

**Для цитирования:** Гайшун А.С., Гайшун Е.С., Ковалеристова Е.В., Явруян Х.С. Стеновые керамические материалы на основе техногенного сырья угольного ряда. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019;46 (1): 152-159. DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-1-152-159

**For citation:** Gaishun A.S., Gaishun E.S., Kovaleristova E.V., Yavruyan Kh.S. Wall ceramic materials based on technogenic raw materials of coal series. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2019; 46 (1): 152-159. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-1-152-159

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК: 691.42

DOI: 10.21822/2073-6185-2019-46-1-152-159

### СТЕНОВЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ УГОЛЬНОГО РЯДА

**Гайшун А.С.<sup>4</sup>, Гайшун Е.С.<sup>2</sup>, Ковалеристова Е.В.<sup>3</sup>, Явруян Х.С.<sup>1</sup>**

<sup>1-4</sup> Донской государственный технический университет,

<sup>1-4</sup> 344002, Ростов -на-Дону, площадь Гагарина, 1, Россия,

<sup>1</sup> e-mail: khungianos@mail.ru, <sup>2,4</sup> e-mail: subaru156@yandex.ru,

<sup>3</sup> e-mail: kovaleristova@mail.ru

**Резюме. Цель.** В работе рассматривается целесообразность применения техногенного сырья угольного ряда при изготовлении высокоэффективной стеновой керамики. Интерес к техногенному сырью угольного ряда (шлам, отсеv и кек), как к сырью, используемому при производстве керамических изделий в настоящее время сильно возрос. Причиной этому послужило сокращение базы качественного глиняного сырья, удорожание его использования при производстве стеновой керамики, большое количество скопившегося запасов различных пород техногенного сырья угольного ряда. **Метод.** В исследованиях использовался следующий состав сырьевой смеси: 70% техногенного сырья угольного ряда (отсеv) и 30% глинистого сырья. Определение физико-механических свойств образцов проводилось по ГОСТ 530-2012. Угольные отвалы представляют собой тонкозернистые продукты, в твердой части которых содержится значительное количество угля. **Результат.** Определены технологические параметры получения стеновых керамических изделий на основе угольных шламов. Изучены основные физико-технические характеристики полученных материалов. Изучены фазовые преобразования, протекающие при обжиге и закономерности формирования структуры черепка. Показана целесообразность производства высокоэффективных керамических изделий с пониженной теплопроводностью и плотностью на основе техногенного сырья угольного ряда с использованием технологии компрессионного формования. **Вывод.** Результаты теоретических исследований подтверждаются практическими данными, заключающимися в том, что в сырьевых смесях, содержащих техногенное сырье угольного ряда, резкое увеличение прочности, с учётом полного выгорания углерода, наступает при температурах 1000 -1060°C. Приведённые изменения в процессе производства изделий данным способом помогут достигнуть существенного энергосбережения газа и оптимизации режима обжига.

**Ключевые слова:** угольные шламы, керамические камни, компрессионное формование, прочность, плотность

## BUILDING AND ARCHITECTURE

### WALL CERAMIC MATERIALS BASED ON TECHNOGENIC RAW MATERIALS OF COAL SERIES

Alexey S. Gaishun<sup>4</sup>, Eugene S. Gaishun<sup>2</sup>, Ekaterina V. Kovaleristova<sup>3</sup>, Khungianos S. Yavruyan<sup>1</sup>

<sup>1-4</sup>Don State Technical University,

<sup>1-4</sup>1 Gagarin Square, Rostov-on-Don 344002, Russia,

<sup>1</sup>e-mail: khungianos@mail.ru, <sup>2,4</sup>e-mail: subaru156@yandex.ru,

