

ОБОГАЩЕНИЕ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ НИЗКОГО КАЧЕСТВА

Л.Н. Тацки, Л.В. Ильина, Л.А. Барышок
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,
г. Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В данной статье рассматривается возможность расширения цветовой палитры керамического черепка. В связи с нехваткой глинистого сырья высокого качества для изготовления лицевого кирпича пластического формования актуальна задача изготовления керамических стеновых материалов полусухим прессованием из глинистых пород низкого качества.

Материалы и методы. Основным сырьем являлось неспекающееся глинистое сырье с низким содержанием глинистых и высоким содержанием пылеватых частиц. Для расширения цветовой палитры керамического кирпича применялись корректирующие добавки. В статье авторы использовали как стандартные методы определения физико-механических свойств, так и современные методы исследования фазового состава материалов.

Результаты. Экспериментально подтверждена возможность обогащения цветовой гаммы керамического черепка на основе неспекающегося глинистого сырья при условии содержания в шихтах добавок-плавней. При получении изделий с осветленным черепком следует использовать светлоокрашенные плавни.

Заключение. Установлена возможность обогащения цветовой гаммы керамического черепка путем добавления беложгущейся глины, введения отбеливающих и хромофорных добавок и техногенных продуктов. В связи с различиями в химическом составе глинистого сырья отдельных месторождений необходим индивидуальный подход к каждому из них.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: низкокачественное глинистое сырье, полусухое прессование, обогащение цветовой гаммы, керамический черепок, добавки-плавни.

Поступила 20.02.21, принята к публикации 30.06.21.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Тацки, Л.Н. Обогащение цветовой гаммы керамического черепка на основе глинистого сырья низкого качества / Л.Н. Тацки, Л.В. Ильина, Л.А. Барышок. – DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-318-329> // Вестник СибАДИ. – 2021. – Т. 18, № 3(79). – С. 318-329.

© Тацки Л.Н., Ильина Л.В., Барышок Л.А., 2021



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-318-329>

ENRICHING COLOUR RANGE OF CERAMIC SHAPES ON CLAY-BASED MATERIALS OF LOW QUALITY

Ludmila N. Tatski, Liliia V. Ilina, Leonid A. Baryshok
*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin),
Novosibirsk, Russia*

ABSTRACT

Introduction. This article discusses the possibility of expanding the colour palette of a ceramic shard. Due to the shortage of high-quality clay raw materials for the manufacture of plastic molded facing bricks, the problem of manufacturing ceramic wall materials by semi-dry pressing from low-quality clay rocks is urgent.

Materials and methods. The main raw material was non-caking clay raw material with a low content of clay and a high content of silt particles. Some corrective additives were used to expand the colour palette of ceramic bricks. In the article, the authors used both standard methods for determining the physical and mechanical properties and modern methods for studying the phase composition of materials.

Results. The possibility of enriching the colour range of a ceramic shard based on non-sintered clay raw materials has been experimentally confirmed, provided that the mixture contains flux additives. When receiving products with a clarified shard, light-colored flutes should be used.

Conclusion. The possibility of enriching the colour range of a ceramic cap by adding white-burning clay, introducing bleaching and chromophore additives and technogenic products has been established. Due to the differences in the chemical composition of clay raw materials from individual deposits, an individual approach to each of them is required.

KEYWORDS: low-quality clay raw materials, semi-dry pressing, enrichment of colours, ceramic shards, additives-flux.

Submitted 20.02.21, revised 30.06.21.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: Ludmila N. Tatski, Liliia V. Ilina, Leonid A. Baryshok. Enriching colour range of ceramic shapes on clay-based materials of low quality. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2021; 18 (3): 318-329. DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-3-318-329>

© Tatski L.N., Ilina L.V., Baryshok L.A., 2021



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Вследствие высоких физико-механических показателей и эстетических свойств керамический кирпич остается востребованным стеновым материалом [1, 2]. Наибольшим спросом пользуется лицевой кирпич объемного окрашивания, сохраняющий однородность окраски в объеме.

Большинство предприятий производит лицевой кирпич объемного окрашивания способом пластического формования. Передовой в России считается группа компаний «Голицинский кирпич», производящая изделия более десятка цветов [3].

В Свердловской области функционирует Редвинский кирпичный завод, выпускающий кирпич следующих цветов: осенний лист, кремовый, сахара, шоколад, серебро (светло-серый), сливки, карамель, слоновая кость.

В г. Новосибирске лицевой кирпич объемного окрашивания выпускают ООО «Кирпичный завод Ликолор» (далее «Ликолор») и ООО «Стройкерамика», работающие по технологии пластического формования. «Ликолор» осветляет черепок за счет сочетания местного красножгущегося сырья с привозным беложгущимся, получая абрикосовый цвет изделий. Из беложгущейся глины получают кирпич цвета слоновой кости. ООО «Стройкерамика» по заказу потребителей производит кирпич с осветленным черепком за счет использования добавки тонкомолотого мела МТД-2 и изделия черного цвета с введением в шихту добавки MnO_2 .

Фирма «Юнифлокс», представляющая голландскую компанию Ankerpoort NV в России, поставляет следующие минеральные добавки для объемного окрашивания и специального назначения: mangalox – MnO_2 (коричневый цвет); portachrom – CrO_2 (серый цвет из светложгущихся глин); portaferr – натуральный оксид железа Fe_2O_3 (для интенсификации цвета красножгущихся глин, а в комбинации с MnO_2 – черный цвет); portabor – натриево-кальциевый борат (производится на основе природного минерала улексит, способствует спеканию глины) [4].

