

Статья 1

СОРБЦИЯ ИОНОВ Sr^{2+} МАТЕРИАЛОМ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ

*П. С. Гордиенко, С. Б. Ярусова (yarusova_10@mail.ru), Г. Ф. Крысенко,
Р. Г. Мелконян* (mrg-kanazit@mail.ru), А. И. Чередниченко,
Ю. В. Сушков, Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток
* Московский государственный горный университет*

Gordienko P. S., Yarusova S. B., Krysenko G. F., Melkonyan R. G., Cherednichenko A. I., Su-
shkov Yu. V.

Sorption of strontium ions by material based on calcium silicates

Ключевые слова: силикаты кальция, сорбция, изотерма сорбции, ионы стронция, механизм сорбции

Key words: calcium silicates, sorption, sorption isotherm, strontium ions, sorption mechanism

Аннотация

Исследован процесс сорбции ионов Sr^{2+} материалом на основе силикатов кальция при соотношении твердой и жидкой фаз $T : Ж = 1 : 50$, температуре $20^{\circ}C$, в диапазоне концентраций ионов Sr^{2+} от $2 \cdot 10^{-2}$ до 285 ммоль/л. Определены основные параметры уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха, используемых для анализа полученных результатов. Установлено, что в области малых концентраций ионов Sr^{2+} степень их извлечения достигает 90% и снижается до 12% с увеличением исходной концентрации ионов Sr^{2+} в растворе.

Abstract

Sorption of Sr^{2+} ions by material on the basis of calcium silicates at the solid and liquid ratio $S : L = 1 : 50$, temperature $20^{\circ}C$, in the range of Sr^{2+} concentrations from $2 \cdot 10^{-2}$ to 285 mmol/l was investigated. The main parameters of the Langmuir and Freundlich equations used to analyze the results were determined. It was found that at low concentrations of Sr^{2+} removal efficiency is close to 90% and decreases to 12% with increasing initial concentration of Sr^{2+} ions in solution.

Литература

1. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: ОНИКС 21 век: Мир, 2004. – 216 с.
2. Аналитическая химия стронция / Н. С. Полуэктов, В. Т. Мищенко, Л. И. Кононенко [и др.]. – М.: Наука, 1978. – 223 с.
3. Алейникова М. Л., Клименко И. А. Стронций в природных и сбросных водах и способы его извлечения // Лабораторные и технологические исследования и обогащение минерального сырья. – М.: ВИЭМС, 1980. – 23 с.
4. Shrivastava O. P., Verma T. Sr^{2+} sorption and leach rate studies on synthetic calcium silicate hydroxy hydrate // Advanced cement based materials. – 1995. – Vol. 2. – P. 119–124.
5. Strontium binding by calcium silicate hydrates / J. Tits, E. Wieland, C. J. Müller [et al.] // Journal of Colloid and Interface Science. – 2006. – Vol. 300. – P. 78–87.
6. Sorption of Co^{2+} and Sr^{2+} by waste-derived 11 Å tobermorite / N. J. Coleman, D. S. Brassington, A. Raza [et al.] // Waste Management. – 2006. – Vol. 26. – P. 260–267.
7. Shrivastava O. P., Shrivastava R. Sr^{2+} uptake and leachability study on cured aluminum-substituted tobermorite–OPC admixtures // Cement and Concrete Research. – 2001. – Vol. 31. – P. 1251–1255.

8. Акатьева Л. В. Синтез и физико-химические свойства ксонотлита и волластонита: дис. ... канд. хим. наук. – М., 2003. – 233 с.
9. Сорбционные свойства материалов на основе силикатов кальция по отношению к ионам Co^{2+} / П. С. Гордиенко, С. Б. Ярусова, С. Б. Буланова [и др.] // Химическая технология. – 2011. – Т. 12, № 5. – С. 282–290.
10. Пат. 2133218 Рос. Федерация, МПК⁶ С 01 В 11/12. Способ получения высокодисперсных порошков / В. А. Лотов, В. И. Верещагин, В. И. Косинцев [и др.]. – № 98104373/25; заявл. 17.02.98; опубл. 20.07.99, Бюл. № 20.
11. Алексеевский Е. В., Гольц Р. К., Мусакин А. П. Количественный анализ. – Л.: Госхимиздат, 1953. – С. 574–575.
12. FT-Raman and infrared spectroscopic study of aragonite-strontianite ($Ca_xSr_{1-x}CO_3$) solid solution / J. M. Alia, Y. Diaz de Mera, H. G. M. Edwards [et al.] // Spectrochimica Acta. – P. A: Molecular and Bio-molecular Spectroscopy. – 1997. – Vol. 53, Is. 13. – P. 2347–2362.

