

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО ВЯЖУЩИМ, КЕРАМИКЕ, СТЕКЛУ И ЭМАЛЯМ

Том 17, № 3

Июль – Сентябрь, 2010

## Статья 1

### СИЛИКАТНЫЕ И КРЕМНЕЗЕМСОДЕРЖАЩИЕ РАСТВОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

**А. С. Брыков (brykov@yahoo.com), Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)**

#### **Brykov A. S. Silicate and silicon contained solutions and their application**

**Ключевые слова:** силикаты, жидкие стекла, щелочные металлы, полимеры, кремнегели, коллоидные частицы

**Key words:** silicates, liquid glass, alkaline metals, polymers, silicon gels, colloid particles

#### **Аннотация**

Изложены современные представления о полимерном состоянии силикатных и кремнеземсодержащих растворов – жидких стекол, полисиликатов щелочных металлов, коллоидных кремнезёмов, и их значении в различных прикладных областях.

#### **Abstract**

This paper deals with modern notion on polymer silicate and silica contained solution – liquid glass, polysilicates, alkaline metals, colloid silica, and their importance in the different industries.

#### **Литература**

1. Айлер Р. Химия кремнезема: пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – Ч. 1. – 416 с.; Ч. 2. – 712 с.
2. Vail J. G. Soluble silicates (ASC Monograph series). – Reinhold New York, 1952. – Vol. 1. – 357 p.; Vol. 2. – 669 p.
3. Корнеев В. И., Данилов В. В. Жидкое и растворимое стекло. – СПб.: Стройиздат, 1996. – 216 с.
4. CEN marketing research report. Silicates and silicas / D. H. Lauriente, Y. Sakuma. – SRI International, 2002. – 151 p.
5. Vergna H. E. The colloid chemistry of silica. – Am. Chem. Soc., 1994. – 718 p.
6. Шабанова Н. А., Саркисов П. Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. – М.: Академкнига, 2004. – 208 с.
7. Брыков А. С. Образование концентрированных полисиликатных растворов из стабилизированных кремнезольей // Коллоидный журнал. – 2004. – Т. 66, вып. 4. – С. 481–486.
8. Брыков А. С. Стеклование и гелеобразование в системе  $K_2O-SiO_2-H_2O$  // Ж. прикл. химии. – 2006. – Т. 79, № 4. – С. 541–545.
9. Swaddle T. W., Salerno J., Tregloan P. A. Aqueous aluminates, silicates and aluminosilicates // Chem. Soc. Rev. – 1994. – Vol. 23, № 5. – P. 319–325.
10. Vibrational spectra and dissociation of aqueous  $Na_2SiO_3$  solutions / I. Halasz, M. Agarwal, R. Li [et al.] // Catalysis Lett. – 2007. – Vol. 117, № 1–2. – P. 34–42.
11. Osswald J., Fehr K. T. FTIR spectroscopic study on liquid silica solutions and nanoscale particle size determination // J. Mat. Sci. – 2006. – Vol. 41, № 5. – P. 1335–1339.
12. Bass Y. L., Turner G. L. Anion distribution in sodium silicate solution // J. Phys. Chem. B. – 1997. – Vol. 101, № 50. – P. 10638–10644.
13. Gaboriaud F., Nonat A., Chaumont D.  $^{29}Si$  NMR and Small-Angle X-ray scattering studies of the effect of alkaline ions ( $Li^+$ ,  $Na^+$  and  $K^+$ ) in silico-alkaline sols // J. Phys. Chem. B. – 1999. – Vol. 103, № 12. – P. 2091–2099.
14. Kinrade S. D., Pole D. L. Effect of alkali-metal cations on the chemistry of aqueous silicate solutions // Inorg. Chem. – 1992. – Vol. 31, № 22. – P. 4558–4563.
15.  $^{29}Si$  NMR chemical shifts of silicate species: ab initio study of environment and structure effects / V. Mo-ravetsky, A. K. Cheetham, J.-R. Hill [et al.] // J. Am. Chem. Soc. – 1996. – Vol. 118, № 51. – P. 1315–1320.
16. Geopolymer formation process at room temperature studied by  $^{29}Si$  and  $^{27}Al$  MAS-NMR / P. S. Singh, M. B. Trigg, I. Burgar [et al.] // Materials Sci. and Eng. A. – 2005. – Vol. 396, № 1–2. – P. 392–402.
17. North M. R., Swaddle T. W. Kinetics of silicate exchange in alkaline aluminosilicate solutions // Inorg. Chem. – 2000. – Vol. 39, № 12. – P. 2661–2665.
18. Kinrade S. D. Oxygen-17 NMR study of aqueous potassium silicates // J. Phys. Chem. B. – 1996. – Vol. 100, № 12. – P. 4760–4764.