<sup>3</sup>e-mail: kovaleristova@mail.ru

**Abstract Objectives.** The paper discusses the feasibility of using the technogenic raw materials of the coal series in the production of highly efficient wall ceramics. The interest in the man-made raw materials of the coal series (sludge, screenings and cake) as the raw materials used in the manufacture of ceramic products has now greatly increased. The reason for this was the reduction of the base of high-quality clay raw materials, the appreciation of its use in the production of wall ceramics, a large amount of accumulated reserves of various rocks of coal-based man-made raw materials. **Method.** The research used the following composition of the raw mix: 70% of technogenic raw materials of the coal series (screenings) and 30% of the clay raw materials. The determination of the physico-mechanical properties of the samples was carried out according to GOST 530-2012. Coal dumps are fine-grained products, the solid part of which contains a significant amount of coal. **Result.** The technological parameters of obtaining wall ceramic products based on coal slimes are determined. Studied the main physico-technical characteristics of the materials obtained. Phase transformations occurring during the burning and patterns of the formation of the structure of the shard were studied. The feasibility of the production of highly efficient ceramic products with low thermal conductivity and density based on technogenic raw materials of the coal series using the technology of compression molding is shown. **Conclusion.** The results of theoretical studies are confirmed by practical data, which consist in the fact that in raw mixtures containing technogenic raw materials of coal series, a sharp increase in strength, taking into account the complete burning of carbon, occurs at temperatures of 1000-1060 °C. The changes introduced during the production of products using this method will help achieve a significant energy saving of gas and optimization of the firing mode.

**Keywords:** coal slimes, ceramic stones, compression molding, strength, density

**Введение.** Развитие стройиндустрии влечёт за собой расширение номенклатуры изделий строительной стеновой керамики и увеличение объемов их производства. Одним из перспективных направлений развития может считаться производство крупногабаритных изделий со средней плотностью менее 700-800 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводностью менее 0,2 Вт/(м·°C). Сдерживающим фактором увеличения объемов производства является сырьевая база, так как качественное глинистое сырье увеличивает себестоимость производимых изделий и вынуждает предприятия использовать сырье с вредными примесями. Поэтому важной и актуальной задачей в решении данной проблемы является использование нового нетрадиционного сырья при производстве высокоэффективных изделий стеновой керамики – из техногенного сырья угольного ряда, получаемого при переработке угольных терриконов и отвалов, которых в России очень много.

Изначально себестоимость изделия в общем виде складывается из затрат на строительство завода и производственных расходов.

Для её снижения перспективным направлением является технология компрессионного формования. Она уменьшает себестоимость продукции на 20-35% за счёт снижения удельных капитальных затрат на строительство предприятия, сокращения технологического цикла производства, уменьшения трудовых затрат и расхода топлива. Снизить затраты на обжиг можно при использовании угольных шламов, кека, отсева в качестве основного сырья, которое ко всему

прочему позволяют снизить плотность и теплопроводность изделий, за счёт образования пористой структуры черепка и пустотности изделия.

Терриконики представляют собой горные породы угленосной толщи, вскрышные породы, включения в углях, угольные и угольно-породные шламы и низкосортные угли. Продукты угледобычи группируются как минеральные ресурсы, попутно извлеченные из недр при добыче основного полезного ископаемого, т.е. как техногенное сырье, которое может быть вовлечено в безубыточное обращение. Таким образом, они являются собой минеральные компоненты, поднятые на поверхность в процессе угледобычи либо выделившиеся при углеобогащении и не вошедшие в состав конечного продукта, т.е. товарного угля, – угле вмещающие горные породы, угле породные сростки, включения в углях, угольные и угольнопородные шламы, отсеvy (рис.1).



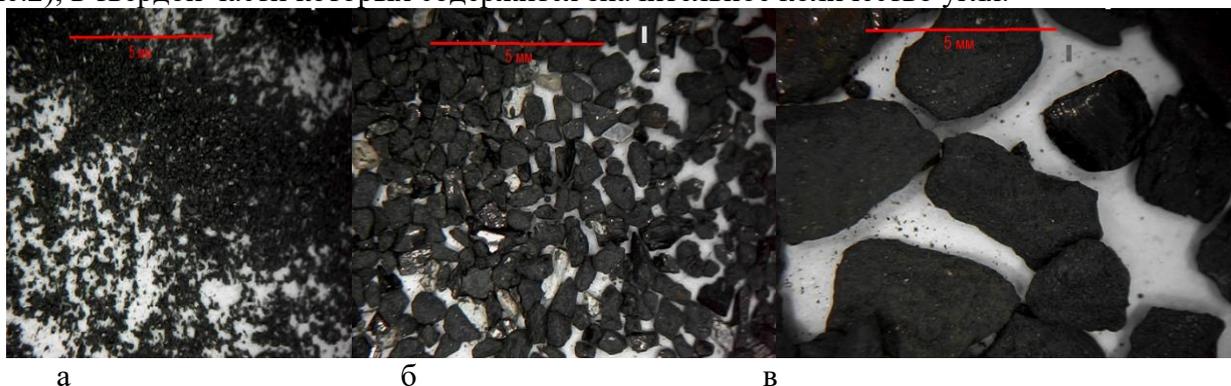
**Рис.1 Отвалы отходов угледобычи Ростовской области**  
**Fig.1 Dumps of coal mining waste of the Rostov region**

Интерес к техногенному сырью угольного ряда (шлам, отсев и кек), как к сырью, используемому при производстве керамических изделий в настоящее время сильно возрос [1-4]. Исследовательские работы, проведенные в их отношении, показали высокую перспективность использования данного вида сырья при изготовлении различных видов стеновой керамики.

