость в перемычках составляла 40–50%, средний радиус пор в перемычках – 1–2 мкм.

### Литература

1. Беркман А. С. Пористая проницаемая керамика. – М.: Стройиздат, 1969. – 170 с.
2. Twigg M. V., Richardson J. D., et al. Preparation and properties of ceramic foam catalyst supports // Preparation of catalysts VI (Elsevier Amsterdam, The Netherland). – 1994. – P. 345–359.
3. Беляков А. В., Бакунов В. С. Эволюция структуры в переделах технологии керамики // Новые огнеупоры. – 2006. – № 2. – С. 55–62.
3. Belyakov A. V. Bakunov V. S. Structural evolution in ceramic technology and processing // Refractories and Industrial Ceramics. – 2006. – Vol. 47, № 2. – P. 110–115.
4. Thermal and mechanical response of industrial porous ceramics / G. Bruno, I. Pozdnyakova, A. M. Efremov [et al.] // Mater. Sci. Forum. – 2010. – Vol. 652. – P. 191–196.
5. Zhao C. Y. Review on thermal transport in high porosity cellular metal foams with open cells // International journal of heat and mass transfer. – 2012. – Vol. 55, № 13. – P. 3612–3638.
6. Gibson L. J., Ashby M.F. Cellular solids, structures and properties. – Pergamon press, Oxford, UK. – 1988. – 111 p.
7. Официальный сайт. Производственно-торговая фирма «КЕРАМИКА ГЖЕЛИ» [Электронный ресурс]. URL: <http://ceramgzhel.ru/poleznaya-infor/markirovka-keramicheskix.html>.
8. Sabrina S. A., Denilson A. S. Physico-chemical analysis of flexible polyurethane foams containing commercial calcium carbonats // Materials research. – 2008. – Vol. 11, № 4. – P. 8–12.
9. Lin Y. M., Li C. W., Wang C. A. Effects of mullite content on the properties and microstructures of porous Anorthimullite composite ceramics // Journal of inorganic materials. – 2011. – Vol. 2, № 10. – P. 1095–1100.

## Статья 6

**Беляков А. В., Зо Е Мо У, Попова Н. А., Йе Аунг Мин**

### **Газопроницаемость пористой корундовой керамики с упрочняющими добавками на основе корунда и системы SiC–MgO**

*Беляков А. В. (av\_bel@bk.ru), д-р техн. наук, проф., Зо Е Мо У, докторант, Попова Н. А., старший преподаватель, Йе Аунг Мин, аспирант, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва*

**Ключевые слова:** керамика, открытая пористость, прочность, зернистые порошки, электроплавленный корунд, керамические фильтры, газопроницаемость

#### **Аннотация**

Изучена прочная пористая проницаемая керамика, полученная подбором зерновых составов с наполнителем из электроплавленного корунда марок F600 (100–120 мкм); F360 (40–60 мкм) и F120 (10–20 мкм). В качестве упрочняющих связок, которые вводили в количестве 3 и 5 мас.% сверх 100%, применяли высокодисперсные порошки корунда (около 2 мкм), легированного 0,25 мас. % MgO и смесь порошков SiC (размер частиц 3–4 мкм) и MgO (размер частиц 1–2 мкм) в соотношении 2:1. Составы зернистых масс готовили при различных соотношениях в наполнителе фракций 10–20, 40–60 и 100–120 мкм (в мас. %): 40/10/ 50 и 80/15/5. Образцы прессовали под давлением 25 МПа и обжигали при 1450, 1500 и 1550 °С. Предел прочности при изгибе спеченных образцов изменялся от 5,7 до 36 МПа, открытая пористость – от 28,5 до 43,7% и коэффициент газопроницаемости для составов со связкой SiC–MgO (2:1) – от 0,93 до 1,7 мкм<sup>2</sup> и для составов со связкой Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(MgO) – от 0,9 до 1,62 мкм<sup>2</sup>. Полученная керамика перспективна для применения в качестве фильтров и подложек керамических мембран.

#### **Литература**

1. Беркман А. С. Пористая проницаемая керамика. – М.: Стройиздат, 1969. – 170 с.
2. Feng H., Zhaoxiang H. High gas permeability of SiC porous ceramics reinforced by mullite fibers // Journal of the European Ceramic Society. – 2016. – Vol. 36, № 16. – P. 3909–3917.
3. Bruno G., Pozdnyakova I., Efremov A. M. [et al.] Thermal and mechanical response of industrial porous ceramics // Mater. Sci. Forum. – 2010. – Vol. 652. – P. 191–196.
4. Гузман И. Я. Высокоогнеупорная пористая керамика. – М.: Металлургия, 1971. – 283 с.
5. Практикум по химической технологии керамики: учеб. пособие для вузов / Н. Т. Андрианов, В. Л. Балкевич, А. В. Беляков [и др.]; под ред. И. Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с.
6. Беляков А. В., Бакунов В. С. Эволюция структуры в переделах технологии керамики // Новые огнеупоры. – 2006. – № 1. – С. 56–61.
7. Беляков А. В., Бакунов В. С. Эволюция структуры в переделах технологии керамики // Новые огнеупоры. – 2006. – № 2. – С. 55–62.
8. Гузман И. Я., Сысоев Э. П. Технология пористых керамических материалов и изделий. – Тула: Приокское кн. изд-во, 1975. – 196 с.
9. Пористая прочная керамика на основе оксида алюминия / Е. М. Томилина, О. В. Пронина, Е. С. Лукин [и др.] // Стекло и керамика. – 2000. – № 6. – С. 23–24.