Производство керамических пигментов весьма затратно [5, 6]. В настоящее время выполняются работы по их замене на техногенные отходы, содержащие необходимые хромофорные компоненты [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Однако вводимые модификаторы цвета обычно влияют не только на окраску изделий, но и на их прочностные показатели, зачастую ухудшая их. Для каждого конкретного состава

разрабатываются способы повышения прочности [16, 17]. А.Ю. Столбоушкин в [18] представил принципы окрашивания керамики матричной структуры.

Г.Л. Мойсовым выполнены эксперименты на различных заводах Краснодарского края [19]. Установлено, что шихты с одинаковым содержанием оксидов железа, но при различном содержании оксида кальция в сырье при одной и той же температуре обжига придают керамическому черепку коричневую, оранжевую и белую окраску. Анализируя полученные результаты, Г.Л. Мойсов сделал вывод о необходимости индивидуального подхода к каждой глинистой породе.

Многие регионы России ощущают нехватку глинистого сырья высокого качества для производства кирпича пластического формования. В частности, в Западной Сибири керамические заводы работают на сырье, содержащем незначительное количество глинистых частиц и высокое – пылеватых фракций. Такое сырье обладает высокой чувствительностью к сушке и склонностью к трещинообразованию при выполнении этой технологической операции. По этой причине, а также из экономических соображений рекомендуется переход промышленности на выпуск кирпича полусухого прессования [20, 21].

Для указанного сырья очень важно оптимизировать процесс сушки сырца [22]. Для снижения чувствительности сырья к сушке рекомендуется включение в технологическую схему оборудования для его измельчения, сушки и механической активации (например, измельчительно-сушильной установки (ИСУ), в которой происходит сушка, помол и механотермическая активация сырья [23]. Из ИСУ порошок подается на грануляцию в турболопастные смесители – грануляторы, где происходит формирование гранул заданного размера и в случае необходимости ввод в состав дополнительных компонентов. Далее гранулы поступают на пресс полусухого прессования.

Многие сибирские глинистые породы содержат карбонатные примеси, что требуется учитывать при разработке технологии [24, 25]. Рекомендуется использовать ИСУ, в результате чего за счет частичной декарбонизации устраняется вредное влияние карбонатов при их содержании в сырье до 20 мас. % [23].

При получении стеновой керамики из низкокачественного сырья большое значение приобретает обеспечение оптимальной структуры керамического черепка, оказывающее влияние также на формирование его окраски [26, 27, 28].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Химический состав глинистого сырья и добавок определялся валовым химическим анализом. Гранулометрический состав глинистого сырья определялся по методу Б.И. Рутковского. Класс сырья по числу пластичности устанавливался по ГОСТ 9169–75. Минеральный состав определялся с помощью термогравиметрического и дифрактометрического метода.

Методика изготовления образцов из глинистого сырья методом полусухого прессования изложена в [29]. В отдельных экспериментах устанавливалась степень белизны черепка в процентах по отношению к эталону. При этом эталоном белизны являлось глушенное (непрозрачное) стекло молочно-белого цвета.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основным сырьем являлись глинистые породы Новосибирской области (НСО). Их свойства представлены в таблице 1.

Легкоплавкое глинистое сырье имело малое количество глинистых частиц (6,8–14,0 об.%) и высокое – пылеватых фракций размером 5–50 мкм (65–75 об.%). Следствием этого являлась их склонность к трещинообразованию при сушке. Легкоплавкие и тугоплавкие глинистые породы отличались содержанием оксида железа: легкоплавкие – 4,5–5,6 мас. % Fe_2O_3 , а тугоплавкие – 1,9–2,9 мас. %. Поэтому обожженный черепок из легкоплавких глин

имел красный цвет, а из тугоплавких – белый или светло-серый.

В качестве корректирующих добавок использовались: плавни (альбитофир, диабаз, молотое оконное стекло, нефелин-сиенит); осветляющие компоненты (мел, известняк); хромофорные отходы ферросиликомарганца; армирующая добавка (дисперсный волластонит).

Диабаз и альбитофир – отходы ОАО «Каменный карьер» (п. Горный, НСО), который осаждается в циклонах.

Оконное стекло и нефелин-сиенит являются добавками-плавнями, традиционно применяемыми при изготовлении керамических изделий. Используемый в работе нефелин-сиенит доставлялся с карьера «Сокол» Кемеровской области. Оконное стекло – это система, состоящая из оксидов натрия, кальция, кремния, магния и алюминия.

Осветляющими добавками выступали мел МТД-2, изготавливаемый на АО «МелСтром», содержащий карбонат кальция и магния более 96 мас.% и дисперсный известняк Чернореченского месторождения НСО.

Частицы дисперсного волластонита имеют игольчатую форму, что предопределяет возможность его применения как микроармирующей добавки ($S=250 \text{ м}^2/\text{кг}$). В.К. Меньшиковой и А.Н. Деминой изучены состав и свойства диопсидовых пород и показана их эффективность в составах керамических масс [30].

Таблица 1
Свойства глинистых пород НСО

Table 1
Properties of clay rocks NSO

| Наименование месторождения | Гранулометрический состав, группа | Пластичность | | Усадка воздушная, % | Класс сырья по огнеупорности |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| | | число пластичности | класс сырья | | |
| Аплаксинское | средний суглинок | 19 | среднепластичный | 9,3 | легкоплавкое |
| Барышевское | пылеватый суглинок | 12 | умереннопластичный | 6,1 | легкоплавкое |
| Каменское | пылеватая суглино-супесь | 8 | умереннопластичный | 6,8 | легкоплавкое |
| Клещихинское | пылеватая супесь | 15 | умереннопластичный | 5,9 | легкоплавкое |
| Евсинское | не определялась | 24 | среднепластичный | 7,4 | тугоплавкое |
| Новоабышевское | пылеватый суглинок | 20 | среднепластичный | 7,5 | тугоплавкое |

Примечание: сырье всех месторождений является неспекающимся.

