

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО ВЯЖУЩИМ, КЕРАМИКЕ, СТЕКЛУ И ЭМАЛЯМ

Том 26, № 1

Январь – Март, 2019

Статья 1

Саркисов Ю. С.

Гипотетическая структура будущей таблицы Д. И. Менделеева

Саркисов Юрий Сергеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой химии Томского государственного архитектурно-строительного университета, E-mail: sarkisov@tsuab.ru.

Ключевые слова: периодический закон, периодичность, квантовые числа, f – семейство, $nd1$ – эффект, размещение электронов по орбиталям, законы квантовой механики, дихотомия, структура таблицы Д. И. Менделеева, электронные формулы

Аннотация

В работе обсуждается возможный вариант будущей структуры таблицы Д. И. Менделеева, исходя из гипотезы о соответствии порядка распределения электронов при возрастании заряда ядра законам квантовой механики. Впервые выдвигается идея о естественном пространственном развитии структуры таблицы Д.И. Менделеева в плоскости перпендикулярной уже существующей плоскости матричной таблицы, где естественным образом располагаются f – элементы и их более сложные аналоги gf –, hgf –, $ihgf$ – и т.д. элементы. Указывается о необходимости введения квантовых чисел нового поколения. Показано, что триады элементов сохраняются в структуре таблицы вплоть до больших значений зарядов ядра атомов. Сегодня можно утверждать, что таблица Д. И. Менделеева, периодический закон – это следствие законов квантовой механики, о которых во время ее появления на свет ни самому Д. И. Менделееву, ни его не менее великим современникам практически ничего не было известно.

Литература

1. Базиев Д. Х. Завершенная система элементов Д. И. Менделеева. М.: Библио-Глобус, 2015. 624 с.
2. Кедров Б. М., Трифонов Д. Н. О современных проблемах периодической системы. М.: 1974. 194 с.
3. Гусев Б. В., Сперанский А. А. Объемная периодическая матрица химических элементов // Техника и технологии силикатов, 2018. Том 25, № 2. – С. 34–38.
4. Саркисов Ю. С. К определению предельного числа химических элементов // Вестник Том. гос. ун-та, Химия, 2017. № 9, С. 83–89.

Статья 2

Токарь С. В., Барина О. П.

Неорганические покрытия на основе силикатов щелочных металлов и их стойкость к воздействию протонного облучения

Токарь Сергей Вячеславович – Акционерное общество «Композит», АО «Композит», начальник отдела. E-mail: sergey.v.tokar@gmail.ru; *Барина Ольга Павловна*, кандидат технических наук, доцент – ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», РХТУ им. Д. И. Менделеева. E-mail: opbar@rambler.ru.

Ключевые слова: жидкое стекло, неорганическое связующие, оптические характеристики

Аннотация

Исследована стойкость жидких стекол к воздействию протонного облучения по изменению коэффициента поглощения солнечного излучения α_s . Проведена сравнительная оценка газовыделения, электрофизических и оптических характеристик покрытий на основе натриевого, калиевого и литиевого жидких стекол.

Литература

1. Михаличенко Н. Ю. Строительные материалы на жидкостекольном связующем. Часть 1. Жидкое стекло как связующее в производстве строительных материалов / Н. Ю. Михаличенко, Н. Н. Клименко, П. Д. Саркисов // Техника и технология силикатов. – 2012. – № 4. – С. 25–28.

