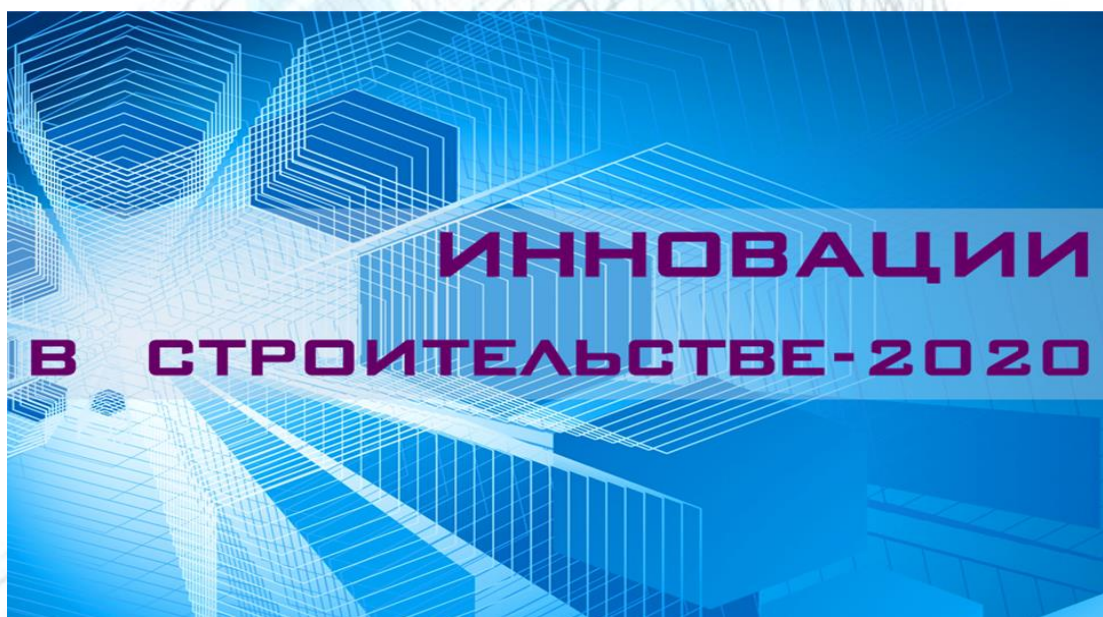


**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Брянский государственный инженерно-технологический университет**

Строительный институт



**Сборник докладов
Международной научно-практической конференции,
посвященной 60-летию строительного института
ФГБОУ ВО «БГИТУ»**

25 декабря 2020 г.

Брянск 2020

И66 **Инновации в строительстве – 2020** [Электронный ресурс] : сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию строительного института ФГБОУ ВО «БГИТУ» (г. Брянск, 25 декабря 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Брянский государственный инженерно-технологический университет, строительный институт. – Брянск, 2020. – 536 с.
ISBN 978-5-98573-274-0

В сборнике Международной научно-практической конференции «Инновации в строительстве – 2020», посвященной 60-летию строительного института ФГБОУ ВО «БГИТУ», представлены доклады по следующим направлениям: строительная механика и теория сооружений, физика твердого тела, математическое моделирование и компьютерная графика в строительстве; инновационные материалы и технологии, наноматериалы и нанотехнологии, геоника (геомиметика) и дизайн, эффективные строительные композиты для зеленого строительства, ресурсо- и энергосберегающие технологии производства строительных материалов; автоматизация строительного производства, комплексная механизация в строительстве, системы жизнеобеспечения зданий, строительство и эксплуатация энергоэффективных зданий, природопользование и экология городской среды; актуальные вопросы проектирования, строительства, эксплуатации систем теплогазоснабжения, вентиляции, кондиционирования и их автоматизация, компьютерные технологии в исследованиях и эксплуатации систем теплогазоснабжения, энергосберегающие технологии в системах обеспечения микроклимата; архитектурное проектирование и градостроительство, реставрация памятников архитектуры и мемориальных культурных ландшафтов, охрана и современное использование историко-культурной среды городов; исследование и проектирование конструкций зданий и сооружений, автомобильных дорог; экономика и управление развитием строительного, жилищно-коммунального и дорожного комплексами.