**Постановка задачи.** Исследования проводились с целью разработки научно-технологической базы, получения высокоэффективных изделий стеновой керамики на основе техногенного сырья угольного ряда. Основные задачи исследовательской работы:

- определение технологических параметров получения стеновых керамических изделий на основе угольных шламов;
- изучение свойств получаемых изделий;
- изучение фазовых преобразований протекающие при обжиге и закономерности формирования структуры черепка.

**Методы исследования.** Определение физико-механических свойств образцов проводились по ГОСТ 530-2012. Угольные отсеvy представляют собой тонкозернистые продукты (рис.2), в твердой части которых содержится значительное количество угля.



**Рис.2 Микрофотографии отсеvов углетходов фракций (а) 0,315–0,63 мм; (б) 0,63–1,25 мм, (в) 1,25–2,5 мм.**

**Fig.2 Micrographs of screenings of coal waste fractions (a) 0.315–0.63 mm; (b) 0.63–1.25 mm, (c) 1.25–2.5 mm.**

В исследованиях использовался следующий состав сырьевой смеси: 70% техногенного сырья угольного ряда (отсев) и 30% глинистого сырья

Состав и характеристики шламов могут отличаться друг от друга из-за колебаний зольности и теплотворной способности.

Техногенное сырье угольного ряда в керамических массах играют роль порообразующей и топливо содержащей составляющих, а глинистое сырье вводится в качестве добавки.

В глинистых массах, за счёт их невысокой газопроницаемости, проблемой при добавлении угольных шламов является лишь частичное выгорание угольной составляющей[5].

Наибольшая скорость выгорания углерода находится в пределах 900-950 °С, т.е. ниже оптимальной температуры обжига изделий, что способствует значительной экономии топлива.

**Обсуждение результатов.** Проведённые нами исследования показали, что приготовление отсевов в качестве сырья для изготовления строительной керамики заключается в их измельчении до фракций (0-0,63)–(0-0,16) мм.

Особенно соответствующим оборудованием для этого являются щековая дробилка. При этом зерновой состав может характеризоваться как непрерывным, так и прерывистым зерновым составом. Чем более тонко измельчено исходное сырьё, тем больше прочность обожжённых изделий [6-8].

На рис. 3 приведены зависимости прочности и водопоглощения обожжённых образцов от температуры обжига и степени измельчения исходного сырья.