2. Михаличенко Н. Ю. Строительные материалы на жидкостекольном связующем. Часть 2. Типы и виды строительных материалов на основе жидкого стекла и перспективы их развития / Н. Ю. Михаличенко, Н. Н. Клименко, П. Д. Саркисов // Техника и технология силикатов. – 2012. – № 5. – С. 2–10.
3. Еремина Н. В., Аввакумов Е. Г., Зелинский В. Ю. Свойства огнезащитной композиции на основе жидкого стекла и механически активированного оксида алюминия // ЖПХ. – 2005. – Том. 78, вып. 7. – С. 1065–1069.
4. Еремина Н. В., Аввакумов Е. Г., Зелинский В. Ю. Жидкостекольная огнезащитная композиция на основе механически активированного глинозема // Стекло и керамика. – 2005. – № 2. – С. 28–30.
5. Еремина Н. В., Аввакумов Е. Г., Зелинский В. Ю. Огнезащитная композиция на основе жидкого стекла и механически активированного оксида алюминия // Химия в интересах устойчивого развития. – 2004. – № 12. – С. 331–337.
6. Брыков, А. С. Силикатные растворы и их применение: учебное пособие. СПб.: СПбГИ(ТУ), 2009. – 54 с.
7. Корнеев В. И., Данилов В. В. Жидкое и растворимое стекло. – СПб.: Стройиздат, 1996. – 135 с.
8. Бабушкина М. И. Жидкое стекло в строительстве. – Кишинев: Изд. Картя Молдовеняскэ, 1971. – 223 с.
9. Китайчик Ф. Силикатные фасадные краски. состав и строение // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2008, № 4. – С. 10–15.
10. Илларионов И. Е., Петрова Н. В. Особенности применения жидкостекольных смесей // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2010, № 4. – С. 62–70.
11. Рассказов П. В., Горбачева В. В., Бушуева Л. И., Тютюева Н. Н. Радиационностойкое терморегулирующее силикатное покрытие для радиаторов охладителей системы терморегулирования космических аппаратов. ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБПрогресс». Сборник научных трудов. Под общей ред. Аншакова Г. П. Выпуск 3. Самара 2004 г.
12. Емельянова О. Н., Большакова А. Н., Кудрявцева Е. П., Яштулов Н. А. Силикатные связующие для терморегулирующих покрытий космических аппаратов. Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век. 2013. Т. 5. № 2. С. 043–049.
13. Новые наукоемкие технологии в технике: Энциклопедия т. 16. Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов. Под общей ред. К. С. Касаева. – М., ЗАО НИИ «ЭНЦИТЕХ», 2000, гл. 1-4.
14. Grigorevskiy A. [et al.]. Study of behaviours of the new thermal control coating EKOM-1 in flight and laboratory experiments under exposure to simulated separate and complex factors of space environment /Proceeding 8-th International Symposium // Materials in a Space Environment” and 5-th International Conference «Protection of Materials and Structures in a LEO Space Environment, Arcachon, France, June 5–9 2000.

Статья 3

Минько Н. И., Добринская О. А.

Технологические особенности использования стеклобоя в производстве стекломатериалов

Минько Нина Ивановна, доктор технических наук, профессор – ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» (БГТУ им. В. Г. Шухова) E-mail: minjko_n_i@mail.ru; *Добринская Ольга Александровна*, инженер, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» (БГТУ им. В. Г. Шухова), E-mail: krola87@mail.ru

Ключевые слова: стекломатериалы, стеклобой, энергосбережение, ресурсосбережение, неоднородность, примеси, обогащение, стекловарение

Аннотация

Статья посвящена технологическим особенностям использования стекольного боя в технологии стекла и стекломатериалов; обозначены основные проблемы, которые необходимо учитывать при использовании стеклобоя. В статье представлены конкретные примеры использования стекольного боя в качестве компонента стекольной шихты в производстве. Приведены результаты исследования влияния содержания стеклобоя в шихте на выход годной продукции.

Литература

1. Об утверждении Перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2017 № 1589-р // Правительство Российской Федерации: [сайт, 2018]. URL: <http://government.ru/docs/28768/> (дата обращения 12.04.2018).
2. Отходы стекла и проблемы их переработки // Стекло. 2011. №1. С.26-27

3. Рынок переработки стекла в России // Стекло. 2010. №7. С.26-28
4. Зайцева Е.И. Строительные безобжиговые композиты на основе боя технических стекол // Российский химический журнал. 2003. – Т. 47. – №4. – С.26–31.
5. Степанчикова И.Г., Деревянко А.В., Зайцев В.А. Актуальные вопросы обращения с отходами стекла в России // Безопасность жизнедеятельности. 2010. – № 10. – С. 28–31.
6. Рынок переработки стеклобоя. Research.Techart // Стекло. Glass Russia. 2010. № 3. С. 31–33
7. Обработка, подготовка и использование стекольных отходов. Аналитическая справка // Центр информации и экономических исследований в стройиндустрии. Серия «Стекольная промышленность». М.: ВНИИЭСМ, 1995. 11 с.
8. Попова Г. А. Влияние стеклобоя на процессы варки и некоторые физико-химические свойства тарных стекол // Сб. трудов ГИС «Исследования по рациональному использованию сырьевых и топливноэнергетических ресурсов в стекольной промышленности». М. – 1984. – С. 82–84.
9. Бартковская Т. В. Влияние стеклобоя на процесс стеклообразования // Сб. трудов ГИС «Исследование химически устойчивых волокон и материалов на их основе». М. 1985. С. 125–128.
10. Горина И. Н., Жильцов А. Б. Предварительная подготовка шихты для интенсификации производства листового стекла // Стекольная промышленность. М.: ВНИИЭСМ, 1989. Вып.2. С. 1–10.
11. Подогрев стеклобоя – способ повышения производительности стекловаренной печи GRX's Research Projects // American Glass. 1987. V. 108. № 11–12. P. 7–8.
12. Минько Н.И., Добринская О.А., Гридякин К.Н., Булгаков А.С. Системный подход к использованию вторичных продуктов в технологии стекломатериалов // Стекло и керамика. 2017. №5. С. 3–6.
13. ГОСТ Р 52233-2004 Тара стеклянная. Стеклобой. Общие технические условия, М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
14. Директива «Требования к качеству по бою стекла для использования в стеклотарной промышленности» // Издатели: Федеральная Ассоциация стекольной промышленности, Дюссельдорф; BDE Немецкая федерация промышленности управления отходами, водными ресурсами и сырьем, Берлин; Федеральная ассоциация для вторичного сырья и утилизации, Бонн. 2014.
15. Бартковская Т. В. Подшихтовка содой в шихте тарного стекла при увеличении содержания стеклобоя // Стекло и керамика. 1989. №8. С.
16. Линия обработки привозного стеклобоя. Патент 9М166.П // РЖ-Химия. Силикатные материалы. 19М. 1982. № 9. С. 393.
17. Розенталь Йенс. Подготовка возвратного и привозного стеклобоя // Стекло. 2008. № 4. С. 4-7.