Статья 2

УПРАВЛЕНИЕ СОХРАНЯЕМОСТЬЮ ПОДВИЖНОСТИ БЕТОНА РЕГУЛИРОВАНИЕМ СОСТАВА МОДИФИКАТОРА

***А. А. Гувалов (abbas.guvalov@akkord.az), Азербайджанский архитектурно-строительный университет, г. Баку, Азербайджан;
Т. В. Кузнецова, РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва***

Guvalov A. A., Kouznetsova T. V.

Management of preserving mobility of concrete regulation of composition modifier

Ключевые слова: суперпластификатор, сохраняемость подвижности, модификатор, олигомер, сульфат натрия

Key words: superplasticizer, preserving mobility, modifier, oligomer, natrium sulphate

Аннотация

Разработан модификатор САС-3, обеспечивающий сохранение подвижности бетонной смеси в течение 3 ч и более. Благодаря оптимизированному соотношению компонентов комплексная добавка САС-3 мало чувствительна к химико-минералогическому составу цементов. Несмотря на замедление начального структурообразования, бетоны с модификатором САС-3 интенсивно набирают прочность в последующие сроки твердения. Добавка гарантирует стабильный эффект в широком диапазоне расхода цемента и при различной исходной подвижности бетонной смеси.

Abstract

The developed modifier SAS-3 maintains preserving of the mobility of concrete mixture for 3 hours or more. SAS-3 is a complex admixture and by optimized mixing ratio is not very sensitive to the chemical and mineralogical composition of cement. Despite the slow start of structure, concrete with SAS-3 rapidly gaining strength in the subsequent periods of hardening. The addition provides a stable effect over a wide range of cement consumption and at various initial mobility concrete mixture.

Литература

1. Superplasticizers for concrete: fundamentals, technology and practice / N. Spitas, M. Page, N. Mailvaganam [et al.]. – Quebec, Canada, 2006. – 322 p.
2. Батраков В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.
3. Гувалов А. А. Управление структурообразованием цементных систем с применением модификаторов // Фазовые превращения и прочность кристаллов: Тез. докл. Шестой междунар. конф. (16–19 ноября 2010 г.). – Черноголовка, 2010. – С. 119.
4. Гувалов А. А. Управление структурообразованием цементных систем с полифункциональными суперпластификаторами // Техника и технология силикатов. – 2011. – Т. 18, № 3. – С. 24–27.

5. Гувалов А. А. Влияние органо-минеральных модификаторов на прочность бетона // Прочность и разрушение материалов и конструкций: Материалы VI междунар. науч. конф. (20–22 окт. 2010 г.). – Оренбург: ОГУ, 2010. – С. 281–285.

Статья 3

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА НА СПЕКАНИЕ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРИСТОЙ ПРОНИЦАЕМОЙ КЕРАМИКИ НА АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ СВЯЗКЕ

Б. Л. Красный, В. П. Тарасовский (tarasvp@mail.ru), А. Б. Красный, Я. Г. Матыцин, ЗАО «НТЦ «Бакор», Московская обл., г. Щербинка

Krasny B. L., Tarasovsky V. P., Krasny A. B., Matytsyn Y. G.

Effect firing temperature on sintering and physicotchnical specifications of porosity ceramics on aluminosilicate binder

Ключевые слова: пористая керамика, электрокорунд, алюмосиликатная связка, кислотостойкость, щелочестойкость, проницаемость

Key words: porosity ceramics, fused corundum, silica-alumina fines, acid resistance, alkali resistance, permeability

Аннотация

Предложена классификация пористых проницаемых материалов из узкофракционированных порошков, отражающая особенности их строения. Исследовано влияние температуры спекания на физико-технические свойства пористой проницаемой керамики с каркасной структурой, образованной узкофракционированным порошком и стеклообразной связкой. Установлено, что с увеличением температуры обжига с 1250 до 1350°C прочность и химическая стойкость пористой проницаемой керамики возрастают. Максимальная газопроницаемость характерна для образцов, обожженных при температуре 1300°C.