Химический состав добавок приведен в таблице 2.

В качестве хромофорных добавок в работе использовались охра, редоксайд и хромофорная добавка ферросиликомарганца. Охра – пигмент на основе гидроксида железа с примесью глины и углекислых кальция и магния. При обжиге желтая охра изменяет свою окраску, т.к. гидроксид железа, теряя воду, превращается в гематит (красный железняк). Редоксайд – красный железооксидный пигмент – сырье, для получения которого служат красные и бурые известняки. Хромофорная добавка ферросиликомарганца представляет собой пылевидный отход Западно-Сибирского электрометаллургического завода г. Новокузнецка. Химический состав отхода ферросиликомарганца приведен в таблице 3.

Таким образом, пылевидный отход имеет сложный минеральный состав. Приведенные данные (см. таблицу 3) показывают, что максимальное количество приходится на оксиды SiO₂ и MnO; оксид Fe₂O₃ содержится в количестве 0,43 мас. %. Окрашивающих черепок компонентов два: соединение, содержащее кальций, марганец, силикат и браунит (черная окраска) и содержащее магний и оксид марганца – светло-желтая окраска. Анализ гранулометрического состава отхода показал, что размер частиц изменялся от 0,38 мкм до 119 мкм.

1. Исследования по осветлению керамического черепка

Осветление керамического черепка осуществлялось двумя способами: введением в состав шихты добавок, содержащих карбонат кальция (мел МТД-2 и известняк) и заменой в шихте части красножгущегося сырья на беложгущееся. Поскольку при обжиге карбонат

кальция разлагается с выделением CO₂, прочность образцов падает. Нивелировать снижение прочности можно использованием микроармирующей добавки – волластонита.

В качестве основного сырья использовали пылеватую супесь Клещихинского месторождения. Оптимальный состав шихты (% по сухой массе): супесь – 75, мел МТД-2 – 25, волластонит – 10 сверх 100%. При температуре обжига 1000 °С получен керамический черепок кремового цвета.

На основе сырья Барышевского месторождения выполнены эксперименты по осветлению черепка за счет введения местной добавки – молотого известняка. В качестве добавок-плавней апробированы молотые оконное стекло и нефелин-сиенит (таблица 4.).

Приведенные результаты показали, что повышение температуры обжига и введение в шихту 10 мас. % плавня в виде оконного стекла незначительно осветлило черепок и лишь увеличение содержания плавней до 15 мас. % позволило получить светло-абрикосовую окраску (см. таблицу 4).

В г. Тогучине имеются запасы как легкоплавкого глинистого сырья (Аплакское месторождение), так и тугоплавкого беложгущегося (Новоабышевское месторождение). В качестве плавня использован альбитофир. Результаты представлены в таблице 5.

Результаты показали, что замена 30 мас. % дефицитного беложгущегося глинистого сырья на красножгущееся не изменило цвет керамического черепка.

Интересные, на наш взгляд, результаты получены при изучении возможности осветления черепка за счет сочетания легкоплавкого сырья Каменского месторождения с тугоплавкой породой Евсинского месторождения (таблица 6).

Таблица 2
Химический состав добавок

Table 2
Chemical composition of additives

| Добавка | Содержание оксидов, % по массе | | | | | | | | |
|----------------|--------------------------------|--|--------------------------------|-------|------|-------------------|------------------|-----------------|--------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ +TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | SO ₃ | п.п.п. |
| Альбитофир | 70,97 | 13,45 | 4,85 | 1,15 | 0,59 | 5,51 | 3,48 | - | - |
| Диабаз | 51,33 | 16,90 | 16,77 | 3,86 | 7,74 | 3,09 | 0,31 | - | - |
| Известняк | 0,96 | 0,21 | 0,56 | 54,15 | 0,46 | - | - | 0,26 | 43,40 |
| Нефелин-сиенит | 53,61 | 19,16 | 0,59 | 0,71 | 0,31 | 19,09 | 6,53 | - | - |
| Оконное стекло | 71,81 | 2,00 | 0,09 | 6,71 | 4,10 | 14,79 | - | 0,50 | - |
| Волластонит | 47,29 | 3,91 | 2,39 | 45,21 | 0,31 | - | - | - | 0,89 |

Таблица 3
Химический состав отхода ферросиликомарганца

Table 3
Chemical composition of ferrosilicomanganese waste

| Содержание, мас.% на сухое вещество | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------|-------------------|------------------|------|------|-------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO* | Na ₂ O | K ₂ O | ZnO | S | п.п.п |
| 37,22 | 2,05 | 0,43 | 5,63 | 4,11 | 33,53 | 1,35 | 3,58 | 2,21 | 0,23 | 0,59 |

Примечание: содержание марганца учтено в виде двухвалентного оксида марганца.