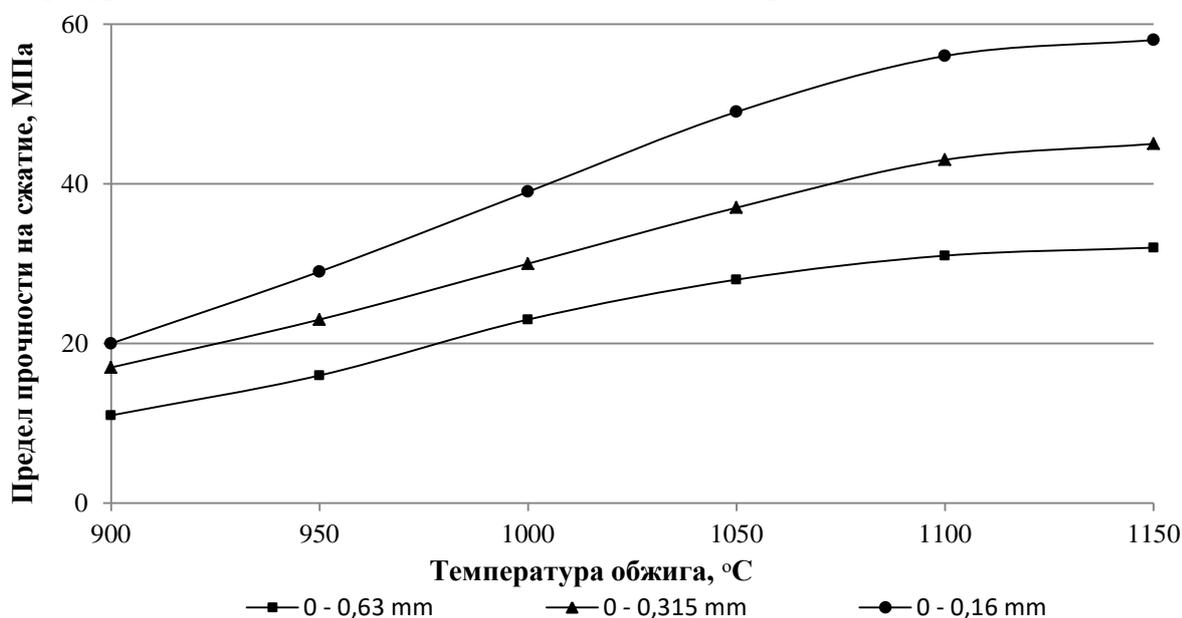
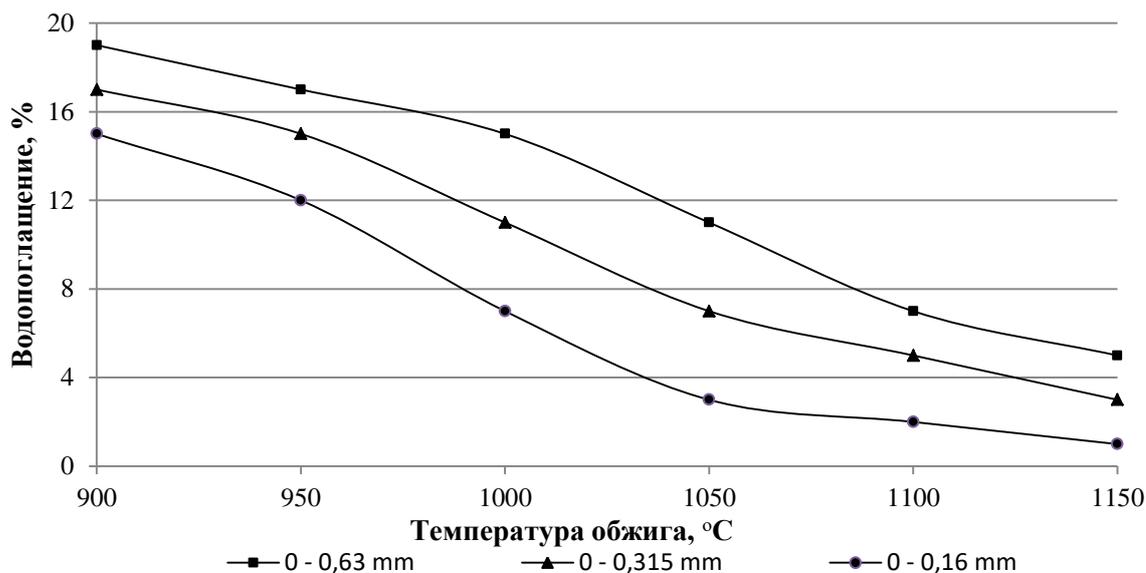


Рис. 3 Влияние степени измельчения и температуры обжига на предел прочности при сжатии

Fig. 3 The effect of grinding and calcination temperature on compressive strength

На рис. 4, приведены зависимости влияния степени измельчения и температуры обжига на водопоглощение образцов.

