

DOI: 10.34031/article_5cb1e65d798f87.83499465

¹Трепалина Ю.Н., ^{1,*}Кириллова Н.К.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

*E-mail: kirillova_nk@edu.bstu.ru

КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ ИЗ СЫРЬЯ ЯКУТИИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТОНКОМОЛОТОГО СТЕКЛОБОЯ

Аннотация. *Керамический кирпич на протяжении многих веков являлся основным строительным материалом при возведении жилых малоэтажных зданий и подсобных помещений, а также изделия строительной керамики отличаются своей долговечностью, высокими художественными характеристиками и полным отсутствием токсичности. Эти значения он не потерял и поныне. Объемы строительства в Республике Саха (Якутия) увеличиваются, спрос на строительный материал, как кирпич так же растет с каждым годом. При возведении объектов в Якутске используют керамический кирпич, ввозимый из-за пределов республики. Республика Саха (Якутия) располагает достаточно хорошей сырьевой базой глины и суглинков для производства керамических изделий. Особую важность имеет исследование основных свойств глинистого сырья для получения качественного продукта. Приведены результаты исследований использования глинистого сырья месторождения Санниковское, Республики Саха (Якутия), для дальнейшего производства керамического кирпича. Определены химический и минералогический составы глинистого сырья. Разработаны составы керамических масс с добавлением отходов стеклобоя в разном процентном содержании, для сокращения количества твердых отходов. Стеклобой использовался тарный, прозрачный. Исследованы технологические и основные физико-механические свойства полученных образцов.*

Ключевые слова: *керамический кирпич, глинистое сырье, месторождение Якутии, химический состав, минералогический состав, керамическая масса, тонкомолотый стеклобой.*

Введение. Объемы индивидуального жилищного строительства в Якутии за последние десять лет выросли в два раза. Потребность в керамическом кирпиче очень высокая [1]. В настоящее время собственного производства керамического кирпича Республика не имеет [2].

При возведении объектов применяется керамический кирпич, который ввозится из-за пределов республики, из соседних регионов. Основной ввоз лицевого керамического строительного кирпича производится из Хабаровского края, г. Хабаровск. Расстояние от Хабаровска до Якутска составляет более 2000 км. По данным, полученным из территориальных управлений ФАС России, на территории Российской Федерации зарегистрировано 350 предприятий, осуществляющих производство и реализацию глиняного (керамического) кирпича. Самый большой объем производства, как рядового, так и облицовочного кирпича приходится на Центральный федеральный округ. А самый наименьший объем приходится на Дальневосточный федеральный округ. В Дальневосточном федеральном округе – 15 заводов, при этом в Сахалинской области, Республики Саха (Якутия), Магаданской области и Чукотском автономном округе производство глиняного (керамического) кирпича не осуществляется [3].

Сотрудники Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, г. Якутска исследовали, что ситуация с размещением

данных производств разрешима: Республика Саха (Якутия) располагает достаточными земельными и минерально-сырьевыми ресурсами для решения этой проблемы. В этой связи исследование основного сырья Якутии и разработка составов керамических масс для производства керамического кирпича более высокого качества с учетом специфики местного сырья имеют особую важность [4–8].

Главными задачами для производства керамического кирпича является энергосбережение на производстве, улучшение качества керамического кирпича, увеличение номенклатуры керамических изделий [9].

В этой связи исследование комплекса технологических и физико-химических особенностей глинистого сырья, а также разработка составов более высокого качества с учетом специфики местного сырья имеют особую важность [10, 11].

Целью исследования является исследование местного сырья Якутии и разработка составов керамических масс с добавлением тонкомолотого стеклобоя для производства керамического кирпича.

Методика. Рентгенограммы глины определены на рентгенофлуоресцентном спектрометре серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дифракции.

Определены основные физико-механические свойства по методам испытания:

ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия»; ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости».

Основная часть. Для разработки составов керамических масс для производства керамического кирпича использовали глины Санниковского месторождения.

ского месторождения. Санниковское месторождение расположено в двух километрах к западу от с. Намцы и в 84 км. к северу от г. Якутска [12].