19.  $^{39}\text{K}$  NMR of free potassium in geopolymers / P. Duxson, J. L. Provis, G. C. Lukey [et al.] // *Ind. Eng. Chem. Res.* – 2006. – Vol. 45, № 26. – P. 9208–9210.
20. Брыков А. С., Данилов В. В., Алешунина Е. Ю. Состояние кремния в силикатных и кремнеземсодержащих растворах и их вяжущие свойства // *Ж. прикл. химии.* – 2008. – Т. 81, № 10. – С. 1589–1593.
21. Silicon-29 NMR studies of tetraalkylammonium silicate solutions / S. D. Kinrade, C. T. Knight, D. L. Pole [et al.] // *Inorg. Chem.* – 1998. – Vol. 37, № 17. – P. 4272–4277.
22. Two substituted cubic octameric silicate cages in aqueous solution / S. D. Kinrade, J. C. H. Donovan, A. S. Schach [et al.] // *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* – 2002. – № 7. – P. 1250–1252.
23. Svensson I. L., Sjöberg S., Ohman L.-O. Polysilicate equilibria in concentrated sodium silicate solutions // *J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1.* – 1986. – Vol. 82, № 12. – P. 3635–3646.
24. Koller H., Engelhart G., Felsche J.  $^{29}\text{Si}$  NMR studies of the transformation of silicate anions in the system  $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$  in crystals, melts and solution // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* – 1990. – № 5. – P. 371–372.
25. Баррер Р. Гидротермальная химия цеолитов: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 424 с. (Barrer R. M. Hydrothermal chemistry of zeolites. – New York: Academic Press, 1982. – 348 p.).
26. Cheng C.-H., Shantz D. F.  $^{29}\text{Si}$  NMR studies of zeolite precursor solutions // *J. Phys. Chem. B.* – 2006. – Vol. 110, № 1. – P. 313–318.
27. Тейлор Х. Химия цемента: пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 560 с. (Taylor H. F. W. Cement chemistry. – London: Academic Press, 1990. – 475 p.).
28.  $^{29}\text{Si}$  MAS-NMR hydration and compressive strength study in cement paste / G. Parry-Jones, A. J. Tayyib, S. U. Al-Dulaijan [et al.] // *Cem. Concr. Res.* – 1989. – Vol. 19, № 2. – P. 228–234.
29. Silicate anion structural change in calcium silicate hydrate gel on dissolution of hydrated cement / K. Haga, M. Shibata, M. Hironaga [et al.] // *J. Nuclear Sci. Technol.* – 2002. – Vol. 39, № 5. – P. 540–547.
30. Puertas F., Fernandez-Jimenez A., Blanco-Varela M. T. Pore solution in alkali-activated slag cement pastet. Relation to the composition and structure of calcium silicate hydrate // *Cem. Concr. Res.* – 2004. – Vol. 34, № 1. – P. 139–148.
31. Fernandez-Jimenez A., Palomo A. Composition and microstructure of alkali activated fly ash binder: effect of the activator // *Cem. Concr. Res.* – 2005. – Vol. 35, № 10. – P. 1984–1992.
32. Lecomte I., Henrist C., Liegeois M. Micro-structural comparison between geopolymers, alkali-activated slag cement and Portland cement // *J. Eur. Cer. Soc.* – 2006. – Vol. 26, № 16. – P. 3789–3797.
33. Geopolymer technology the current state of the art / P. Duxson, A. Fernandez-Jimenez, J. L. Provis [et al.] // *J. Mat. Sci.* – 2007. – Vol. 42, № 9. – P. 2917–2933.
34. Брыков А. С. Щелочесиликатные реакции и коррозия бетона // *Цемент и его применение.* – 2009. – Вып. 5. – С. 31–37.
35. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона: пер. с нем. – Киев: Оранта, 2004. – 301 с. (Stark J., Wicht B. Dauerhaftigkeit von beton. – Weimar: Fakultat Bauingenieurwesen, 1995).
36. Mechanism of damage for the alkali-silica reaction / E. Garcia-Diaz, J. Riche, D. Bulteel [et al.] // *Cem. Concr. Res.* – 2006. – Vol. 36, № 2. – P. 395–400.
37. Ponce J. M., Batic O. R. Different manifestations of the alkali-silica reaction in concrete according to the reaction kinetics of the reactive aggregate // *Cem. Concr. Res.* – 2006. – Vol. 36, № 6. – P. 1148–1156.
38. Ichikawa Ts., Miura M. Modified model of alkali-silica reaction // *Cem. Concr. Res.* – 2007. – Vol. 37, № 9. – P. 1291–1297.
39. The use of lithium to prevent or mitigate alkali silica reaction in concrete pavements and structure / M. D. A. Thomas, B. Fournier, K. J. Folliard [et al.]. – The Transtec Group Inc. – Report N FHWA-HRT-06-133. – 2007. – 47 p.
40. Studies on lithium salts to mitigate ASR-induced expansion in new concrete: a critical review / X. Feng, M. D. A. Thomas, T. W. Bremner [et al.] // *Cem. Concr. Res.* – 2005. – Vol. 35, № 9. – P. 1789–1796.
41. Поверхностно-активные вещества и моющие средства: справочник: под ред. А. А. Абрамзона. – М.: Гиперокс, 1993. – 270 с.
42. Коновалов Е. А. Применение комбинированных силикатных реагентов при бурении скважин // *Газовая промышленность.* – 1990. – № 8. – С. 26–28.
43. Брыков А. С., Корнеев В. И. Производство и применение порошков гидратированных силикатов щелочных металлов // *Металлург.* – 2008. – № 11. – С. 82–85.
44. Brykov A. S. Aqueous jellies in the  $\text{K}_2\text{O}\text{--}\text{SiO}_2\text{--}\text{H}_2\text{O}$  system and their use in technology of fire-resistant glass // *Glass Processing Days 2007: Conference Proceedings Book.* – Tampere. – P. 350–351.
45. Sodium silicate applications for cement and concrete / J. Larosa-Tompson, P. Gill, B. E. Scheetz [et al.] // *10<sup>th</sup> Int. Cong. Chem. Cem.: Proceed.* – Gothenburg, 1997. – Vol. 3. – P. 3iii024 (8p).
46. Брыков А. С., Данилов В. В., Ларичков А. В. Особенности гидратации портландцемента в присутствии силикатов натрия // *Ж. прикл. химии.* – 2006. – Т. 79, № 4. – С. 533–536.
47. Лебедева Л. М. Справочник штукатурка. – М.: Высш. шк., 2000. – 206 с.
48. Investigation of Portland slag cement activated by waterglass / S. Roy, S. Chanda, S. K. Bhandopadhyay [et al.] // *Cem. Concr. Res.* – 1998. – Vol. 28, № 7. – P. 1049–1056.