Материалы сборника предназначены для преподавателей, докторантов, аспирантов, магистрантов, студентов и сотрудников вузов, реализующих программы высшего образования в области строительства, а также инженерно-технических работников научно-исследовательских и производственных организаций.

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, проф. И.Н. Серпик; д-р техн. наук, проф. Н.П. Лукутцова; д-р техн. наук, проф. В.В. Плотников; канд. техн. наук, доц. Н.А. Курбатская; д-р с.-х. наук, проф. А.В. Городков; канд. техн. наук, доц. С.Г. Парфенов; канд. техн. наук, доц. З.А. Мевлидинов; д-р экон. наук, проф. И.А. Кузовлева.

Компьютерная верстка: Швачко С.Н., Карпиков Е.Г., Пыкин А.А.

Научное электронное издание

*Доклады публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных докладов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© Брянский государственный инженерно-технологический университет,
2020

2 Инновационные строительные материалы

2.1 Акст Д.В., Фомина О.А., Столбоушкин А.Ю. (ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, Россия) Способы приготовления гранулированных смесей для объемного окрашивания керамических образцов.....	60
2.2 Борсук О.И., Сычева О.А., Моськина И.В. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Исследование мирового рынка нанотехнологий и анализ международных патентов в области нанотехнологий	65
2.3 Васюнина С.В., Чекурова А.Г., Чеканкова А.Д. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Исследование влияния добавки силикатного гидрофильного золя методом математического планирования эксперимента на свойства строительной керамики	71
2.4 Володченко А.А. (ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия) Свойства неавтоклавных силикатных композитов на основе алюмосиликатного сырья и возможные пути их улучшения	76
2.5 Володченко А.Н., Строкова В.В., Клименко В.Г. (ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия) Кинетика взаимодействия известково-глинистой смеси в гидротермальных условиях	82
2.6 Глотова Т.И., Путрова Н.С. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Исследование размерно-качественных и физических свойств сыпучих отходов деревообработки для производства строительных материалов	87
2.7 Горностаева Е.Ю., Дрязгов Д.И., Ковтков И.В. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Исследование возможности получения строительного материала на основе воздушного вяжущего с использованием органического заполнителя.....	90
2.8 Золотухина Н.В. (БПФ ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко», г. Бендеры, Молдова) Лукутцова Н.П. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Исследование влияния микронаполнителя – золы уноса МГРЭС на свойства мелкозернистого бетона	96
2.9 Карпиков Е.Г., Лукутцова Н.П., Бондаренко Е.А. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Исследование стабильности суспензий на основе высокодисперсных частиц волластонита, применяемых в качестве добавки для мелкозернистых бетонов	104
2.10 Клименко В.Г., Володченко А.Н. (ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия) Тяжелые наполнители для композиционных радиационно-защитных материалов гидратационного твердения	111
2.11 Ласман И.А., Козлова О.Н., Ласман В.С., Поденок В.А., Бычкова О.С. (ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия) Легкий бетон на композиционном заполнителе модифицированный комплексной добавкой.....	117

СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ

Акст Д.В., Фомина О.А., Столбоушкин А.Ю.
(ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, Россия)

Приведены наиболее распространенные способы получения красящих пигментов-хромофоров и объемного окрашивания декоративного керамического кирпича. Рассмотрены приемы изготовления керамики светлых тонов широкой цветовой гаммы от белого до золотисто-соломенного и светло-оранжевого цветов. Показано использование керамических пигментов для керамики темных тонов в виде оксидов, гидроксидов и солей тяжелых металлов, а также сложных соединений в виде шпинелей, гранатов, ванадатов и т.д. Представлена укрупненная технологическая схема получения керамических матричных композитов каркасно-окрашенной структуры из природного сырья и техногенных отходов с низким содержанием хромофоров.

