

ISSN 1815-5987



НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(СИБСТРИН)

ТРУДЫ НГАСУ

Т. 19, № 2 (62)

2016

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)**

ТРУДЫ НГАСУ

Т. 19, № 2 (62)

НОВОСИБИРСК 2016

ТРУДЫ НГАСУ. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. – Т. 19, № 2 (62). – 168 с.

Редакционная коллегия

Главный редактор – д-р техн. наук, профессор, чл.-кор. РААСН
Ю.Л. Сколубович

Заместитель главного редактора – д-р физ.-мат. наук, профессор
В.Я. Рудяк

Заместители главного редактора по направлениям:

д-р техн. наук, профессор Л.В. Ильина,
д-р ист. наук, профессор Ю.И. Казанцев,
д-р техн. наук, профессор В.М. Митасов,
д-р физ.-мат. наук, профессор М.С. Соппа

Ученый секретарь: канд. техн. наук А.А. Функ

Члены редколлегии:

д-р техн. наук, профессор В.В. Адищев,
д-р физ.-мат. наук, профессор С.М. Аульченко,
д-р физ.-мат. наук, профессор Ю.Е. Воскобойников,
д-р техн. наук, профессор Г.И. Гребенюк,
д-р техн. наук, профессор В.В. Дегтярёв,
д-р техн. наук, профессор В.Н. Зырянова,
канд. экон. наук, доцент А.Б. Коган,
д-р техн. наук, профессор В.В. Молодин,
д-р физ.-мат. наук, профессор Ю.В. Немировский,
д-р ист. наук, доцент Л.К. Островский,
д-р архитектуры, профессор В.В. Туманник



Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), 2016

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Гусев А.А., Раевский И.П., Исупов В.П. Влияние механохимии как ресурсосберегающей технологии на синтез тройных перовскитов	5
Еремина Н.В., Исупов В.П., Бородулина И.А., Трухина Я.Е. Применение механохимии для синтеза алюминатов лития	19
Игнатова О.А., Чикмарев П.А. Регулирование свойств ремонтных составов	33
Исупов В.П., Бородулина И.А., Шацкая С.С., Юсупов Т.С. Перспективы применения механохимии для переработки редкоземельного куларитового концентрата	41
Катунина А.И., Исупов В.П., Шацкая С.С. Механохимический синтез железосодержащего сорбента мышьяка при взаимодействии $Mg(OH)_2$ и водного раствора $FeCl_3$	50
Осипович Л.М. Основа контроля качества строительной продукции – технологические карты производства работ	62
Осипович Л.М., Долженко В.Е. Преимущество пенополиизоцианурата для изготовления сэндвич-панелей	74
Смирнова О.Е., Михалева М.М. Входной контроль качества. Анализ результатов приемочного контроля цемента по ГОСТ 30515-2013	85

Смирнова О.Е., Нистратенко К.С., Бобров Н.С. Применение методики разворачивания функции качества при проектировании инновационной продукции	95
Смирнова О.Е., Отточко С.Ю. Концепция кайдзен как ключевой элемент стратегии бережливого строительства	103
Соловьева О.Н., Чурпанова А.Б. Экономический анализ рынка железобетонных изделий с точки зрения качества.....	112
Соловьева О.Н., Казакова А.С., Окладная Н.Л. Ресурсосбережение на производстве	121
Соловьева О.Н. Структура электронного курса технической дисциплины.....	130
Столбоушкин А.Ю., Акст Д.В., Сыромясов В.А., Иванов А.И., Щербинина Е.О. Влияние способа формования на декоративные свойства при объемном окрашивании керамических образцов	138
Трухина Я.Е., Исупов В.П., Бородулина И.А. Применение механохимического метода синтеза для крупномасштабного производства высокодисперсного γ -LiAlO ₂	145
Хуснутдинов В.Р., Исупов В.П. Механохимический метод синтеза слоистых двойных гидроксидов	158

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ НА ДЕКОРАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ПРИ ОБЪЕМНОМ ОКРАШИВАНИИ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ

А.Ю. Столбоушкин^{*}, Д.В. Акст^{}, В.А. Сыромясов^{**},
А.И. Иванов^{***}, Е.О. Щербинина^{****}**

Представлены результаты исследований по объемному окрашиванию керамических образцов на примере широко распространенных сибирских суглинков. Выявлены различия в степени влияния красящего компонента на насыщенность и равномерность окраски в зависимости от пластического или полусухого способа формования изделий. Установлена зависимость физико-механических свойств керамических образцов от количества марганецсодержащей добавки в составе шихты.