Исследовали глинистое сырье Санниковского месторождения. По химическому составу характеризуются содержанием следующих видов оксидов, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав глины Санниковского месторождения

Компоненты	Содержание оксидов, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	ППП
Санниковское месторождение	55,29	16,93	4,81	4,31	4,17	2,63	1,79	0,65	8,7

По таблице 1 видно, что по химическому составу глинистое сырье Санниковского месторождения относится к легкоплавким глинам (так как низкое содержание оксида алюминия) с вы-

соким содержанием красящих оксидов (оксида железа).

Результаты рентгенофазового анализа глин месторождения Санниковское показано на рис. 1.

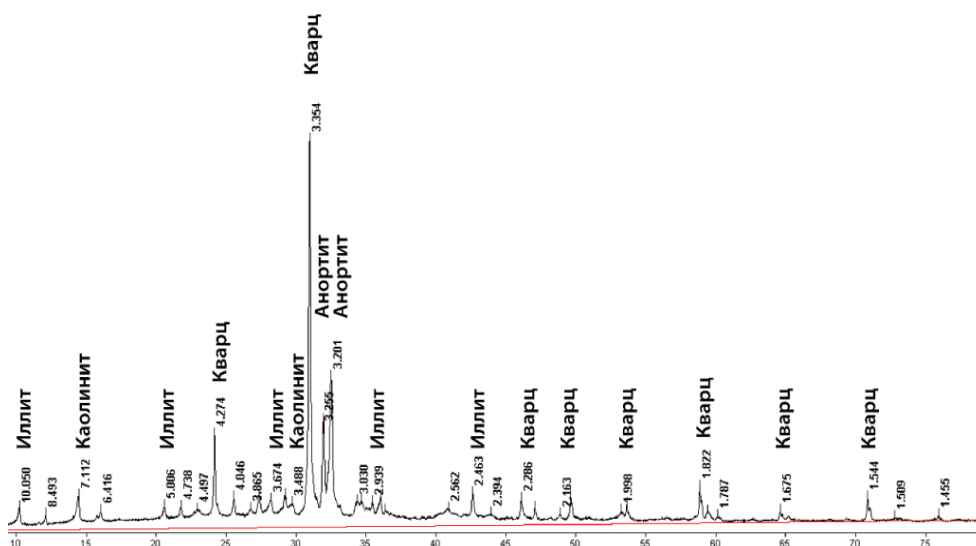


Рис. 1. Результаты рентгенофазового анализа глины Санниковского месторождения

По данным рентгенофазового анализа глины Санниковского месторождения относятся к каолинит-гидрослюдистым глинам, также присутствуют минералы примеси: кварц и анортит.

Технологические характеристики, такие как формовочная влажность, коэффициент чувствительности к сушке и воздушная линейная усадка представлены на таблице 2.

По табл. 2 видно, что Санниковская глина умереннопластичная и малочувствительная.

Для улучшения качества глинистого сырья ввели спекающую добавку. В качестве такой добавки использовали тонкомолотый бесцветный стеклобой тарного стекла, в разных соотношениях от 5–15 %. Измельчали мокрым по-

молот, в шаровой мельнице, до прохождения через сито 0,063 мм. Формовались образцы пластическим способом.

Таблица 2

Технологические характеристики глины Санниковского месторождения

Наименование показателей	Санниковская глина
Формовочная влажность, %	19
Коэффициент чувствительности к сушке	0,6
Воздушная линейная усадка, %	5,8

В России и за рубежом встает проблема утилизации твердых отходов, в том числе стек-

ла, так как они практически не утилизируются [13]. Стекольный бой – это ценное сырье. Частичная замена шихты стеклобоем позволяет сократить расход сырьевых материалов. По данным ряда экономистов, утилизация 1 миллиона бутылок позволяет сохранить 300 т. кварцевого стекольного песка и 100 т. кальцинированной соды. Введение стеклобоя в состав шихты позволяет снижению энергетических затрат и экономии топлива, поскольку процессы силикато- и стеклообразования в расплаве протекают при более низких температурах, что подтверждается результатами многих исследователей [14].

