



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XVII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

РОССИЯ, ТОМСК, 21 – 24 апреля 2020 г.

Том 6. Строительство и архитектура

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Abstracts
XVII International Conference of Students
and Young Scientists

RUSSIA, TOMSK, April 21 – 24, 2020

Volume 6. Construction and Architecture

УДК 501:004 (063)
ББК 72:32.81л0
П27

Редакционная коллегия:

И. А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;
Г. А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;
С. А. Поробова

Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 21–24 апреля 2020 г., Россия, Томск. В 7 т. Т. 6. Строительство и архитектура / Нац. исслед. Том. политехн. ун-т, Нац. исслед. Том. гос. ун-т, Том. гос. архитектурно-строит. ун-т, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, Том. нац. исслед. мед. центр РАН ; под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. – 232, [3] с.

ISBN 978-5-86889-870-9 (т. 6)

ISBN 978-5-86889-864-8

Сборник содержит труды участников XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», представленные на секции «Строительство и архитектура».

Для студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей, специализирующихся в области технологии строительства, строительных материалов, изделий и конструкций, нанотехнологий в строительстве, электротехники и электромеханики, машиноведения и механики, инженерной геологии, методики архитектурного проектирования, теории и истории архитектуры, реставрации и реконструкции архитектурного наследия, а также дизайна архитектурной среды.

УДК 501:004 (063)
ББК 72:32.81л0

Научное издание
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК
Сборник научных трудов XVII Международной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Подписано в печать 15.06.20. Формат 60x84/8.

Усл. печ. л. 27,44. Тираж 100. Заказ 128.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40. Тел. (3822) 533018.

ISBN 978-5-86889-870-9 (т. 6)
ISBN 978-5-86889-864-8

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| НОВЫЙ СПОСОБ ОКРАШИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХРОМОФОРОВ Д.В. Акст | 9 |
| ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ АНГАРУ - ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ В ИРКУТСКЕ А.А. Банников | 12 |
| ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ПОРИСТОСТЬ ПЕНОБЕТОНА Е.А. Баргеньева | 15 |
| СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОРАЗОГРЕВА БЕТОННОЙ СМЕСИ М.И. Батюк | 18 |
| ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ Д.С. Баянов | 21 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЮ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ В.С. Чурилин, С.Д. Бектас, А.Э. Трофимов | 24 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРИЕНТИРОВАННОГО ОРТОТРОПНОГО КОМПОНЕНТА В ВИДЕ СТАЛЬНЫХ ПРУЖИН НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ О.С. Бочкарева, М.А. Мелин, Е.С. Бирюков | 27 |
| РАСЧЕТ И АНАЛИЗ СЕЗОННОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ ОБЛИЦОВОЧНОГО СЛОЯ И ЗАБУТОВКИ ПОСЛЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ А.А. Быков, Д.Г. Портнягин, Е.Е. Ибе | 30 |
| АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК НА ПОДАТЛИВЫХ ОПОРАХ С РАСПОРОМ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ Д.Р. Галяутдинов | 33 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА Д.С. Горкольцева | 36 |
| ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА НА ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ВНЕШНИЙ ТЕПЛООБМЕН СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ А.М. Катунин, С.В. Коробков, Г.Г. Кулаков | 39 |
| STRUCTURE FOAM CONCRETE WITH ULTRADISPERSED QUARTZ WASTE I.N. Kuznetsova, M.A. Darulis | 42 |
| ВЛИЯНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЫСОТЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ВНЕШНИЙ ТЕПЛООБМЕН СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ Г.Г. Кулаков, С.В. Коробков, А.М. Катунин | 45 |
| ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ А.А. Куликова, О.В. Демьяненко | 48 |
| ВЛИЯНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ МИКРОСФЕРЫ НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ О.Д. Набокин, В.А. Насыров | 51 |
| ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ А.М. Никонова, Ю.В. Ли, Е.А. Борцова | 54 |
| ЖИДКОСТЕКОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗГОРАНИЯ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ Ю.В. Новоселова, С.А. Белых | 57 |

**НОВЫЙ СПОСОБ ОКРАШИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХРОМОФОРОВ**

Д.В. Акст

Научный руководитель: доцент, д.т.н. А.Ю. Столбоушкин
Сибирский государственный индустриальный университет,
Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, 654007
E-mail: daniel_axt@mail.ru