При выборе способа изготовления окрашенной или «цветной» керамики определяющим является состав и технологические свойства глинистого сырья, требуемый цвет изделий и наличие доступного и эффективного пигмента.

Для объемного окрашивания керамического кирпича в шихту вводятся различные минеральные добавки в виде металлических, рудных ископаемых и продуктов их переработки, карбонатных пород, высокоэффективных оксидов и солей металлов [1]. В заводской практике одним из самых распространенных способов является комбинирование глин и суглинков различного вещественного состава [2, 3]. В результате различного содержания природных хромофоров (чаще всего железа) керамика после обжига окрашивается в цвета от белого до темно-красного.

Например, в Курской области для получения стеновой керамики золотисто-желтого цвета используются светло-серые глины, богатые сидеритами и анатазом. Комбинация 50-70 мас. % таких глин с местными пестроцветными легкоплавкими суглинками приводит к окрашиванию кирпича в насыщенные оранжевые оттенки [4].

В Южном федеральном округе России при получении декоративного керамического кирпича светлых тонов часто используются светложгущиеся каолинит-гидрослюдистые глины Донецкой области (Украина), что обеспечивает получение керамического кирпича широкой цветовой гаммы от белого до светло-оранжевого цвета [5]. В условиях ограниченности запасов пластичных светложгущихся глин в нашей стране профессор В.Д. Котляр считает, что легкие плотные тонкопористые опоки пригодны для получения керамического кирпича светло-желтого, розового и бежевого цветов [6].

Для получения керамики коричневых, темно-зеленых или почти черных цветов, как правило, применяются различные керамические пигменты, представляющие собой окрашивающие минеральные вещества, стойкие к внешним воздействиям и высокой температуре. В основном эти красители представляют

собой простые и сложные соединения. К первым относят оксиды, гидроксиды и соли тяжелых металлов (Fe, Cr, Mn, Cu, Ti, Ni, V, Zr, Au и др.) Вторая группа хромофорных веществ включает алюминаты и силикаты типа шпинелей, гранатов, виллемитов, твердых растворов корундов, силлиманитов или устойчивых соединений фосфатов, ванадатов и т.д. [7-9].

Наиболее распространенный способ получения пигментов выглядит следующим образом. Сырьевые материалы в виде солей и оксидов переходных металлов, алюминия, цинка, олова, кальция, кремния, каолинов, перлитов, полевых шпатов, талька и других природных минералов дозируют и по мокрому методу тонко измельчают до прохождения через сито №0056 [10, 11]. Далее шихтовую смесь сушат и обжигают в печах периодического действия при температуре 900-1400 °С. Обожженный пигмент измельчают и для удаления из него растворимых соединений промывают в горячей воде в течение 2-5 часов. Затем красящий порошок сушат, повторно измельчают, взвешивают и расфасовывают [7].

В настоящее время технология объемного окрашивания керамического кирпича введением в шихту тонкомолотых хромофорных добавок используется наиболее широко. Это обусловлено простотой и эффективностью технологии, а также большей долговечностью изделий в сравнении с некоторыми способами обработки поверхности кирпича. Среди всех доступных на рынке концентрированных пигментов самыми востребованными являются соединения на основе железа, марганца, хрома, меди, кобальта и никеля. Высокий спрос на объемно-окрашенный кирпич со стороны потребителей и большое количество научных разработок подтверждают актуальность исследований в этой области.

По многочисленным литературным данным, в связи с дефицитом качественных сырья и корректирующих добавок, высокой стоимостью технологии окрашивания и расширением номенклатуры строительных керамических материалов одним из перспективных направлений является переориентация отрасли декоративного керамического кирпича на использование нетрадиционных сырьевых материалов и техногенных отходов.