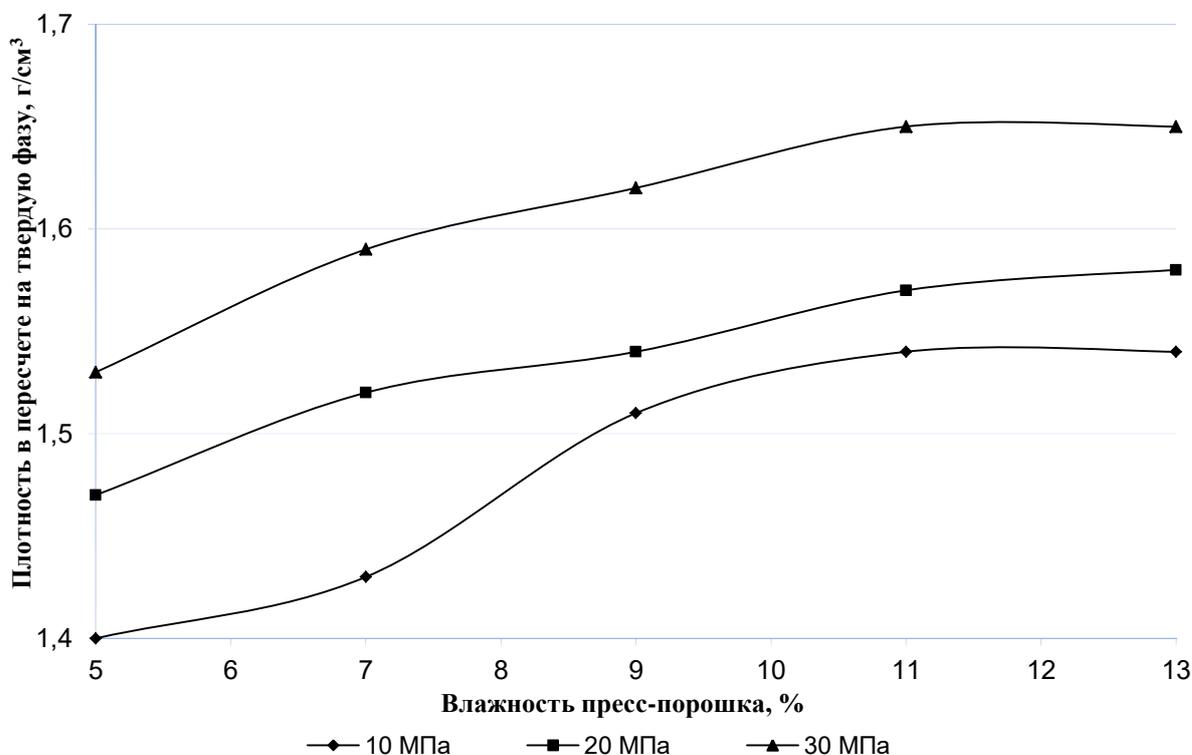
Как видно из графиков, уже при температуре обжига от 1000 °С и выше достигаются высокие показатели по прочности при достаточно низком водопоглощении образцов [9-14].



**Рис. 4** Влияние степени измельчения и температуры обжига на водопоглощение образцов  
**Fig. 4** The influence of the degree of grinding and the firing temperature on the water absorption of samples

Помимо этого, угольные шламы улучшают прессуемость пресс-порошков рис.5. Фотографии отпрессованных и обожжённых образцов представлены на рис. 6 и 7.

При использовании угольных шламов в качестве основного сырья поднимается прочность прессовок, снижается коэффициент сжатия и влажность пресс-порошка, уменьшается внутреннее и внешнее трение при прессовании, увеличивается срок службы оснастки пресса, достигается равномерность обжига изделий и возрастает их морозостойкость.



**Рис.5** Влияние влажности пресс-порошков на прессуемость образцов  
**Fig.5** Influence of moisture of press powders on the compressibility of samples



**Рис.6 Отпрессованные образцы на основе отсевов отходов угледобычи**  
**Fig.6 Pressed samples based on screenings of coal waste**



**Рис. 7 Обожженные образцы на основе отсевов отходов угледобычи**  
**Fig. 7 Burned samples based on coal mining screenings**

**Вывод.** Технология производства керамических камней на основе техногенного сырья угольного ряда имеет свои особенности, которые связаны с некоторыми технологическими процессами. Результаты теоретических исследований подтверждаются практическими данными, заключающимися в том, что в сырьевых смесях, содержащих техногенное сырье угольного ряда, резкое увеличение прочности, с учётом полного выгорания углерода, наступает при температурах 1000 -1060°C. Требуется тщательного изучения вопроса о форме размера пор с учётом технологичности процесса прессования, теплопроводности изделий, их физико-механических свойств [15-18].

Доказана целесообразность производства высокоэффективных керамических изделий с пониженной теплопроводностью и плотностью на основе техногенного сырья угольного ряда с использованием технологии компрессионного формования.

Приведённые изменения в процессе производства изделий данным способом помогут достигнуть существенного энергосбережения газа и оптимизации режима обжига.

