

DOI: 10.34031/2071-7318-2019-4-12-130-139

***Сыса О.К., Морева И.Ю., Трепалина Ю.Н., Чепурных А.А., Локтионов В.А.,
Локтионова Е.В.**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46

*E-mail: sysa1975@inbox.ru

ГЛИНИСТОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВЕТЛООКРАШЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА В АСПЕКТЕ ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ СОЛЕЙ ВАНАДИЯ

Аннотация. Лицевой керамический кирпич – один из самых экологичных в эксплуатации стеновых материалов, что обуславливает его широкое использование в строительстве. На сегодняшний день особым интересом среди потребителей пользуется кирпич именно светлых оттенков (персиковый, соломенный, бежевый т.д.). Однако существенным недостатком кирпичных зданий, ухудшающим технические и эстетические свойства, является появление солей на поверхности кладки керамического кирпича. Причины этого явления разнообразны – повышенное содержание водорастворимых солей в глинистом сырье, миграция солей из цементной кладки, жесткость воды и т.д. Существует множество способов борьбы с высолом на стеновых изделиях, однако особое значение имеет подбор сырьевых материалов и предварительный анализ их склонности к высолообразованию. В данной работе изучены причины образования и микроструктура высолов солей ванадия на лицевом керамическом кирпиче светлых тонов. Проанализирован минералогический состав, физические и формовочные свойства глин месторождений «Большая Карповка», Талалаевское, Часов-Ярское в аспекте высолообразования солей ванадия. Установлено, что образовавшиеся высолы на образцах исследуемых глин состоят из сульфатов щелочных металлов и ванадатов кальция от зеленовато-желтого до оранжевого цвета. Приведены рекомендации по использованию исследуемых глин в производстве светлоокрашенного кирпича.

Ключевые слова: Лицевой керамический кирпич, светлоокрашенный кирпич, тугоплавкая глина, пластическое формование, высолообразование, соли ванадия.

Введение. Лицевой керамический кирпич – один из самых экологичных в эксплуатации стеновых материалов, что обуславливает его широкое использование в строительстве [1–5].

На сегодняшний день особым интересом среди потребителей пользуется кирпич именно светлых оттенков (персиковый, соломенный, бежевый т.д.). Такой кирпич можно получить как из светлоглиняной, так и из красной глины методом объемного окрашивания, а также методами декоративной обработки лицевой поверхности (ангобирование и т.д.) [6, 7].

Одним из существенных недостатков кирпичных зданий, ухудшающих технические и эстетические свойства, является высолообразование – появления солей на поверхности кладки керамического кирпича. Предотвращение высолов на лицевом керамическом кирпиче и других стеновых материалов является актуальной задачей, поскольку позволяет не только улучшить технологические характеристики изделий (морозостойкость, прочность), но и значительно облагородить состояние поверхности [8, 9].

Причины появления высолов на керамическом кирпиче зависят от многих факторов, например, повышенного содержания водорастворимых

солей в глинистом сырье, миграции солей из цементной кладки, жесткости воды, применяемой для керамической массы, а также могут быть следствием использования топлива, содержащего сернистые соединения или несовершенства работы сушильного и обжигового оборудования. Образование высолов может напрямую зависеть от структуры материала – пористости и характера пор [10–12], а также может являться результатом воздействия окружающей среды непосредственно на материал кладки [13, 14].

Одним из эффективных способов устранения высолов на поверхности лицевого кирпича является введение в состав глиномассы различных добавок, которые переводят растворимые соли в нерастворимые [15]. Другим способом борьбы с высолом является нанесение различных пленок и других защитных покрытий на лицевую поверхность свежеформованного сырца, которые препятствуют испарению влаги с поверхностей в процессе сушки, а, следовательно, и появлению высолов [16, 17].

Целью данной работы является изучение склонности к высолообразованию тугоплавких светло-серых глин и возможности их использования для производства лицевого керамического

кирпича светлых тонов, а также изучение строения и состава высолов солей ванадия.

В качестве сырьевых материалов в работе использовались глины месторождений: «Большая Карповка» (БК-3), п. Кшенский, Курская область;

Талалаевское (ТЛ-3), г. Стерлитамак, республика Башкирия; Часов-Ярское (ЧП), Украина. Химический состав исследуемых материалов приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых глин

Наим.	Содержание, масс.%										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	V ₂ O ₅	ппп	Σ
БК-3	61,1	24,85	2,0	3,40	0,17	0,22	0,18	0,05	0,03	8,0	100
ТЛ-3	60,6	24,0	2,0	1,65	0,48	1,1	0,50	0,13	0,04	9,5	100
ЧП	63,1	24,8	1,1	0,80	0,24	0,81	2,02	0,5	0,03	6,6	100

Исследуемые глины по содержанию Al₂O₃ относятся к полукислым глинам (28–14 %). Глина БК-3 относится к глинам с высоким содержанием красящих оксидов (Fe₂O₃>3 %, TiO₂>2 %), которые могут влиять на цвет черепка. Глина ТЛ-3 относится к глинам со средним содержанием, а глина ЧП - с низким содержанием красящих оксидов. По огнеупорности всё глинистое сырье относится к тугоплавкому (1350–1580 °С) [18].

