

# Использование золы легкой фракции и межсланцевой глины в производстве сейсмостойкого кирпича

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-4-57-62>

Сокращение запасов традиционного природного сырья заставляет искать новые способы его замещения различными видами отходов. Опыт передовых зарубежных стран показал техническую осуществимость этого направления и применения его еще и как инструмента защиты природной среды от загрязнения. За счет вовлечения крупнотоннажных отходов в производство керамического сейсмостойкого кирпича возможно кардинально выгодно изменить параметры сырьевой базы России, что способствует также снижению экологической напряженности в регионах. При этом исключаются затраты на геологоразведочные работы, строительство и эксплуатацию карьеров, освобождаются значительные земельные участки от воздействия негативных антропогенных факторов. В настоящей работе на основе отходов горючих сланцев – межсланцевой глины, которая использовалась в качестве глинистой связующей, и отхода топливно-энергетического комплекса — золы легкой фракции, содержащей 21-22%  $Al_2O_3$  и 8-9%  $R_2O$ , используемой в качестве отощителя и плавня, получен сейсмостойкий кирпич, без применения природного традиционного сырья.

**Ключевые слова:** межсланцевая глина, зола легкой фракции, сейсмостойкий кирпич, технические показатели.

**Для цитирования:** Анпилов С.М., Абдрахимов В.З. Использование золы легкой фракции и межсланцевой глины в производстве сейсмостойкого кирпича // Уголь. 2021. № 4. С. 57-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-57-62.

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с п.6.14.4 СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» для кладки несущих и самонесущих стен или заполнения участвующего в работе каркаса следует применять керамический кирпич и камни марки не ниже М125 при сейсмичности строительной площадки 8 и 9 баллов [1, 2, 3, 4]. Для получения такого кирпича необходимо использовать кондиционное сырье: хорошо спекающиеся глинистые материалы с содержанием  $Al_2O_3$  не менее 20% и плавни – сырьевые материалы для снижения температуры обжига кирпича, содержащие  $R_2O$  более 5% [5, 6, 7, 8, 9].



### АНПИЛОВ С.М.

Доктор техн. наук,  
Заслуженный изобретатель,  
Почетный строитель,  
эксперт АНО «Институт  
судебной строительно-технической  
экспертизы»,  
445047, г. Тольятти, Россия



### АБДРАХИМОВ В.З.

Доктор техн. наук,  
профессор ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный экономический  
университет»,  
443090, г. Самара, Россия,  
e-mail: [3375892@mail.ru](mailto:3375892@mail.ru)

Большинство легкоплавких (кирпично-черепичных) глин Российской Федерации классифицируются как полукислые и кислые, причем неспекающиеся, с низким содержанием оксида алюминия ( $Al_2O_3 \leq 15\%$ ) [10, 11, 12]. При таком содержании оксида алюминия в глинистых компонентах из них, без использования отощителей с повышенным содержанием  $Al_2O_3 \geq 20\%$  или плавня с содержанием  $R_2O > 5\%$ , невозможно получить кирпич марок М125 и более. Для возведения несущих стен нижних этажей зданий повышенной этажности (15 этажей и более) требуется керамический кирпич марок М150-М300.

Сокращение запасов традиционного природного сырья заставляет искать новые способы его замещения различными видами отходов [13, 14]. Опыт передовых зарубежных стран показал техническую осуществимость этого направления и применения его еще и как инструмента защиты природной среды от загрязнения [15, 16]. Вместе с тем из отходов или из отходов в комбинации с природным сырьем могут быть изготовлены практически все основные строительные материалы [13, 14]. За счет вовлечения крупнотоннажных отходов в производство керамических материалов массового потребления, к которым относятся стеновые материалы, возможно кардинально изменить параметры сырьевой базы России, что способствует также снижению экологической напряженности в регионах [17, 18, 19, 20]. При этом исключаются затраты на геологоразведочные работы, строительство и эксплуатацию карьеров, освобождаются значительные земельные участки от воздействия негативных антропогенных факторов [13, 14, 15].