Ключевые слова: Керамический образец, объемное окрашивание, полусухое прессование, пластическое формование, марганецсодержащая добавка

Развитие промышленности строительных материалов неразрывно связано с интенсификацией производства, разработкой и вовлечением инновационных технологий в строительные процессы [1]. Особенно это актуально в условиях новых вызовов, предъявляемых обществом при строительстве современных объектов, в том числе высотных и уникальных зданий, отличающихся от типовых не только объемно-планировочным, но и архитектурно-художественным решением [2].

Как правило, нетиповые здания и сооружения предполагают использование мелкоштучных стеновых материалов, лидирующие позиции на рынке которых традиционно занимает керамический кирпич. Указанные причины, наряду с другими событиями постперестроечного времени, привели к значительному

^{*} Д-р техн. наук, доцент кафедры строительных технологий и материалов СибГИУ (г. Новокузнецк)

^{**} Аспирант кафедры строительных технологий и материалов СибГИУ (г. Новокузнецк)

^{***} Инженер кафедры строительных технологий и материалов СибГИУ (г. Новокузнецк)

^{****} Магистрант кафедры строительных технологий и материалов СибГИУ (г. Новокузнецк)

росту объемов его выпуска в последнее десятилетие [3]. Наряду с расширением номенклатуры керамической продукции и ужесточением требований к ней, о чем свидетельствует двукратное обновление ГОСТ 530 за короткий период (2008 и 2012 гг.), сегодня все большее внимание уделяется производству высококачественного облицовочного и декоративного кирпича [4].

Традиционным и, как правило, доминирующим способом получения «цветных» керамических изделий является объемное окрашивание керамики. Обычно для этого в состав шихты вводятся различные минеральные добавки (мел, доломит, известняк), беложгущиеся глины и оксиды металлов (Fe_2O_3 , MnO_2 , Cr_2O_3 , TiO_2 и др.).

Несмотря на растущий потребительский спрос на лицевой декоративный кирпич, в нашей стране только на отдельных керамических предприятиях осуществляется его выпуск, и то в незначительном количестве. Данная ситуация связана, во-первых, с отсутствием на отечественном рынке поставщиков качественных и, что самое главное, дешевых окрашивающих добавок и, во-вторых, со сложностью получения равномерной насыщенной окраски изделий [5]. Высокая стоимость импорта зарубежных «красителей» и большие затраты на разработку и внедрение технологий, обеспечивающих получение нужного цвета и ровного тона кирпича, не позволяют декоративной керамике стать конкурентоспособной на рынке строительных материалов. К недостаткам предлагаемых способов использования окрашивающих добавок относят низкое качество окрашивания, наличие на поверхности кирпича пятен, связанных с пластическими свойствами глины, и трудности получения однородной массы на ее основе.

Цель исследования заключалась в изучении влияния способа формования образцов на цвет и равномерное распределение окраски керамического черепка после обжига (на примере введения марганецсодержащей добавки в количестве от 0,5 до 5 мас. %).

В качестве базового сырья, характерного для Сибирского федерального округа, использовался умереннопластичный легкоплавкий новокузнецкий суглинок гидрослюдисто-монтмориллонитового типа с низким содержанием крупнозернистых включений.

В роли окрашивающей добавки был использован перманганат калия (KMnO_4), содержащий в своем составе оксид марганца (MnO_2), являющийся известным керамическим пигментом. В шихту перманганат калия вводился в количестве от 0,5 до 5 мас. %, что в пересчете на MnO_2 составляет 0,275–2,75 мас. %. Составы шихт представлены в табл. 1.

Таблица 1

Составы шихт для приготовления керамических образцов
пластического формования и полусухого прессования

№ шихты	Наименование компонента шихты	Количество компонента шихты, мас. %	
		в пересчете на KMnO_4	в пересчете на MnO_2
1	Суглинок	100,00	100,00
2	Суглинок	99,50	99,72
	Марганецсодержащая добавка	0,50	0,28
3	Суглинок	98,00	98,9
	Марганецсодержащая добавка	2,00	1,10
4	Суглинок	95,00	97,25
	Марганецсодержащая добавка	5,00	2,75

При проведении лабораторных исследований были изготовлены две серии образцов, соответственно пластического и полусухого прессования.