По данным рентгенофазового анализа установлено, что основные минералы в глине БК-3 представлены каолинитом, иллитом, кварцем, полевыми шпатами. БК-3 имеет светло-серую окраску и относится к категории алевритовых беложгущихся глин каолинитового состава. В глине наблюдается высокое содержание соединений железа, представленных мелкодисперсным сиде-

ритом, а также высокое содержание двуокси титана, представленной анатазом. Присутствует совсем немного щелочных оксидов, около 1%.

По минералогическому составу ТЛ-3 является полиминеральной, составленной каолинитом, гидрослюдой, монтмориллонитом. Установлено высокое содержание двуокси титана и 2 % щелочных оксидов (табл. 1).

Глина Часов-Ярского месторождения – серая, по минеральному составу относится к каолинито-гидрослюдистым глинам, основной минеральной составляющей которых является монартермит. Присутствие монартермита (как разновидности каолинита) подтверждает повышенное содержание калия (табл. 1).

Были определены показатели, характеризующие основные технологические свойства глинистого сырья (табл. 2).

Таблица 2

Технологические свойства исследуемых глин

Глина \ Свойства	БК-3	ТЛ-3	ЧП
Формовочная влажность, %	15 %	20 %	17 %
Число пластичности	9,8	20,4	13,2
Классификация по ГОСТ 9169-75	умеренно-пластичная	средне-пластичная	умеренно-пластичная
Коэффициент чувствительности к сушке K _ч	0,45	0,79	0,65
	нечувствительная		
Водопоглощение (обжиг при 1050 °С), %	14	7,5	9
Воздушная усадка, %	10	19,5	14
Огневая усадка, % (обжиг при 1050 °С)	2,4	5,5	4,5
Цвет после обжига	кремовый	бежевый	кремово-розовый

Глина Часов-Ярская и «Большая Карповка» относятся к умеренно пластичным, малочувствительным к сушке. А глина Талалаевская – к средне пластичным, малочувствительным к сушке. Основные формовочные свойства позволяют формовать кирпич пластическим способом, т.к. глины пластичны (от 9,8 до 20,4) и имеют низкую чувствительность к сушке.

В соответствии с окраской после обжига исследуемые глины относятся к категории беложгущихся, что определяет возможность их применения для производства светлоокрашенного керамического кирпича.

Образцы всех трех видов глин, обожженных при традиционной для производства лицевого кирпича температуре 1050 °С, соответствуют по водопоглощению требованиям ГОСТ 530-2012

(не менее 6 %). Причем водопоглощение глины БК-3 больше, чем у ТЛ-3 и ЧП, что является нежелательным.

Определена дисперсность глины с применением лазерного анализатора размеров частиц

ANALYSETTE22 (рис. 1). Все глины по содержанию тонкодисперсных фракций (ГОСТ 21216.2-93) относятся к среднедисперсным.

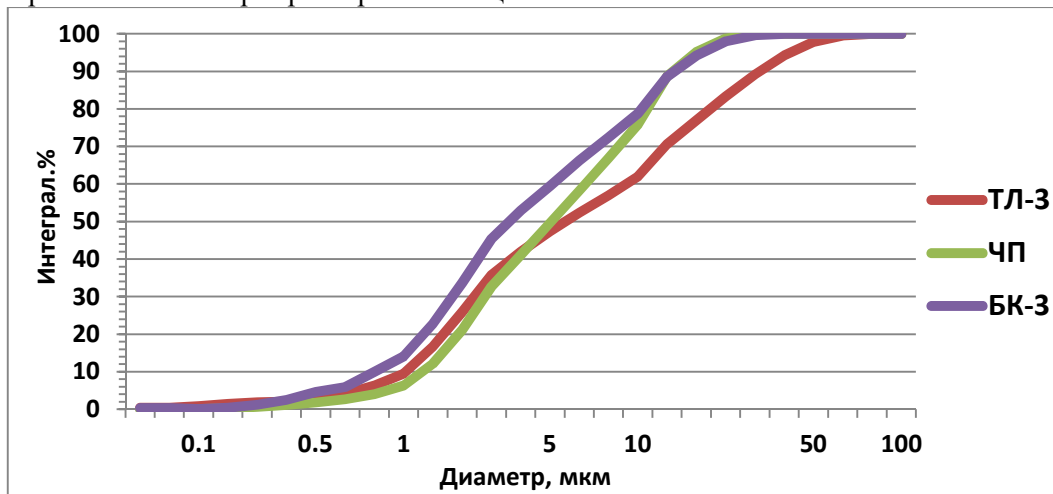


Рис. 1. Содержание тонкодисперсных фракций в исследуемых глинах

Глина БК-3 характеризуется высоким содержанием пылевидной крупной фракцией (размер частиц 0,063–0,01 мм) – 36,9 % и глинистой фракцией (0,005–0,001 и <0,001 мм) – 47,4 % и низким содержанием песчаной (более 0,063 мм) и пылевидной мелкой (0,01-0,005 мм) – 14,6 %.