**Постановка задачи.** С учетом сокращения запасов традиционного природного сырья необходимо найти новые способы его замещения различными видами отходов. Опыт передовых зарубежных стран показал техническую осуществимость этого направления и применения его еще и как инструмента защиты природной среды от загрязнения.

**Цель.** На основе межсланцевой глины и золы легкой фракции получить керамический сейсмостойкий кирпич с высокими физико-механическими показателями без применения природного традиционного сырья.

**СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Для получения сейсмостойкого керамического кирпича использовались следующие сырьевые компоненты: межсланцевая глина – в качестве глинистого связующего, а в качестве отощителя и плавня – зола легкой фракции. Химические составы отходов производств представлены: оксидный – в табл. 1, поэлементный – в табл. 2, фракционный состав – в табл. 3. Микроструктура (рис. 1) и поэлементный химический состав (см. табл. 2) сырьевых материалов были проведены на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM 6390A с приставкой рентгеноспектрального микроанализа Jeol JED-2200 в соответствии с методикой СамГТУ (см. рис. 1). Минералогический состав представлен на рис. 2.

**Межсланцевая глина.** Межсланцевая глина образуется на сланцеперерабатывающих заводах (на шахтах) и является отходом горючих сланцев. По числу пластичности межсланцевая глина относится к среднепластичному глинистому сырью (число пластичности – 15-18) с истинной плотностью 2,55-2,62 г/см<sup>3</sup> и достаточно хорошо изучена [21, 22, 23].

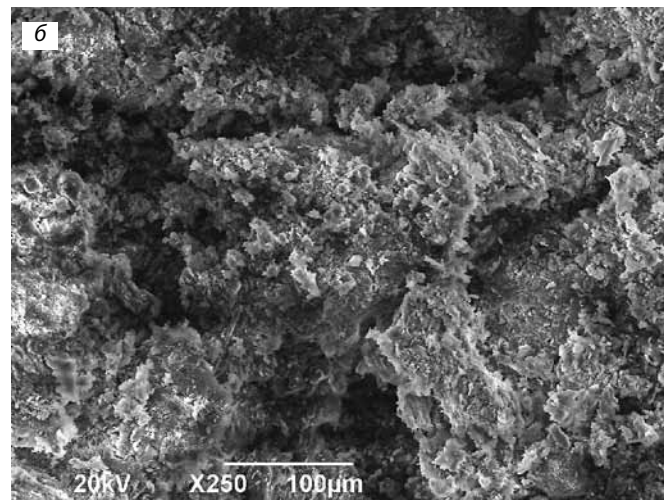
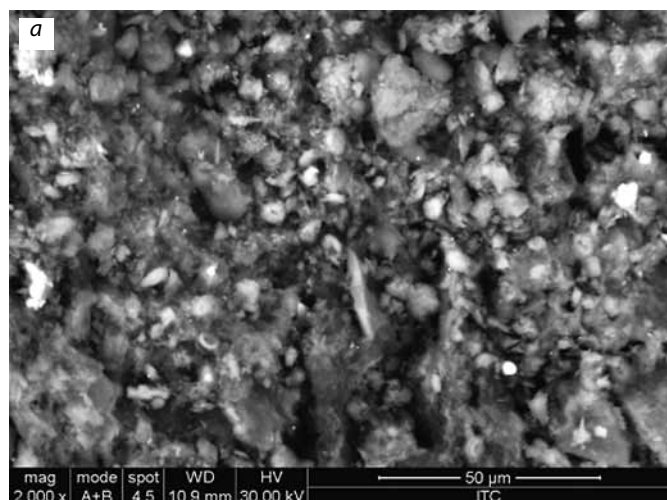


Рис. 1. Микроструктура сырьевых компонентов: а – межсланцевая глина; б – шлам щелочного травления алюминия (порошок, спрессованный при атмосферном давлении). Увеличение: а – х200; б – х2000