49. Данюшевский В. С., Алиев Р. М., Толстых И. Ф. Справочное руководство по тампонажным материалам. – М.: Недра, 1987. – 373 с.
50. Никитин М. К., Мельникова Е. П. Химия в реставрации: справ. издание. – Л.: Химия, 1990. – 304 с.
51. Субботкин М. И., Курицына Ю. С. Кислотоупорные бетоны и растворы на основе жидкого стекла: под ред. М. А. Матвеева. – М.: Стройиздат, 1967. – 135 с.
52. Физико-химические и технологические основы жаростойких цементов и бетонов: под ред. И. В. Тананаева. – М.: Наука, 1986. – 188 с.
53. Hard setting refractory composition: пат. 4780142 США: МПК C04B012/04 / Н. L. Rechter; заявл. 08.01.87; опубл. 25.10.88.
54. Агафонов Г. И., Безгузикова И. А., Ицко Э. Ф. Силикатные лакокрасочные материалы: обзор информ. Сер. «Лакокрасочная промышленность». – М.: НИИТЭХИМ, 1989. – 46 с.
55. Орлов В. А. Цинксиликатные покрытия. – М.: Машиностроение, 1984. – 104 с.
56. Специальные цементы: учебное пособие для вузов / Т. В. Кузнецова, М. М. Сычев, А. П. Осокин [и др.]. – СПб.: Стройиздат, 1997. – 314 с.
57. Майзель И. Л., Сандлер В. Г. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Высш. шк., 1988. – 239 с.
58. Кудяков А. И., Родина Т. И., Иванов М. Ю. Зернистый теплоизоляционный материал на основе модифицированного жидкого стекла из микрокремнезема // Строительные материалы. – 2004. – № 11. – С. 12.
59. Композиция для изготовления теплоизоляционного материала: пат. 2315737 Рос. Федерация: C04B 28/26, C04B 38/10 / А. А. Пискунов, С. С. Харченко, Г. С. Царева; заявл. 27.12.05; опубл. 27.01.08, Бюл. № 3.
60. Связующие водорастворимые композиции для изготовления теплоизоляционных плит из минерального волокна: пат. 2309921 Рос. Федерация: C04B 28/26 / А. Н. Левичев, Н. Т. Павлюкова, П. М. Валецкий; заявл. 31.08.05; опубл. 10.11.07, Бюл. № 31.
61. Адгезия. Клеи, цементы, припои: пер. с англ.: под ред. В. В. Арнольдова. – М.: Изд-во ин. лит., 1954. – 584 с.
62. Брыков А. С., Камалиев Р. Т. Применение ультрадисперсных кремнезёмов в бетонных технологиях // Цемент и его применение. – 2009. – Вып. 2. – С. 122–125.
63. Concrete composition: пат. EP1749803: МПК C04B14/10, C04B28/04 / D. Eerland; заявл. 28.07.05; опубл. 07.02.07.
64. Method for preparation of a hardening composition: пат. 5932000 США: МПК C04B14/04 / Н. Bergqvist, S. Chandra; заявл. 12.09.97; опубл. 03.08.99.