Abstract

The classification of porosity penetrable materials from ultrafine fraction powders showed the specificity of their structure was proposed. Temperature influence on physicotchnical properties of porosity ceramics having frame structure formed a ultramicron powder and glassy binder was investigated. It was demonstrated that in the course of increasing of firing temperature from 1250 to 1350°C strength and chemical endurance of porosity penetrable ceramics increase. Calcined of samples at 1300°C have maximum value of permeability for gases.

Литература

1. Красный Б. Л., Тарасовский В. П., Красный А. Б. Применение новых керамических материалов – один из важнейших факторов повышения экономической и энергетической эффективности предприятий, их экологической безопасности // Новые огнеупоры. – 2010. – № 8. – С. 10–21.
2. Красный Б. Л., Тарасовский В. П., Красный А. Б. Разработка пористого проницаемого керамического материала и технологии фильтрующих элементов для свечевых фильтровальных аппаратов // Новые огнеупоры. – 2009. – № 1. – С. 23–27.
3. Красный Б. Л., Тарасовский В. П., Красный А. Б. Разработка керамического материала и технологии фильтрующих элементов для дисковых вакуумных фильтровальных установок, применяемых при обезвоживании концентратов руд черных и цветных металлов // Новые огнеупоры. – 2009. – № 3. – С. 23–27.
4. Плаченнов Т. Г., Колосенцев С. Д. Порометрия. – Л.: Химия, 1988. – 176 с.

Статья 4

ПРИРОДА ОКРАСКИ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОГНЕННО-ЖИДКОГО ШЛАКА СИЛИКОМАНГАНЦА

**Н. И. Минько (minjko_n_i@mail.ru), А. В. Губарев, В. А. Неведомский,
БГТУ им. В. Г. Шухова, г. Белгород**

**Minjko N. I., Gubarev A. V., Nevedomsky V. A.
Colouring nature of glass ceramic materials on flaming slag base of silicomanganese**

Ключевые слова: огненно-жидкий шлак силикомарганца, кристаллизация, окраска материала, кристаллические фазы

Key words: flaming liquid slag of silicomanganese, crystallization, color material, crystalline phases

Аннотация

На основе огненно-жидкого шлака силикомарганца получена серия стеклокристаллических материалов (никролитов) зеленоватого цвета различной интенсивности. Исследованы кристаллические фазы, образующиеся в процессе постепенного охлаждения и отжига расплава. Установлено, что окраска материала зависит от выделения на первой стадии зеленого MnS, а затем Mn- и Fe-содержащего пироксена. При дальнейшей кристаллизации зеленая окраска частично подавляется выделением других кристаллических фаз.

Abstract

Greenish colour and various intensity series of glass ceramic materials (nicrolites) were derived on flaming slag base of silicomanganese. Arising crystalline phases were researched in process of melt gradual cooling and annealing. It has been found that material colouration depends on extraction of greenish MnS at first stage and next stage is composed of Mn and Fe pyroxene. With further crystallization greenish colouration is partly suppressing by extraction other crystalline phases.

Литература

1. Минько Н. И., Губарев А. В., Неведомский В. А. Особенности и механизм кристаллизации расплава силикомарганцевого шлака при изготовлении стеклокристаллических материалов: обзор // Стекло и керамика. – 1993. – № 3. – С. 2–5.
2. Минько Н. И., Губарев А. В., Морозова И. И. Технология армированных стеклокристаллических материалов на основе огненно-жидких шлаков силикомарганца // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: Материалы 66-й Всерос. науч.-техн. конф. по итогам НИР ун-та за 2008 г. – Ч. I / Самарский гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2009. – С. 192.
3. Минько Н. И., Губарев А. В., Неведомский В. А. Декоративный материал на основе огненно-жидких шлаков силикомарганца // Строительные материалы. – 1989. – № 11. – С. 14–15.
4. Минько Н. И., Губарев А. С. Окрашенные формы шлаков силикомарганцевого производства для изготовления стеклокристаллических материалов // Стекло и керамика. – 2000. – № 7. – С. 8–10.
5. Минько Н. И., Неведомский В. А. Кристаллизационная способность расплава шлака силикомарганца с различным тепловым прошлым // Расплавы. – 1990. – № 2. – С. 84–89.
6. Флейшер М., Уилокс Р., Матцко Дж. Микроскопическое определение прозрачных минералов: пер. с англ. – Л.: Недра, 1987. – 647 с.
7. Минералогическая энциклопедия / под ред. К. Фрея: пер. с англ. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.
8. Коцик И., Небрежский И., Финдерлик И. Окрашивание стекла. – М.: Стройиздат, 1983. – 192 с.
9. Кутолин С. А., Нейч А. И. Физическая химия цветного стекла. – М.: Стройиздат, 1988. – 296 с.
10. Платонов А. Н., Таран М. Н., Балицкий В. С. Природа окраски самоцветов. – М.: Недра, 1984. – 196 с.
11. Минько Н. И., Неведомский В. А. Окислительно-восстановительные процессы в технологии стеклокристаллических материалов из расплава шлака силикомарганца // Техника и технология силикатов. – 1996. – Т. 3, № 3–4. – С. 21–25.