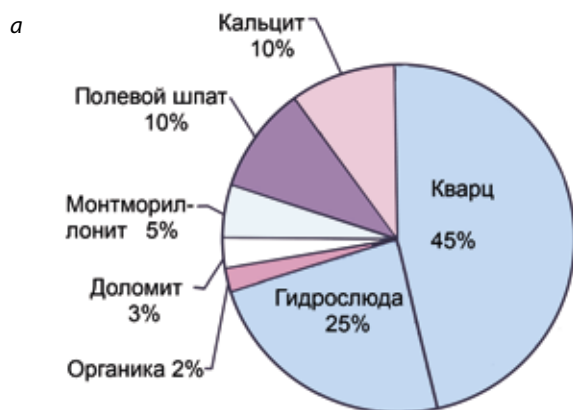


Рис. 2. Минералогический состав отходов: а – межсланцевая глина; б – зола легкой фракции

Таблица 1

## Химический оксидный состав отходов производства

| Компонент           | Содержание оксидов, мас. % |                                |                                |       |       |                  |        |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------------------|--------|
|                     | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO   | R <sub>2</sub> O | П.п.п. |
| Межсланцевая глина  | 45-47                      | 13-14                          | 5-6                            | 11-13 | 2-3   | 3-4              | 9-20   |
| Зола легкой фракции | 58-59                      | 21-22                          | 5-5,5                          | 5-7   | 1-1,5 | 8-9              | 0,5-1  |

Таблица 2

## Поэлементный химический состав отходов производства

| Компонент           | Элементы |       |      |      |           |       |      |      |       |      |
|---------------------|----------|-------|------|------|-----------|-------|------|------|-------|------|
|                     | C        | O     | Na   | Mg   | Al+Ti     | Si    | S    | K    | Ca    | Fe   |
| Межсланцевая глина  | 5,73     | 51,06 | 0,46 | 1,04 | 7,20      | 18,66 | 1,83 | 1,75 | 10,53 | 3,35 |
| Зола легкой фракции | 0,14     | 49,30 | 3,82 | 0,82 | 12,9+0,87 | 23,78 | –    | 3,87 | 2,2   | 2,3  |

Таблица 3

## Фракционный состав отходов производства

| Компонент                                       | Содержание фракций в %, размер частиц в мм |            |            |             |          |
|---|--|------------|------------|-------------|----------|
|   | > 0,063                                    | 0,063-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | < 0,0001 |
| Межсланцевая глина                              | 5  | 7          | 12         | 14          | 62       |
| Зола легкой фракции (угли кузбасского бассейна) | 18,4                                       | 35,3       | 30,4       | 12,4        | 3,5      |

**Зола легкой фракции.** Зола гидроудаления получается в результате пылевидного сжигания углей в котлах. Схема разбивки золоотвала по зонам в зависимости от физико-механических характеристик достаточно хорошо изучена в работе [24].

Из работ [25, 26, 27] следует, что по мере движения золы из одной зоны в другую более плотные и тяжелые частицы оседают в I и II зонах, а зола легкой фракции уносится водой на периферию золоотвала как наиболее легкий компонент.

Наличие муллита (3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>) в исследуемой золе легкой фракции будет способствовать образованию муллита при обжиге керамического кирпича. Зола легкой фрак-

ции в производстве керамических материалов целесообразно использовать в качестве интенсификатора спекания для снижения температуры обжига.

### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО КИРПИЧА И ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Сырьевые компоненты после измельчения межсланцевой глины до прохождения сквозь сито 1 мм, согласно рецепту (табл. 4), тщательно перемешивались. Кирпич-сырец получали пластическим способом при формовочной влажности 20-22%, затем высушивали до остаточной влажности не более 5% и обжигали в муфельной печи в интервале температур 1000-1100°C. Изотермическая выдержка при конечной температуре – 1 ч.

Физико-механические показатели обожженных керамических материалов представлены в табл. 5.