Цель работы заключалась в разработке укрупненной технологической схемы получения декоративной стеновой керамики матричной структуры из природного сырья и техногенных отходов.

В результате ранее проведенных лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний были разработаны основы технологии декоративных керамических матричных композитов [12]. С использованием железорудных и марганец- или ванадийсодержащих техногенных отходов апробированы и запатентованы способы и составы получения сырьевой смеси для декоративной стеновой керамики [13, 14].

Весь технологический процесс получения декоративных керамических материалов каркасно-окрашенной структуры из шихт оптимального состава можно последовательно разделить на четыре основных этапа и представить в виде укрупненной схемы (рисунок 1).

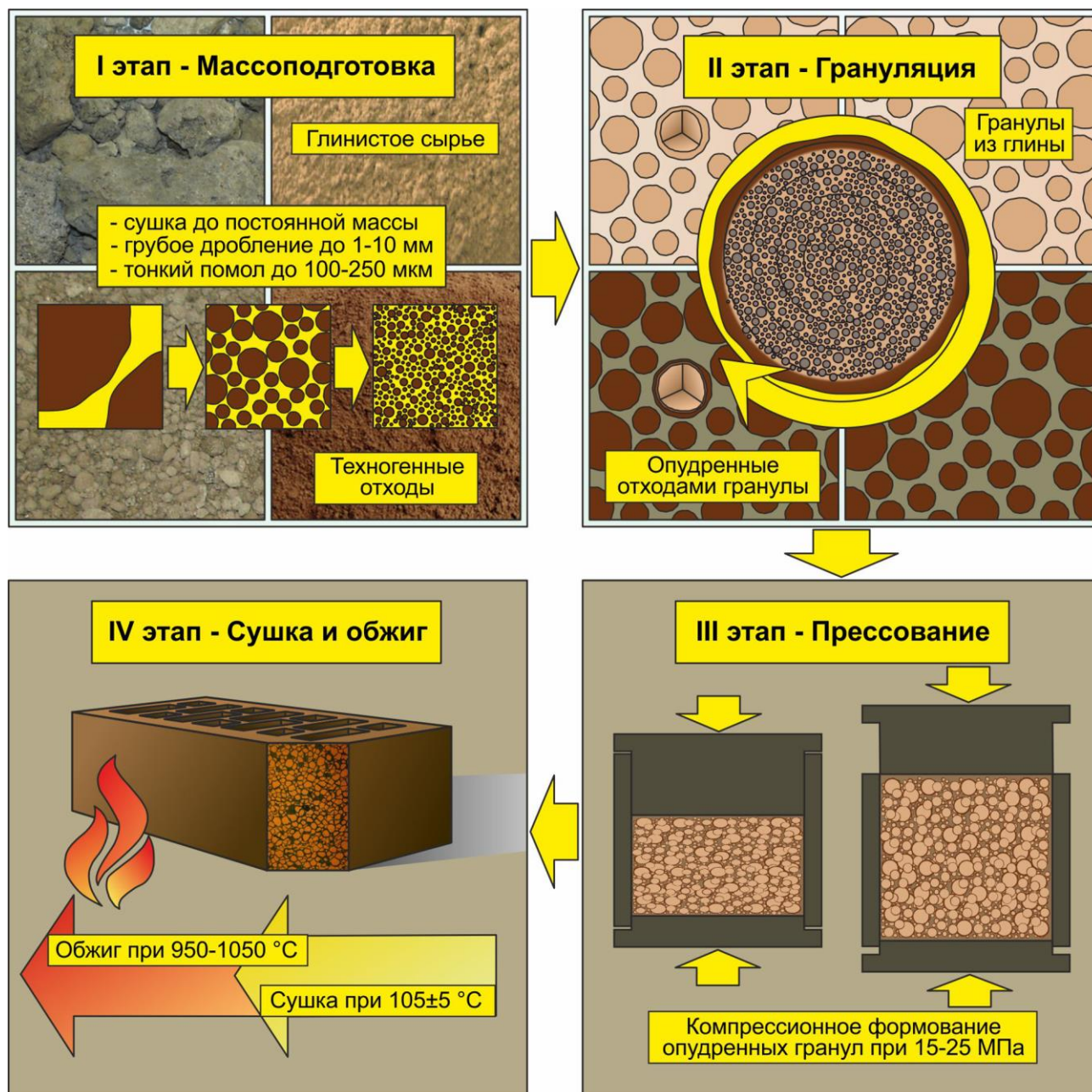


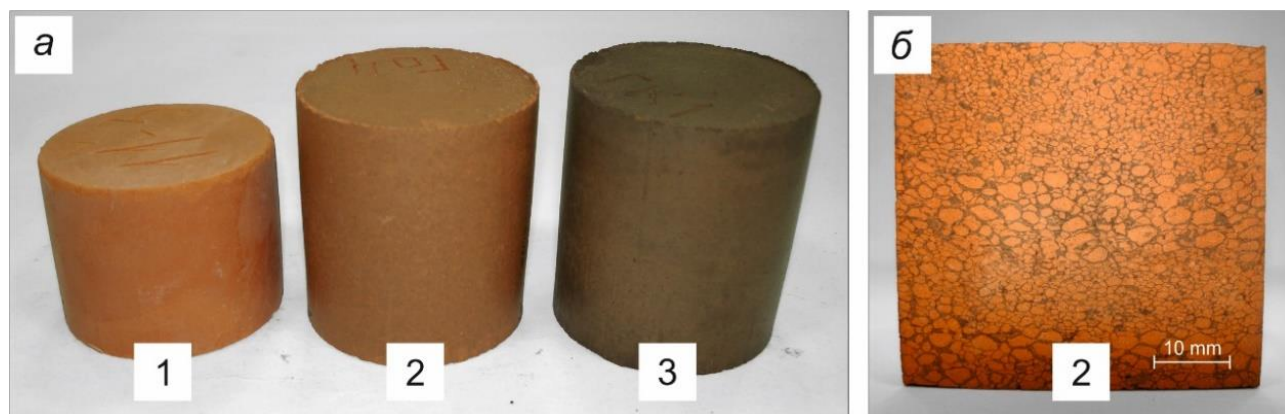
Рисунок 1 – Укрупненная технологическая схема получения декоративной стеновой керамики матричной структуры из природного сырья и техногенных отходов

На первом этапе исходные сырьевые материалы подвергаются сушке до постоянной массы и при необходимости двухстадийному измельчению: грубое дробление до крупности зерен 1-10 мм с последующим тонким помол до класса 100-250 мкм для базового сырья и 50-70 мкм для красящих техногенных добавок.

На втором этапе при одновременном увлажнении порошок из природного или техногенного базового сырья агрегируется в плотные гранулы, которые затем опудриваются небольшим количеством красящей добавки с пониженным содержанием хромофоров. В результате контакта с влажной гранулой частицы отходов накатываются на поверхность, полностью покрывая ее. Для обеспечения более плотной упаковки частиц при прессовании рекомендуется полифракционный состав гранулята с преимущественным размером 1-3 мм.

На третьем этапе из опудренных гранул по технологии компрессионного формования с двухсторонним сжатием формуются сырцовые изделия.

На четвертом этапе проводятся сушка и обжиг полученных изделий по оптимальным параметрам, подобранным для конкретного шихтового состава. На рисунке 2 приведены внешний вид и макроструктура керамических образцов, полученных разработанным способом [14] из умереннопластичного су-глинка, характерного для Западной Сибири, и марганецсодержащих отходов обогащения.



