

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА

СТРОЙСИБ - 2017

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

**Международный сборник
научных трудов**



Новосибирск 2017

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА**



СТРОЙСИБ - 2017

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

**Международный сборник
научных трудов**

НОВОСИБИРСК - 2017

УДК 691(08)

ББК 38.3, я4

Р 443

Материалы Международного сборника научных трудов
**«ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ»**

сформированы по результатам проведения Международной научно-технической конференции, проведенной 14-17 февраля 2017 года в рамках работы Международной выставки «СТРОЙСИБ-2016 в МЕЖДУНАРОДНОМ ЭКПОЦЕНТРЕ. НОВОСИБИРСК

Организаторами данной конференции явились: Новосибирский государственный аграрный университет, Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Академия естественных наук, Российская Академия проблем качества, научно-технический и производственный журнал «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» и Сибирский НИИ строительных материалов и новых технологий. При подготовке конференции и формировании сборника научных трудов приняли участие более ста научных и производственных работников России, Украины, Израиля, Кыргызстана, Казахстана, Молдовы, Монголии, Германии, Польши и других стран. Основные вопросы и приведенные результаты исследований направлены на решение всей тематики конференции - комплексное рассмотрение вопросов получения новых строительных материалов из местного сырья и отходов производства, а также внедрение инновационных разработок и ресурсосберегающих технологий в современном строительном материаловедении для обеспечения эффективности строительного-технологического комплекса. С этих позиций все работы представляют определенный интерес для руководителей и специалистов в области строительства, а также научных работников, аспирантов и студентов.

Ответственный редактор

**академик РАЕН,
д.т.н., профессор Пичугин А.П.**

Технический редактор

Опищенко Н.В.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

д.т.н., профессор Бурученко А.Е. (Красноярск)

д.т.н., профессор Хозин В.Г. (Казань)

ISBN 978-5-94477-178-4

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2016

**ОРГКОМИТЕТ И РЕДСОВЕТ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ПИЧУТИН А.П., д.т.н., проф., академик

РАЕН - председатель (Новосибирск)

КУНЦ К.Л., к.т.н., доцент - сопредседатель (Новосибирск)

Члены оргкомитета и редсовета:

БЕЛАН В.И., д.т.н., проф. (Новосибирск)

БЕРДОВ Г.И., д.т.н., проф. (Новосибирск)

БЕРНАЦКИЙ А.Ф., д.т.н., проф. (Новосибирск)

БОКОВ К.В., президент Ассоциации строителей
и инвесторов Новосибирской области)

БУРЬЯНОВ А.Ф., д.т.н., проф. (Москва)

ВЕРЕЩАГИН В.И., д.т.н., проф. (Томск)

ВЫРОВОЙ В.Н., д.т.н., проф. (Одесса, Украина)

ДЕНИСОВ А.С., д.т.н., проф. (Новосибирск)

ИВАЩЕНКО Ю.Г., д.т.н., проф. (Саратов)

КОВАЛЬ С. В., д.т.н., проф. (Одесса, Украина)

КОВЛЕР К., д.т.н., проф. (Хайфа, Израиль)

КУРДЮМОВА В.М., д.т.н., проф. (Бишкек, Кыргызстан)

КУДЯКОВ А.И., д.т.н., проф. (Томск, Россия)

ЛЕСОВИК В.С., д.т.н., проф. (Белгород)

МАНАКОВ А.Л., д.т.н., проф. (Новосибирск)

МАШКИН Н.А., д.т.н., проф. (Новосибирск)

ОВЧАРЕНКО Г.И., д.т.н., проф. (Барнаул)

ПЛЕТНЕВ П.М., д.т.н., проф. (Новосибирск)

РУССУ И.В. д.т.н., проф. (Кишинев, Молдова)

СЕБЕЛЕВ И.М., д.т.н., проф. (Новосибирск)

СОКОЛОВА Ю.А., д.т.н., проф. (Москва)

СТОЛБОВУШКИН А.Ю., д.т.н., проф. (Новокузнецк)

СУББОТИН О.С., д.арх., проф. (Краснодар)

СУЛЕЙМЕНОВ Ж.Т., д.т.н., проф. (Тараз, Казахстан)

ТРОФИМОВ Б.Я., д.т.н., проф. (Челябинск)

ФИШЕР Х.В., д.т.н., проф. (Веймар, Германия)

ХОЗИН В.Г., д.т.н., проф. (Казань)

ХРИТАНКОВ В.Ф. д.т.н., проф. (Новосибирск)

ЧЕРНЫШОВ Е.М., д.т.н., проф. (Воронеж)

ЧУЛКОВА И.Л. д.т.н., проф. (Омск)