Гранулометрия глины ТЛ-3 представлена относительно более высоким содержанием глинистой фракции – 59,9 %, средним содержанием пылевидной крупной – 21,2 % и пылевидной мелкой – 18,9 % фракций.

Глина ЧП имеет высокое содержание глинистой фракции – 49,7 % и пылевидной мелкой – 26,2 % и средним содержанием пылевидной крупной – 24,1 %.

Гранулометрический состав изученных глин определяет возможность их применения в техно-

логии керамического кирпича в массах, содержащих отощающие добавки, что повысит содержание песчаной фракции и снизит усадочные явления после термообработки.

Оценку технологического назначения исследуемых глин провели по классификации А.И. Августиника [18] (рис. 2). Исследуемые глины на диаграмме не располагаются на участке для производства керамического кирпича (рис. 2). Соотношения молярных долей Al_2O_3/SiO_2 составили от 0,22 до 0,24, а молярная доля плавней 0,03-0,07. В чистом виде изученные глины непригодны для производства кирпича, и требуют ввода добавок плавней и отощителей для корректировки состава.

Определенно содержание водорастворимых солей в исследуемом сырье (табл. 3).

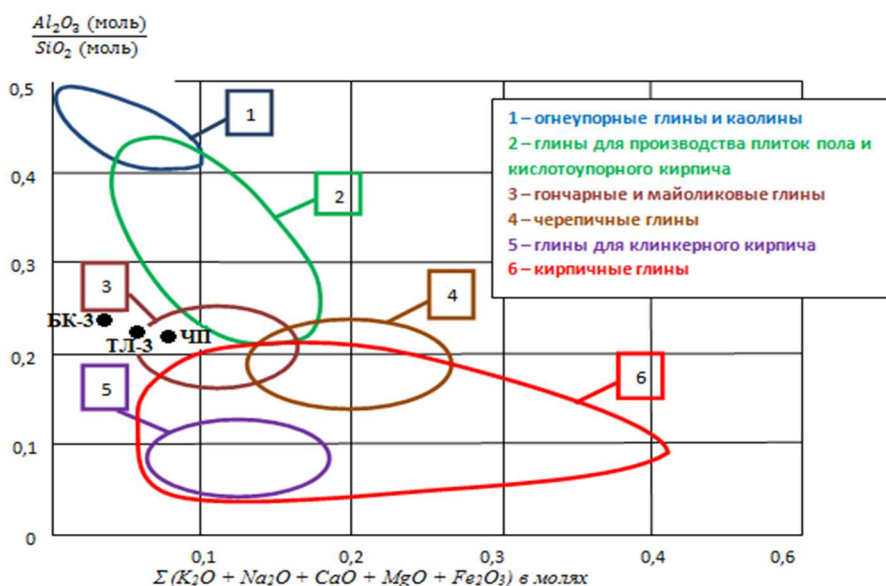


Рис. 2. Расположение исследуемых глин на диаграмме Августиника

Таблица 3

Содержание водорастворимых солей в глинах

Наим. глин	Содержание водорастворимых солей, мг-экв на 100 г							Группа по содержанию водорастворимых солей
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Σ	
БК-3	1,80	1,50	0,36	1,35	0,16	1,60	6,77	Среднее содержание
ТЛ-3	1,91	0,75	0,85	2,48	0,12	1,45	7,56	Среднее содержание
ЧП	1,53	0,90	0,56	1,84	0,45	1,97	7,25	Среднее содержание

В исследуемых глинах наблюдается среднее содержание водорастворимых солей (табл. 4). Данная характеристика означает возможность появления солей на поверхности кирпича непосредственно в кладке, если после сушки сырца высолообразование не наблюдается. Вследствие этого была определена необходимость оценки высолообразования изделий после обжига методом капиллярного подсоса.

На следующем этапе работы исследована природа желтых налетов (высолов), появляющихся на поверхности образцов керамического

кирпича, исходным сырьем для которых служили светложгущиеся глины месторождений Талалаевского, Часов-Ярского и «Большая Карповка». Обжиг керамических образцов пластического формования производили при максимальной температуре 1050 °С.

Определена скорость начальной адсорбции воды образцов керамического кирпича по ГОСТ 530-2012 (табл. 4).

Таблица 4

Скорость начальной адсорбции воды контрольных образцов керамического кирпича

Наименование глины	БК-3	ТЛ-3	ЧП
Скорость начальной адсорбции воды, кг/м ² ·min	1,4–1,45	0,15–0,2	0,65–0,7

Скорость адсорбции воды в материале влияет на интенсивность высолообразования, так как способствует капиллярному перемещению воды в материале, а значит передвижению водорастворимых солей. Как видно из таблицы 8, наибольшую впитывающую способность имеют образцы из глины БК-3, что подтверждается обильным образованием на них высолов (рис. 3.). Подобное

явление наблюдается на образцах из Часов-Ярской глины, при этом скорость начальной адсорбции имеет среднее значение. Менее значительное высолообразование наблюдается на образцах из глины ТЛ-3, показатель адсорбции воды также минимален (рис. 3.).