#### **Библиографический список:**

1. Явруян Х.С., Гайшун Е.С., Котляр В.Д. Особенности компрессионного формования тонкодисперсных продуктов углеобогащения при производстве керамического кирпича // Строительные материалы. 2017. №12. С. 14-17.
2. Явруян Х.С., Гайшун Е.С., Власова Т.А. Производство стеновой керамики с применением тонкодисперсных продуктов углеобогащения // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. №9. С. 125-128.
3. Котляр В.Д., Явруян Х.С. Стеновые керамические изделия на основе тонкодисперсных продуктов переработки террикоников // Строительные материалы. 2017. №4. С. 38-41.
4. Гайшун Е.С., Рогочая М.В., Х.С. Явруян Техногенное сырьё угольного ряда в производстве стеновой керамики // Строительство и архитектура – 2015. 2015. С. 266-268.
5. Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов // Строительные материалы. 2011. №4. С. 43-46.
6. Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И., Сыромьясов В.А., Фомина О.А., Дружинин М. С., Злобин В. И. Влияние температуры обжига на спекание керамических черепков из отходов обогащения угля аргиллиты // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. №10. С. 39-48.

7. Котляр В.Д., Явруян Х.С. Стеновые керамические изделия на основе тонкодисперсных продуктов переработки терриконигов // *Строительные материалы*. 2017. №4. С. 38-41.
8. Явруян Х.С., Котляр В.Д., Лотошникова Е.О., Гайшун Е.С. Исследование среднефракционных материалов переработки терриконигов для производства изделий стеновой керамики // *Строительные материалы*. 2018. №4. С. 17-20.
9. Божко Ю.А., Гайшун Е.С., Дымченко М.Е., Козлов А.В., Козлов Г.А. и др. *Архитектура. Строительство. Дизайн: история, опыт, новации* / Божко Ю.А., Гайшун Е.С., Дымченко М.Е. №2. 2018. С.83
10. Котляр В.Д., Устинов А.В., Терехина Ю.В., Котляр А.В. Особенности процесса обжига угольных шламов при производстве стеновой керамики // *Техника и технология силикатов*. 2014. № 4. С. 8–15.
11. Явруян Х.С., Гайшун Е.С., Котляр А.В. Особенности компрессионного формования тонкодисперсных продуктов углеобогащения при производстве керамического кирпича // *Строительные материалы*. 2017. № 12. С. 14–17.
12. Ссылка на СПб Yavruyan K.S., Gaishun E.S., Y. Teryokhina. Comprehensive approach to the processing of East Donbass Spopl Tip // *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development" (WASTE'2018)*. October, 2018. St. Petersburg, Russia. P. 22-24.
13. A.Yu. Stolboushkin, A.I. Ivanov, O.A. Fomina. Use of Coal-Mining and Processing Wastes in Production of Bricks and Fuel for Their Burning // *International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016. Procedia Engineering* 150 (2016) 1496 – 1502.
14. Kh.S. Yavruyan, V.D. Kotlyar, E.S. Gaishun "Medium-Fraction Materials for Processing of Coal-Thread Waste Drains for the Production of Wall Ceramics», *Materials and Technologies in Construction and Architecture // Materials Science Forum* Submitte. Vol. 931, pp 532-536, May 2018.
15. Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Котляр А.В. Методика испытаний камневидного сырья для производства стеновых изделий компрессионного формования // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 24-27.
16. Котляр В.Д., Устинов А.В., Терехина Ю.В., Котляр А.В. Особенности процесса обжига угольных шламов при производстве стеновой керамики // *Техника и технология силикатов*. 2014. № 4, С. 8-15.
17. Серегин А.И. *Переработка угольных шламов в товарные продукты нетрадиционным физико-химическим воздействием: дис. канд. техн. наук. М., 2009. 183 с.*
18. Золотарский А.З., Шейман Е.Ш. *Производство керамического кирпича. М.: ВШ. 1989. 264 с.*