ЮМАШЕВА Е.И. главный редактор

журнала «Строительные материалы» (Москва)

**ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ
ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ
КОМПОЗИТОВ**

*В.И. Вережагин, А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Бердов
О.А. Фомина (Томск, Новокузнецк, Новосибирск, Россия).....183*

КОМПЛЕКСНЫЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

*А.П. Пичугин, В.В. Банул, К.А. Никитенко,
М.Г. Алешикевич (Новосибирск, Россия).....188*

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АРБОЛИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ В САРАТОВСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Лаушкина В. А. , Тимохин Д. К. (Саратов, Россия).....192

**ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ СОСТАВЫ, ИХ СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРНЫХ
СМЕСЕЙ**

Банул А.В. (Новосибирск, Россия).....196

**ВЫСОКОПОДВИЖНЫЕ БЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Г.И. Овчаренко, Д.В. Бойков, М.В. Нагель (Барнаул, Россия).....200

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ
ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ**

В.В. Галомзик, Т.Ф. Каткова (Новосибирск, Россия).....204

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО
СОСТАВА ШИХТЫ НА ОСНОВЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ**

Кара-Сал Б.К., Седен Б.Р., Чюдюк С.А (Кызыл, Россия)205

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕГКИХ КРУПНОПОРИСТЫХ
БЕТОНОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ
ЗДАНИЙ**

*С.В. Коваль, (Одесса, Украина) А.П. Пичугин, А.С. Денисов,
В.Ф. Хританков, Е.Г. Пименов (Новосибирск, Россия)209*

**ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ВОДОСТОЙКОСТЬ
ГИПСА**

*В.В. Конушева, О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко,
А.И. Кудяков (Томск, Россия).....214*

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЦЕПТУРЫ И ПРИЕМЫ УСТРОЙСТВА
ГРУНТОБЕТОННЫХ ОСНОВАНИЙ ДОРОГ И ЗЕРНОТОКОВ**

*А.П. Пичугин, И.К. Языков, В.А. Гришина, М.А. Пичугин (Новосибирск,
Россия), И.М. Хаджиев, к.т.н., доцент (Ургенч, Узбекистан).....217*

**А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Бердов,
В.И. Верещагин, О.А. Фомина
(Новокузнецк, Россия)**

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Предложена технология формирования матричной структуры сырьца, позволяющая увеличить количество низкокачественного сырья в шихте до 80 мас.%. Установлены особенности трансформации структуры отформованного сырьца в керамический матричный композит после обжига, при этом на границе контакта гранул образуется расплав, который внедряется в периферийную зону ядра и после кристаллизации образует матричную структуру, повышающую прочность черепка до 30 %. Показано, что формирование матрицы обеспечивает снижение расхода глинистого компонента до 20-25 мас.%, что позволяет уменьшить содержание глинистых минералов до 6-8 % в составе шихты.

Ключевые слова: промышленные отходы, матричная структура, техногенное сырьё, грануляция, керамический матричный композит

**A.Yu. Stolboushkin, G.I. Berdov
V.I. Vereschagin, O.A. Fomina
(Novokuznetsk, Russia)**

EFFECTIVE USE TECHNOGENIC WASTE IN TECHNOLOGY CERAMIC MATRIX COMPOSITE

The technology of formation of the matrix raw structure, which allows to increase the number of low-quality raw materials in the furnace charge up to 80 wt.%. The features of transformation of raw molded structure into ceramic matrix composite after firing, while liquid melt is formed at the interface of granules, which is introduced in the peripheral core region and form a matrix structure, enhancing the strength shard up to 30% after crystallization. It was shown that the formation of the matrix reduces consumption of clay component up to 20-25 wt.%, this allows to reduce the content of clay minerals up to 6-8% in the composition of the charge.

Ключевые слова: industrial waste, matrix structure, technogenic raw materials, granulation, ceramic matrix composite

В результате экстенсивного развития горнодобывающей промышленности во второй половине XX столетия в промышленных регионах России накоплено огромное количество (десятки миллиардов кубометров) отходов, имеющих, как правило, алюмосиликатную основу. Например, в Кузбассе сосредоточено больше половины твердых минеральных отходов Российской Федерации [1], и их дальнейшее интенсивное накопление без эффективной переработки и утилизации представляет серьезную экологическую опасность.

Для привлечения внимания общества к вопросам экологического развития, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности *Указом президента 2017 год объявлен в России Годом эко-*

гии [2]. В этих условиях, на фоне истощения природных сырьевых ресурсов, в строительном материаловедении актуальна разработка технологий, сориентированных на эффективное использование техногенных отходов. В частности, в производстве строительной керамики необходимо осуществить технологический переход на новые виды сырья – неспекающиеся, малопластичные суглинки с высоким содержанием карбонатных включений, а также алюмосиликатные промышленные отходы.