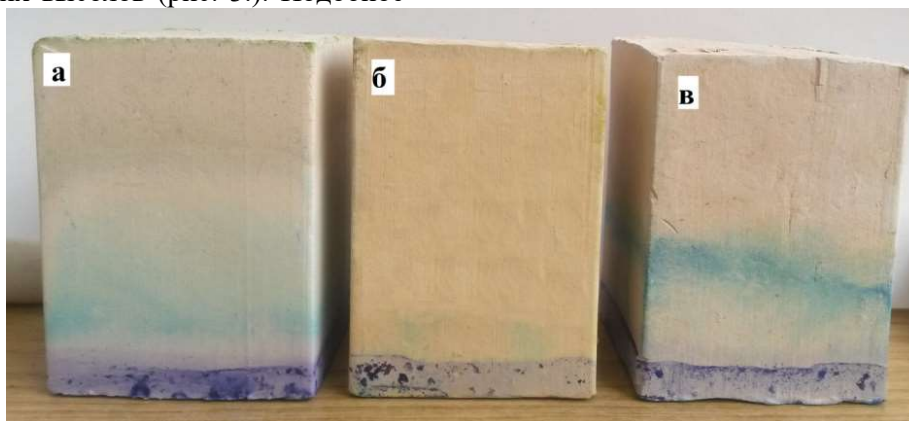


Рис. 3. Образцы после определения скорости адсорбции воды и капиллярного подсоса с красителем: а) глина Талалаевского месторождения, б) глина Часов-Ярского месторождения, в) глина месторождения «Большая Карповка»

Исходя из того, что скорость начальной адсорбции воды зависит от плотности изделия, можно утверждать, что образцы на основе глины ТЛ-3 имеют более плотную структуру, за счет

интенсивного спекания, и, как следствие, минимальное перемещение влаги в порах. Изделия из глин ЧП и БК-3 более пористые, перемещение влаги в структуре пор интенсивнее, что увеличивает скорость адсорбции.

Керамические образцы проверяли на склонность к высолообразованию по ГОСТ 530-2012 (рис. 4). Установлено, что наиболее подвержена появлению солей глина БК-3, на верхнем ребре кубиков образовалось наибольшее количество яркого желто-оранжевого налета. На образцах из

глины ТЛ-3 можно увидеть среднее количество желто-зеленого налета. Меньше всего подвержена выделению солей глина ЧП - на ребрах образцов выступило небольшое количество желто-зеленых налетов.



Рис. 4. Результаты определения склонности к высолообразованию на образцах: 1.1, 1.2 – БК-3; 2.1, 2.2 – ТЛ-3; 3.1, 3.2 – ЧП

Для исследования природы высолов были сделаны химические и минералогические исследования соскоба налета с образцов керамики

(табл. 5). Химический состав обожженных образцов представлен в таблице 6.

Таблица 5

Химический состав образовавшихся высолов

Содержание, масс.%										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	V ₂ O ₅	K ₂ O	TiO ₂	Σ
51,9	20,2	9,52	7,55	2,44	2,15	1,90	1,57	1,47	1,30	100

Таблица 6

Химический состав обожженных образцов

Наим.	Содержание, масс.%										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	V ₂ O ₅	Σ
БК-3	63,3	29,87	1,80	3,22	0,80	0,37	0,40	0,11	0,10	0,03	100
ТЛ-3	69,0	23,6	2,35	1,68	1,24	1,17	0,61	0,25	0,06	0,04	100
ЧП	68,8	23,95	1,10	0,98	1,10	1,20	1,82	0,90	0,12	0,03	100

Как видно из таблицы 5, в составе высолов, кроме наличия компонентов керамического черепка, которые не берутся в рассмотрение, наблюдается значительное содержание оксидов SO₃ и V₂O₅, а также наличие щелочных и щелочземельных оксидов CaO, MgO, Na₂O (табл. 4, 5). Это подтверждает содержание в высолах сульфатов и ванадатов: сульфата кальция или ангидрита (CaSO₄), гипса (CaSO₄·2H₂O), сульфата магния (MgSO₄), мирабилита (MgSO₄·2H₂O), сульфата

натрия (Na₂SO₄), ванадата кальция (Ca₃(VO₄)₂ или CaVO₄).

Микрофотографии полученных налетов на образцах после испытания на капиллярный подсос представлены на рисунках 5–7.

Структура высолов на образцах из глины «Большая Карповка» представлена пластинчатыми призматическими кристаллами с образованными на них мелкодисперсными агрегатами бесформенного почкообразного строения.