Таблица 3

Наименование компонентов, разработанных составов, %.

Индексы масс	Санниковская глина	Стеклобой
1	100	-
2	95	5
3	90	10
4	85	15

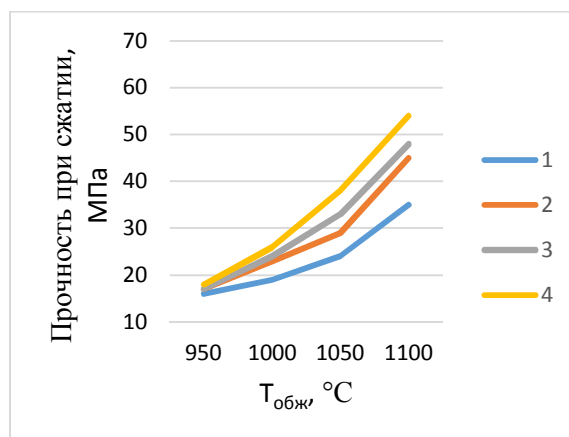
Обжигали образцы при температурах 950, 1000, 1050, 1100 °С, с выдержками 200 °С и 600 °С по часу. Определили основные физико-механические свойства образцов.

При добавлении тонкомолотого боя стекла к Санниковской глине, по сравнению с чистой глиной (состав 1) произошло значительное увеличение значения прочности на сжатие (рис. 2а). Наибольшее значение прочности на сжатие при добавлении 15 % стеклобоя (состав 4) при температуре обжига 1100 °С равна 54 МПа.

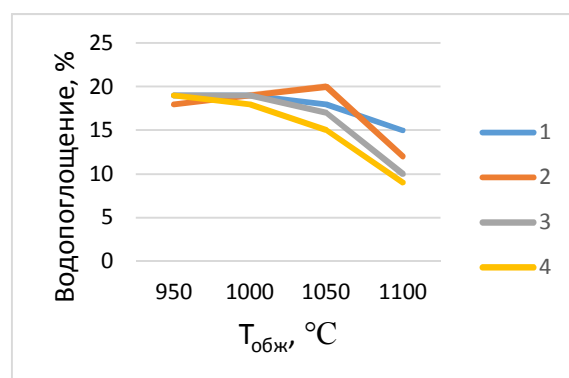
По данным приведенным на рисунке 2б видно, что при увеличении температуры значение водопоглощения снижается. При добавлении боя стекла наименьшее значение у состава 4 (Санниковская глина + 15 % боя стекла) при температуре обжига 1050 °С равна значению 15. При увеличении температуры обжига до 1100 °С значение водопоглощения уменьшается до 9 при добавлении 15 % боя стекла, 10 – при добавлении 10 % боя стекла и 12 – при добавлении 5 %.

По рис. 2в. видно, что при увеличении температуры обжига значение пористости образцов уменьшается. Наименьшее значение пористости у состава №19 (Санниковская глина + бой стекла 15 %), при температуре обжига 1050 °С равна 27. При увеличении температуры обжига до 1100 °С получили значения пористости при содержании 5 % боя стекла – 24; при 10 % боя стекла – 20 и при 15 % боя стекла – 19.

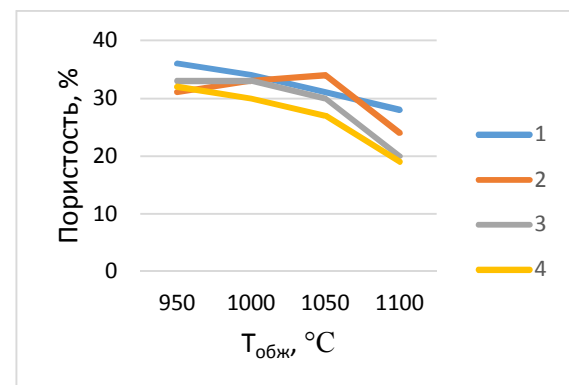
Добавка стеклобоя к глинистому сырью способствует увеличению количества жидкой фазы в материале, что приводит к снижению пористости и водопоглощения, повышению механической прочности [15].