## Статья 2

### ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОСТОЙКОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

**В. А. Лотов (valotov@tpu.ru), Н. А. Митина (mitinana@yandex.ru), Томский политехнический университет**

#### **Lotov V. A., Mitina N. A. Getting a water-resistant magnesia binder**

**Ключевые слова:** магнезиальный цемент, воздушное вяжущее, гидравлическое вяжущее, прочность, коэффициент водостойкости, затворитель, бикарбонат магния

**Key words:** magnesia cement, air-binder, hydraulic binder, the strength, water resistance coefficient, gaging fluid, magnesium bicarbonate

#### **Аннотация**

Показана возможность перевода магнезиального цемента из разряда воздушных вяжущих в гидравлические. В основе повышения водостойкости лежит замена традиционных затворителей (растворов хлоридов и сульфатов магния) раствором бикарбоната магния. При затворении магнезиального цемента раствором бикарбоната магния образуются не растворимые в воде соединения, за счет которых вяжущее твердеет как на воздухе, так и в воде.

#### **Abstract**

This article shows the possibility of transferring magnesia cement from the discharge of air in the hydraulic binders. At the heart of improving water resistance is the replacement of traditional gaging fluid (solutions of chlorides and sulfates of magnesium) in the magnesium bicarbonate solution. When mixing magnesia cement of magnesium bicarbonate solution is the formation of insoluble compounds, of which a binder hardens as air and water.

#### **Литература**

1. Бутт Ю. М., Сычев М. М., Тимашев В. В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1980. – С. 54–59.
2. Краткий справочник по химии. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 156–159.

### Статья 3

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛА И КЕРАМИКИ

**О. В. Суворова** (*suvorova@chemy.kolasc.net.ru*), **Р. Г. Мелконян\*** (*mrg-kanazit@mail.ru*), **Д. В. Макаров** (*makarovdv@chemy.kolasc.net.ru*), **В. В. Лащук** (*lashchuk@chemy.kolasc.net.ru*), Учреждение Российской академии наук «Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского научного центра РАН», Мурманская обл., г. Апатиты  
\* НП «РСП-Стекло», г. Москва

**Suvorova O. V., Melkonyan R. G., Makarov D. V., Lashchuk V. V. Use of technogenic sources from Murmansk region for glass and ceramic production**

**Ключевые слова:** техногенное сырье, стекло и стеклокристаллические материалы, керамика  
**Key words:** technogenic sources, glass and glass-crystalline materials, ceramic

#### Аннотация

Представлены результаты исследований возможности и эффективности использования техногенного сырья Мурманской области для производства стекла и керамики. В качестве потенциального сырья рассмотрены хвосты обогащения апатит-нефелиновых руд Хибинских месторождений, хвосты обогащения железистых кварцитов Оленегорского рудного района, вскрышные породы Ковдорского месторождения комплексных руд, хвосты обогащения вермикулитовых руд Ковдорского месторождения и др.