**Рисунок 2 – Внешний вид (а) и макроструктура (б) обожженных образцов из глинистого сырья с добавкой марганецсодержащих отходов в количестве:
1 – без добавки (контрольный образец); 2 – 5 мас. %; 3 – 10 мас. %**

Заключение

В результате проведенных исследований разработаны технологическая схема и регламент на проектирование производства декоративного керамического кирпича каркасно-окрашенной структуры из глинистого сырья и марганецсодержащих отходов. Получены изделия коричневого цвета без видимых дефектов окрашивания, трещин, сколов, вздутий и искривлений, соответствующие требованиям ГОСТ 530 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» для марок 150-200: кирпич пустотелый, одинарный, размера 1НФ; марка по прочности изделий – М150-М200; класс средней плотности – 2; марка по морозостойкости – F50-F75.

Перспективы дальнейших исследований. По мнению авторов, перспективными являются исследования по расширению базы корректирующих добавок с пониженным содержанием хромофоров и детальному изучению колориметрических характеристик полученных с их использованием декоративных керамических материалов.

Исследования проведены в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет при поддержке стипендии Президента России, исследовательский проект SP-4752.2018.1.

Список литературы

1. Методы окрашивания керамического кирпича / И.В. Пищ, Г.Н. Масленникова, Н.А. Гвоздева [и др.] // Стекло и керамика. 2007. № 8. С. 15-18.
2. Лицевой объемно окрашенный кирпич на основе смеси глин различного минералогического состава / М.С. Василевич, С.К. Кудревич, В.С. Урбанович [и др.] // Научно-технические проблемы производства и повышения потребительских свойств строительных материалов и изделий: сб. докл. междунар. семинара. Минск. 2004. С. 50-53.
3. Езерский В.А., Панферов А.И. Каолинитовая глина Новоорского месторождения – эффективная добавка в производстве лицевого кирпича и клинкера // Строительные материалы. 2012. № 5. С. 19-21.
4. Богдановский А.Л., Пищик А.В. Применение глин месторождения Большая Карповка в производстве строительной керамики // Строительные материалы. 2012. № 5. С. 22-25.
5. Резник В.И. Возможности получения кирпича облицовочного и клинкерного светлых тонов на базе глин ПГ «Кислотоупор» // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 54-55.
6. Котляр В.Д. Классификация кремнистых опоковидных пород как сырья для производства стеновой керамики // Строительные материалы. 2009. № 3. С. 36-39.
7. Масленникова Г.Н., Пищ И.В. Керамические пигменты М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2009. 224 с.
8. Ewans W.D. Ceramic pigments: a structural approach // Trans. Brit. Ceram. 1968. No 9. Pp. 397-419.
9. Marcinska-Zygadlo M. Klaszifikacja budowyce-romichnych pigmentow // Shklo i ceramika. 1974. N 11. Pp. 340-343.
10. Седельникова М.Б., Парубенков В.М., Лисеенко Н.В. Влияние минерализаторов на синтез керамических пигментов из талька // Стекло и керамика. 2009. № 6. С. 28-30.
11. Погребенков В.М., Седельникова М.Б. Керамические пигменты на основе природных минералов // Стекло и керамика. 2002. № 12. С. 10-13.
12. Получение декоративной стеновой керамики из глинистого сырья и отходов добычи марганцевых руд / А.Ю. Столбоушкин, О.А. Фомина, Д.В. Акст [и др.] // Строительные материалы. 2016. № 12. С. 38-44.
13. Способ получения сырьевой смеси для декоративной стеновой керамики: пат. 2641533 Рос. Федерация. № 2016147274 / А.Ю. Столбоушкин, Д.В. Акст, А.И. Иванов [и др.]; заявл. 01.12.2016; опубл. 18.01.2018.
14. Способ получения сырьевой смеси для декоративной строительной керамики: пат. 2701657 Рос. Федерация. № 2018145385 / Д.В. Акст, А.Ю. Столбоушкин, О.А. Фомина; заявл. 19.12.2018; опубл. 30.09.2019.