Таблица 4
Осветление керамического черепка введением добавки известняка

Table 4
Clarification of a ceramic shard by the addition of MTD-2 chalk

| Состав шихты, % по сухой массе | | | | Давление прессования, МПа | Температура обжига, °С | Степень белизны % | Цвет черепка |
|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|---------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|
| суглинок | молотые | | | | | | |
| | известняк | оконное стекло | нефелин-сиенит | | | | |
| 100 | - | - | - | 20 | 1000 | 46 | кирпичный |
| 80 | 10 | 10 | - | 25 | 1050 | 49 | темно-абрикосовый |
| 75 | 10 | 5 | 10 | 25 | 1050 | 54 | светло-абрикосовый |

Примечание: влажность пресс-порошка 12 мас. %, давление прессования 25 МПа, температура обжига 1050 °С.

Таблица 5
Осветление керамического черепка из шихт с добавкой глины Новоабышевского месторождения

Table 5
Clarification of a ceramic shard from mixtures with the addition of Novoabyshevsky clay Place of Birth

| Состав шихты, % по сухой массе | | | Степень белизны, % | Цвет |
|--------------------------------|----------------|------------|--------------------|--------------------|
| Глинистая порода | | Альбитофир | | |
| Аплаксинская | Новоабышевская | | | |
| - | 85 | 15 | 70 | слоновая кость |
| 20 | 65 | 15 | 57 | светло-абрикосовый |
| 50 | 35 | 15 | 54 | светло-абрикосовый |

Введение в легкоплавкое глинистое сырье плавней осветляет черепок. Замена 50 мас.% красножгущегося сырья на беложгущееся позволило получить кремовый цвет черепка, причем добавка в шихту плавней окраску не изменила (см. таблицу 6).

Была сделана попытка заменить ком-

плексный плавень (стеклобой + альбитофир) на тонкодисперсный диабазовый отход, имеющий темно-серую окраску. Введение этого компонента в шихту в количестве 15 мас.% не позволило осветлить черепок даже при увеличении содержания беложгущейся глины до 60 мас. %.

Таблица 6
Осветление керамического черепка из шихт с добавкой глинистой породы Евсинского месторождения

Table 6
Clarification of a ceramic shard from mixtures with the addition of Evsinsky clay rock Place of Birth

| Состав шихты, % по сухой массе | | | | Цвет черепка |
|--------------------------------|-----------|--------------------|------------|----------------|
| Глинистое сырье | | Плавни, сверх 100% | | |
| Каменское | Евсинское | оконное стекло | альбитофир | |
| 100 | - | - | - | кирпичный |
| 100 | - | 5 | 10 | абрикосовый |
| - | 100 | - | - | слоновая кость |
| - | 100 | 5 | 10 | слоновая кость |
| 50 | 50 | - | - | кремовый |
| 50 | 50 | 5 | 10 | кремовый |

Примечание: влажность шихты 12 мас. %, давление прессования 15 МПа, температура обжига 1000 °С.

Таблица 7
Окрашивание шихт различными хромофорными добавками

Table 7
Staining of mixtures with various chromophore additives

| № состава | Состав шихты, % по сухой массе | | | | | | Степень белизны, % | Цвет черепка |
|-----------|--------------------------------|------|-----------|------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------------|
| | Суглинок | Охра | Редоксайд | Диоксид марганца | Молотое стекло | Нефелин-сиенит | | |
| 1 | 100 | - | - | - | - | - | 46,0 | кирпичный |
| 2 | 90 | 10 | - | - | - | - | 44,0 | красно-коричневый |
| 3 | 85 | 15 | - | - | - | - | 42,5 | красно-коричневый |
| 4 | 85 | 10 | - | - | 5 | - | 43,0 | красно-коричневый |
| 5 | 85 | - | 10 | - | 5 | - | 34,0 | вишневый |
| 6 | 80 | - | - | 5 | 5 | 10 | 34,0 | темно-серый неравномерный |

Примечание:

1. Давление прессования в составах 1–3 составляло 20 МПа, температура обжига – 1000 °С; в составах 4–6, соответственно, 25 МПа и 1050 °С.
2. Влажность пресс-порошка во всех составах составляла 12 мас. %.
3. Дозировка диоксида марганца принята 5 мас. % по экономическим соображениям.

Таблица 8
Влияние введения в шихты добавок отхода ферросиликомарганца

Table 8
Influence of the introduction of ferrosilicomanganese waste additives into the charge

| Состав шихты, % по сухой массе | | | Цвет черепка |
|--------------------------------|----------------------------|-------------|-------------------|
| Суглинок | Марганецсодержащая добавка | Волластонит | |
| 100 | - | - | светло-коричневый |
| 96 | 1 | 3 | темно-коричневый |
| 92 | 5 | 3 | темно-шоколадный |
| 90 | 1 | 9 | темно-коричневый |
| 86 | 5 | 9 | темно-шоколадный |

Примечание: влажность пресс-порошка 12 мас.%, давление прессования – 25 МПа, температура обжига – 1050 °С.

2. Обогащение цветовой гаммы керамического черепка хромофорными добавками

В экспериментах апробированы охра, редоксайд, диоксид марганца в сочетании с различными добавками-плавнями, а также многотоннажный марганец, содержащий отход.

В таблице 7 приведены результаты, выполненные с использованием в качестве основного сырья глинистой породы Барышевского месторождения.

Эксперименты показали, что добавка охры в количестве 1015 мас.% углубляет окраску черепка до красно-коричневой; степень белизны уменьшилась с 46 до 42,5%. Введение в шихту редоксайда в сочетании с плавнем позволило получить красивую вишневую окраску черепка с минимальной степенью белизны 34%. Такой же показатель белизны у состава с диоксидом марганца, однако окраска черепка неравномерная.