**THE NEW METHOD OF CERAMIC BRICK COLORING USING TECHNOGENIC WASTES WITH
A REDUCED CHROMOPHORES CONTENT**

D.V. Akst

Scientific Supervisor: A/Professor, Dr. A.Yu. Stolboushkin
Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk, Kirov str., 42, 654007
E-mail: daniel_axt@mail.ru

***Abstract.** The new method of decorative ceramic bricks production, painted using technogenic wastes with a reduced chromophores content, which includes granulation of basic materials, covering granules with wastes, semi-dry pressing, drying and firing of products is described. The requirements for raw materials for the granules and the coloring shell of a decorative ceramic composite are listed. It was established that the developed method provides wall ceramics with a strength of 20,9-42,5 MPa, water absorption of 14,4-8,3 % and an average density of 1890-2050 kg/m³.*

Введение. На сегодняшний день одним из самых востребованных мелкоштучных строительных материалов на рынке является декоративный керамический кирпич. Для получения изделий стеновой керамики нестандартных форм, фактур и цветов используется большое количество техник и приемов [1, 2]. Среди них наиболее распространено традиционное объемное окрашивание кирпича за счет введения в пластичную массу влажностью 14-25 % различных минеральных добавок, светложгущихся глин и концентрированных пигментов [3, 4].

Однако в связи с повсеместным истощением запасов высококачественных глин действующие керамические предприятия нашей страны ориентированы на применение низкосортного природного сырья и техногенных отходов. Такие материалы, как правило, обладают низкими технологическими свойствами и без корректировки их вещественного состава не пригодны для использования в технологии пластического формования кирпича. Поэтому сегодня перспективным является приготовление маловлажных пресс-порошков (8-13 %) и формование сырца путем полусухого прессования изделий [5].

Кроме того, на территории промышленных регионов Российской Федерации накоплены миллионы тонн минеральных промышленных отходов, в составе которых присутствуют те же соединения на основе металлов-хромофоров (*Fe, Mn, Cr, V, Cu* и др), что и в коммерческих пигментах [6, 7]. Таким образом, потенциальная замена дорогостоящих импортных модификаторов цвета на красящие техногенные отходы является актуальной, поскольку не только повысит экономическую эффективность производства, но и приведет к улучшению экологической обстановки загрязненных территорий.

Экспериментальная часть. Согласно научной гипотезе исследования окрашивание

керамического кирпича возможно за счет использования техногенных отходов, содержащих те же соединения-хромофоры, что и коммерческие пигменты. Однако в отличие от них достичь требуемого цветового оттенка изделий с применением отходов достаточно сложно, поскольку в их составе присутствует большое количество примесей, а концентрация самих хромофоров может быть ниже, чем в рафинированной краске, в десятки раз.

Анализ современной заводской практики показывает: для получения необходимого цвета керамического кирпича после обжига в шихте достаточно равномерно распределить до 3-5 % рафинированного пигмента. При таких же массовой концентрации и удельном распределении по объему шихты отходы с пониженным содержанием хромофоров не дадут сопоставимого результата окрашивания. Для этого необходимо повысить долю красящих техногенных добавок в шихте до 25-50 %. В таком случае снижение глинистой компоненты неизбежно приведет к нарушению процессов спекания и, как следствие, значительному ухудшению физико-механических характеристик кирпича.

Таким образом, традиционная сушильно-помольная подготовка пресс-порошков с механическим перемешиванием компонентов не пригодна для окрашивания строительной керамики техногенными отходами с пониженным содержанием хромофоров. Ранее проведенные исследования показали, что перспективным является получение декоративного керамического матричного композита пространственной каркасно-окрашенной структуры материала [8].

В соответствии с разработанной технологией формирование матричной структуры происходит за счет агломерации базового сырья в гранулы сферической формы, нанесения на поверхность сформированных гранул красящей оболочки из техногенных отходов, полусухого прессования изделий, их сушки и обжига. Грануляция проводится с использованием турболопастного гранулятора, а сырьевые материалы предварительно проходят сушку до постоянной массы и двухстадийное измельчение.

В качестве базового сырьевого компонента шихты для получения декоративных керамических материалов использовались низкосортное природное глинистое сырье Сибирского региона и шламистые отходы обогащения железных руд. В роли красящих техногенных добавок были отобраны марганец и ванадийсодержащие отходы от добычи руд и выплавки ферросплавов.