Формование первой серии образцов проводилось в следующей последовательности. Глинистое сырье высушивалось в сушильном шкафу до остаточной влажности 2–3 % и измельчалось на лабораторных бегунах до прохождения через сито № 063. Измельченный суглинок тщательно перемешивался с марганецсодержащей добавкой в количестве 0, 2, 5 мас. % (соответственно составы шихт №№ 1, 3, 4 – см. табл. 1). В полученные сухие смеси добавлялась вода для получения глиномассы оптимальной формовочной влажности 27–29 % (пластичное тесто, способное деформироваться без разрыва сплошности и не прилипать к рукам и металлу).

Из глиняной валюшки после вылеживания в течение 24 ч для выравнивания влажности и обмена катионами формовались

образцы-кубы с ребром 45 мм. Образцы сушились в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы и обжигались в лабораторной муфельной печи при температуре 1000 °С. Внешний вид керамических образцов и физико-механические свойства представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства керамических образцов пластического формования при различном содержании марганецсодержащей добавки

№ шихты	Воздушная усадка, %	Огне-вая усадка, %	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	ККК
1	10,3	3,2	1908	39,4	12,3	20,7
3	10,1	3,7	1825	35,7	13,9	19,6
4	10,5	3,0	1809	33,7	18,1	18,6

После обжига образцы, содержащие марганецсодержащую добавку, изменили свою структурную окраску с кирпично-красной на коричневую. В зависимости от количества вводимой добавки цвет керамического черепка менялся от светлых до темных тонов. Следует отметить, что, несмотря на тщательное перемешивание компонентов в лабораторных условиях и равномерное распределение окраски, идеального окрашивания поверхности образцов после обжига добиться не удалось, причем отдельные экземпляры имели высокий градиент расхождения по плотности окраски граней в зависимости от местоположения в печи и соприкосновения поверхностей образцов друг с другом.

Исследование свойств показало, что увеличение содержания добавки в составе шихты приводит к снижению средней плотности и прочности образцов, одновременно при этом возрастает водопоглощение черепка с 12 до 18 %, что свидетельствует о вредном ее влиянии на керамические свойства образцов.

Из анализа экспериментальных данных следует, что введение пигмента в пересчете на оксид марганца в количестве 1,5–2 мас. % (табл. 1) является оптимальным и обеспечивает выра-

женный окрашивающий эффект при незначительном снижении прочности (до 10 %).

Формование второй серии образцов-цилиндров диаметром 45 мм и высотой 40–50 мм проводилось по технологии полусухого прессования. Для этого компоненты шихты готовились аналогичным способом. После тщательного перемешивания были приготовлены составы шихт №№ 1–4, указанные в табл. 1. Далее смесь увлажнялась из расчета 10 % и для усреднения влажности перетиралась через проволочное сито с размером ячейки не более 1,2 мм. Фактическая влажность пресс-порошка составила 9–11 %.

Прессование проводилось на лабораторном гидравлическом прессе с плавным приложением усилия. Режим прессования – двухступенчатый с односторонним приложением нагрузки, давление прессования 15 МПа. Обжиг производился в лабораторной муфельной печи при температуре 1000 °С.

Физико-механические свойства образцов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-механические свойства керамических образцов
полусухого прессования при различном содержании
марганецсодержащей добавки

№ шихты	Воз- душная усад- ка, %	Огне- вая усад- ка, %	Средняя плот- ность, кг/м ³	Проч- ность при сжатии, МПа	Водо- погло- щение, %	ККК
1	3,0	1,1	1871	44,6	13,9	23,8
2	2,8	0,7	1895	40,8	14,7	21,5
3	3,4	0,9	1865	40,6	17,1	21,8
4	3,3	1,0	1933	38,6	21,8	20,0

Как и в первой серии, образцы с марганецсодержащей добавкой изменили цвет по сравнению с контрольными образцами, причем выраженный окрашивающий эффект проявляется уже при введении ее в количестве 0,5 мас. %. С увеличением добавки в составе шихты насыщенность коричневого цвета возрастает.