Причинами медленного освоения техногенного сырья в производстве стеновой керамики являются нестабильность его состава и свойств, а также недостаточная изученность физико-химических процессов, протекающих при обжиге такого сырья. Проведенные исследования показывают, что при его использовании классические подходы к массоподготовке, формированию структуры сырца, организации тепломассообменных процессов при сушке и обжиге, не обеспечивают требуемых эксплуатационных характеристик изделий. Как бы ни были близки по свойствам к глинистому сырью отходы, например, угледобычи и углеобогащения, производство на их основе керамического кирпича сопряжено с необходимостью решения многих технологических проблем, и его качество не может сравниться с продукцией кирпичных заводов, работающих на природном сырье [3].

Разработанные авторами новые рациональные способы массоподготовки сырья в технологии стеновой керамики компрессионного формования [4, 5] и запатентованные разработки [6] позволили сформировать новое научное направление: *«Строительные керамические материалы матричной структуры на основе техногенного и природного сырья»* [7].

Практическая реализация инновационной идеи направлена на формирование рациональной структуры керамики посредством организации упорядоченного ячеисто-заполненного каркаса на стадии приготовления шихты. В результате анализа многочисленных моделей структур композиционных материалов было найдено технологическое решение эффективного использования некондиционного сырья для получения высококачественного кирпича. При этом, матричная структура керамического черепка представлена двумя составными частями: матрицей, которая является продуктом высокотемпературных превращений глинистых минералов, и макрозаполнителем, в виде минеральных зерен, заключенных в ней. С такой структурой требуемое содержание глинистой фракции в составе шихты становится заведомо меньше 20-25 %, и будет зависеть только от качества оболочки и соотношения ее толщины и диаметра зерен макрозаполнителя.

В лабораторных условиях керамические матричные композиты были получены путем объединения тонкодисперсных частиц малопластичного неспекающегося сырья в гранулы, покрытием поверхности гранул глинистым веществом, прошедшим механоактивацию, с последующим компрессионным формованием изделий, их сушкой и обжигом [8]. При обжиге происходит

трансформация матричной структуры сырья в керамический матричный композит. На границе контакта гранул активированная глинистая составляющая шихты продуцирует расплав, который внедряется в периферийную зону ядра и после кристаллизации образует матричную структуру, состоящую из ядер, покрытых оболочкой из продуктов спекания глины. В свою очередь, оболочка имеет свое внутреннее «армирование», повышающее прочностные характеристики матрицы. Условно ее формирование под влиянием внешних воздействий можно рассматривать как последовательный процесс образования стеклокристаллической микроструктуры.

Таблица. Физико-механические свойства керамических образцов, обожженных при температуре 1000 °С

Состав шихты, масс. %	Показатель			
	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Водопогло- щение, %	Коэффи- циент кон- структивно- го качества
Полусухое прессование пресс-порошков (классический способ приготовления компонентных шихт)				
Железорудные отходы – 80 Суглинок – 20	14,4	1772	17,8	8,1
Отходы углеобо- гащения – 80 Суглинок – 20	18,1	1680	16,0	10,8
Компрессионное формование опудренных гранул (запатентованный способ)				
Железорудные отходы – 80 Суглинок – 20	18,6	1765	15,7	10,5
Отходы углеобо- гащения – 80 Суглинок – 20	20,7	1674	14,8	12,4

Физико-механические свойства керамических образцов на основе двух видов техногенных отходов (шламистая часть отходов обогащения железных руд и отходов углеобогащения), приготовленных классическим сушильно-помольным способом массоподготовки двухкомпонентных шихт и запатентованным способом [6], приведены в таблице.

Можно отметить, что разработанный способ изготовления стеновой керамики повышает прочность изделий в среднем на 15-25 % при снижении водопоглощения образцов.

Обобщенные результаты исследований по влиянию матричной структуры на физико-механические свойства стеновой керамики из малопластичного неспекающегося сырья приведены на рисунке.