#### References:

1. Yavruyan K.H.S., Gayshun Ye.S., Kotlyar V.D. Osobennosti kompressionnogo formovaniya tonkodispersnykh produktov ugleobogashcheniya pri proizvodstve keramicheskogo kirpicha // *Stroitel'nyye materialy*. 2017. №12. S. 14-17. [Yavruyan K.H.S., Gaishun E.S., Kotlyar V.D. Features of the compression molding of fine products of coal preparation in the production of ceramic bricks // *Construction materials*. 2017. №12. P. 14-17. (In Russ)]
2. Yavruyan K.H.S., Gayshun Ye.S., Vlasova T.A. Proizvodstvo stenovoy keramiki s primeneniye tonko-dispersnykh produktov ugleobogashcheniya // *Resursoenergoeffektivnyye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona*. 2018. №9. S. 125-128. [Yavruyan K.H.S., Gaishun E.S., Vlasova T.A. Production of wall ceramics using fine-dispersed products of coal enrichment // *Resource-energy efficient technologies in the building complex of the region*. 2018. №9. Pp. 125-128. (In Russ)]
3. Kotlyar V.D., Yavruyan K.H.S. Stenovyye keramicheskiye izdeliya na osnove tonkodispersnykh produktov pererabotki terrikonikov // *Stroitel'nyye materialy*. 2017. №4. S. 38-41. [Kotlyar V.D., Yavruyan K.H.S. Ceramic wall articles based on finely dispersed waste products of heaps. *Building Materials*. 2017. №4. Pp. 38-41. (In Russ)]
4. Gayshun Ye.S., Rogochaya M.V., K.H.S. Yavruyan Tekhnogennoye syr'yo ugol'nogo ryada v proizvodstve stenovoy keramiki // *Stroitel'stvo i arkhitektura – 2015*. 2015. S. 266-268. [Gaishun E.S., Rogochaya M.V., H.S. Yavruyan Technogenic raw materials of the coal series in the production of wall ceramics // *Construction and Architecture - 2015*. 2015. P. 266-268. (In Russ)]
5. Stolboushkin A.YU., Storozhenko G.I. Otkhody ugleobogashcheniya kak syr'yevaya i energeticheskaya baza zavodov keramicheskikh stenovykh materialov // *Stroitel'nyye materialy*. 2011. №4. S. 43-46. [Stolboushkin A.Yu., Storozhenko G.I. Coal Beneficiation Waste as a Raw Material and Energy Base of Ceramic Wall Material Plants // *Construction Materials*. 2011. №4. Pp. 43-46. (In Russ)]
6. Stolboushkin A.YU., Ivanov A.I., Syromyasov V.A., Fomina O.A., Druzhinin M. S., Zlobin V. I. Vliyaniye temperatury obzhiga na spekanie keramicheskikh cherepkov iz otkhodov obogashcheniya uglya argillity // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo*. 2015. №10. S. 39-48. [Stolboushkin A.Yu., Ivanov A.I., Syromyasov V.A., Fomina O.A., Druzhinin M.S., Zlobin V.I. Influence of the firing temperature on sintering of ceramic shards from coal enrichment waste argillites / *Proceedings of higher educational institutions. Building*. 2015. №10. Pp. 39-48. (In Russ)]
7. Kotlyar V.D., Yavruyan K.H.S. Stenovyye keramicheskiye izdeliya na osnove tonkodispersnykh produktov pererabotki terrikonikov // *Stroitel'nyye materialy*. 2017. №4. S. 38-41. [Kotlyar V.D., Yavruyan K.H.S. Stenovyye ceramic products based on finely dispersed products of processing of heaps // *Construction Materials*. 2017. №4. pp. 38-41. (In Russ)]
8. Yavruyan K.H.S., Kotlyar V.D., Lotoshnikova Ye.O., Gayshun Ye.S. Issledovaniye srednefraktsionnykh materialov pererabotki terrikonikov dlya proizvodstva izdeliy stenovoy keramiki // *Stroitel'nyye materialy*. 2018. №4. S. 17-20. [Ya-