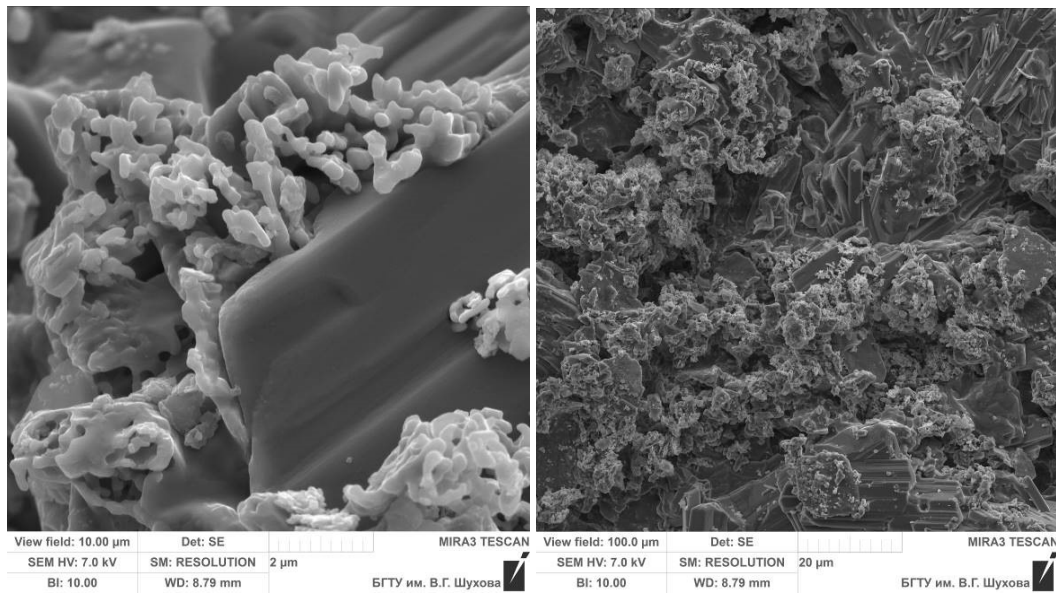


Рис. 5. Микрофотографии высолов на образцах из глины месторождения «Большая Карповка», БК-3

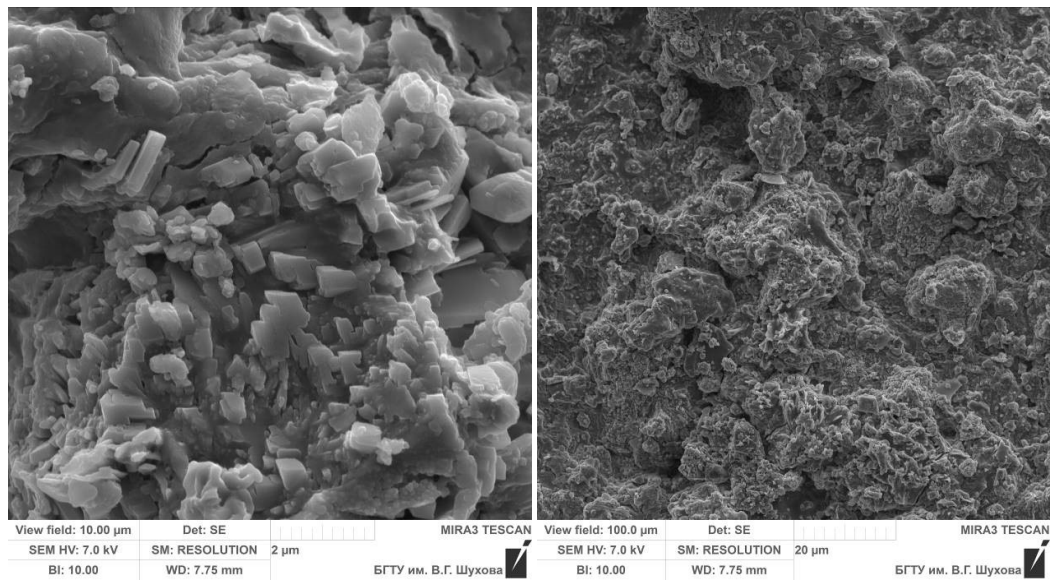


Рис. 6. Микрофотографии высолов на образцах из глины месторождения Талалаевское, ТЛ-3

