

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК
РЕГИОНАЛЬНЫЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

КАЧЕСТВО. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ

**Материалы IV Международной
научно-практической конференции**

Совместно с генеральным партнером



НОВОСИБИРСК 2021

УДК 691+006
ББК 38.30.607
Н 76

Материалы IV Международной научно-практической конференции «Качество. Технологии. Инновации». – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2021. – 408 с.

ISBN 978-5-7795-0927-5

В сборнике представлены доклады по вопросам экологически безопасных ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов, рассмотрению проблемы расширения сырьевой базы производства строительных материалов, управлению и контролю качества строительных материалов и технологий, а также по современным материалам для дорожного строительства.

*Тексты докладов печатаются с оригиналов,
представленных авторами.*

Ответственные за выпуск:

Смирнова О.Е., канд. техн. наук, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);

Туляганов А.К., старший преподаватель, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);

Шоева Т.Е., канд. техн. наук, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);

Шашкова Т.В., директор по маркетингу, ООО ЛКЗ «Колорит», Новосибирск.

ISBN 978-5-7795-0927-5

- © Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2021
- © ООО Лакокрасочный завод «Колорит», 2021

ОКРАШИВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА

**А.Ю. Столбоушкин, д-р техн. наук, профессор; И.А. Поправка, магистр;
Д.В. Акст, преподаватель-исследователь**
*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия*

Аннотация. Исследовано влияние побочного марганецсодержащего продукта от производства ферросиликомарганца на объемное окрашивание и физико-механические свойства керамических образцов пластического формования. Установлена зависимость усадки, прочности, средней плотности и водопоглощения керамического материала от количества красящей добавки в составе шихты.

Ключевые слова: глинистое сырье, керамические пигменты, техногенные отходы, модификаторы цвета, объемное окрашивание, декоративная керамика.

Annotation. The influence of a manganese-containing byproduct from the production of ferrosilicomanganese on the volumetric staining and physical and mechanical properties of ceramic samples of plastic molding is studied. The dependence of the shrinkage, strength, average density and water absorption of the ceramic material on the amount of coloring additive in the composition of the charge is established.

Keywords: clay raw materials, ceramic pigments, technogenic waste, color modifiers, volumetric coloring, decorative ceramics

Введение. В последние годы наблюдается рост объемов нетипового и коттеджного строительства, что обуславливает повышение рыночного спроса на лицевые и декоративные керамические материалы [1]. В этой связи особое внимание кирпичных заводов направлено на выпуск цветного и декоративного керамического кирпича [2]. Как правило, для этого применяются различные способы и технологические приемы. Например, ангобирование, глазурование, флешобжиг и др. [3]. Объемное окрашивание керамических масс обычно осуществляется введением концентрированных дорогостоящих керамических пигментов.

В качестве альтернативы могут использоваться так называемые «техногенные модификаторы цвета», изготовленные из минеральных промышленных отходов и попутных продуктов производства, которые содержат в своем составе красящие оксиды металлов [4].

Цель настоящей работы заключалась в окрашивании керамических образцов с использованием побочного продукта от производства ферросиликомарганца, содержащего 15-20% марганцевого хромфора.

Методы и объекты исследования. В работе применялись стандартные методы исследования сырьевых материалов (химический, гранулометрический и рентгенофазовый анализы). Характеристика глинистого сырья проводилась по ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний» и ГОСТ 9169-75 «Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация».

В качестве объектов исследования в работе использовались природное и техногенное сырье.

В качестве базового сырья применялась умереннопластичная легкоплавкая глина. По химическому составу материал относится к группе полукислого сырья с высоким содержанием красящих оксидов, является полиминеральным с преобладанием минералов группы иллита (гидрослюд). Исследуемый материал является типичным глинистым сырьем, характерным для делювиальных глинистых пород Западной Сибири [5].

В качестве красящей добавки использовался побочный марганецсодержащий продукт от производства ферросиликомарганца ООО «ЗСЭМЗ», г. Новокузнецк. В настоящей работе использовался заводской продукт с общим количеством марганецсодержащего компонента в количестве 15-20 мас.% в пересчете на Mn.