Как следует из табл. 5, невозможно получить сейсмостойкий керамический кирпич из межсланцевой глины без

Таблица 4

## Составы керамических масс

| Компонент           | Содержание компонентов, мас. % |    |    |    |
|---------------------|--------------------------------|----|----|----|
|                     | 1                              | 2  | 3  | 4  |
| Межсланцевая глина  | 100                            | 80 | 70 | 60 |
| Зола легкой фракции | –                              | 20 | 30 | 40 |

Таблица 5

## Физико-механические показатели керамического кирпича

| Показатели                             | Составы |      |      |      |
|--|---------|------|------|------|
|  | 1       | 2    | 3    | 4    |
| <b>Температура обжига 1000°C</b>       |         |      |      |      |
| Механическая прочность при сжатии, МПа | 9,8     | 13,8 | 14,1 | 13,8 |
| Механическая прочность при изгибе, МПа | 1,8     | 2,5  | 2,7  | 2,4  |
| Морозостойкость, циклы                 | 14      | 29   | 34   | 36   |
| Термостойкость, 350 – вода 20°C        | 1       | 3    | 4    | 4    |
| <b>Температура обжига 1050°C</b>       |         |      |      |      |
| Механическая прочность при сжатии, МПа | 10,3    | 17,2 | 17,8 | 17,1 |
| Механическая прочность при изгибе, МПа | 2,2     | 3,3  | 3,55 | 3,31 |
| Морозостойкость, циклы                 | 16      | 40   | 45   | 43   |
| Термостойкость, 350 – вода 20°C        | 2       | 4    | 5    | 6    |
| <b>Температура обжига 1100°C</b>       |         |      |      |      |
| Механическая прочность при сжатии, МПа | 12,1    | 20,5 | 20,6 | 20,1 |
| Механическая прочность при изгибе, МПа | 2,4     | 3,7  | 3,4  | 3,3  |
| Морозостойкость, циклы                 | 20      | 48   | 54   | 52   |
| Термостойкость, 350 – вода 20°C        | 3       | 6    | 8    | 9    |

применения золы легкой фракции, используемой в качестве плавня ( $R_2O = 8-9\%$ ) для снижения температуры обжига и в качестве алюмосодержащего отощителя ( $21-22\% Al_2O_3$ ) для снижения трещин при сушке кирпича-сырца.

Введение в составы керамических масс золы легкой фракции сразу повышает марочность кирпича до М125 даже при температуре  $1000^\circ C$ . Оптимальный состав для получения сейсмостойкого керамического кирпича – № 3, в котором содержание золы легкой фракции составляет  $30\%$ . Дальнейшее увеличение в составах керамических масс золы легкой фракции требует повышения пластичности керамической массы, так как на керамических образцах появляются трещины.

Марочность керамического кирпича из оптимального состава № 3, обожженного в интервале температур  $1050-1100^\circ C$ , составляет М175-200, что позволит использовать его для возведения несущих стен нижних этажей зданий повышенной этажности (15 этажей и более).

### ВЫВОДЫ

1. Исследования российских ученых показали, что большинство глинистых материалов в России классифицируются как полукислые и кислые, причем неспекающиеся с высоким содержанием красящих оксидов ( $Fe_2O_3 > 3\%$ ) и низким содержанием оксида алюминия ( $Al_2O_3 = 12-15\%$ ). При таком содержании оксида алюминия в глинистых компонентах из них невозможно получить кирпич марок М125 и более.

2. Для возведения несущих стен нижних этажей зданий повышенной этажности (15 этажей и более) требуется керамический кирпич марок М150-М300. Основным резервом для получения высокомарочных керамических кирпичей и камней является использование плавней и отощителей, содержащих оксид алюминия более  $20\%$ .

3. В настоящей работе получен сейсмостойкий кирпич без применения природного традиционного сырья, на основе отходов горючих сланцев – межсланцевой глины, которая использовалась в качестве глинистой связующей, и золы легкой фракции, содержащей  $21-22\% Al_2O_3$ , в качестве отощителя,

4. Марочность керамического кирпича, содержащего  $30\%$  золы легкой фракции, составляет М175-200, что позволит использовать его для возведения несущих стен нижних этажей зданий повышенной этажности (15 этажей и более).