Результаты. Комплексные исследования структуры, фазового состава и свойств обожженных керамических материалов показали, что при обжиге из опудренных спрессованных гранул формируется керамический матричный композит. В процессе жидкофазного спекания керамики пиропластичная фаза, образованная на границе раздела сред между базовым сырьем и техногенной красящей добавкой, заполняет межзерновые пустоты, связывая частицы оболочки и гранул между собой, и интенсифицирует протекание твердофазных реакций с образованием новых минеральных фаз. В результате формируется каркасно-окрашенная структура керамического матричного композита. Прочный пространственный каркас темного цвета обеспечивает высокие декоративные и физико-механические свойства изделий.

Разработанный и запатентованный способ получения декоративной строительной керамики [9, 10] прошел опытно-заводскую апробацию в условиях действующего кирпичного завода г. Бердск (Новосибирская обл.). Результаты испытаний показали соответствие изделий требованиям ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» для марки 150: кирпич пустотелый, одинарный, размера 1НФ; марка по прочности изделий – М150; класс средней плотности – 2; марка по морозостойкости – F50.

Заключение. По результатам проведенных исследований были сформулированы основные требования к техногенным сырьевым материалам для окрашивания керамического кирпича по разработанному способу: содержание соединений-хромофоров на основе *Mn, V, Cr, Fe, Co, Cu* или *Ni* более 25 %; содержание карбонатов менее 5 %, по дисперсности – класс -50+0 мкм. В качестве базового компонента шихты может быть использовано природное сырье и техногенные продукты, отвечающие следующим требованиям: кислое или полукислое сырье; высокое содержание свободного кремнезема (27-34 %) и красящих оксидов (более 6 %); содержание карбонатов менее 8 %, по пластичности – умеренно- и среднепластичное; по дисперсности – класс -250+0 мкм.

Таким образом, при использовании сырьевых материалов, отвечающих вышеуказанным требованиям, разработанный способ обеспечивает получение декоративного керамического кирпича прочностью 20,9-42,5 МПа, водопоглощением 14,4-8,3 % и средней плотностью 1890-2050 кг/м³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салахов А.М., Салахова Р.А. Керамика вокруг нас. – М. : ООО РИФ «Стройматериалы», 2008. – 160 с.
2. Гинзбург В.П. Керамика в архитектуре. – М. : Стройиздат, 1983. – 200 с.
3. Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Филатова Е.В. и др. Влияние химического и фазового состава на цвет керамического кирпича // Строительные материалы. – 2008. – № 4. – С. 31–33.
4. Щукина Л.П., Любова Е.В., Билан И.В., Картавенко М.Ф. Использование техногенных отходов для получения лицевого керамического кирпича // Строительные материалы. – 2010. – № 8. – С. 28–30.
5. Ашмарин Г.Д., Курносое В.В., Беляев С.Е., Ласточкин В.Г. Обоснование эффективности компрессионного формования керамических строительных материалов // Строительные материалы. – 2011. – № 2. – С. 8–9.
6. M. Dondi, C. Zanelli, M. Ardit and oth. Ni-free, black ceramic pigments based on Co–Cr–Fe–Mn spinels: A reappraisal of crystal structure, colour and technological behavior // *Ceramics International*. – 2013. – № 39. – P. 9533–9547.
7. M. Dondi, G. Cruciani, G Guarini and oth. The role of counterions (Mo, Nb, Sb, W) in Cr-, Mn-, Ni- and V-doped rutile ceramic pigments Part 2. Colour and technological properties // *Ceramics International*. – 2006. – № 32. – P. 393–405.
8. Столбоушкин А.Ю., Акст Д.В., Иванов А.И. и др. Каркасноокрашенная структура декоративного керамического кирпича с марганецсодержащими отходами // *Качество. Технологии. Инновации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием.* – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). – 2019. – С. 109–114.
9. Пат. 2641533 РФ. МПК С04В 33/132, В09В 3/00 Способ получения сырьевой смеси для декоративной стеновой керамики / Заявлено 01.12.2016; Оpubл. 18.01.2018, Бюл. № 2. – 7 с.
10. Пат. 2701657 РФ. МПК С04В 33/132 Способ получения сырьевой смеси для декоративной строительной керамики / Д.В. Акст, А.Ю. Столбоушкин, О.А. Фомина. Заявлено 19.12.2018; Оpubл. 30.09.2019, Бюл. № 28. – 6 с.