Статья 4

Зин Мин Хтет, Тихомирова И. Н.

Технология получения композиционного теплоизоляционного материала с использованием натриевого жидкого стекла и минеральных наполнителей

Зин Мин Хтет, аспирант (Мьянма) – Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, E-mail: demonwitch2222@gmail.com; *Тихомирова Ирина Николаевна*, доцент кафедры общей технологии силикатов, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, E-mail: tichom_ots@mail.ru

Ключевые слова: жидкое стекло, волластонит, пенообразователь, коэффициент вспенивания, коэффициент теплопроводности, пористость, плотность

Аннотация

В статье приведены экспериментальные данные по подбору составов и технологических приемов получения теплоизоляционного материала, на основе вспененного и объемно отвержденного жидкого стекла и волластонита. Рассмотрены факторы, влияющие на такие свойства материала, как коэффициент теплопроводности, прочность, кажущаяся плотность и пористость. С помощью метода математического анализа оценены степени влияния этих факторов на свойства материала. Установлено, что при коэффициенте вспенивания 4 и содержании волластонита в массе 22-23 % можно получить материал с коэффициентом теплопроводности менее 0,1 Вт/м•К при прочности на уровне 2 – 3,5 МПа. Такие материалы будут конкурентно способными на рынке теплоизоляции, поскольку технология их получения достаточно проста, и они абсолютно не горючи, долговечны, коррозионностойки. Задачей исследований было получить теплоизоляционный материал с коэффициентом теплопроводности менее 0,1 Вт/м•К при прочности на уровне 1-2 МПа. В итоге при $K_v=4$ и содержании волластонита в массе 23% желаемых теплофизических свойств мы добились, а прочность при этом составила примерно 3,5МПа, что дает нам основания продолжить оптимизацию составов, снижая количество волластонита до приемлемых значений прочности, но при этом снижая и коэффициент теплопроводности.

Литература

1. Gajanan Deshmukh, Preeti Birwal, Rupesh Datir and Saurabh Patel. Thermal Insulation Materials: A Tool for Energy Conservation // J Food Process Technol. 2017. V.8 • Issue 4. pp. 1–4.
2. Merril R. C., Spencer R. W. Gelation of sodium silicate // J. Phys. Chem. – 1950. V. 53, № 6. pp. 806–812.
3. Кутугин В. А. Управление процессами термической поризации жидкостекольных композиций при получении теплоизоляционных материалов: Дис.... канд. техн. наук. – Томск, 2008. – 142 с.
4. Суворова О. В., Мотина А. В., Манакова Н. К. // Теплоизоляционные материалы на основе микрокремнезема. Вестник МГТУ, том 18, № 1, 2015. – С. 149–155.

Статья 5

Гувалов А. А.

Влияние полиарилсульфонсульфонатных суперпластификаторов на свойства растворных и бетонных смесей

Гувалов А. А., доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение» Азербайджанский архитектурно-строительный университет, Баку, Азербайджанская Республика, E-mail: abbas.guvalov@akkord.az

Ключевые слова: суперпластификатор, подвижность, водосодержание, цементный раствор, бетонная смесь, водоотделение

Аннотация

Полиарисульфонульфонатные суперпластификаторы в количестве 0,75-1,25 масс.% при сохранении заданной пластичности снижает водопотребность бетонной и растворной смеси на 25-30% или же позволяет повысить осадки конуса с ОК=2-4см до 24-26см при одинаковой В/Ц, а также позволяет уменьшать величину водоотделения бетонной смеси по сравнению с известными суперпластификаторами в 2 раза. Показано, что с увеличением содержания цемента в смеси эффект действия полиарилсульфонсульфоната типа САС-2 усиливается.