### Список литературы

1. Абдрахимов В.З. Использование обожженного солевого шлака для получения высокопрочного сейсмологического кирпича // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2019. № 5. С. 45-50.
2. Абдрахимов В.З. Влияние нанотехногенного сырья на сушильные свойства и физико-механические показатели керамического кирпича // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2020. № 1. С. 29-34.
3. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Рециклинг отходов топливно-энергетического комплекса, нефтедобычи и нефтехимии в производстве сейсмостойкого кирпича // Бурение и нефть. 2020. № 10. С. 42-49.
4. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование алюмосодержащего техногенного сырья для

получения высокопрочного сейсмостойкого кирпича на основе легкоплавкой глины Актюбинской области // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 11. С. 14-18.

5. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Денисов Д.Ю. Керамические строительные материалы. Самара: Самарская академия государственного управления, 2010. 364 с.

6. Абдрахимов В.З. Экологические и технологические принципы использования золошлакового материала и карбонатного шлама для производственного кирпича в Самарской области. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2009. 164 с.

7. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Химическая технология керамического кирпича с использованием техногенного сырья. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2007. 432 с.

8. Применение техногенного сырья в производстве кирпича и черепицы / В.З. Абдрахимов, Е.С. Абдрахимова, Д.В. Абдрахимов и др. СПб: Недра, 2004. 126 с.

9. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Технология стеновых материалов и изделий. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2005. 194 с.

10. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К. Инновационные направления по использованию отходов топливно-энергетического комплекса в производстве теплоизоляционных материалов. Актюбе: Казахско-Русский Международный университет, 2015. 276 с.

11. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К. Использование отходов топливно-энергетического комплекса в производстве теплоизоляционных материалов на основе жидкостекольных композиций. Актюбе: Казахско-Русский Международный университет, 2016. 140 с.

12. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Взаимосвязь фазового и химического составов с долговечностью керамического материала крепостной стены города Салоники (Греция) возрастом более 1000 лет // Новые огнеупоры. 2020. № 9. С. 56-60.

13. Абдрахимов В.З. Рециклинг отходов топливно-энергетического комплекса в производстве легковесного кирпича на основе глинистых материалов различного минерального состава // Экология промышленного производства. 2020. № 1. С. 10-16.

14. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Использование в производстве клинкерного кирпича отходов цветной металлургии и энергетики Восточного Казахстана // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 3. С. 14-18.

15. Абдрахимов В.З. Рециклинг отходов энергетики и цветной металлургии в производстве керамического кирпича способствует энергетической безопасности биосферы // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2019. № 3. С. 71-80.

16. Абдрахимов В.З. Технические свойства и структура пористости клинкерных материалов на основе отходов цветной металлургии Восточного Казахстана // Химическая технология. 2019. № 11. С. 499-506.

17. Ильина Л.А., Абдрахимов В.З. Экологические и экономические аспекты использования в производстве строительных материалов отходов топливно-энергетического комплекса и их классификация. // Экологические системы и приборы. 2020. № 8. С. 28-44.

18. Абдрахимова Е.С. Использование горелой породы и бурового шлама в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольной композиции // Экологические системы и приборы. 2020. № 5. С. 12-23.

19. Абдрахимов В.З. Снижение экологического ущерба за счет использования отходов цветной металлургии и энергетики в производстве легковесных огнеупоров // Экологические системы и приборы. 2020. № 2. С. 23-34.

20. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. Oxidation Processes in the Firing of Porous Filler Based on Oil Production Wastes and Inters shale Clay // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2020. Vol. 54. N 4. P. 750–755.

21. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Отходы горючих сланцев в производстве керамических материалов // Журнал РАН. Энергия: экономика, техника, технология. 2013. № 8. С. 49-54.

22. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Экологические и практические аспекты использования шлама от сжигания угля в производстве керамических материалов на основе межсланцевой глины // Уголь. 2014. № 4. С. 41-43. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042014.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

23. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Использование золошлакового материала в производстве теплоизоляционных материалов на основе межсланцевой глины // Уголь. 2016. № 10. С. 74-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-10-74-78.