- vruyan Kh.S., Kotlyar V.D., Lotoshnikova E.O., Gaishun E.S. Investigation of medium fractional materials of processing of heaps for the production of wall ceramics // *Construction Materials*. 2018. №4. pp. 17-20. (In Russ)]
9. Bozhko YU.A., Gayshun Ye.S., Dymchenko M.Ye., Kozlov A.V., Kozlov G.A. i dr. *Arkhitektura. Stroitel'-stvo. Dizayn: istoriya, opyt, novatsii/ Bozhko YU.A., Gayshun Ye.S., Dymchenko M.Ye.- №2.- 2018.-S.83* [Bozhko Yu.A., Gaishun E.S., Dymchenko M.E., Kozlov A.V., Kozlov G.A. and others. *Architecture. Building. Design: history, experience, innovations / Bozhko Yu.A., Gaishun E.S., Dymchenko M.E.- №2.- 2018.-P.83*(In Russ)]
10. Kotlyar V.D., Ustinov A.V., Terekhina YU.V., Kotlyar A.V. Osobennosti protsessa obzhiga ugol'nykh shlamov pri proizvodstve stenovoy keramiki // *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2014. № 4. S. 8–15. [Kotlyar V.D., Ustinov A.V., Terekhina Yu.V., Kotlyar A.V. Features of the process of burning coal sludge in the production of wall ceramics // *Technique and technology of silicates*. 2014. No. 4. pp. 8–15. (In Russ)]
11. Yavruyan KH.S., Gayshun Ye.S., Kotlyar A.V. Osobennosti kompressionnogo formovaniya tonkodispers-nykh produktov ugleobogashcheniya pri proizvodstve keramicheskogo kirpicha // *Stroitel'nyye materialy*. 2017. № 12. S. 14–17. [Yavruyan Kh.S., Gaishun E.S., Kotlyar A.V. Features of compression molding of fine-dispersed coal preparation products in the production of ceramic bricks. *Stroitel'nye materialy*, 2013, no. 2017. No. 12. pp. 14–17. (In Russ)]
12. Reference to St. Petersburg Yavruyan K.S., Gaishun E.S., Y. Teryokhina. *Comprehensive approach to the East Donbass Spopl Tip // Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Management of Sustainable Urban Development" (WASTE'2018)*. October, 2018. St. Petersburg, Russia. P. 22-24.
13. A.Yu. Stolboushkin, A.I. Ivanov, O.A. Fomina. *Use of Coal-Mining and Fuel Burning // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016. Procedures En-gineering 150 (2016) 1496-1502*.
14. Kh.S. Yavruyan, V.D. Kotlyar, E.S. "For Coal-Threading of Wall Ceramics", *Materials & Technologies and Materials / TechnologiesScienceForumSubmitte*. Vol. 931, pp. 532-536, May 2018.
15. Kotlyar V.D., Terokhina YU.V., Kotlyar A.V. Metodika ispytaniy kamnevidnogo syr'ya dlya proizvodstva stenovykh izdeliy kompressionnogo formovaniya // *Stroitel'nyye materialy*. 2014. № 4. S. 24-27. [Kotlyar V.D., Terekhina Yu.V., Kotlyar A.V. Test method kamnevidnogo raw materials for the production of wall products of compression molding // *Construction materials*. 2014. No. 4. P. 24-27. (In Russ)]
16. Kotlyar V.D., Ustinov A.V., Terokhina YU.V., Kotlyar A.V. Osobennosti protsessa obzhiga ugol'nykh shlamov pri proizvodstve stenovoy keramiki // *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2014. № 4, S. 8-15. [Kotlyar V.D., Ustinov A.V., Terekhina Yu.V., Kotlyar A.V. Features of the process of burning coal sludge in the production of wall ceramics // *Technique and technology of silicates*. 2014. № 4, p. 8-15. (In Russ)]
17. Seregin A.I. *Pererabotka ugol'nykh shlamov v tovarnyye produkty netrادي-tsiionnym fiziko-khimicheskim vozdeystviyem: dic. kand. tekhn. nauk. M., 2009. 183 s.* [Seregin A.I. *Processing of coal sludge into marketable products by non-traditional physicochemical effects: diss. Cand. tech. sciences. M., 2009. 183 p.* (In Russ)]
18. Zolotarskiy A.Z., Sheyman Ye.SH. *Proizvodstvo keramicheskogo kirpicha. M.: VSH.1989. 264 s.* [Zolotarsky, A.Z., Sheiman, E.Sh. *Production of ceramic bricks. M. : VS..1989. 264 s.* (In Russ)]

**Сведения об авторах:**

**Гайшун Алексей Сергеевич** – бакалавр.

**Гайшун Евгений Сергеевич** – аспирант.

**Ковалеристова Екатерина Владимировна** – магистрант.

**Явруян Хунгианос Степанович** - кандидат технических наук, доцент.

**Information about the authors.**

**Alexey S. Gaishun** – Bachelor.

**Eugene S. Gaishun** - Graduate Student.

**Ekaterina V. Kovaleristova** - Master Student.

**Hungianos S. Yavruyan** - Cand. Sc. (Technical), Assoc. Prof.

**Конфликт интересов.**

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Поступила в редакцию** 16.01.2019.

**Принята в печать** 9.03.2019.

**Conflict of interest.**

The author declare no conflict of interest.

**Received** 16.01.2019.

**Accepted for publication** 9.03.2019.