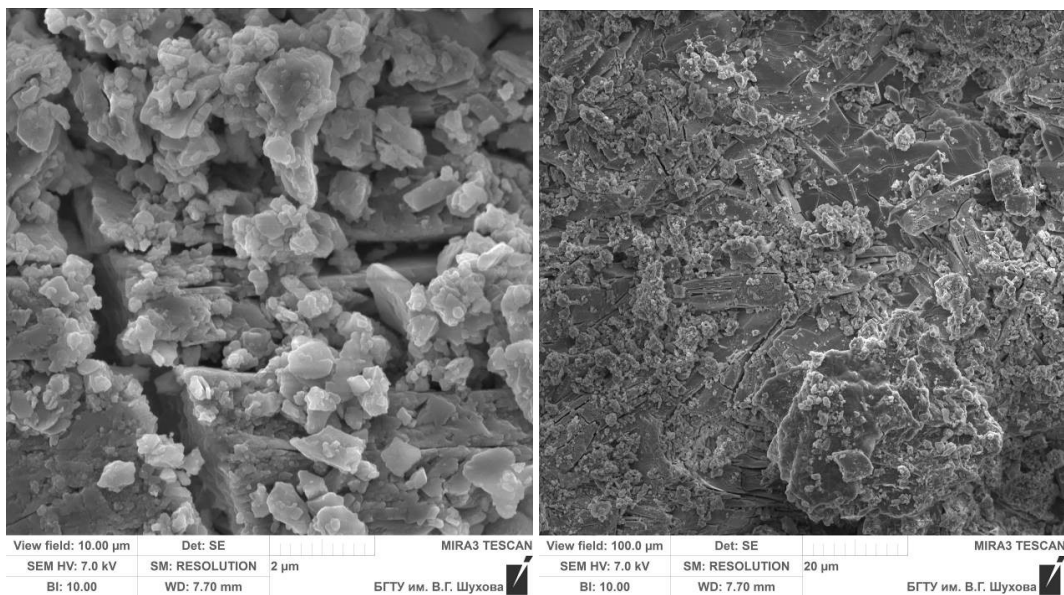


Рис. 7. Микрофотографии высолов на образцах из глины месторождения Часов-Ярское, ЧП

На образцах на основе глины Талалаевской (рис. 6) и Часов-Ярской (рис. 7), высолы представлены мелкими четырехугольными и ромбическими кристаллами, возможно ангидрида или гипса, образовавшиеся в момент быстрой кристаллизации, так как при медленной кристаллизации гипса образуются игольчатые, пластинчатые кристаллы.

Основываясь на том, что все высолы имели желтый цвет, можно утверждать присутствие в них солей ванадия, в том числе метаванадата кальция, кристаллы которого имеют моноклинную структуру [19].

Проведенные исследования устанавливают присутствие в исследуемых глинах соединений ванадия, которые в водный раствор в обычных условиях не переходят. Обжиг керамического кирпича на основе данных глин при температуре 900-1100 °С в окислительной среде приводит к окислению ванадия до высшего оксида V_2O_5 . В процессе эксплуатации кирпича образовавшийся пентавалентный ванадий легко выщелачивается водой и мигрирует в виде растворимых солей ванадия на поверхность изделий.

Таким образом выяснено, что образовавшиеся высолы на образцах состоят из сульфатов щелочных металлов и ванадатов кальция, которые придают налету различный цвет: от зеленовато-желтого до оранжевого.

В результате проведенных комплексных исследований установлена возможность производства керамического кирпича светлых тонов на основе изученных глин. Для российских производителей может быть рекомендовано отечественное глинистое сырье Талалаевского месторождения. Изделия на ее основе удовлетворяют требованиям ГОСТ 530-2012 и менее подвержены высолообразованию. Глина БК-3 месторождения «Большая Карповка» [20] также может быть использована в кирпичном производстве, но с применением высолоустраняющих добавок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альперович И.А. Лицевой керамический кирпич – экологически чистый стеновой материал // Строительные материалы. 1994. № 10. С. 5–7.
2. Баранов А.О., Павлов В.Н., Тагаева Т.О. Тревожные перспективы: прогноз развития экономики России на 2015-2017 гг. Concerning outlook: forecasting of Russian economical development for 2015-2017 years // ЭКО. 2014. №12. С. 15–35.
3. Ананьев А.И., Лобов О.И. Керамический кирпич и его место в современном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 10. С. 62–65.
4. Бегоулев С.А. Факторы развития в условиях кризиса на примере кирпичного объединения «Победа ЛСР» // Строительные материалы. 2009. №4. С. 12–13.
5. Гаврилов А.В., Гринфельд Г.И. Краткий обзор истории, состояния и перспектив рынка клинкерного кирпича в России // Строительные материалы. 2013. № 4. С. 20–22.
6. Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Филатова Е.В., Борjak В.И., Вереvкин К.А. Влияние химического и фазового состава на цвет керамического кирпича // Строительные материалы. 2008. № 4. С. 31–33.
7. Баранов Е.В., Шелковникова Т.И. Особенности получения керамического кирпича светлых тонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 7. С. 18-21.
8. Вакалова Т.В., Погребенков В.М., Ревва И.Б. Причины образования и способы устранения высолов в технологии керамического кирпича // Строительные материалы. 2004. № 2. С. 30–31.
9. Бабков В.В., Габитов А.И., Чуйкин А.Е., Мохов А.В., Климов В.П., Гайсин А.М., Сухарева И.А. Высолообразование на поверхностях наружных стен зданий из штучных стеновых материалов // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 47–49.
10. Огородник И.В., Дмитренко Н.Д., Оксамит Т.В. Причины появления и способы нейтрализации водорастворимых солей при производстве лицевого керамического кирпича // Строительные материалы и изделия. 2008. № 6. С. 9–12.
11. Yakovlev G., Ginchitskaia I., Valeriy G., Khaseev D., Saidova Z. Modification of masonry mortar and structure of ceramic bricks to reduce efflorescence. Key Engineering Materials 808 KEM. 2019. Pp. 3–8. DOI:4028/www.scientific.net/KEM.808.3
12. Kaczmarek, A. Evolution of Salt Efflorescence on Clinker Face Walls. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 471. Issue 3. 032036. DOI:10.1088/1757-899X/471/3/032036
13. Vinichenko V., Ryazanova V.A., Gabitov A.I., Udalova Ye.A., Salov A.S. Efflorescence processes in exterior wall surface of buildings. Materials Science Forum. 2019. Vol. 968. Pp. 115–121 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.968.115>
14. Наумов А.А. Устранение высолов на керамическом кирпиче // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 37–38.
15. Козловская Г.П., Макаров В.В., Овчинников Н.Л., Косенок В.А., Панов А.В. Зола ТЭЦ для устранения выцветов керамического кирпича //

Экология и промышленность России. 2012. № 1. С. 30–32.