Дальнейшие эксперименты выполнялись с использованием в качестве основного глинистого сырья породы Каменского месторождения, а в качестве хромофорной добавки – редоксайда. Бездобавочный состав имел черепок темно-абрикосового цвета; состав с добавкой 10 мас. % редоксайда и 10 мас % диабаз позволил получить темно-вишневую окраску черепка. Эксперименты выполнялись при соблюдении следующих параметров: влажность пресс-порошка 12 мас. %, давление прессования 25 МПа, температура обжига 1050 °С.

Использование в качестве плавня диабаз, содержащего 16,78 мас. % Fe_2O_3 (см. таблицу 2) и имевшего темно-серую окраску, позволило получить темно-вишневый черепок.

Существенное влияние на окраску керамического черепка оказало введение в шихты отхода ферросиликомарганца (таблица 8).

Приведенные результаты показали, что добавка марганецсодержащего отхода существенно влияет на окраску черепка.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с дефицитом высококачественного глинистого сырья для производства лицевого керамического кирпича пластического формования актуальной является задача перехода на технологию полусухого прессования. Необходимо исследовать основные физико-технические свойства и морозостойкость образцов, а также использовать выявленные закономерности:

- экспериментально установленную возможность обогащения цветовой гаммы керамического черепка, полученного на основе неспекающегося глинистого сырья с низким содержанием глинистых частиц;
- экспериментально подтвержденную необходимость введения в составы шихт плавней: молотых оконного стекла или нефелин-сиенита, альбитофира или диабаз – отходов ОАО «Каменный карьер» (п. Горный, НСО), причем диабаз рекомендуется только для шихт с хромофорными добавками;
- возможность получения осветленного черепка за счет использования добавок тонкомолотых мела или известняка, а также светложущихся тугоплавких глин;
- возможность расширения цветовой гаммы при использовании хромофорных добавок в виде охры, редоксайда или отхода ферросиликомарганца;

- необходимо осуществлять индивидуальный подход к глинистому сырью каждого месторождения;

- разработанные составы должны быть испытаны в соответствии с требованиями ГОСТ 530–2012.

Таким образом, на основе неспекающегося глинистого сырья с низким содержанием глинистых фракций возможно получение керамического черепка широкой цветовой палитры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pishchulina V., Kotlyar V., Argun A. Integrated Cross-disciplinary Approach to Dating the Architectural Heritage Objects. Based on Abkhazia and Chechnya Architectural Monuments Dating back from 2nd to 11th Centuries. 2nd International Conference on Art Studies: Science, Experience, Education (ICASSEE 2018) «Advances in Social Science, Education and Humanities Research». Vol. 284. P. 613–617. DOI: 10.2991/icassee-18.2018.121.

2. Pishchulina V., Kotlyar V., Argun A. Modern techniques of research of medieval lime mortars for carrying out dating of monuments (on the example of objects of Abkhazia of the 2-11th c.). Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018). 2019. Volume 91. Article Number 02006. DOI: 10.1051/e3sconf/20199102006

3. В Голицыно – за кирпичом // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI в. 2004. № 1. С. 10–11.

4. Ankerpoort NV – компания-производитель минеральных добавок // Строит. материалы. – 2010. № 4. С. 37.

5. Tena M.A. Study of Cr-SnO₂ ceramic pigment and of Ti/Sn ratio on formation and coloration of these materials / M.A. Tena, S.Meseguer, C. Gargori, A. Fores, J.A. Badenes, G. Monros // Journal of the European Ceramic Society. 2007. Vol. 27. P. 215-221. DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2006.04.183

6. Shen L. Preparation of nanometer-sized black iron oxide pigment by recycling of blast furnace flue dust / Iazhen shen, Yongsheng Qiao, Yong Guo, Junru Tan // Journal of hazardous Materials. 2010. Vol. 177 (1-3). P. 495-500. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.12.060.

7. Prim S.R. Synthesis and characterization of hematite pigment obtained from a steel waste industry / S.R. Prim, M.V. Folgueras, M.A. de Lima, D. Hotza // Journal of Hazardous Materials. 2011. Vol. 192. P.1307-1313. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.06.034.

8. Andreola F. Agricultural waste in the synthesis of coral ceramic pigment / Fernanda Andreola, Luisa Barbieri, Federica Bondioli // Dyes and Pigments. 2012. Vol. 94. P. 207-211. DOI: 10.1016/j.dyepig.2012.01.007.

9. Ozel E. Production of brown pigments for porcelain insulator applications / Emel Ozel, Gurkan Unluturk, Sezvet Turan // Journal of the European Ceramic Society. 2006. Vol. 26. P. 735-740. DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2005.06.037

10. 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.

11. Столбоушкин А.Ю. Улучшение декоративных свойств стеновых керамических материалов на основе техногенного и природного сырья // Строительные материалы. 2013. № 8. С. 24–32.

12. Dovzhenko I.G. Light-tone ceramic facing brick manufacture using ferrous-metallurgy by-products // Glass and Ceramics. 2011. Vol. 68. No. 7–8, pp. 247–249. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10717-011-9364-2>.

13. Stolboushkin A., Akst D., Ivanov A. Structure and properties of ceramic brick colored by manganese-containing wastes // 4 th international young researchers conference on youth, science solutions: ideas and prospects. 2017. P. 02009. DOI: doi.org/10.105/mateconf/201714302009/

14. Красновских М.П., Мокрушин И.Г., Некрасова Ю.И., Автухович В.В. Применение шлака черной металлургии при производстве керамического кирпича ПКК «На закаленной» // Строительные материалы. 2019. № 9. С. 14–21. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-774-9-14-21>.