24. Абдрахимова Е.С. Образование золы легкой фракции и использование ее в производстве плиток для полов // Уголь. 2019. № 11. С. 64-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

25. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Получение плиток для полов на основе золы легкой фракции и глинистой части «хвостов» гравитации циркон-ильменитовых руд // Уголь. 2019 № 6. С. 78-81. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-78-81.

26. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние золы легкой фракции на технологические свойства шликера, пресс-порошка и физико-механические показатели // Уголь. 2020. № 4. С. 45-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-45-50.

27. Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование золы легкой фракции в производстве кислотоупорной плитки // Уголь. 2020. № 11. С. 43-47. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-43-47.

#### Original Paper

UDC 691.574.66.013.429.3 © S.M. Anpilov, V.Z. Abdrakhimov, 2021

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 4, pp. 57-62

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-4-57-62>

#### Title

**USE OF LIGHT FRACTION ASH AND INTER-SHALE CLAY IN THE PRODUCTION OF EARTHQUAKE-RESISTANT BRICKS**

#### Authors

Anpilov S.M.<sup>1</sup>, Abdrakhimov V.Z.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Forensic Construction and Technical Expertise, Tolyatti, 445047, Russian Federation

<sup>2</sup> Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation

#### Authors' Information

**Anpilov S.M.**, Doctor of Engineering Sciences, Honored Inventor, Honorary Builder, expert

**Abdrakhimov V.Z.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor, e-mail: 3375892@mail.ru

#### Abstract

Reducing the reserves of traditional natural raw materials forces us to look for new ways to replace it with various types of waste. The experience of leading foreign countries has shown the technical feasibility of this direction and its application as a tool for protecting the natural environment from pollution. Due to the involvement of large-capacity waste in the production of ceramic earthquake-resistant bricks, it is possible to radically change the parameters of the raw material base of Russia, which also helps to reduce environmental tensions in the regions. At the same time, the costs of geological exploration, construction and operation of quarries are excluded, and significant land plots are freed from the impact of negative anthropogenic factors. In this work, on the basis of waste of oil shale – inters shale clay, which was used as a clay binder and waste of the fuel and energy complex-ash of a light fraction containing 21-22% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and R<sub>2</sub>O 8-9%, used as a thinner and fin.

#### Keywords

Inter-shale clay, Light fraction ash, Earthquake-resistant brick, Technical indicators.

#### References

1. Abdrakhimov V.Z. Use of burnt salt slag to produce high-strength seismological bricks. *Seysmostoykoe stroitelstvo. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2019, (5), pp. 45-50. (In Russ.).
2. Abdrakhimov V.Z. Influence of nanotechnogenic raw materials on drying properties and physical and mechanical parameters of ceramic bricks. *Seysmostoykoe stroitelstvo. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2020, (1), pp. 29-34. (In Russ.).

3. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Recycling of waste from the fuel and energy complex, oil production and petrochemistry in the production of earthquake-resistant bricks. *Burenie i nef't*, 2020, (10), pp. 42-49. (In Russ.).

4. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Use of aluminum-containing technogenic raw materials for obtaining high-strength earthquake-resistant bricks based on low-melting clay of the Aktobe region. *Ecology and Industry of Russia*, 2020, Vol. 24 (11), pp. 14-18. (In Russ.).

5. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Denisov D.Yu. Ceramic construction materials. Samara, Samara Academy of public administration Publ., 2010, 364 p. (in Russ.).

6. Abdrakhimov V.Z. Ecological and technological principles of using ash and slag material and carbonate sludge for production bricks in the Samara region. Samara, Samara State University of Architecture, Building and Civil Engineering Publ., 2009, 164 p. (In Russ.).

7. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Chemical technology of ceramic bricks using technogenic raw materials. Samara, Samara State University of Architecture, Building and Civil Engineering Publ., 2007, 432 p. (In Russ.).

8. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov D.V. & Abdrakhimov A.V. The use of man-made raw materials in the production of bricks and tiles. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2004, 126 p. (In Russ.).

9. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Technology of wall materials and products. Samara, Samara State University of Architecture, Building and Civil Engineering Publ., 2005, 194 p. (in Russ.).

10. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Kairakbaev A.K. Innovative directions for the use of waste from the fuel and energy complex in the production of heat-insulating materials. Aktobe, Kazakh-Russian International University Publ., 2015, 276 p.

11. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Kairakbaev A.K. Use of waste from the fuel and energy complex in the production of heat-insulating materials based on liquid-glass compositions. Aktobe, Kazakh-Russian International University, 2016, 140 p.

#### MINERALS RESOURCES

12. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. The Relationship of phase and chemical compositions with the durability of the ceramic material of the fortress wall of the city of Saloniki (Greece) aged more than 1000 years. *Novyye ognepurny*, 2020, (9), pp. 56-60. (In Russ.).
13. Abdrakhimov V.Z. Recycling of fuel and energy complex waste in the production of lightweight bricks based on clay materials of various mineral composition. *Industrial Ecology*, 2020, (1), pp. 10-16. (In Russ.).
14. Abdrakhimov V.Z., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimova E.S. Use of non-ferrous metallurgy and energy waste in the production of clinker bricks in East Kazakhstan. *Ecology and Industry of Russia*, 2020, Vol. 24(3), pp. 14-18. (In Russ.).
15. Abdrakhimov V.Z. Recycling of energy and non-ferrous metallurgy waste in the production of ceramic bricks contributes to the energy security of the biosphere. *Biosphere compatibility: human, region, technologies*, 2019, (3), pp. 71-80. (in Russ.).
16. Abdrakhimov V.Z. Technical properties and porosity structure of clinker materials based on non-ferrous metallurgy waste of East Kazakhstan. *Chemical technology*, 2019, (11), pp. 499-506. (In Russ.).
17. Ilina L.A. & Abdrakhimov V.Z. Ecological and economic aspects of the use of fuel and energy complex waste in the production of construction materials and their classification. *Environmental Systems and Devices*, 2020, (8), pp. 28-44. (In Russ.).
18. Abdrakhimova E.S. Use of burnt rock and drilling mud in the production of a porous aggregate based on a liquid-glass composition. *Environmental Systems and Devices*, 2020, (5), pp. 12-23. (in Russ.).
19. Abdrakhimov V.Z. Reduction of environmental damage due to the use of non-ferrous metallurgy and energy waste in the production of lightweight refractories. *Environmental Systems and Devices*, 2020, (2), pp. 23-34. (In Russ.).
20. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Oxidation Processes in the Firing of Porous Filler Based on Oil Production Wastes and Intershale Clay. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2020, Vol. 54(4), pp. 750-755.
21. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Waste of oil shale in the production of ceramic materials. *Journal of the Russian Academy of Sciences. Energy: economy, engineering, technology*, 2013, (8), pp. 49-54. (In Russ.).
22. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Ecological and practical aspects of the use of slag from coal combustion in the production of ceramic materials based on inter-shale clay. *Ugol'*, 2014, (4), pp. 41-43. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042014.pdf> (accessed 15.03.2021). (In Russ.).
23. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Bottom-ash material application in interschistic clay-based thermal insulation materials production. *Ugol'*, 2016, (10), pp. 74-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-10-74-78.
24. Abdrakhimova E.S. Education ash light fraction and its use in the manufacture of tiles for floors. *Ugol'*, 2019, (11), pp. 64-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.
25. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Getting tiles for floors based on ash light fraction and clay part of "tails" of gravity zircon-ilmenite ores. *Ugol'*, 2019, (6), pp. 78-81. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-78-81.
26. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. The influence of light fraction ash on the technological properties of the slip, press powder and physical and mechanical properties. *Ugol'*, 2020, (4), pp. 45-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-45-50.
27. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Use of light ash in the production of acid-resistant tiles. *Ugol'*, 2020, (11), pp. 43-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-43-47.

**For citation**

Anpilov S.M. & Abdrakhimov V.Z. Use of light fraction ash and inter-shale clay in the production of earthquake-resistant bricks. *Ugol'*, 2021, (4), pp. 57-62. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-57-62.

**Paper info**

Received December 3, 2020

Reviewed January 15, 2021

Accepted March 17, 2021