16. Manohar S., Santhanam M., Chockalingam N. Performance and microstructure of bricks with protective coatings subjected to salt weathering. 2019. Construction and Building Materials. Vol. 226. pp. 94–105. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.06.080

17. Emery S.N.D., Charola A.E. Coatings on brick masonry: are they protective or can they en-

hance deterioration? Journal of The American Institute for Conservation. 2007. Vol.46. № 1. Pp. 39–52. DOI: 10.1179/019713607806112387

18. Августиник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1975. 592 с.

19. Химическая энциклопедия. Т.1. М.: Советская энциклопедия, 1988. 348 с.

20. Богдановский А.Л., Пищик А.В. Применение глиен месторождения Большая Карповка в производстве строительной керамики // Строительные материалы. 2012. №5. С. 22–25.

Информация об авторах

Сыса Оксана Константиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии стекла и керамики. E-mail: sysa1975@inbox.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Морева Ирина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии стекла и керамики. E-mail: moreva_bstu@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Трепалина Юлия Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии стекла и керамики. E-mail: yliaalin@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чепурных Алина Александровна, аспирант кафедры технологии стекла и керамики. E-mail: alina.chepurnyh@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Локтионов Виктор Алексеевич, аспирант кафедры технологии стекла и керамики. E-mail: lok_vik94@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Локтионова Екатерина Владимировна, студент кафедры промышленной экологии. E-mail: kate.sysa@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в октябре 2019 г.

©Сыса О.К., Морева И.Ю., Трепалина Ю.Н., Чепурных А.А., Локтионов В.А., Локтионова Е.В., 2019

***Sysa O.K., Moreva I.Yu., Trepalina Y.N., Chepurnyh A.A., Loktionov V.A., Loktionova E.V.**

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

**E-mail: alexanderstronin@yandex.ru*

RAW CLAY MATERIALS FOR THE LIGHT-TONE CERAMIC BRICK FROM THE STANDPOINT OF VANADIUM SALT EFFLORESCENCE

Abstract. Ceramic lining brick is the most eco-friendly material and it is widely spread in modern construction. To date, the brick of light colors is of particular interest among consumers (peach, straw, beige, etc.). One of the main problem of brick constructions which impair technical and aesthetical properties is the salt weathering on the ceramic masonry surface. The reasons for this phenomenon are various-high content of water-soluble salts in clay raw materials, migration of salts from cement masonry, water hardness, etc. There are plenty methods to reduce damage and protect lining brick from salt efflorescence but raw materials selection and preliminary analysis of its liability to salt weathering is of particular importance. This paper addresses to the occurrence causes and microstructure of vanadium salts on the light-tone lining brick. The mineral composition, physical and molding properties of raw clay materials from Bolshaya Karpovka, Talalaevskoe, Chasov-Yarskoe deposits is analyzed from the standpoint of vanadium salt efflorescence. It is found that salt formation on the test sample surface consists of alkalis sulphates and calcium vanadates from the

greenish-yellow to orange colors. The paper provided recommendations for using above-mentioned clays in light-tone ceramic brick manufacturing.

Keywords: lining ceramic brick, light-toned brick, high-melting clay, plastic shaping, salt efflorescence, vanadium salts