(а)



(б)



(в)

Рис. 2. Зависимости основных физико-механических свойств от температуры:

(а) – прочности при сжатии;

(б) – водопоглощения; (в) – пористости

Выводы. Введение тонкомолотого стеклобоя повлияло на свойства в лучшую сторону. Происходит более плотное спекание, так как стекло действует, как плавень и способствует увеличению жидкой фазы.

По распоряжению Окружной администрации города Якутска с 1 февраля 2018 года организован отдельный сбор отходов, где также

включен сбор стекла. Добавляли бой тарного стекла. Таким образом, использование стеклобоя сократит количество твердых отходов, что имеет значение для окружающей среды.

В ходе исследования пришли к выводу, что при добавлении 15% тонкомолотого стеклобоя, при обжиге 1100 °С позволяет получить кирпич марки М200, соответствующий требованиям ГОСТа 530-2012 характерный для лицевого кирпича, что может способствовать применению в отделочных работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Софронов А.Ф., Колодезников К.Е., Уаров В.Ф. Полезные ископаемые Сунтарского района и перспективы их промышленного освоения. Якутск: ЯФ ГУ «Изд-во СО РАН», 2004. 143 с.
2. Буренина О.Н., Андреева А.В., Саввинова М.Е. Сырьевая база производства строительных материалов в Республике Саха (Якутия) // Инновации в науке. 2017. №5. С. 69–72.
3. Стратегия развития промышленности строительных материалов республики Саха (Якутия) на период до 2020 года // Доклад министерства архитектуры и строительного комплекса Республики Саха (Якутия). 2012. 43 с.
4. Местников А.Е., Егорова А.Д., Абрамова П.С. Сырьевые ресурсы для производства строительных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. №2. С. 39–41.
5. Осорова Р.С., Колесов М.В., Михайлов Д.А. Строительная керамика из сырья Якутии с модифицирующими добавками // Энергия молодых – строительному комплексу: сб. материалов конф. XI Всероссийской научно-техн. конф., (г. Братск, 19-21 мая 2017 г.). Братск: изд-во БрГУ, 2017. С. 81–84.
6. Егорова А.Д., Осорова Р.С., Слепцова Л.С. Актуальность организации производства керамического кирпича в Якутии // Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение: сб. материалов конф. II Всероссийской научно-практич. конф., (г. Якутск, 27-28 октября 2014 г.). Киров: изд-во МЦНИП, 2014. С. 112–114.
7. Егорова А.Д., Потапова А.Ю., Сутакова Э.М. Применение керамического кирпича для строительства в Якутске // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №8. С. 17–21.
8. Егорова А.Д., Колесов М.В., Михайлов Д.А. Строительная керамика из сырья Якутии, модифицированная стеклобоем // Фундаментальные основы строительного материаловедения: сб. докладов Междун. онлайн-конгресса, (г. Белгород, 06-11 октября 2017 г.). Белгород: изд-во БГТУ, 2017. С. 975–980.
9. Солопов С.В. Лицевой керамический кирпич на основе низкосортного глинистого сырья: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Орел, 2010. 34 с.
10. Кара-Сал Б.К., Бичо-Ол Н.М. Повышение качества кирпича комбинированием составов глинистых пород // Строительные материалы. 2006. №2. С. 54–55.
11. Осорова Р.С., Колесов М.В., Егорова А.Д. Оптимизация строительно-эксплуатационных характеристик керамического кирпича из сырья Якутии // Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение: сб. материалов конф. IV Всероссийской научно-практич. конф., (г. Якутск, 27-28 октября 2016 г.). Киров: изд-во МЦНИП, 2016. С. 78–82.
12. Борисов Н.Н., Кочнев Н.Н. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Якутской АССР масштаба 1:2500000. В 2-х томах. Том I. М.: Союзгеолфонд, 1988. 421 с.
13. Мелконян Р.Г. Стеклобой: необходимо наращивать объемы утилизации // Стекло мира. 1998. №4. С. 23–25.
14. Moore H. Glass container technology. // Glass Industry. 1983. №2. Pp. 14–17.
15. Чупрова Л.В. Отходы производства и потребления стекла как сырье для получения качественной продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12-4. С. 640–644.