Химический состав красящей добавки представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав марганецсодержащей добавки

Массовое содержание, %												
Al_2O_3	SiO_2	P	S	CaO	$MnO_{\text{общ}}$	$FeO_{\text{общ}}$	BaO	MgO	Na_2O	K_2O	Zn	Pb
2,8	16,4	0,03	0,73	4,19	17,2	0,84	<0,05	7,5	3	13,9	4,4	16,2

По содержанию глинозема красящая добавка относится к группе кислого сырья (Al_2O_3 менее 14%), следует отметить значительное количество щелочноземельных ($CaO+MgO$ более 11,5%) и щелочных

оксидов (R_2O более 14%). Эти оксиды представлены в основном в пылевой фракции, преимущественно в связанном состоянии, в виде полевых шпатов. Рентгенофазовый анализ показал характерные дифракционные максимумы альбита и анортита при полном отсутствии глинистых минералов. Значительное количество красящей добавки в шихте (более 20-30%) может привести к образованию эвтектики, что необходимо учитывать при обжиге и разработке состава шихт.

По гранулометрическому составу красящая добавка относится к пылевой супеси (рис. 1), при этом основное количество частиц приходится на фракцию от 5 до 50 мкм (более 50-60%). В связи с этим также необходимо учитывать ее влияние на сушильные свойства керамических изделий.

Результаты исследования и их обсуждение. В соответствии с поставленной целью по окрашиванию керамики побочным продуктом ферросиликомарганцевого производства были приготовлены 5 серий керамических образцов из двухкомпонентных шихт, в которых последовательно изменялось содержание красящей добавки от 0 до 20%, их составы представлены в таблице 2.

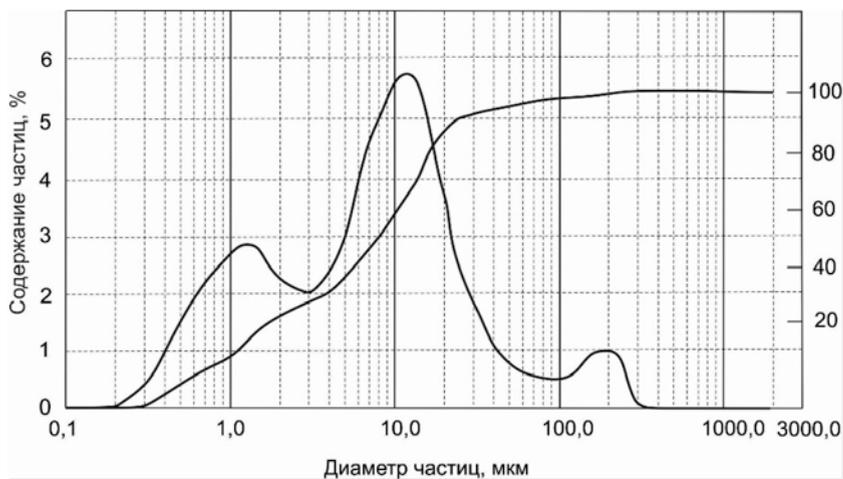


Рис. 1. Интегральное и дифференциальное распределение частиц марганецсодержащей добавки по размеру

Таблица 2. Составы керамических шихт

№ п/п	Содержание компонентов шихты, %	Порядковый номер шихты				
		1	2	3	4	5
1	Глина	100	95	90	85	80
2	Красящая добавка	-	5	10	15	20

Подготовка сырьевых компонентов шихты заключалась в сушке и измельчении глинистого сырья. Марганецсодержащий промпродукт поставлялся в сухом тонкодисперсном состоянии и использовался без дополнительной обработки.

Для изготовления керамических образцов были приготовлены пластичные массы с оптимальной формовочной влажностью 27-30%. Для выравнивания влажности свежеприготовленные массы выдерживались в эксикаторе в течение 2-3 часов. Формование образцов осуществлялось пластическим способом с использованием специальной прессформы. Для каждого состава шихты были приготовлены образцы-кубики размером 45×45×45 мм в количестве 5-7 штук. Сушка осуществлялась в два этапа: в начале при комнатной температуре и на втором этапе в сушильном шкафу при 100-105 °С до постоянной массы. Обжиг проводился по ступенчатому режиму в течение 7,5 часов с выдержкой при максимальной температуре 1030 °С (рис. 2).

