

## РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ БИШКЕКСКОЙ ТЭЦ

*Э.К. Сардарбекова<sup>1)</sup>, М.Т. Жийдебаева<sup>2)</sup>*

1) к.т.н., доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» Кыргызско-Российского Славянского Университета, г. Бишкек, Кыргызская Республика, [Elmira2507@mail.ru](mailto:Elmira2507@mail.ru)

2) магистрант Кыргызско-Российского Славянского Университета, г. Бишкек, Кыргызская Республика, [jiidebaeva17@mail.ru](mailto:jiidebaeva17@mail.ru).

**Аннотация.** В работе приведен анализ исследований влияния золы БТЭЦ на физико-технические характеристики керамического кирпича и расчет материалоемкости его производства. Установлено, рециклинг золы БТЭЦ повысит качество кирпича, снизит материалоемкость сырья, а также решит экологические вопросы утилизации и очистки окружающей среды.

**Ключевые слова:** суглинки; зола; глинозольная смесь; комплексная активация; водопоглощение; прочность; плотность.

## WASTE RECYCLING OF BISHKEK TPP

*Elmira K. Sardarbekova<sup>1)</sup>, Myrzayim T. Jiidebaeva<sup>2)</sup>*

1) candidate of technical sciences, Senior teacher of the Department «Emergency Management», Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek city, Kyrgyz Republic, [Elmira2507@mail.ru](mailto:Elmira2507@mail.ru)

2) master student of the Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek city, Kyrgyz Republic, [jiidebaeva17@mail.ru](mailto:jiidebaeva17@mail.ru).

**Abstract.** The paper presents analysis of studies of the influence of the TPP ash on the physical and technical characteristics of ceramic bricks and the calculation of the material consumption of its production. It has been established that the recycling of ash from the TPP will increase the quality of bricks and reduce the consumption of raw materials, and will also resolve environmental issues of recycling and environmental cleaning.

**Key words:** loam; ash; ash-clay mixture; complex activation; water absorption; strength; density.

Рециклинг – это процесс переработки отходов промышленности для дальнейшего их использования.

В Кыргызстане, как и в ряде стран СНГ и дальнего зарубежья самыми многотоннажными отходами являются золы Бишкекской ТЭЦ (БТЭЦ), в

золоотвала которой составляет более 1,6 млн. тонн.

В Кыргызской Республике отсутствует устойчивая система утилизации отходов, как промышленных, так и бытовых. Отходы загрязняют окружающую среду и вместе с тем представляют собой ценное минеральное сырье, которое может быть использовано для производства строительных материалов. Поэтому использование золы в качестве вторичного сырья в строительной индустрии, а также с целью утилизации отходов в г. Бишкек считаем актуальной задачей.

В данной работе мы использовали золу Бишкекской ТЭЦ для переработки ее в производстве керамического кирпича.

Перспектива рециклинга состоит в том, что при возвращении отходов в производственный цикл снижается материалоемкость производства, повышается его рентабельность, устраняется отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду при долговременном хранении [1], что позволяет создавать ресурсосберегающие технологии, являющиеся важнейшим условием повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции [1-3].

Поэтому целью работы являлось исследование золы БТЭЦ на физико-технические характеристики керамического кирпича и расчет материалоемкости его производства.

Зола БТЭЦ представляет собой рыхрый материал темно-серого цвета с частицами шероховатой поверхностью, что способствует их плотной агрегации, а также частицами сферолитового строения (рис. 1).