#### Abstract

The results of research of the opportunity and approaches of using the technogenic raw materials from Murmansk Region in the production of the ceramic and glass materials have been presented. As potential technogenic sources in the Murmansk region the following have been examined apatite-nepheline ore dressing tailings from Khibiny deposits, ferric quartzite dressing tailings of the Olenegorsk mineral area, overburden rock of the Kovdor complex ore deposit, vermiculite ore dressing tailings of the Kovdor deposit and some other objects.

#### Литература

1. Геология рудных районов Мурманской области / В. И. Пожиленко, Б. В. Гавриленко, Д. В. Жиров [и др.]. – Апатиты: КНЦ РАН, 2002. – 359 с.
2. Гавриленко Б. В. Кладовые недр Кольского края. – Апатиты: ООО «Апатит-Медиа», 2004. – 93 с.
3. Неметаллические полезные ископаемые СССР: справ. пособие: под ред. В. П. Петрова. – М.: Недра, 1984. – 407 с.
4. Чантурия В. А., Вигдергауз В. Е., Чаплыгин Н. Н. Ресурсосберегающие технологии переработки минерального сырья и охрана окружающей среды // Горный журнал. – 2007. – № 2. – С. 91–96.
5. Использование горнопромышленных отходов как сырья для производства строительных и технических материалов / В. Н. Макаров, Б. И. Гуревич, И. П. Кременецкая [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 1999. – Т. 7, № 2. – С. 183–187.
6. Макаров В. Н. Экологические проблемы утилизации горнопромышленных отходов. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998. – Ч. 1. – 132 с.; Ч. 2. – 146 с.
7. Математическое описание некоторых свойств расплавов базальтового состава / В. Т. Калинин, В. Н. Макаров, О. В. Суворова [и др.]. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998. – 105 с.
8. Макаров В. Н., Суворова О. В. Влияние химического и минерального состава шихты на вязкость расплава базальтового состава // Журнал прикладной химии. – 1997. – Т. 70, № 9. – С. 1417–1422.
9. Макаров В. Н., Суворова О. В., Макарова И. В. Расчет вязкости расплавов в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  // Физика и химия стекла. – 1998. – Т. 24, № 6. – С. 767–773.
10. Макаров В. Н., Суворова О. В. Изменение химической стойкости стекол в силикатных системах, содержащих диопсид // Стекло и керамика. – 1997. – № 8. – С. 6–8.
11. Состав несмешивающихся силикатных расплавов в системе с  $\text{P}_2\text{O}_5$  / В. Н. Макаров, О. В. Суворова, И. С. Кожина [и др.] // Геохимия. – 1997. – № 1. – С. 108–111.
12. Макаров В. Н., Суворова О. В. Растворимость апатита в силикатных расплавах, содержащих диопсид // Стекло и керамика. – 1997. – № 2. – С. 18–20.
13. Декоративные стекла из вторичного сырья / В. Н. Макаров, В. И. Скиба, И. В. Макарова [и др.] // Стекло и керамика. – 1998. – № 8. – С. 22–24.
14. Химический состав и свойства фосфатсодержащего декоративного стекла / В. Н. Макаров, О. В. Суворова, И. С. Кожина [и др.] // Журнал прикладной химии. – 1998. – Т. 71, № 5. – С. 736–739.
15. Растворимость апатита в алюмосиликатных расплавах систем альбит-диопсид, анортит-диопсид и ортоклаз-диопсид / В. Н. Макаров, О. В. Суворова, И. В. Макарова [и др.] // Физика и химия стекла. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 255–264.