Статья 5

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ОКСОМЕТАЛЛАТОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, НАНЕСЕННЫХ НА СИЛИКАТНУЮ МИНЕРАЛЬНУЮ ОСНОВУ

Н. И. Радишевская (vladrad95@mail.ru), Томский научный центр СО РАН

Radishevskaya N. I.

Inorganic pigments based on oxometals of transition metals skinned on a silicate mineral substrate

Ключевые слова: неорганические пигменты, гетерополисоединения, переходные металлы, метод осаждения, минералы, порошки

Key words: inorganic pigments, heteropoly compounds, transition metals, method of precipitation, minerals, powders

Аннотация

Синтезированы неорганические пигменты методом осаждения молибдофосфатов, молибдосиликатов, вольфрамфосфатов и вольфрамосиликатов переходных металлов на силикаты с различными структурными группами кремнекислородных тетраэдров. Осаждение гетерополисоединений на минеральную основу происходит по двум механизмам: за счет вытеснения структурных ОН-групп (силикагель, маршалит, тальк, каолинит) и за счет замещения иона подложки (Ca^{2+}) катионом наружной координационной сферы (волластонит, диопсид). На тремолит осаждение осуществляется одновременно по двум механизмам. Реакция во всех случаях протекает на подложке, активные центры поверхности которой интенсифицируют процесс образования гетерополисоединений. Неорганические пигменты могут быть использованы для окрашивания эмалей, глазурей, полимеров, сухих строительных смесей, в составе защитно-декоративных покрытий, вододисперсионных и масляных красок, лаков.

Abstract

Inorganic pigments have been synthesized using a method of precipitation of molybdophosphates, molybdosilicates, wolframophosphates, wolframosilicates of transition metals on silicates with various structural groups of oxygen silica tetrahedral units. Precipitation of heteropolysalts on a mineral substrate occurs by two mechanisms: due to displacement of structural OH-groups (silica gel, marshalite, talc, kaolin) and due to substitution of ion substrate (Ca^{2+}) by cation of the outer coordination sphere (wollastonite, diopside). Precipitation on termolite occurs by two mechanisms simultaneously. In all cases the reaction takes place on a substrate, the surface active centres of which intensify the process of heteropolysalt formation. Inorganic pigments can be used to pigment enamels, glazes, polymers, dry construction mixtures, protective decorative coatings, water emulsion and oil colors, lacquers.

Литература

1. Масленникова Г. Н., Пищ И. В. Керамические пигменты. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2009. – 224 с.
2. А. с. 1353787 СССР, МКИ С 09 С 1/02. Способ получения неорганических пигментов / В. И. Верещагин, В. А. Майдунов. – № 3985631/31-26; заявл. 02.12.85; опубл. 23.11.87, Бюл. № 43.
3. Пат. 2404216 Российская Федерация, МПК С 09 С 1/28. Неорганический пигмент на основе кремнезема и способ его получения / Н. И. Радишевская, А. Ю. Чапская, Л. А. Егорова [и др.]. – № 2008137001/05; заявл. 15.09.08; опубл. 20.11.10, Бюл. № 32.
4. Радишевская Н. И., Егорова Л. А., Изаак Т. И. Полимерные композиции на основе молибдофосфатов железа и кобальта и полиакрилатов // ЖПХ. – 2003. – Т. 76, № 2. – С. 338–339.
5. Пигменты на основе молибдофосфатов железа и кобальта для легкоплавких эмалей / Н. И. Радишевская, Л. А. Егорова, А. М. Шульпеков [и др.] // Стекло и керамика. – 2003. – № 1. – С. 24–25.
6. Радишевская Н. И., Егорова Л. А., Козик В. В. Структура молибдофосфатов железа (II, III) и их физико-химические свойства // ЖПХ. – 2000. – Т. 73, № 7. – С. 1066–1068.
7. Радишевская Н. И., Егорова Л. А., Козик В. В. Изучение состава и физико-химических свойств молибдофосфатов кобальта // ЖПХ. – 2003. – Т. 76, № 6. – С. 892–895.
8. Радишевская Н. И., Егорова Л. А., Козик В. В. Влияние структуры и состава на физико-химические свойства молибдофосфатов железа и кобальта // Изв. вузов. Физика. – 2000. – № 10. – С. 92–93.
9. Поп М. С. Гетерополи- и изополиоксометаллаты: пер. с англ. под ред. Э. Н. Юрченко. – Новосибирск: Наука, 1990. – 232 с.
10. Коттон Ф., Уилкинсон Д. Современная неорганическая химия: пер. с англ. под ред. М. Е. Дяткиной. – М.: Мир, 1969. – 592 с.