По сравнению с пластическим формованием керамические образцы имели муаровые разводы и пятна, внутренняя поверхность на изломе после испытания на прочность также свидетельствует об еще более неравномерном окрашивании тела черепка. Очевидно, что добиться равномерного распределения пигмента, вводимого в небольшом количестве (до 1–2 %) по массе шихты, вручную, без высокоскоростных лопастных мешалок, очень сложно. В этой ситуации количество воды «затворения» играет важную роль.

С увеличением влажности при приготовлении пресс-масс количество зерен пигмента, перешедшего в раствор, растет. При этом его распределение в смеси становится более равномерным, возрастает степень гомогенизации системы в целом. В частности, было установлено, что у образцов из пресс-порошка с содержанием влаги 8–9 % пятен и разводов значительно больше, чем у отпрессованных при влажности 11–12 %, а у керамических кубиков, изготовленных при формовочной влажности 27–29 %, проблема неравномерного распределения окраски практически полностью исчезает.

Также при увеличении процентного содержания оксида MnO_2 (до 5 мас. % и более) происходит исчезновение разводов и пятен на поверхности, возрастает насыщенность и неизменность цветового тона вне зависимости от способа формования керамических изделий. Однако, как правило, введение окрашивающих добавок отрицательно сказывается на физико-механических свойствах керамики [5]. Подобные модификаторы цвета могут привести к снижению прочностных показателей и сделать кирпич некачественным, не отвечающим требованиям ГОСТ. Именно поэтому в процессе исследования влияния добавки на декоративные качества необходимо параллельно отслеживать ее влияние на физико-механические свойства готовых изделий.

Как и при пластическом формовании, исследование керамических образцов второй серии показало снижение прочности и увеличение водопоглощения черепка при введении двуокиси марганца в шихту (табл. 3).

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие **основные выводы**:

– добавка оксида марганца в глинистое сырье в количестве 0,5–5 мас. % окрашивает керамические образцы в различные оттенки коричневого цвета, от светлых до темных тонов;

– увеличение влажности системы *глина – добавка – вода* приводит к более равномерной окраске образцов;

– установлена отрицательная зависимость физико-механических свойств керамических образцов от количества марганецсодержащей добавки, содержание которой не должно превышать 1,5–2 мас. % в пересчете на оксид марганца;

– способ пластического формования обеспечивает лучшие результаты объемного окрашивания керамики при прочих равных условиях по сравнению с полусухим прессованием изделий.

В настоящее время авторами проводятся экспериментальные исследования и разработка новых технологических приемов введения и распределения компонентов шихты для устранения дефектов неравномерного окрашивания керамического черепка при полусухом прессовании изделий.

Список литературы

1. *Сухарев О. А.* Инновации в кирпичном производстве. Автоматизация технологических процессов сушки и обжига керамического кирпича / О. А. Сухарев // *Строительные материалы*. – 2011. – № 4. – С. 18–19.
2. *Король С. П.* Разработка технологии керамического кирпича объемного окрашивания / С. П. Король, В. С. Гончаров // *Строительные материалы*. – 1994. – № 2. – С. 12–14.
3. *Жиронкин П. В.* История и перспективы промышленности керамических строительных материалов в России / П. В. Жиронкин, В. Н. Геращенко, Г. И. Гринфельд // *Строительные материалы*. – 2012. – № 4. – С. 13–18.
4. *Альперович И. А.* Лицевой керамический кирпич объемного окрашивания в современной архитектуре / И. А. Альперович, А. В. Смирнов // *Строительные материалы*. – 1990. – № 12. – С. 4–6.
5. *Столбоушкин А. Ю.* Улучшение декоративных свойств стеновых керамических материалов на основе техногенного и природного сырья / А. Ю. Столбоушкин // *Строительные материалы*. – 2013. – № 8. – С. 24–32.

Редактор Э.Е. Полякова

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 54.НС.05.953.П.006252.06.06 от 26.06.2006 г.
Подписано к печати 01.07.2016. Формат 60'84/16.
Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Ризография.
Уч.-изд. л. 10,0. П.л. 10,75. Тираж 100 экз. Заказ №

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
630008, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113