16. Программирование и автоматизация расчета технологических параметров получения силикатных материалов / В. Н. Макаров, И. В. Макарова, О. В. Суворова [и др.] // Стекло и керамика. – 2002. – № 3. – С. 6–9.
17. Мелконян Р. Г. Использование промышленных отходов и стеклобоя при производстве новых декоративно-облицовочных материалов. Материально-техническое снабжение: обзор. информ. Сер. 1. Экономия и рациональное использование сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов. – М.: ЦНИИТЭИМС, 1989. – Вып. 11. – 58 с.
18. А. с. 1100245 СССР. Способ изготовления декоративно-облицовочного материала (Перлитокремнезит) / Р. Г. Мелконян, Г. Б. Козлов, Н. Г. Сычева [и др.]; заявл. 21.05.82; опубл. 11.03.84, Бюл. № 24.
19. А. с. 1100251 СССР. Стекло (Хромозит) / Р. Г. Мелконян, О. Г. Галустян, Г. Н. Чернуха [и др.]; заявл. 14.10.82; опубл. 11.03.84, Бюл. № 24.
20. А. с. 1126550 СССР. Стекло (Стеклохромозит) / Р. Г. Мелконян, О. Г. Галустян, Г. П. Тимонина [и др.]; заявл. 31.12.82; опубл. 01.08.84, Бюл. № 47.
21. А. с. 1100346 СССР. Способ изготовления декоративно-облицовочного материала (Пенокремнезит) / Р. Г. Мелконян, Г. Б. Козлов, Д. М. Газиян [и др.]; заявл. 05.07.82; опубл. 11.03.84, Бюл. № 24.
22. А. с. 1181253 СССР. Способ изготовления декоративно-облицовочного материала (Узорит) / Б. И. Белецкий, Р. Г. Мелконян, Н. М. Павлушкин [и др.].
23. А. с. 1235851 СССР. Композиция для несущего слоя декоративно-облицовочного материала (Шлако-зит) / Р. Г. Мелконян, Н. Г. Сычева, В. Г. Мельникова [и др.]; заявл. 16.08.84; опубл. 08.02.86, Бюл. № 21.
24. А. с. 1244117 СССР. Композиция для получения основного слоя декоративно-облицовочного материала (Стеклокерамзит) / Р. Г. Мелконян, Д. М. Григорянц, Ю. А. Зеленина [и др.]; заявл. 06.12.84; опубл. 15.03.86, Бюл. № 26.
25. А. с. 1301078 СССР. Туннельная двухъярусная печь / В. С. Суварева, Р. Г. Мелконян, В. Г. Мельникова [и др.]; заявл. 27.06.83; опубл. 01.12.87, Бюл. № 12.
26. Пат. 2033398 Рос. Федерация, МПК С 03 С 10/06, С 04 В 30/00. Декоративное каменное литье и шихта для декоративного каменного литья / В. Н. Макаров, И. С. Кожина; заявл. 09.03.92; опубл. 20.04.95, Бюл. № 11.
27. Пат. 2100301 Рос. Федерация, МПК С 03 С 3/091, 4/02. Авантюриновое стекло / В. Н. Макаров, О. В. Суворова; заявл. 14.06.95; опубл. 27.12.97, Бюл. № 36.
28. Пат. 2101240 Рос. Федерация, МПК С 03 С 10/10. Декоративный стеклокристаллический материал / В. Н. Макаров, О. В. Суворова, Н. Я. Васильева; заявл. 23.04.96; опубл. 10.01.98, Бюл. № 1.
29. Пат. 2151751 Рос. Федерация, МПК С 03 С 10/06, 3/087. Декоративное стекло / В. Н. Макаров, О. В. Суварева, Д. В. Макаров [и др.]; заявл. 27.01.99; опубл. 27.06.2000, Бюл. № 18.
30. Пат. 2049746 Рос. Федерация, МПК С 03 С 3/097, С 03 С 4/02. Черное стекло / В. Н. Макаров, Э. П. Локшин, О. В. Суворова; заявл. 01.07.93; опубл. 10.12.95, Бюл. № 34.
31. Исследование плавкости в системе альбит – эгирин – пентаоксодисиликат натрия – кварц / В. Н. Макаров, Н. М. Кулькова, Д. В. Макаров [и др.] // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2003. – Т. 6, № 1. – С. 145–148.
32. Зависимость вязкости расплава и стекол от температуры и состава в системе кварц – пентаоксодисиликат натрия – альбит – эгирин / В. Н. Макаров, Н. М. Кулькова, О. В. Суворова [и др.] // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2005. – Т. 48, № 5. – С. 59–62.
33. Пат. 2246457 Рос. Федерация, МПК С 03 С 11/00. Шихта для получения пеностеклового облицовочного материала / В. Т. Калинин, В. Н. Макаров, О. В. Суворова [и др.]; заявл. 17.06.03; опубл. 20.02.05, Бюл. № 5.
34. Пат. 2230047 Рос. Федерация, МПК С 04 В 35/14 33/00. Керамическая масса для изготовления стеновых кирпичных изделий / В. Т. Калинин, В. Н. Макаров, О. В. Суворова [и др.]; заявл. 04.11.02; опубл. 10.06.04, Бюл. № 16.
35. Суворова О. В., Макаров Д. В., Плетнева В. Е. Получение керамических материалов на основе хвостов обогащения вермикулитовых и апатит-нефелиновых руд // Стекло и керамика. – 2009. – № 7. – С. 22–24.
36. Кислото- и абразивостойкая керамика с использованием вторичных продуктов горнопромышленного комплекса / В. Н. Макаров, О. В. Суворова, А. Н. Захарченко [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 10. – С. 41–44.
37. Кислото- и абразивостойкая керамика из вторичных продуктов горнопромышленного комплекса / В. Н. Макаров, Э. П. Локшин, О. В. Суворова [и др.] // Вестник Белгородского государственного технического университета им. В. Г. Шухова. – 2004. – № 8, вып. 6. – С. 219–220.
38. Пат. 2203246 Рос. Федерация, МПК С 04 В 35/10, С 04 В 35/16. Керамическая масса / В. Н. Макаров, Э. П. Локшин, А. Н. Захарченко [и др.]; заявл. 19.07.01; опубл. 27.04.03, Бюл. № 12.