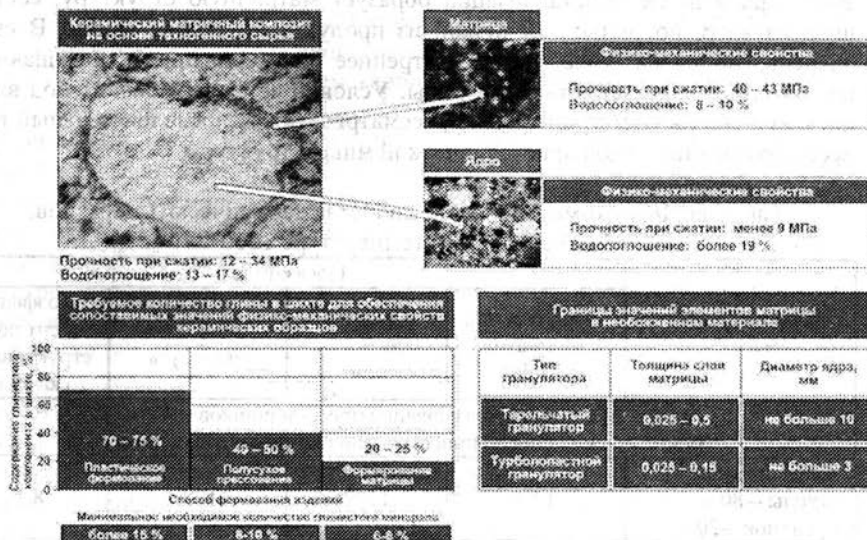


Рис. Влияние матричной структуры на физико-механические свойства стеновой керамики из малопластичного неспекающегося техногенного и природного сырья

На примере шламистых железорудных отходов показано требуемое количество глины в шихте для обеспечения сопоставимых значений физико-механических свойств керамических образцов (прочность при сжатии 18-20 МПа, водопоглощение 12-15 %) в зависимости от технологии их приготовления. Формирование матрицы обеспечивает снижение расхода глинистого компонента до 20-25 мас.% против 70-75 мас.%, необходимых при пластическом способе. Это позволяет уменьшить содержание глинистых минералов до 6-8 % в составе шихты, в отличие от необходимого количества 12-15 % при пластическом формировании изделий и 8-10 % при полусухом прессовании с сушильно-помольной подготовкой пресс-порошков.

Таким образом, разработанная технология производства керамических изделий матричной структуры, представляющих собой систему из ядер недоспеченного материала и плотно спеченную оболочку, обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики стеновой керамики и дает возможность эффективного использования техногенных отходов.

Список литературы

1. Прошунин, Ю.Е. Концепция технопарка о развитии отрасли управления отходами в Кузбассе / Ю.Е. Прошунин, Е.П. Волюнкина // Управление отходами — основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: сборник докладов второй межд. конференции. Новокузнецк : СибГИУ, 2008. — С. 15–20.
2. Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7. О проведении в Российской Федерации Года экологии. — <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40400>.
3. Stolboushkin A.Yu. A study on sintering of ceramic bricks made from waste coal / A. Yu. Stolboushkin, A.I. Ivanov, V.A. Syromyasov and O.A. Fomina // IOP Conference Series: International Scientific and Research Conference on Knowledge-based Technologies in Development and Utilization of Mineral Resources. — 45 (2016) 012018. doi:10.1088/1755-1315/45/1/012018. — 2016. — 4 October. — Vol. 45. — Pp. 1–6.
4. Столбоушкин, А.Ю. Рациональные способы массоподготовки сырья в технологии стеновой керамики компрессионного формования / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко, А.И. Иванов, В.А. Сыромясов, Д.В. Акст // Строительные материалы. — 2016. — № 4. — С. 26–30.
5. Stolboushkin A.Yu. Principles of optimal structure formation of ceramic semi-dry pressed brick / A.Yu. Stolboushkin, A.I. Ivanov, O.A. Fomina, A.S. Fomin, G.I. Storozhenko // Advanced Materials, Mechanical and Structural Engineering — Hong, Seo & Moon (Eds) © 2016 Taylor & Francis Group, London, ISBN: 978-1-138-02908-8. — Pp. 87–90.
6. Патент № 2500647 Российская Федерация, МПК C1 C 04 B 33/132. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики и способ ее получения / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко, А.И. Иванов и др.; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34.
7. Столбоушкин, А.Ю. Керамические стеновые материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Бердов, В.И. Верещагин, О.А. Фомина // Строительные материалы. — 2016. — № 8. — С. 19–23.
8. Storozhenko, G. Ceramic bricks from industrial waste / G. Storozhenko, A. Stolboushkin // Ceramic & Sakhteman. Seasonal magazine of Ceramic & Building. — Teheran, Iran. — 2010, Winter. — No 5. — Pp. 2–6.

**ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ**

Международный сборник научных трудов

Подписано в печать 30 января 2017 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Объем 40 п.л., Тираж 200 экз. Заказ № 1733.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ г.Новосибирск, ул.Добролюбова, 160, офис 106.
тел.(383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru