

доступа:

<http://www.jurnal.org/articles/2008/elect7.html>. —

Дата доступа: 22.01.2020.

#### List of quoted sources

1. Alifanov, A.V. Magnetic-pulse hardening treatment of products made of structural and tool steels / A.V. Alifanov, A.V. Akulov, J.A. Popova, A.S. Demyanchik. - Casting and metallurgy, 2012. - №3. - p. 77 - 82.

2. Nanoscale structures: classification, research: textbook for universities. / E.V. Bulygin [et al.]. - M.: SAYNS-PRESS, 2006. - 80 P.

3. Maleronok, V.V. A method for studying a hardened layer of metal samples using high-frequency currents / A.V. Alifanov, V.V. Maleronok, I.A. Bogdanovich // Bulletin of BarSU. A series of technical sciences. - 2019. - №. 7. - p. 70 - 75.

4. Shpiganovich, A. N. Analysis of the influence of higher harmonic components on the reliability of electrical insulation coatings / A. N. Shpiganovich, S. V. Dovzhenko // Zhurn. scientific public graduate and doctoral students. - 2008. - Access mode: <http://www.jurnal.org/articles/2008/elect7.html>. - Access Date: 21.01.2020.

УДК 72:03,666.9.015

**Забидулла Камилевич Бабаев**

(автор для связи),

Кафедра «Химическая технология»,

Ургенчский Государственный университет

Хорезмская область, ул.Х.Алимджан, 14, Ургенч, Узбекистан, 220100

**Шарофат Мухаммадовна Машиарипова**

Хорезмская Академия Маъмуна,

Хорезмская область, Марказ-1, Хива, Узбекистан 220900

## ОТХОДЫ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА КАК СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ

**Zabibulla Kamilovich Babaev**

(contact author),

Department of Chemical Technology,

Urgench State University,

Khorezm Region, 14 H. Alimjan St., Urgench, Uzbekistan, 220100

**Sharofat Muhammadovna Masharipova**

Khorezm Academy of Manun,

Khorezm Region, Markaz-1, Khiva, Uzbekistan 220900

## WASTE OF CERAMIC BRICK AS A RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF RESTORATION MATERIALS OF ARCHITECTURAL MONUMENTS

**Аннотация.** Это статья об отходах керамического кирпича как сырья для производства реставрационных материалов архитектурных памятников. Данная работа посвящена изучению свойств отхода керамического кирпича как техногенного минерального сырья для повторного использования в производстве стеновых материалов.

**Abstract.** This article is about waste ceramic bricks as raw materials for the production of restoration materials for architectural monuments. This work is devoted to the study of the properties of waste ceramic bricks as man-made mineral raw materials for reuse in the production of wall materials.

**Ключевые слова:** керамический кирпич, промышленные отходы, сырьевая композиция, глина.

**Key words:** ceramic brick, industrial waste, raw material composition, clay.

### ВВЕДЕНИЕ

Производство керамического кирпича в условиях Республики Узбекистан сопровождается образованием ряда отходов, вопрос утилизации которых до сих пор является не решённой задачей. К числу таких отходов относится бой керамического кирпича и шлаки, количество которых варьируется в пределах 10-15% и 8-12 % соответственно. Их до настоящего времени в основном вывозят на свалки твердых бытовых отходов, либо складывают в специальное отведенные места. При этом не только значительно увеличиваются объёмы свалок, также безвозвратно

теряется минеральное сырьё, ресурсы которого ограничены в условиях Хорезмского региона. Данная работа посвящена изучению свойств отхода керамического кирпича как техногенного минерального сырья для повторного использования в производстве стеновых материалов. Актуальность решения такой задачи обусловлена, с одной стороны, экологическими проблемами снижения ресурсоемкости стеновых материалов, с другой – вопросами социально-экономического развития региона.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Известно, что минерально-сырьевая база истощается с возрастающими темпами производстве и является недостаточной для удовлетворения потребностей в минеральных ресурсах, что определяет необходимость вовлечения в производственный цикл техногенных материалов [1-5]. При этом большими возможностями для использования техногенного сырья обладает производство керамического кирпича [6]. В работах [2, 5] доказана возможность применения различных техногенных материалов при производстве керамического кирпича в качестве добавки, а в некоторых композициях в качестве основного сырья [1], замещая частично или полностью не возобновляемые ресурсы глинистых пород. Большой объем производства керамического кирпича позволяет утилизировать промышленные отходы в значительных количествах и широком диапазоне их состава с использованием традиционной технологии и аппаратного оснащения. Кроме того, создание сырьевых композиций с применением техногенных материалов в качестве добавки является одним из путей расширения масштабов использования низкосортных глинистых пород, повышения технических свойств и понижения себе стоимости получаемого керамического кирпича. С точки зрения рационального природопользования бой керамического кирпича представляет собой недоиспользованное сырье строительного назначения, способное обеспечить керамическую промышленность высококачественными отощающими добавками подобными шамоту. Известно [7], что шамот является одним из наиболее качественных отощителей глин. Шамот в отличие от других отощителей не снижает огнеупорность керамической массы, но является дорогим материалом, и поэтому его не применяют для изготовления керамического кирпича. В наших исследованиях использовали бой керамического кирпича, образующийся в качестве отхода при производстве керамического кирпича из лессовидного суглинка. Исследуемый отход рассматривался как отощающая добавка в составе керамической массы для получения керамического кирпича. В качестве основного сырья использовались глинистые породы- лессовидные суглинки Гавукулского месторождения Хивинского района Хорезмского области. Исходное сырье было испытано в соответствии с требованиями [8] и нормативными методиками [9]. По физико-механическим свойствам, определяемым числом пластичности и показателем огнеупорности, они относятся к среднепластичному и легкоплавкому глинистому сырью, а по гранулометрическому составу к низко и средне дисперсному. По минеральному составу исследованные в эксперименте образцы глинистых пород относятся к полиминеральным, в основном из глины монтмориллонит. По химическому составу они соответствуют требованиям ГОСТ

32026-2012 и ГОСТ 9169-75 к сырью для керамической промышленности. Экспериментальные исследования в работе включали разработку составов сырьевой шихты и изготовление образцов керамического черепка. Составы керамических масс разрабатывались с использованием методов строительного материаловедения и математического моделирования. Сырьевые материалы, смеси, образцы подготавливались по стандартной методике [10]. На стадии подготовки бой кирпича измельчался способом сухого помола в шаровой мельнице до тонкости помола с остатком на сите №008 не более 5 мас. %. Отсеянный на сите №008 кирпичный порошок (насыпной плотностью  $\rho_H=1256$  кг/м<sup>3</sup>) в количестве 5–35 мас. % смешивался с лессовидным суглинком до получения однородной массы. Сырьевая шихта затворялась водой до образования пластичного теста. Из подготовленной керамической массы методом пластического формования изготавливались лабораторные образцы в виде куба размером 50×50×50 мм. Изготовленные образцы выдерживались при температуре (25±5) °С в течение 1 суток. Образцы досушивались в сушильном шкафу в течение 3-5 ч при температуре 120 °С. Обжиг образцов проводился в муфельной печи марки SNOL 6,7/1100. Режим обжига устанавливался с учетом компонентного состава сырьевой шихты. Для исследованных составов сырьевой шихты в выбранных интервалах варьирования массовой доли порошка кирпичного боя максимальная температура обжига определялась в пределах 900–950 °С. Оценка качества изготовленных в лабораторных условиях образцов проводилась в соответствии с нормативным требованиям [11] по показателям: водопоглощение, средняя плотность, объемная воздушная и огневая усадка [12], механическая прочность при сжатии [13], коэффициент теплопроводности [14], марка по средней прочности образцов. Образцы испытывались в лабораторных условиях. При исследовании зависимости между содержанием порошка кирпичного боя в составе сырьевой шихты и основными физико-механическими характеристиками образцов керамического черепка (водопоглощение, средняя плотность, объемная воздушная и огневая усадка, теплопроводность, предел прочности при сжатии) использовался метод линейной регрессии [15]. Степень нелинейности рассматриваемых зависимостей устанавливалась определением значения коэффициента детерминации  $R^2$  при аппроксимации параметров  $i$  (водопоглощение, средняя плотность, объемная усадка, теплопроводность, предел прочности при сжатии) линейной моделью

$$y=b_0+b_1x.$$

Модель строилась на основании результатов фактического эксперимента и аналитически описывает полученные в опытах зависимости.

Высокое значение коэффициента R2 для зависимостей определяемых показателей от содержания в шихте порошка кирпичного боя обусловлено практически линейным характером.

Изучения влияние таких добавок, как кальцит, доломит и хлорид натрия по минералогическому и физико-механическому составу поведение твердых кирпичей, предназначенных для использования в качестве новых материалов в реставрация исторических зданий. Поведенческие различия между ними образцы с карбонатами и без них могут быть объяснены различными эволюция текстурно-минералогического состава, сложившаяся в ходе процесс обжига. Показаны, что приводят карбонаты в кирпичах с различным минералогия, в зависимости от обжига, но с устойчивой микроструктурой внутри широкий диапазон температур (800-1000 °С). Это может быть преимуществом при изготовлении керамики но этим изделиям не хватает механического

сопротивления к высоким температурам. Соль частично модифицирует минералогию кирпича, выступающие в качестве плавящего агента, особенно при высоком обжиге температуры, и дающ подъем к более устойчивым продуктам которые подходит для проведения реставрационных работ. [15]

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ экспериментальных данных, приведенных на рисунке, показывает, что увеличение доли кирпичного порошка в шихте приводит к некоторому повышению водопоглощения. В то же время четко прослеживается динамика снижения значений общей усадки, средней плотности, коэффициента теплопроводности, прочности образцов при сжатии. В соответствии с нормативными документами для разных видов строительных изделий водопоглощение, не должно превышать 20 мас. % и является качественной характеристикой процесса спекания.

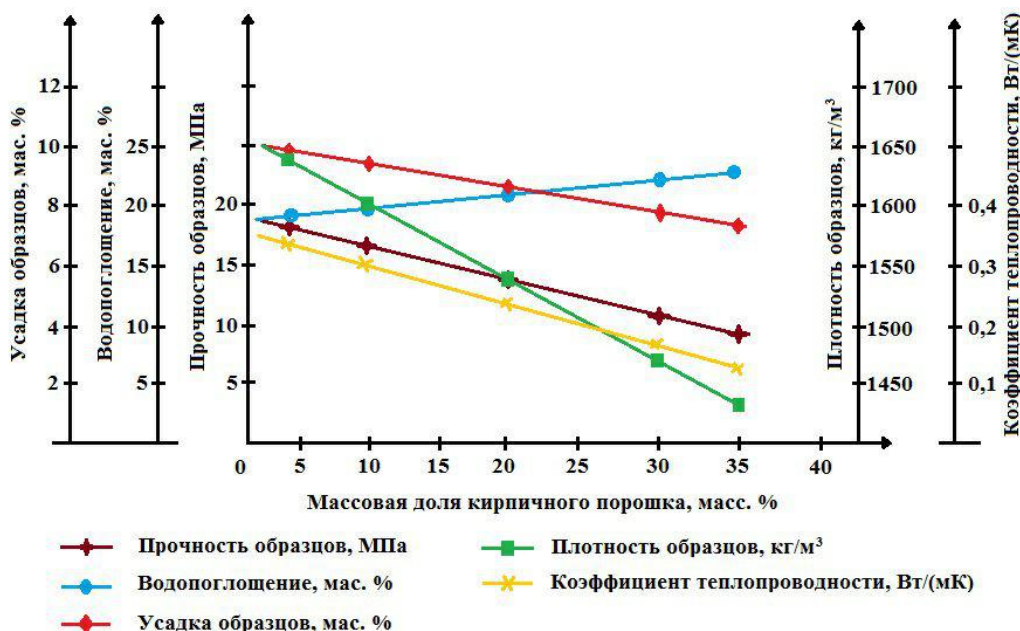


Рисунок 1. Основные показатели опытных образцов

На графике водопоглощения данное значение является лимитирующим при оптимизации керамической шихты и позволяет определить с учетом полученных значений усадочных деформаций, средней плотности, коэффициента теплопроводности и прочности при сжатии рациональный диапазон изменения содержания кирпичного порошка в двухкомпонентной шихте на основе легкоплавкой глины при определенной температуре обжига. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования кирпичного боя в действующей технологии керамического кирпича марки М125, М 150 с содержанием в двухкомпонентной шихте кирпичного порошка до 30 мас. % при температуре обжига до 950 °С, что соответствует нормативным требованиям. [12]

### ВЫВОДЫ

Оптимальное содержание измельченного порошка в составе массы керамического кирпича 20–30 мас. %. При увеличении более 30 мас. % вводимой добавки, уменьшается прочность при сжатии ниже нормируемого и повышается водопоглощение получаемых образцов, а при уменьшении его содержания менее 10 мас. % не наблюдается существенного снижения коэффициента теплопроводности. Изделия, изготовленные из лессовидных суглинков с добавкой в пределах изменения в составе керамической массы массовой доли порошка боя керамического кирпича, имеют достаточную насыщенность цвета и чистоту цветового тона.

Таким образом, в результате проведения эксперимента установлены возможности использования отхода керамического кирпича в

качестве отощителя. Данное техногенное сырье рекомендуется после соответствующего помола.

#### Библиографическая ссылка

1. M. Dondi, M. Marsigli, B. Fabbri, Recycling of industrial and urban wastes in brick production – a review (Part I), *Tile Brick Int.* 13 (1997) 218–225.

2. I. Demir, Effect of organic residues addition on the technological properties of clay bricks, *Waste Manage.* 28 (2008) 622–627.

3. S.P. Raut, R.V. Ralegaonkar, S.A. Mandavgane, Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: a review of waste-crete bricks, *Constr. Build. Mater.* 25 (2011) 4037–4042.

4. L. Zhang, Production of bricks from waste materials – a review, *Constr. Build. Mater.* 47 (2013) 643–655.

5. P. Muñoz Velasco, M.P. Morales Ortíz, M.A. Mendivil Giró, L. Muñoz Velasco, Fired clay bricks manufactured by adding wastes as sustainable construction material – a review, *Constr. Build. Mater.* 63 (2014) 97–107.

6. Фоменко А.И., Грызлов В.С., Катюшина.А.Г. Отходы керамического кирпича как эффективный компонент строительных

композитов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-2. – С. 260-264;

7. Е.В. Горохова *Материаловедение и технология керамики.* Минск: Выш.шк. 2009-222 с.

8. . ГОСТ 9169-75 «Сырье глинистое для керамического кирпича»

9. ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний».

10. ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия».

11. ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические, силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости»

12. ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе»

13. ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе»

14. Дятлова, Е. М. *Химическая технология керамики и огнеупоров. Лабораторный практикум:* – Минск: БГТУ, 2006. – 284 с.

15. Гартман Т.Н. *Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов:* Учеб. пособие для вузов/ Т.Н. Гартман, Д.В.Клушин. -М.:ИКЦ «Академкнига», 2006,.-416 с.