15. Guryeva V.A., Doroshin A.V., Dubineckij V.V. Ceramic bricks of semi-dry pressing with the use of fusible loams and non-traditional mineral raw materials // Solid State Phenomena. 2020. Vol. 299, pp. 252–257. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.299.252.

16. Бурученко А.Е., Харук Г.Н., Сергеев А.А. Использование отсевов дробления известковых пород в керамическом производстве // Строительные материалы. 2019. № 9. С. 22–27. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-774-9-22-27>.

17. Дубенский В.В., Гурьева В.А., Бутримова Н.В. Особенности подготовки шихты с добавкой карбонатсодержащего отхода бурения в производстве керамического кирпича на основе суглинков // Строительные материалы. 2019. № 4. С. 12–17. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-769-4-12-17>.

18. Столбоушкин А.Ю. Перспективное направление развития строительных керамических материалов из низкокачественного сырья // Строительные материалы. 2018. № 4. С. 24–28. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-758-4-24-28>

19. Мойсов Г.А. Разработка эффективных хромофорных добавок для выпуска цветного керамического кирпича на предприятиях Краснодарского края // Дайджест публикаций журнала «Строительные материалы» за 1996–2002 гг. по тематике: «Керамические строительные материалы». 2003. С. 54–56.

20. Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А. Особенности глинистого сырья Западной Сибири как сырьевой базы строительной керамики // Вестник Тувинского гос. ун-та. технич. и физ.-мат. науки. 2019. № 3. С. 27–36. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41105270>.

21. Гуров Н.Г. Заводы керамических стеновых материалов III поколения как современная база жилищного строительства в Российской провинции // Строительные материалы. 2011. №4. С. 6–8. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16692026>.

22. Guryeva V.A., Doroshin A.V. Determination of optimal drying process for ceramic bricks of

semidry pressing // Proceedings of the International Symposium «Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research» dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov. (ISEES 2019). 2019, pp. 162–165. DOI: <https://doi.org/10.2991/isees-19.2019.33>

23. Тацки Л.Н., Ильина Л.В., Филин Н.С. Технологические принципы повышения качества керамического кирпича полусухого пресования из низкокачественного сырья // Известия вузов. Строительство. 2019. № 7. С. 35–48. Materials // Solid State Phenomena. 2018. Vol. 284, pp. 910–915. DOI: [10.32683/0536-1052-2019-727-7-35-48](https://doi.org/10.32683/0536-1052-2019-727-7-35-48).

24. Guryeva V.A., Doroshin A.V. Building Ceramics Based on carbonate-Containing Raw Materials // Solid State Phenomena. 2018. Vol. 284, pp. 910–915. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.910>.

25. L Ilina, L Tatski and L Baryshok Quality Improvement of semi-dry pressing ceramic bricks from low-quality raw materials by the directional additives // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 962 (2020) 022007 doi: [10.1088/1757-899X/962/2/022007](https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/2/022007).

26. Stolboushkin A.Y., Fomina O.A., Vereshchagin V.I. Phase composition of the core-shell transition layer in a construction ceramic matrix structure made from non-plastic raw material with clay additives // Glass and Ceramics. 2019. T. 76. № 1-2. С. 16-21. DOI: [10.1007/s10717-019-00124-3](https://doi.org/10.1007/s10717-019-00124-3)

27. Fomina O.A., Stolboushkin A.Yu. Firing of ceramics from granulated foam-glass // Materials Science Forum. 2020. T. 992 MSF. С. 265-270. DOI: [10.4028/www.scientific.net/MSF.992.265](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.992.265)

28. Stolboushkin A., Fomina O., Fomin A. The investigation of the matrix structure of ceramic brick made from carbonaceous mudstone tailings // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 124. DOI: [10.1088/1757-899X/124/1/012143](https://doi.org/10.1088/1757-899X/124/1/012143). 2016.

29. Тацки Л.Н., Ильина Л.В. Влияние состава шихты из низкокачественного сырья на свойства осветленного керамического черепка // Строительство и реконструкция. 2020. №2(88). С. 114–119. DOI: [10.33979/2073-7416-2020-88-2-114-122](https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-88-2-114-122)

30. Меньшикова В.К., Демина Л.Н. Непластичные сырьевые материалы для производства строительной керамики // Строительные материалы и изделия. 2020. Том 3. № 4. С. 31–38. DOI: [10.34031/2618-7183-2020-3-4-31-38](https://doi.org/10.34031/2618-7183-2020-3-4-31-38).

REFERENCES

1. Pishchulina V., Kotlyar V., Argun A. Integrated Cross-disciplinary Approach to Dating the Architectural Heritage Objects. Based on Abkhazia and Chechnya Architectural Monuments Dating back from 2nd to 11th Centuries. 2nd International Conference on Art Studies: Science, Experience, Education (ICASSEE 2018) «Advances in Social Science, Education and Humanities Research». 284: 613–617. DOI: [10.2991/icassee-18.2018.121](https://doi.org/10.2991/icassee-18.2018.121).

2. Pishchulina V., Kotlyar V., Argun A. Modern techniques of research of medieval lime mortars for carrying out dating of monuments (on the example of objects of Abkhazia of the 2-11th c.). Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018). 2019. Volume 91. Article Number 02006. DOI: [10.1051/e3sconf/20199102006](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102006)

3. V Golicyno – za kirpichom // *Stroit. materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*. 2004. 1: 10-11. (In Russian)

4. Ankerpoort NV – kompanija-proizvoditel' mineral'nyh dobavok // *Stroit. materialy*. – 2010. 4: 37. (In Russian)

5. Tena M.A. Study of Cr-SnO₂ ceramic pigment and of Ti/Sn ratio on formation and coloration of these materials / M.A. Tena, S. Meseguer, C. Gargori, A. Fores, J.A. Badenes, G. Monros // *Journal of the European Ceramic Society*. 2007. Vol. 27. P. 215-221. DOI: [10.1016/j.jeurceramsoc.2006.04.183](https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2006.04.183)

6. Shen L. Preparation of nanometer-sized black iron oxide pigment by recycling of blast furnace flue dust / lazhen shen, Yongsheng Qiao, Yong Guo, Junru Tan // *Journal of Hazardous Materials*. 2010. 177 (1-3): 495-500. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2009.12.060](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.060).

7. Prim S.R. Synthesis and characterization of hematite pigment obtained from a steel waste industry / S.R. Prim, M.V. Folgueras, M.A. de Lima, D. Hotza // *Journal of Hazardous Materials*. 2011. 192: 1307-1313. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2011.06.034](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.06.034).

8. Andreola F. Agricultural waste in the synthesis of coral ceramic pigment / Fernanda Andreola, Luisa Barbieri, Federica Bondioli // *Dyes and Pigments*. 2012. 94: 207-211. DOI: [10.1016/j.dyepig.2012.01.007](https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2012.01.007).

9. Ozel E. Production of brown pigments for porcelain insulator applications / Emel Ozel, Gurkan Unluturk, Sezvet Turan // *Journal of the European Ceramic Society*. 2006. 26: 735-740. DOI: [10.1016/j.jeurceramsoc.2005.06.037](https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2005.06.037)

10. SHCHukina L.P. Ispol'zovanie tekhnogennyh othodov dlya polucheniya licevogo keramicheskogo kirpicha [The use of man-made waste for the production of face ceramic bricks] / L.P. SHCHukina, E.V. Lyubova, I.V. Bilan, M.F. Kartavenko // *Stroitel'nye materialy*. 2010. 8: 28-30. (In Russian)

11. Stolboushkin A.YU. Uluchshenie dekorativnykh svoystv stenovykh keramicheskikh materia-lov na osnove tekhnogennogo i prirodnogo syr'ya [Improving the decorative properties of ceramic wall materials based on man-made and natural raw materials] // *Stroitel'nye materialy*. 2013 8: 24-32. (In Russian)

12. Dovzhenko I.G. Light-tone ceramic facing brick manufacture using ferrous-metallurgy by-products // *Glass and Ceramics*. 2011. 68. No. 7–8: 247–249. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10717-011-9364-2>. (In Russian)

13. Stolboushkin A., Akst D., Ivanov A. Structure and properties of ceramic brick colored by manganese-containing wastes // 4 th international young researchers conference on youth, science solutions: ideas and prospects. 2017. 02009. DOI: [10.105/mateconf/201714302009/](https://doi.org/10.105/mateconf/201714302009/)