Информация об авторах

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

Кириллова Наталья Константиновна, аспирант кафедры технологии стекла и керамики. E-mail: kirillova_nk@edu.bstu.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в февраль 2019 г.

© Трепалина Ю.Н., Кириллова Н.К., 2019

¹Trepalina Y.N., ^{1,*}Kirillova N.K.

¹Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

*E-mail: kirillova_nk@edu.bstu.ru

CERAMIC BRICK FROM YAKUTIA RAW MATERIALS WITH THE ADDITION OF GROUND CULLET

Abstract. For centuries, ceramic brick is the main building material in the construction of low-rise residential buildings and utility rooms. In addition, durability, high artistic features and the absence of toxicity characterize building ceramics. The volumes of construction in the Republic of Sakha (Yakutia) and the demand for bricks are increasing every year. Ceramic brick imported from outside the republic is used in the construction of facilities in Yakutsk. The Republic of Sakha possesses a good raw material base of clay and loam for the production of ceramic products. The study of basic properties of clay raw materials for obtaining a quality product is of particular importance. The results of studies on the use of raw materials from the Sannikovskoye clay deposit located in the Republic of Sakha (Yakutia) for the further production of ceramic bricks are presented. The chemical and mineralogical compositions of the clay raw materials are determined. Compositions of ceramic masses with the addition of waste cullet in different percentages are designed to reduce the amount of solid waste. The cullet used is tare and transparent. The technological and basic physicochemical properties of the obtained samples are investigated.

Keywords: ceramic brick, clay raw materials, Yakutia deposit, chemical composition, mineralogical composition, ceramic mass, finely ground cullet.

REFERENCES

1. Sofronov A.F., Kolodeznikov K.E., Uarov V.F. Mineral resources of Suntarsky district and prospects for their industrial development [*Poleznye iskopaemye Suntarskogo rajona i perspektivy ih promyshlennogo osvoeniya*]. Yakutsk: Nuclear Physics Institute, Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2004. 143 p. (rus)
2. Burenina O.N., Andreeva A.V., Savvinova M.E. The raw material base for the production of building materials in the Republic of Sakha (Yakutia) [*Syr'evaya baza proizvodstva stroitel'nykh materialov v Respublike Saha (Yakutiya)*]. Innovations in science. 2017. No. 5. Pp. 69–72. (rus)
3. The development strategy of the building materials industry of the Republic of Sakha (Yakutia) for the period up to 2020. [*Strategiya razvitiya promyshlennosti stroitel'nykh materialov respubliky Saha (Yakutiya) na period do 2020 goda*] Doklad ministerstva arhitektury i stroitel'nogo kompleksa Respubliki Saha (Yakutiya), 2012, 43 p. (rus)
4. Mestnikov A.E., Egorova A.D., Abramova P.S. Raw materials for the production of building materials [*Syr'evye resursy dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov*]. International Journal of Applied and Fundamental Research, 2012. No. 2. Pp. 39–41. (rus)
5. Osorova R.S., Kolesov M.V., Mikhailov D.A. Building ceramics from raw materials of Yakutia with modifying additives [*Stroitel'naya keramika iz syr'ya Yakutii s modificiruyushchimi dobavkami*] Energiya molodyh – stroitel'nomu kompleksu: sb. materialov konf. XI Vserossijskoj nauchno-tekhn. konf., (g. Bratsk, 19-21 maya 2017 g.). Bratsk: publishing house of BrSU, 2017. Pp.81–84 (rus).
6. Egorova A.D., Osorova R.S., Sleptsova L.S. The relevance of the organization of the production of ceramic bricks in Yakutia [*Aktual'nost' organizacii proizvodstva keramicheskogo kirpicha v Yakutii*]. Sovremennye problemy stroitel'stva i zhizneobespecheniya: bezopasnost', kachestvo, ehnergo- i resursosberezhenie: sb. materialov konf. II Vserossijskoj nauchno-praktich. konf., (g. Yakutsk, 27-28 oktyabrya 2014 g.) Kirov: publishing house MCNIP, 2014, Pp. 112–114. (rus)
7. Egorova A.D., Potapova A.Yu., Sutakova E.M. The use of ceramic bricks for construction in Yakutsk [*Primenenie keramicheskogo kirpicha dlya stroitel'stva v Yakutske*]. Industrial and civil construction. 2016. No. 8. Pp. 17–21. (rus)
8. Egorova A.D., Kolesov M.V., Mikhailov D.A. Building ceramics from raw materials of Yakutia, modified by cullet [*Stroitel'naya keramika iz syr'ya Yakutii, modificirovannaya stekloboem*] Fundamental'nye osnovy stroitel'nogo materialovedeniya: sb. dokladov Mezhdun. onlajnkonf. (g. Belgorod, 06-11 oktyabrya 2017 g.). Belgorod: BSTU publishing house. V.G. Shukhov, 2017. Pp. 975–980. (rus)
9. Solopov S.V. Facing ceramic brick on the basis of low-grade clay raw materials [*Licevoj keramicheskij kirpich na osnove nizkosortnogo glinistogo syr'ya*]: author. dis. on the competition scholarly step. Cand. tech. Sciences. Orel, 2010. 34 p. (rus)
10. Kara-Sal B.K., Bicho-Ol N.M. Improving the quality of bricks by combining the compositions