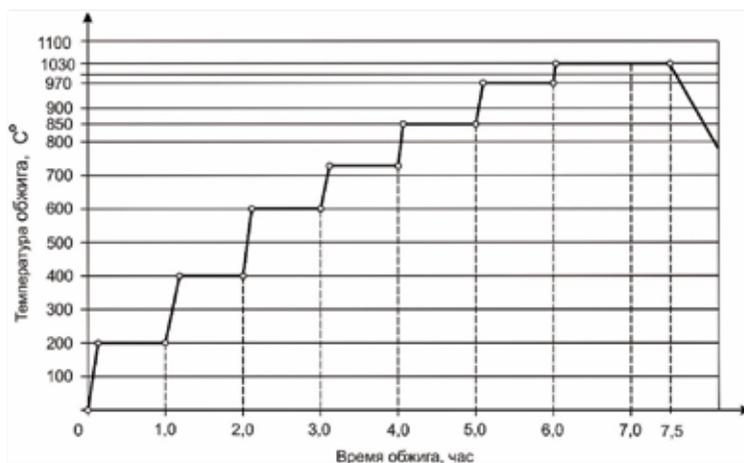


Рис. 2. Режим обжига керамических образцов из глинистого сырья с марганецсодержащей добавкой

После обжига керамические образцы имели нормальный внешний вид без коробления и обжиговых трещин. Введение красящей добавки в состав шихты во всех случаях привело к выраженному изменению цвета образцов по сравнению с контрольным составом (рис. 3, а).

При оценке цвета керамических образцов после обжига можно отметить, что их окраска изменялась последовательно от светло- до темно-серой при увеличении красящей добавки от 5 до 20% по массе. Практически все образцы имели равномерную окраску за исключением светло-серых образцов с марганецсодержащим компонентом в количестве 5% (рис. 3, б). Неравномерность окраски, по мнению авторов, можно объяснить недостаточно равномерным распределением красящей добавки и низким содержанием хромофора в общем объеме материала, поскольку его количество в химическом составе добавки не превышает 17% в пересчете на $Mn_{общ}$ (табл. 1).

Следует отметить равномерную внутреннюю окраску керамических образцов по всему объему (рис. 3), что обуславливает перспективы применения побочных марганецсодержащих продуктов для объемного окрашивания керамики [6].

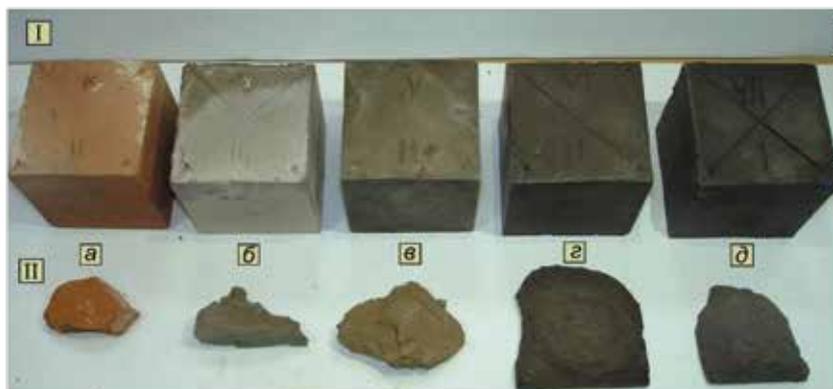


Рис. 3. Внешний вид (I) и внутренняя окраска (II) керамических образцов из глинистого сырья с марганецсодержащей добавкой в количестве, мас. %: а – без добавки; б – 5; в – 10; г – 15; д – 20

Результаты физико-механических испытаний керамических образцов и зависимость изменения их эксплуатационных характеристик от количества красящей добавки приведены в табл. 3 и на рис. 4.

Таблица 3. Физико-механические свойства керамических образцов

Порядковый номер шихты*	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	ККК**	Усадка, %		
					воздушная	огневая	общая
1	21,9	1800	13,6	12,2	7,9	0,5	8,4
2	17,3	1711	18,0	10,1	7,7	1,2	8,9
3	14,7	1671	19,1	8,8	7,4	1,2	8,6
4	11,4	1655	21,9	6,9	6,2	0,5	6,7
5	9,0	1679	21,0	5,4	5,2	2,4	7,6

Примечание: * – порядковый номер шихты согласно таблице 2

** – коэффициент конструктивного качества

При анализе изменения физико-механических свойств керамических образцов от количественного содержания красящей добавки установлено, что прочность и средняя плотность образцов уменьшается, водопоглощение при этом наоборот возрастает (рис. 4).