11. Investigation of the thermal decomposition of some metal-substituted Keggin tungstophosphates / J. A. Gamelas, F. A. S. Couto, M. C. N. Trovao [et al.] // *Thermochimica Acta*. – 1999. – № 326. – P. 165–173.
12. Bielanski A., Matecka A., Kubelkova L. Infrared Study of the thermal decomposition of heteropolyacids of the series $H_{3+x}PMo_{12}V_xO_{40}$ // *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* – P. 1. – 1989. – Vol. 85, № 9. – P. 2847–2856.
13. Куражковская В. С., Быков Д. М., Орлова А. И. Инфракрасная спектроскопия и строение тригональных ортофосфатов циркония с лантаноидами и актиноидами // *Журнал структурной химии*. – 2004. – Т. 45, № 6. – С. 1013–1019.
14. Барабанов В. Ф. Современные физические методы в геохимии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. – 391 с.
15. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений: пер. с англ. под ред. Ю. А. Пентина. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
16. Брэгг У. Л., Кларингбулл Г. Ф. Кристаллическая структура минералов: пер. с англ. под ред. В. А. Франк-Каменского. – М.: Мир, 1967. – 391 с.
17. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия: пер. с англ. под ред. А. А. Мальцева. – М.: Мир, 1982. – 325 с.
18. Карякин А. В., Кривенцова Г. А. Состояние воды в органических и неорганических соединениях. – М.: Наука, 1973. – 176 с.
19. Баличева Т. Г., Лобанева О. А. Электронные и колебательные спектры неорганических и координационных соединений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – 117 с.
20. Образование карбида кремния в реакции восстановления кремнезема углеродом / М. В. Власова, Н. Г. Казакей, В. Н. Минаков [и др.] // *Порошковая металлургия*. – 1989. – № 9. – С. 57–62.
21. Miller J. B., Ko E. I. Acidic Properties of Silica-Containing Mixed Oxide Aerogels: Preparation and Characterization of Zirconia-Silica and Comparison to Titania-Silica // *Journal of Catalysis*. – 1996. – Vol. 159. – P. 58–68.
22. Болдырев А. И. Инфракрасные спектры минералов. – М.: Недра, 1976. – 199 с.
23. ИК-спектроскопическое исследование высокодисперсного силикагеля, легированного диоксидом циркония / С. С. Дьяконов, В. И. Лыгин, Б. З. Шалумов [и др.] // *Неорганические материалы*. – 1984. – Т. 20, № 1. – С. 97–101.
24. Формирование структуры аморфного кремнезема при гидролизе ТЭОСа с последующей термообработкой / Г. П. Панасюк, С. Г. Амбарцумян, Г. П. Будова [и др.] // *Неорганические материалы*. – 1988. – Т. 24, № 5. – С. 775–779.
25. Нестеренко П. Н., Нестеренко Е. П., Иванов А. В. Модифицирование поверхности кремнезема оксидом алюминия // *Вестн. Моск. ун-та. Химия*. – 2001. – Т. 42, № 2. – С. 106–108.
26. Солодкий Н. Ф., Шамриков А. С., Погребенков В. М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 332 с.
27. Павлушкин Н. М. Химическая технология стекла и ситаллов. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
28. Винчелл А. Н., Винчелл Г. Оптические свойства искусственных минералов: пер. с англ. под ред. В. В. Лапина. – М.: Мир, 1967. – 526 с.
29. Вдовенко В. М. Спектроскопические методы в химии комплексных соединений. – М.-Л.: Химия, 1964. – 268 с.
30. Бати Х., Принг А. Минералогия для студентов: пер. с англ. под ред. С. В. Соколова. – М.: Мир, 2001. – 429 с.
31. Кингери У. Д. Введение в керамику: пер. с англ. П. П. Будникова и Д. Н. Полубояринова. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1967. – 500 с.