#### Статья 4

#### ГИДРАТАЦИЯ УТЯЖЕЛЕННОГО ТАМПОНАЖНОГО ЦЕМЕНТА

*Т. В. Кузнецова (tvkuzn@rctu.ru), И. В. Бурьгин (burygin@irmast-a.ru), РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва*

#### Kouznetsova T. V., Burygin I. V. Hydration of high density oil-well cement

**Ключевые слова:** утяжеленный тампонажный цемент, гидратация, сульфоалюмоферритная добавка, прочность, расширение цементного камня

**Key words:** high density oil-well cement, hydration, sulphoferrite addition, strength, expansive of cement paste

#### Аннотация

Исследован процесс гидратации утяжеленного тампонажного цемента, полученного с использованием сульфоферритной расширяющейся добавки, кремнезема и оксида железа. Установлено, что при гидратации сульфоферрита кальция образуется железистый этtringит, более стабильный при повышенной температуре, чем обычный гидросульфалюминат кальция. В присутствии сульфатированных фаз и кремнезема при повышенных температуре и давлении образуются низкоосновные гидросиликаты кальция и железистые гидрогранаты, состав которых зависит от количества кремнезема в смеси. Формирование тех и других фаз в цементном камне обеспечивает высокое качество тампонажного цемента, предназначенного для цементирования высокотемпературных скважин.

#### Abstract

Hydration of high density oil-well cement consisted of sulphoferrite expansive addition and silicon oxide was studied. It was fixed, that iron contained ettringite and CSH and simultaneously hydrogarnate are formed at hydration of above mentioned cement. All these phases formation promote high strength and expansive compensation of cement paste.

#### Литература

1. Каримов Н. Х. Тампонажные смеси для скважин с аномальными пластовыми давлениями. – М.: Недра, 1977. – 172 с.
2. Кузнецова Т. В., Киколашвили И. В. Термостойкий цемент // Гидратация и структурообразование цементов. – Чимкент, 1989. – С. 303–304.
3. Дмитриев А. М., Рояк С. М. О твердении низкоосновных вяжущих в условиях высоких температур и давлений // Научные сообщения НИИЦементов. – 1962. – № 13(44). – С. 8–10.
4. Кривобородов Ю. Р. Тампонажный цемент для скважин с аномально высокими пластовыми давлениями // Техника и технология силикатов. – 1998. – Т. 5, № 3–4. – С. 4–8.
5. Osokin A. P., Krivoborodov Y. R., Kouznetsova T. V. Expansive cements on the base of high sulphated clin- kers // Science of cement and concrete: Kurdowski symposium. – Krakow, 2001. – P. 65–69.

#### СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА РХТУ им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА Л. М. СУЛИМЕНКО

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева с прискорбием сообщает, что 6 мая 2010 г. ушел из жизни заведующий кафедрой общей технологии силикатов, доктор технических наук, академик Российской инженерной академии, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, специалист в области химической технологии вяжущих материалов профессор Л. М. Сулименко.