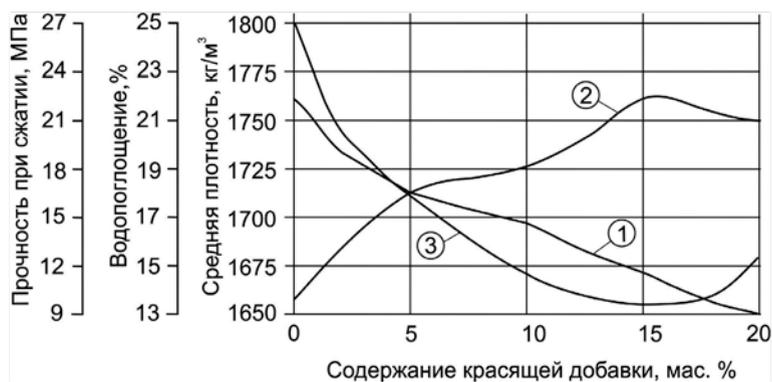


Рис. 4. Зависимость физико-механических свойств керамических образцов от количества марганецсодержащей добавки: 1 – прочность при сжатии; 2 – водопоглощение; 3 – средняя плотность

Закключение. В результате экспериментальных исследований по окрашиванию керамических образцов с использованием побочного продукта от производства ферросиликомарганца установлено следующее:

- выявлена обратно пропорциональная зависимость увеличения прочности и средней плотности керамических образцов от количества красящей добавки, при этом возрастает их водопоглощение, что косвенно свидетельствует об ухудшении спекания керамики;

- определено оптимальное содержание красящей добавки в количестве 8-10%, обеспечивающее равномерную коричневую окраску керамических образцов при сохранении их прочности порядка 15 МПа, что позволяет получить кирпич марки 100 по ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия».

Список литературы:

1. Ананьев А.И. Керамический кирпич и его место в современном строительстве / А.И. Ананьев, О.И. Лобов // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 10. – С. 62-65.
2. Ашмарин А.Г. Колористические исследования влияния минеральных добавок на цветовую гамму керамических изделий / А.Г. Ашмарин, Н.Р. Мустафин, И.С. Опарина // Строительные материалы. 2006. – № 2. – С. 76-80.
3. Зубехин А.П. Влияние окислительно-восстановительных условий обжига на фазовый состав железа и цвет керамического кирпича / А.П. Зубехин, Н.Д. Яценко, К.А. Веревкин // Строительные материалы. – 2011. – № 8. – С. 8-11.
4. Щукина Л.П. Использование техногенных отходов для получения лицевого керамического кирпича / Л.П. Щукина, Е.В. Любова, И.В. Билан, М.Ф. Картавенко // Строительные материалы. – 2010. – № 8. – С. 28-30.
5. Верещагин В.И. Использование природного и техногенного сырья сибирского региона в производстве строительной керамики и теплоизоляционных материалов / В.И. Верещагин, В.М. Погребенков, Т.В. Вакалова // Строительные материалы. – 2009. – С. 73.
6. Столбоушкин А.Ю. Изменение интенсивности окраски декоративных керамических материалов матричной структуры / А.Ю. Столбоушкин, Д.В. Акст, О.А. Фомина, В.А. Сыромясов // Труды НГАСУ (Сибстрин). – 2017. – Т. 20. – № 2(65). – С. 92-102.

Б.К. Кара-сал, С.А. Чюдюк, А.Ш. Сарыглар ПОДБОР СОСТАВА ШИХТЫ НА ОСНОВЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ АРГИЛЛИТОВОЙ ВСКРЫШНОЙ ПОРОДЫ УГЛЕДОБЫЧИ	67
А.П.Пичугин, А.В.Пчельников, В.Ф.Хританков, О.Е.Смирнова, С.Е.Ткаченко К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИФФУЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОВЫШЕННОЙ НЕПРОНИЦАЕМОСТИ	73
Г.А. Непомнящев, Д.А. Дорофеева, М.М. Титов АКТИВАЦИЯ ВОДОЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ	77
Л.В. Ильина, А.К. Туляганов, М.Е. Литвинов ВЛИЯНИЕ КРЕМНЕЗОЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ	81
В.Ф. Панова, И.В. Спиридонова, С.А. Панов, ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	86
Г.И. Стороженко, L.D. Schwartzman ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЖЕСТКОГО ФОРМОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ИЗ СУГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ, ОБОГАЩЕННОГО НАНОРАЗМЕРНЫМИ ГЛИНИСТЫМИ ЧАСТИЦАМИ	94
А.Ю. Столбоушкин, И.А. Поправка, Д.В. Акст, ОКРАШИВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА	102
А.Г. Ганиев, Ж.Ж. Сулаймонов, З.Х. Курбанов, Б.А. Турсунов, А.Р. Рахмонов МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИДКОГО СТЕКЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОТОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИЙ	109