14. Krasnovskikh M.P. Primenenie shlaka chernoj metallurgii pri proizvodstve keramichesko-kirpicha PKK «Na zakalennom» [The use of ferrous metallurgy slag in the production of ceramic bricks of the PKK "On hardened"] / M.P. Krasovskikh, I.G. Mokrushin, YU.I. Nekrasova, V.V. Avtuhovich // *Stroitel'nye materialy*. 2019. 9: 14-21. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430H-2019-774-9-14-21>. (In Russian)
15. Guryeva V.A., Doroshin A.V., Dubineckij V.V. Ceramic bricks of semi-dry pressing with the use of fusible loams and non-traditional mineral raw materials // *Solid State Phenomena*. 2020. 299: 252–257. DOI: [10.4028/www.scientific.net/SSP.299.252](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.299.252).
16. Buruchenko A.E. Ispol'zovanie otsevo droleniya izvestkovykh porod v keramicheskom proizvodstve [The use of calcareous rock crushing screenings in ceramic production] / A.E. Buruchenko, G.N. Haruk, A.A. Sergeev // *Stroitel'nye materialy*. 2019. 9: 22-27. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430H-2019-774-9-22-27> (In Russian)
17. Dubenskij V.V., Gur'eva V.A., Butrimova N.V. osobennosti podgotovki shihty s dobav-koj karbonatsoderzhashchego othoda bureniya v proizvodstve keramicheskogo kirpicha na osnove suglinkov [Features of preparation of the charge with the addition of carbonate-containing drilling waste in the production of ceramic bricks based on loams] // *Stroitel'nye materialy*. 2019. 4: 12-17. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-769-4-12-17>.
18. Stolboushkin A.YU. Perspektivnoe napravlenie razvitiya stroitel'nykh keramicheskikh materialov iz nizkokachestvennogo syr'ya [A promising direction for the development of building ceramic materials from low-quality raw materials] // *Stroitel'nye materialy*. 2018. 4: 24-28. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-758-4-24-28> (In Russian)
19. Mojsov G.A. Razrabotka effektivnykh hromofornykh dobavok dlya vypuska cvetnogo ke-ramicheskogo kirpicha na predpriyatiyah Krasnodarskogo kraja [Development of effective chromophore additives for the production of colored ceramic bricks at enterprises of the Krasnodar Territory] // *Dajzhest publikacij zhurnala «Stroitel'nye materialy» za 1996-2002 g.g. po tematike: «Keramicheskie stroitel'nye materi-aly»*. 2003: 54-56. (In Russian)
20. Stolboushkin A.YU. Osobennosti glinistogo syr'ya zapadnoj Sibiri kak syr'evoy bazy stroitel'noj keramiki [Features of clay raw materials of Western Siberia as a raw material base of construction ceramics] / A.YU. Stolboushkin, O.A. Fomina // *Vestnik Tuvinskogo gos. un-ta. tekhnich. i fiz.-mat. nauki*. 2019. 3: 27-36. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41105270>. (In Russian)
21. Gurov N.G. Zavody keramicheskikh stenovykh materialov III pokoleniya kak sovremennaya baza zhilishchnogo stroitel'stva v Rossijskoj provincii [Plants of ceramic wall materials of the third generation as a modern base of housing construction in the Russian province] // *Stroit. materialy*. 2011. 4: 6-8. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16692026>
22. Guryeva V.A., Doroshin A.V. Determination of optimal drying process for ceramic bricks of semidry pressing // *Proceedings of the International Symposium «Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research» dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov. (ISEES 2019)*. 2019: 162–165. DOI: <https://doi.org/10.2991/isees-19.2019.33>
23. Tacki L.N., Il'ina L.V., Filin N.S. Tekhnologicheskie principy povysheniya kachestva ke-ramicheskogo kirpicha polusuhoego pressovaniya iz nizkokachestvennogo syr'ya [Technological principles of improving the quality of semi-dry pressed ceramic bricks from low-quality raw materials] // *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2019. 7: 35- 48. *Materials // Solid State Phenomena*. 2018. 284: 910–915. DOI: [10.32683/0536-1052-2019-727-7-35-48](https://doi.org/10.32683/0536-1052-2019-727-7-35-48). (In Russian)
24. Guryeva V.A., Doroshin A.V. Building Ceramics Based on cCarbonate-Containing Raw Materials // *Solid State Phenomena*. 2018. 284: 910–915. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.910>.
25. L Ilina, L Tatski and L Baryshok Quality Improvement of semi-dry pressing ceramic bricks from low-quality raw materials by the directional additives // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (2020) 022007 doi:10.1088/1757-899X/962/2/022007.
26. Stolboushkin A.Y., Fomina O.A., Vereshchagin V.I. Phase composition of the core-shell transition layer in a construction ceramic matrix structure made from non-plastic raw material with clay additives // *Glass and Ceramics*. 2019. 76. 1-2: 16-21. DOI: [10.1007/s10717-019-00124-3](https://doi.org/10.1007/s10717-019-00124-3)
27. Fomina O.A., Stolboushkin A.Yu. Firing of ceramics from granulated foam-glass // *Materials Science Forum*. 2020. T. 992 MSF. C. 265-270. DOI: [10.4028/www.scientific.net/MSF.992.265](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.992.265)
28. Stolboushkin A., Fomina O., Fomin A. The investigation of the matrix structure of ceramic brick made from carbonaceous mudstone tailings // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016. 124. DOI: [10.1088/1757-899X/124/1/012143](https://doi.org/10.1088/1757-899X/124/1/012143). 2016. (In Russian)
29. Tacki L.N., Il'ina L.V. Vliyaniye sostava shihty iz nizkokachestvennogo syr'ya na svoj-stva osvetlennogo keramicheskogo cherepka [Influence of the composition of the charge from low-quality raw materials on the properties of the clarified ceramic shard] // *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*. 2020. 2(88): 114-119. DOI: [10.33979/2073-7416-2020-88-2-114-122](https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-88-2-114-122) (In Russian)
30. Men'shikova V.K., Demina L.N. Neplastichnye syr'evye materialy dlya proizvodstva stroitel'noj keramiki [Non-plastic raw materials for the production of construction ceramics] // *Stroitel'nye materialy i izdeliya*. 2020. 3. 4: 31-38. DOI: [10.34031/2618-7183-2020-3-4-31-38](https://doi.org/10.34031/2618-7183-2020-3-4-31-38). (In Russian)

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Тацки Л.Н., Ильина Л.В. Обзор литературы, анализ состояния вопроса, постановка цели и задач исследования, анализ результатов экспериментов, их обсуждение и выводы.

Барышок Л.А. Исследование свойств сырьевых материалов, выполнение экспериментов.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Lyudmila N. Tatski, Lilia V. Iliina, literature review, analysis of the state of the art, setting the goal and objectives of the study, analysis of the results of experiments, discussion and conclusions.

Leonid A. Baryshok, study of the properties of raw materials, experiments.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тацки Людмила Николаевна – канд. техн. наук, доц., проф. кафедры строительных материалов, стандартизации и сертификации ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» (630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113).

Ильина Лилия Владимировна – д-р техн. наук, проф., ORCID id - 0000-0002-8520-4453, Scopus AuthorID- 57076182100, Web of Science ResearcherID – AAB-3899-2021, декан факультета инженерных и информационных технологий, проф. кафедры строительных материалов, стандартизации и сертификации, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный уни-

верситет (Сибстрин)» (630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113 nsklika@mail.ru).

Барышок Леонид Алексеевич – магистрант, группа 161-маг ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» (630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lyudmila N. Tatski, Cand. of Sci., Associate Professor, Professor of the Building Materials, Standardization and Certification Department, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia, Novosibirsk, Leningradskaya street, 113.

Lilia V. Iliina, Dr. of Technical Sciences, Professor, ORCID id – 0000-0002-8520-4453, Scopus Author ID- 57076182100, Web of Sci., Researcher ID – AAB-3899-2021, Dean of the Engineering and Information Technologies Faculty, Professor of the Building Materials, Standardization and Certification Department, nsklika@mail.ru

Leonid A. Baryshok, undergraduate, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia, Novosibirsk, Leningradskaya street, 113.