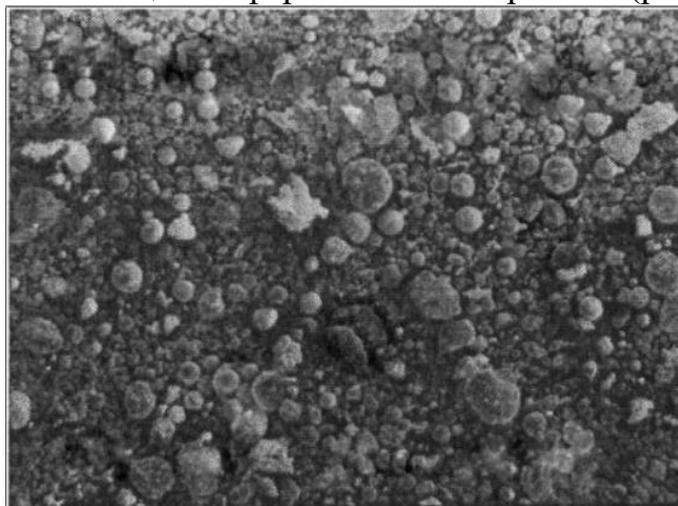


Рис. 1. Микрофотография золы БТЭЦ при  $\times 100$ -кратном увеличении

Основными минералами золы БТЭЦ являются (рис. 2): кварц  $d=4,104; 2,119; 1,651; 1,453$ ; муллит  $d=5,391; 3,382; 2,873; 2,536; 2,191; 1,817\text{\AA}$ ; кальциты и доломиты  $d=3,338$  и  $3,681\text{\AA}$ ; гематит  $d=1,912; 2,690\text{\AA}$  и однокальциевый алюминат  $d=3,709; 1,847\text{\AA}$ .

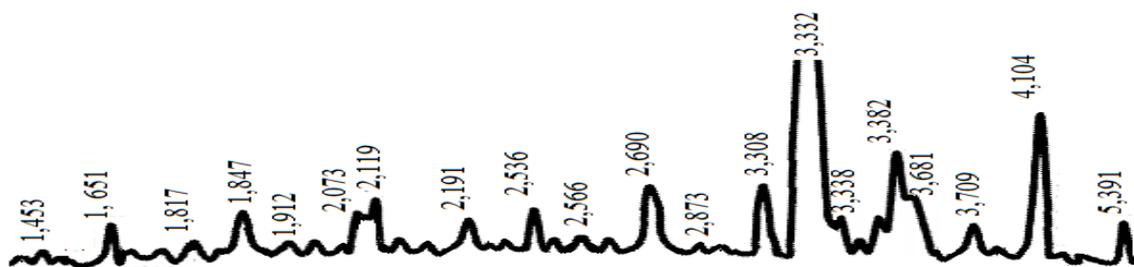


Рис. 2 Рентгенограмма золы Бишкекской ТЭЦ

По химическому составу зола характеризуется высоким содержанием кремнезема ( $SiO_2=51,57$ ). и глинозема ( $Al_2O_3=21,87$ ). По содержанию оксида кальция зола относится к низкокальциевым ( $CaO$  менее 10%). Содержание потерь массы при прокаливании, которые косвенно характеризуют количество остаточного топлива составляет 8-10%. Последнее характеризует золу как выгорающую добавку при обжиге керамического материала, что приводит к снижению расхода топлива на обжиг изделий. [4] Гранулометрический состав золы БТЭЦ представлен в табл. 1.

Таблица 1 - Гранулометрический состав золы Бишкекской ТЭЦ

№ п/п	Остатки на ситах, %									
	номера сит, мм									
	10	5	3	2	1	0,5	0,25	0,15	остаток	Σ
	11,04	4,26	2,98	3,64	3,21	10,02	10,28	14,75	47,93	100

Для глинистой составляющей были выбраны умеренно пластичные суглинки *месторождения Токмок*. По химическому составу (армавир) относятся – к полукислomu (15,88%) с высоким содержанием красящих оксидов ( $Fe_2O_3 > 3\%$ ). Содержание  $CaO$  в суглинках (до 11,3%) свидетельствует о присутствии кальцита.

Гранулометрический состав приведен в табл. 2.

Таблица 2 - Гранулометрический состав суглинков

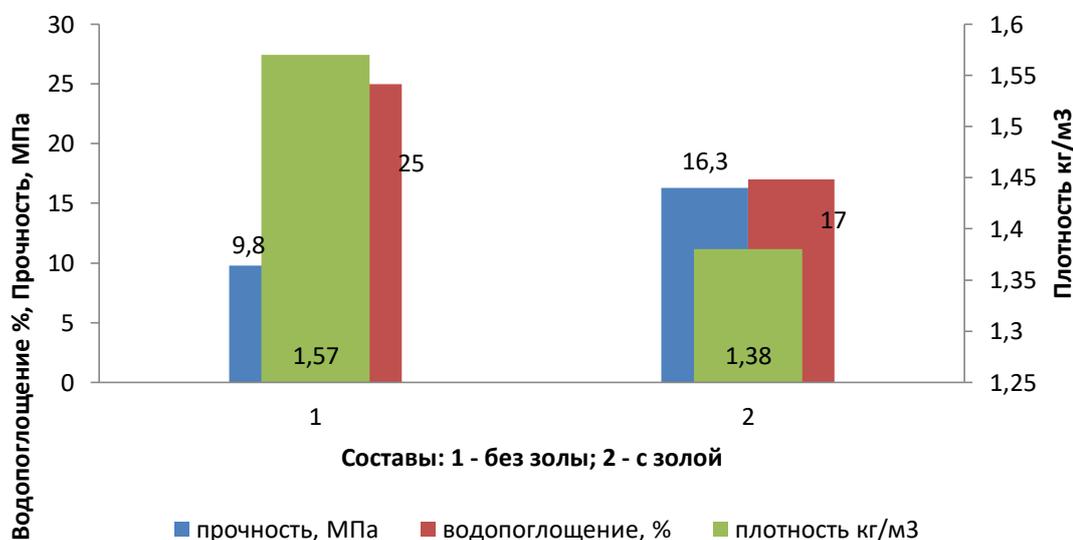
Фракции, мм					
менее 0,005мм	0,005-0,01мм	0,01-0,25мм	0,25-0,5 мм	0,5-1 мм	1-2 мм
16,29	11,16	48,12	6,71	10,31	7,41

Из таблицы видно, что в суглинке преобладает коллоидно-илистая фракция менее 0,005 мм – 16,4%, а по содержанию включений (более 0,5

мм) относится к сырью низким содержанием грубых включений [5]. Суглинок представлен следующим минералогическим составом (% по массе): глинистые минералы – 30, кварц – 25-30, слюды и хлориты – 10-15, полевые шпаты – 25-30, карбонаты – 10, оксиды железа – 5, органические примеси – 5-10.

Для исследований суглинок с золой были подвергнуты совместной механической активации, затем обработаны нафтенатом натрия в количестве 0,1% от массы с водой затворения. Соотношение суглинок-зола было взято из ранее подобранного рационального состава комплексно активированных зологлиняных смесей [6]: суглинок - 30%, зола - 60%. Оптимальная температура обжига образцов составила – 950 °С.

В результате физико-технические характеристики образцов на основе комплексно активированных зологлиняных смесей сравнили с образцами на основе суглинка (рис. 3).



На приведенных гистограммах видно заметное увеличение прочности с 9,8 до 16,3 МПа образцов из комплексно активированной (КА) глинозольной смеси по сравнению с образцами из суглинка. Плотность повышается с 1,38 до 1,57 кг/м<sup>3</sup>, а водопоглощение снижается с 25 до 17%.

Введение золы БТЭЦ в керамические изделия на основе рациональных составов, характеризуемые высокой прочностью, улучшенными эксплуатационными свойствами за счет комплексной активации, расширяют материально-техническую базу производства стеновой керамики, а также решаются экологические вопросы утилизации и очистки окружающей среды за счет использования местных отходов промышленности – зол БТЭЦ.

Производство кирпича, как известно, относится к материалоемким и энергоемким отраслям промышленности строительных материалов. Можно выделить несколько факторов экономической эффективности от вовлечения техногенного сырья, в частности золы БТЭЦ в производство стеновой керамики.

Одним из факторов снижения материалоемкости керамического материала является то, что керамический кирпич на основе КА зологлиняного сырья по сравнению с глинистым сырьём обладает меньшей средней плотностью:

$$\Delta m_2 = m_2 - m_o = \rho_z \cdot V_z - \rho_o \cdot V_o \quad (1)$$

$$\text{или } \Delta m_1 = \Delta m_2 - (1 - K_z) \cdot m_o = \Delta m_1 - (1 - K_z) \cdot \rho_o \cdot V_o, \quad (2)$$

где  $m_z$ ,  $m_o$  – масса 1000 штук абсолютно сухого кирпича-сырца, соответственно из глины и отхода (золы ТЭЦ), кг;

$K_z$  – относительная массовая доля глины в шихте;

$\rho_z$ ,  $\rho_o$  – плотность сырца соответственно из глины и отхода (золы), кг/м<sup>3</sup>;

$V_z$ ,  $V_o$  – объем 1000 штук абсолютно сухого кирпича-сырца соответственно из глины и отхода, м<sup>3</sup>. [8]

Пониженные показатели плотности и теплопроводности стеновых материалов на основе КА глинозольного сырья в сравнении с обычным глинистым сырьём приведет к экономии затрат на отопление построенных из него зданий.