of clay rocks [*Povyshenie kachestva kirpicha kombinirovaniem sostavov glinistyh porod*]. Construction materials. 2006. No. 2. Pp. 54–55. (rus)

11. Osorova R.S., Kolesov M.V., Egorova A.D. Optimization of construction and operational characteristics of ceramic bricks from raw materials of Yakutia [*Optimizaciya stroitel'no-ehkspluatacionnyh harakteristik keramicheskogo kirpicha iz syr'ya Yakutii*]. *Covremennye problemy stroitel'stva i zhizneobespecheniya: bezopasnost', kachestvo, ehnergo- i resursosberezhenie sb. materialov konf. IV Vserossijskoj nauchno-praktich. konf., (g. YAkutsk, 27-28 oktyabrya 2016 g.)*. Kirov: publishing house MCNIP, 2016. Pp. 78–82. (rus)

12. Borisov N.N., Kochnev N.N. Explanatory note to the overview map of the construction materials fields of the Yakut ASSR on a scale of 1:

2500000 [*Ob'yasnitel'naya zapiska k obzornoj karte mestorozhdenij stroitel'nyh materialov Yakutskoj ASSR masshtaba 1:2500000*]. In 2 volumes. Vol. I. M.: Soyu zgeolfond, 1988. 421 p. (rus)

13. Melkonyan R.G. Cullet: it is necessary to increase recycling volumes [*Stekloboj: neobhodimo narashchivat' ob"emy utilizacii*]. *Glass of the world*. 1998. No. 4. Pp. 23–25. (rus)

14. Moore H. Glass container technology. *Glass Industry*. 1983. No. 2. Pp. 14–17.

15. Chuprova L.V. Wastes from the production and consumption of glass as a raw material for obtaining quality products [*Othody proizvodstva i potrebleniya stekla kak syr'e dlya polucheniya kachestvennoj produkcii*]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016. No. 12–4. Pp. 640–644. (rus)

Information about the author

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

Kirillova, Natalya K. Postgraduate student. E-mail: kirillova_nk@edu.bstu.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in February 2019

Для цитирования:

Трепалина Ю.Н., Кириллова Н.К. Керамический кирпич из сырья якутии с добавлением тонкомолотого стеклобоя // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 4. С. 138–143. DOI: 10.34031/article_5cb1e65d798f87.83499465

For citation:

Trepalina Y.N., Kirillova N.K. Ceramic brick from yakutia raw materials with the addition of ground cullet. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2019. No. 4. Pp. 138–143. DOI: 10.34031/article_5cb1e65d798f87.83499465