Литература

1. Гувалов А. А. Управление структурообразованием цементных систем с применением модификаторов, Сборник тезисов Шестая международная конференция «Фазовые превращения и прочность кристаллов» – 16-19 ноября 2010 г. Черноголовка 2010, р. 119.
2. Гувалов А. А. Управление структурообразованием цементных систем с полифункциональными суперпластификаторами // Техника и технология силикатов. – 2011, № 3. – С. 24–27.
3. Spittatos N., Раде М., Mailvaganam N. et al. Superplasticizers for Concrete: Fundamentals, Technology and Practice. Marquis, Quebec, Canada. 2006. – 322 p.
4. Батраков В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд. М: Стройиздат. – 1998. – 768 с.
5. Гувалов А. А. Влияние полиарилсульфонсульфонатного суперпластификатора на свойства цементных композиций. Авт. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1987. -16 с.

Статья 6

Зорин Д. А.

Применение расширяющихся цементов на основе сульфогеррита кальция в строительстве

Зорин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) E-mail dim-z@yandex.ru

Ключевые слова: сульфогерриты кальция, безусадочные цементы, ударная прочность, стойкость к истиранию

Аннотация

В настоящее время высотное строительство привлекает все большее внимание во всем мире. В больших строящихся городах меньше места, и одним из решений является многоэтажное строительство. Однако в высотных зданиях применяются особые требования, такие как прочность, теплоизоляция, ветровая нагрузка и другие. Когда бетон подвергается постоянным нагрузкам от ветра или механических нагрузок, он подвергается истиранию. Сопротивление этому процессу зависит от характеристик материалов, из которых сделаны бетонные и отделочные швы. В данной работе приведены исследования в области повышения ударопрочности и стойкости к истиранию

цементного камня на основе сульфогеррита кальция с точки зрения формирования его структуры. Полученные результаты будут способствовать разработке долговечных материалов для применения в высотном строительстве.

Литература

1. Особенности оценки ветрового воздействия на высотные здания // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по материалам XXX студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. — М.: «МЦНО». — 2016 —№ 1 (30) / [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/1\(30\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/1(30).pdf)
2. Самченко С. В. Сульфоалюмоферритные цементы, свойства и применение / Бетон и железобетон / Сборный железобетон. 2014, № 1 (10). С.1 8–21
3. Samchenko Svetlana V., Zorin Dmitriy A. Use sulfoferritic cements in construction // E3S Web of Conferences 33, 02070 (2018) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183302070> International Scientific Conference on High-Rise Construction, HRC 2017
4. Samchenko S. V., Kouznetsova T. V. Resistance of the calcium sulphoaluminate phases to carbonation // Cement, Wapno, Beton. 2014. Т. 2014. № 5. P. 317–322
5. Самченко С. В. Формирование и генезис структуры цементного камня. Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49874>.
6. Pengkun Hou, Rui Zhang, Yamei Cai, Xin Cheng, Surendra P. Shah. In situ Ca(OH)₂ consumption of TEOS on the surface of hardened cement-based materials and its improving effects on the Ca-leaching and sulfate-attack resistivity // Construction and Building Materials, Volume 113, 15 June 2016, Pages 890–896.
7. Kouznetsova T. V., Frenkel D. J., Krivoborodov Yu. R. The use shrinkage-compensating cements in metro building / 12th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC). Montreal, Canada, 2007, pst. 5.07.
8. Кузнецова Т. В., Френкель Д. Я., Кривобородов Ю. Р. Модифицирование портландцемента для устранения усадки бетона / Цемент и его применение, 2007, № 4. – с. 14–15.
9. Харченко И. Я., Харченко А. И., Алексеев В. А., Баженов М. А. Применение расширяющихся цементов для фибробрызгбетона при строительстве подземных сооружений // Вестник МГСУ. 2017. Том 12 (3 (102)). С. 334–340.
10. Брыков А. С., Васильев А. С., Мокеев М. В. Сульфатостойкость портландцементного камня с алюмосодержащими ускорителями схватывания // Цемент и его применение. 2013. № 5. С. 59–63.
11. Сафаров К. Б., Степанова В. Ф. Регулирование реакционной способности заполнителей и повышение сульфатостойкости бетонов путем совместного применения низкокальциевой золы-уноса и высокоактивного метаксаолина // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 70–73.
12. Крамар Л. Я., Трофимов Б. Я., Гамалий Е. А. Бетоны высокой сульфатостойкости // Цемент и его применение. 2011. № 4. С. 127–131.
13. Samchenko, S. V. Corrosion resistance of sulfated cements in carbonate and in carbonate-sulfate mediums / S. V. Samchenko, O. V. Zemskova, D. A. Zorin // MATEC Web of Conferences 106, 03014 (2017) DOI: 10.1051/matecconf/201710603014 SPbWOSCE-2016.
14. Осокин А. П., Кривобородов Ю. Р. Свойства расширяющихся цементов и их применение // Цемент и его применение. 2004. № 6. С. 43.
15. Samchenko S. V., Zorin D. A. Influence of fineness of expansive components of cement properties // Cement Wapno-Beton, vol. XIII/LXXV, № 5, 2008. - P. 254-257.
16. Кривобородов Ю. Р., Самченко С. В. Физико-химические свойства сульфатированных клинкеров Аналитический обзор. Москва, 1991. Сер. I Цементная промышленность Выпуск 2. 55 с.