Статья 6

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СТЕКЛОМАССЫ В ВАРОЧНОМ БАССЕЙНЕ ПЕЧИ

С. Е. Костенко (stek-vrn@yandex.ru), В. И. Онищук (v.onishchuk@mail.ru), Н. Ф. Жерновая (natalia.zhernovaya@gmail.com), БГТУ им. В. Г. Шухова, г. Белгород

**Kostenko S. E., Onishchuk V. I., Zhernovaya N. F.
Theory and practice of physical modeling of motion glass in cooking basin ovens**

Ключевые слова: энергоэффективность, стекловаренная печь, модель, подобие, критерий, конвекция, расплав, вязкость, теплообмен

Key words: energy efficiency, glass furnace, model, similarity, test, convection, melt, viscosity, heat transfer

Аннотация

Определены критерии подобия, позволяющие моделировать движение стекломассы в варочном бассейне печи. На их основе рассчитаны масштабные коэффициенты геометрических размеров физической модели и технологических параметров, обуславливающих специфику движения стекломассы в печи. Создана физическая модель стекловаренной печи с имитацией газопламенного обогрева, адекватно представляющая процессы, протекающие в реальном печном агрегате.

Abstract

The similarity criteria for modeling of motion glass in cooking basin ovens are defined. On their main the scale factors geometrical dimensions the physical model and process parameters that lead to the specifics of the motion of molten glass in the furnace were calculated. The physical model of the melting furnace with imitation flame heating was created. It is shown that the physical model is adequate to processes in real-furnace unit.

Литература

1. Численное моделирование внешнего теплообмена в газозлектрической стекловаренной печи с подковообразным направлением пламени / В. Я. Дзюзер, В. С. Швыдкий, Т. Е. Брылина [и др.] // *Стекло и керамика*. – 2008. – № 5. – С. 21–25.
2. Кошельник А. В. Моделирование тепловых процессов в насадках регенеративных теплообменников промышленных стекловаренных печей // *Стекло и керамика*. – 2008. – № 9. – С. 10–13.
3. Как выгоднее сжигать деньги // *Стекло и керамика*. – 2008. – № 5. – С. 4–8.
4. Дзюзер В. Я. Современные тенденции развития стекольного производства // *Стекло и керамика*. – 2004. – № 9. – С. 10–13.
5. Дзюзер В. Я. Совершенствование технических характеристик стекловаренных печей // *Стекло и керамика*. – 2008. – № 7. – С. 3–12.
6. Станек Я. Электрическая варка стекла. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 247 с.
7. Гулоян Ю. А. Эффективность технологических процессов в производстве стеклянных изделий. Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 168 с.
8. Воробьев Х. С., Мазуров Д. Я., Соколов А. А. Теплотехнологические процессы и аппараты силикатных производств. – М.: Высшая школа, 1965. – 773 с.
9. Gensel L. Messung der Absorption im infraroten Bereich des Glases im Bereich von 20 bis 1360°C // *Glas-techn. Ber.* – 1951. – № 3. – S. 55–63.
10. Sokolov A. A. Importance of the methods of calculating the convection currents of molten glass in the basins of tank furnaces // *Glass and Ceramics*. – 1976. – Vol. 33, № 5. – P. 294–296.
11. Токарев В. Д., Игнатьев С. С., Попов О. Н. Особенности конструкции и эксплуатации высокопроизводительных стекловаренных печей листового флоат-стекла // *Стекло и керамика*. – 2004. – № 9. – С. 3–5.
12. Гухман А. А. Введение в теорию подобия. – М.: Высшая школа, 1963. – 296 с.
13. Соколов А. А. О значении метода расчета конвекционных потоков стекломассы в бассейнах ванн стекловаренных печей // *Стекло и керамика*. – 1976. – № 5. – С. 12–14.
14. Красавин А. В. Моделирование явлений переноса и физико-химических превращений с целью усовершенствования технологического процесса в печи сопротивления для получения стекломассы: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2005. – 18 с.
15. Соколов А. А., Шейнкоп И. М., Пчеляков К. А. Моделирование процессов гидродинамики вязких расплавов. – М.: Стройиздат, 1972. – 190 с.