REFERENCES

1. Alperovich I.A. The lining ceramic brick - green material [Licevoy keramicheskiy kirpich – ekologicheskii chisty stenovoy material]. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 1994. No. 10. Pp. 5–7. (rus)
2. Baranov A.O., Pavlov V.N., Tagaeva T.O. Concerning outlook: forecasting of Russian economic development for 2015-2017 years. [Trevozhnye perspektivy: prognoz razvitiya ekonomiki Rossii na 2015-2017 gg]. *ECO Journal*. 2014. No. 12. Pp. 15–35. (rus)
3. Ananiev A.I. Lobov O.I. Ceramic brick and its place in the construction of modern buildings [Keramicheskiy kirpich i ego mesto v sovremennom stroitelstve]. *Industrial and Civil Engineering*. 2014. No. 10. Pp. 62–65. (rus)
4. Begoulev S.A. Evolution factors under the crisis drawing in example of brick association “Pobeda LSR” [Faktozy razvitiya v usloviyah krizisa na primere kirpichnogo ob'edineniya “Pobeda LSR”]. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2009. No. 4. Pp. 12–13. (rus)
5. Gavrillov A.V., Grinfeld. G.I. The short overview of the clinker brick market history, situation and prospect in Russia [Kratkii obzor istorii, sostoyaniya i perspective rynka klinkernogo kirpicha v Rossii]. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2013. No. 4. Pp. 20–22. (rus)
6. Zubehin A.P., Yaschenko N.D., Filatova E.V., Boryak V.I., Verevkin K.A. The influencing of chemical and phase composition on the ceramic brick color [Vliyanie himicheskogo i fazovogo sostava na cvet keramicheskogo kirpicha] *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2008. No. 4. Pp. 31–33 (rus)
7. Baranov E.V., Shelkovnikova T.I., The features of the production of a ceramic brick of light tones [Osobennosti polucheniya keramicheskogo kirpicha svetlyh tonov]. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2016. №7. Pp. 18–21 (rus)
8. Vakalova T.V., Pogrebenkov V.M., Revva I.B. The salt efflorescences reasons and its eliminating ways in ceramic brick technology [Prichiny obrazovaniya i sposoby ustraneniya vysolov v tehnologii keramicheskogo kirpicha] *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2004. No. 2. Pp. 30–31 (rus)
9. Babkov V.V., Gabitov A.I., Chuikin A.E., Mohov A.V., Klimov V.P., Gaisin A.M., Suhareva I.A. Wall saltpetre formation on the surface of external walls of buildings made on the basis of piece wall materials [Vysoloobrazovanie na poverhnostyakh naruzhnykh sten zdaniy iz shtuchnykh stenovykh materialov]. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2008. No. 3. Pp. 47–49 (rus)
10. Ogorodnik I.V., Dmitrenko N.D., Oksamit T.V. The reasons and neutralization ways of salt efflorescences in lining ceramic brick manufacturing [Prichiny poyavleniya i sposoby neutralizatsii vodorastvorimyyh soley pri proizvodstve licevogo keramicheskogo kirpicha]. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2008. No. 6. Pp. 9–12 (rus)
11. Yakovlev G., Ginchitskaia I., Valeriy G., Khaseev, D., Saidova, Z. Modification of masonry mortar and structure of ceramic bricks to reduce efflorescence. *Key Engineering Materials 808 KEM*. 2019. Pp. 3–8. DOI:4028/www.scientific.net/KEM.808.3
12. Kaczmarek, A. Evolution of Salt Efflorescence on Clinker Face Walls. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 471. Issue 3. 032036. DOI:10.1088/1757-899X/471/3/032036
13. Vinichenko V., Ryazanova V.A., Gabitov A.I., Udalova Ye.A., Salov A.S. Efflorescence processes in exterior wall surface of buildings. *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 968. Pp. 115-121 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.968.115>
14. Naumov A.A. The salt efflorescence elimination on ceramic brick [Ustranenie vysolov na keramicheskome kirpiche] *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia)*. 2016. No. 5. Pp.37–38 (rus)
15. Kozlovskaya G.P., Makarov V.V., Ovchinnikov N.L., Kosenok V.A., Panov A.V. TPP fly ash for the brick bloom elimination [Zola TEC dlya ustraneniya vycvetov keramicheskogo kirpicha] *Ecology and Industry of Russia*. 2012. № 1. pp. 30-32
16. Manohar S., Santhanam M., Chockalingam N. Performance and microstructure of bricks with protective coatings subjected to salt weathering. *Construction and Building Materials*. Vol. 226. Pp. 94–105. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.06.080
17. Emery S.N.D., Charola A.E. Coatings on brick masonry: are they protective or can they enhance deterioration? *Journal of The American Institute for Conservation*. 2007. Vol.46. No. 1. Pp. 39–52. DOI: 10.1179/019713607806112387
18. Avgustinik A.I. *Ceramic*. Stroyizdat. 1975. 592 p.

19. Encyclopedia of Chemistry. Vol.1. Sovetskaya enciklopediya. 1988. 348 p.

20. Bogdanovskiy A.L., Pischik A.V. Using of deposit "Bolshaya Karpovka" clays in ceramics

manufacturing [Primenenie glin mestorozhdeniya Bolshaya Karpovka v proizvodstve stroitel'noy keramiki]. Stroitel'nye Materialy (Construction Materials Russia). 2012. No. 5. Pp. 22–25 (rus)

Information about the authors

Sysa, Oksana K. PhD, Assistant professor. E-mail: sysa1975@inbox.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Moreva, Irina Yu. PhD, Assistant professor. E-mail: moreva_bstu@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Trepalina, Yulia N. PhD, Assistant professor. E-mail: ylialin@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chepurnyh, Alina A. Postgraduate student. E-mail: alina.chepurnyh@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Loktionov, Viktor A. Postgraduate student. E-mail: lok_vik94@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Loktionova, Ekaterina V. Bachelor student. E-mail: kate.sysa@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in October 2019

Для цитирования:

Сыса О.К., Морева И.Ю., Трепалина Ю.Н., Чепурных А.А., Локтионов В.А., Локтионова Е.В. Глинистое сырье для производства светлоокрашенного керамического кирпича в аспекте высолообразования солей ванадия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 12. С. 130–139. DOI: 10.34031/2071-7318-2019-4-12-130-139

For citation:

Sysa O.K., Moreva I.Y., Trepalina Y.N., Chepurnyh A.A., Loktionov V.A., Loktionova E.V. Raw clay materials for the light-tone ceramic brick from the standpoint of vanadium salt efflorescence. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 12. Pp. 130–139. DOI: 10.34031/2071-7318-2019-4-12-130-139