Статья 7

Молчан Н. В., Фертиков В. И.

Межмолекулярные взаимодействия в двухкомпонентных оксидных системах с СаО

Молчан Н. В., кандидат фармацевтических наук, Научный центр экспертизы средств медицинского применения, Москва; E-mail: nimolchan@mail.ru; *Фертиков В. И.*, кандидат биологических наук, Всероссийский институт легких сплавов, Москва

Ключевые слова: концентрация электронов, плотность, оксиды, структура

Аннотация

Представлены расчеты межмолекулярных взаимодействий в двухкомпонентных оксидных системах с СаО по нормированной величине изменения объемов прореагировавших компонентов. Расчеты проведены на основании справочных данных плотностей веществ. Предлагается рассматривать структуру конденсированного состояния, как пространство заполненное остовом из ядер атомов и функционирующими между ними электронами. Установлено, что на основании величин,

характеризующих межмолекулярные взаимодействия возможно прогнозирование свойств соединений.

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. Seguru G., Fertikov V. Interaction of Elements in Binary Compounds of Hydrogen // *American Journal of Chemistry and Application*. – 2017. – Vol. 4, № 6. – P. 59–62.
5. Fertikov V., Seguru G. The Interaction of Iron with the Chemical Elements, Forming Binary Compounds // *SciFed Journal of Metallurgical Science*. – 2017. – V. 1. Iss. I. P. 1–5.
6. Fertikov V., Seguru G. Assessment of Changes in Volume of Nickel Compounds Interacting With the Chemical Elements // *International Journal of Current Research*. – 2017 - V.9, Iss. 08. P.56361-56364.
7. Seguru G., Fertikov V. Interatomic Interactions in Binary Nitrogen Compounds // *International Journal of Innovation in Engineering Research & Management*. – 2018 – V. 05. Iss. 02. P. 1-5.
8. Молчан Н. В., Кривобородов Ю. Р. Фертиков В. И. Взаимодействие кремния с химическими элементами, образующими с ним бинарные соединения. // *Техника и технология силикатов*. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 11–17.
9. Молчан Н. В., Кривобородов Ю. Р. Фертиков В. И. Взаимодействие воды с оксидами, образующими гидроксиды и кристаллогидраты // *Техника и технология силикатов*. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 11–16.
10. Молчан Н. В., Кривобородов Ю. Р. Фертиков В. И. Межмолекулярные взаимодействия в двухкомпонентных оксидных системах с SiO₂ // *Техника и технология силикатов*. – 2018. – Т. 25, № 3. – С. 80–84.
11. Молчан Н. В., Фертиков В. И. Сжимаемость веществ и размеры атомов // *Материаловедение*. – 2011. – Т. 171, № 6. – С. 2–6.
12. Молчан Н. В., Фертиков В. И. Концентрация электронов и механические свойства веществ. В сб.: *ТестМат* – 2013. Сборник докладов Всероссийской конференции по испытаниям и исследованиям свойств материалов. 2013. С. 9.
13. 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.
14. Молчан Н. В., Фертиков В. И. Контроль изменения структуры стали при отжиге методом атомноэмиссионной спектроскопии // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. – 2016. – Т. 82, № 5. – С. 39–43.
15. International Centre for Diffraction Data. JCPDS PCPDFWIN. – 2002. – V. 2.03.
16. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений. – СПб.: Проффессионал, 2007. – 1276 с.
17. 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.