Следующим основным фактором экономической эффективности при использовании данной технологии является экономия топлива при обжиге.

Углерод (кокс и или полукокс), содержащийся в КА глинозольной массе сгорает при температуре 350-800 °С. При этом изделие равномерно обжигается и снижается общий расход топлива. На основании вышеизложенного выражение экономии топлива при обжиге золокерамических изделий на основе КА глинозольного сырья приобретает вид [8]:

$$\mathcal{E}_m = \frac{K_z \cdot M_c \cdot Q_z^p \cdot W_{п.в.}}{Q_{\text{усл.топл.}}},$$

где  $K_z$  – количество золы в шихте, 0,45-0,6;

$M_c$  – средняя масса 1000 шт. абсолютно сухого условного кирпича с золой, 3200 кг;

$Q_z^p$  – теплотворная способность золы, 2100 кДж/кг;

$W_{п.в.}$  – полнота выгорания остаточного топлива золы при обжиге изделий 0,45...0,75;

$Q_{\text{усл.топл.}}$  – теплотворная способность условного топлива, 29308 кДж/кг.  
Таким образом рециклинг отходов, в частности использование золы  
БТЭЦ в производстве керамического кирпича в Кыргызстане, позволит:

- увеличить физико-технические характеристики кирпича;
- снизить материалоемкость природного сырья;
- разгрузить золоотвалы г. Бишкек путем утилизации зол;
- улучшить экологическую обстановку в стране.

### Список использованных источников

1. Зубехин А. П., Довженко И. Г. Повышение качества керамического кирпича с применением основных сталеплавильных шлаков // Строительные материалы. – № 4. – 2011. – С. 57-59.
2. Приходько А. П., Шпирько Н. В., Сторочай Н. С., Гришко А. Н., Кононов Д.В., Богданов Б. В. Исследование низкокачественного сырья и техногенных отходов промышленности с целью их применения при производстве керамического кирпича // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2012. – № 7-8. – С. 16-24.
3. Сардарбекова Э.К. Энерго- и ресурсосберегающая технология керамического // Материалы (тезисы) 2-й регион. НТК молодых ученых, магистрантов и аспирантов, посв. «Году развития регионов и цифровизации в КР». Ош, 2019. С. 128.
4. Мавлянов А.С. Расчет сырьевых шихт и исследование свойств формовочных смесей и крупноразмерных керамических изделий. – Бишкек: Изд. Олимп, 2003. -200 с.
5. ГОСТ 9169-75 \*. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация.– М.: Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.
6. Мавлянов А.С., Сардарбекова Э.К. Структурообразование керамического материала на основе активированного суглинка с золой // Прикладные вопросы точных наук. Материалы III Международной НПК студентов, аспирантов, преподавателей, посв. 60-летию со дня образования Армавирского механо-технологического института, г. Армавир, Россия, 1-2 ноября 2019 г. РИО АГПУ, 2019.–С. 164-167.
7. Moskvitin A.A., Gorovenko L.A., Kovriga E.V., Sumskeya O.A., Abelyan A.S. SIMULATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES TO INCREASE THE STRENGTH OF THE CUTTING CERAMICS // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Т. 7. № 4.38. С. 1193-1196.
8. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Утилизация зол теплоэлектростанций при производстве строительных материалов. Науч.-

IV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов,  
преподавателей «ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ТОЧНЫХ НАУК»

---

IV International Scientific Practical Conference of graduate and postgraduate students,  
lecturers «APPLIED ISSUES OF EXACT SCIENCES»

13-14 November 2020, Armavir

техн. конф. "Состояние и перспективы освоения *недр*. Офана окружающей среды Ярославской области и Верхне-Волжского региона". Ярославль, 2004.-С. 204-205.