

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/TFZY8989>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***Д. Т. Толегенов¹, М. А. Елубай², Н. К. Кулумбаев³, Р. А. Тюлюбаев⁴,
Д. Ж. Толегенова⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИКИ И МЕТАЛЛУРГИИ ПАВЛОДАРСКОГО РЕГИОНА

Как нам известно, использование побочных продуктов промышленности чрезвычайно важно, так как обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья; приводит к экономии капитальных вложений, предназначенных для строительства предприятий, добывающих и перерабатывающих сырье, и повышению уровня их рентабельности; высвобождению значительных площадей земельных угодий и снижению степени загрязнения окружающей среды. Последовательное повышение уровня использования побочных промышленных продуктов является важнейшей задачей государственного значения.

Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – их использование в производстве строительных материалов, что позволяет до 40 % удовлетворить потребности в сырье. Применение отходов промышленности позволяет на 10–30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений при этом составляет 35–50 %.

В данной статье были исследованы следующие техногенные отходы энергетики и металлургии Республики Казахстан:

- зола-уноса с Павлодарской ТЭЦ-1;*
- красный шлам с АО «Алюминий Казахстана»;*
- вторичный металлургический шлак с АКП «KSP Steel» (процесс внепечной обработки расплава).*

Целью исследования было определение пригодности данных видов техногенных отходов предприятий металлургии и энергетики Павлодарского региона к их возможному использованию в производстве строительной керамики.

Ключевые слова: промышленные отходы, пористость, прочность, ТЭЦ, вторичный металлургический шлак, топливно-энергетический комплекс.

Введение

Ежегодно на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) образуются тысячи тонн отходов, которые состоят в основном из нерастворимых оксидов, гидроксидов, карбонатов железа, кальция, магния и являются ценным химическим сырьём [1, 2].

Утилизация отходов горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов в промышленности строительных материалов решает не только

экологические, но и экономические задачи, поскольку сырье из отходов для производства стеновой керамики в 2–3 раза дешевле, чем природное [3].

Угольная летучая зола или как сейчас называют его – зола-уноса, промышленный побочный продукт, образуется при сжигании угля на тепловых электростанциях. Это один из самых сложных антропогенных материалов, и его неправильное удаление стало проблемой окружающей среды и привело к растрате извлекаемых ресурсов [4].

В настоящее время немало научных работ посвящено переработке промышленных отходов и получению на основе них множества видов строительных материалов, отличающихся по качественным и количественным составам применяемых материалов.

Например, учеными разработаны технологии получения высокопрочного керамзита из красного шлама (КШ), летучей золы и бентонита без каких-либо других химических добавок путем двухэтапного процесса спекания [5].

Бокситовый шлам при определенных условиях активации может проявлять самостоятельные вяжущие свойства [6].

В проведенных нами исследованиях применяются техногенные отходы энергетики и металлургии Республики Казахстан:

- зола-уноса с Павлодарской ТЭЦ-1;
- красный шлам с АО «Алюминий Казахстана»;
- вторичный металлургический шлак с АКП «KSP Steel» (процесс внепечной обработки расплава).

Исследование техногенных отходов состояло из следующих стадий:

- подготовка образцов;
- обжиг материалов;
- расчет водопоглощения материалов;
- расчет прочностных свойств материалов.

Зола-уноса представляет собой отход от сжигания Экибастузских углей Павлодарских тепловых электростанций. Химический состав и фазово-минералогический состав золы приведены в таблицах 1–2 [7].

Таблица 1 – Химический состав золы-уноса Павлодарской ТЭЦ-1, %.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO
60,6	28,6	1,4	5,4	2	0,5	0,5	0,2	0,7	0,1

Таблица 2 – Фазово-минералогический состав зол, мас. % усредненный)

Зола из отвалов	Стеклофаза	Аморфизованное глинистое вещество	Оксиды железа	Полевой шпат, кварц, пироксен	Корунд, муллит, кристобалит	Кальцит	Углистые частицы
Павлодарские ТЭЦ	30	25	9	10	7	8	11

Используемая в технологическом процессе зола-уноса (рисунок1) характеризуется мелкой зернистой фракцией.

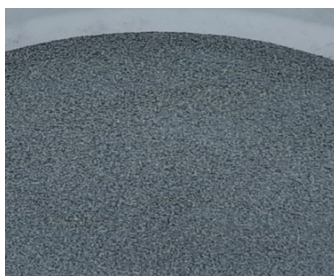


Рисунок 1 – Зола-уноса с Павлодарской ТЭЦ-1

Согласно ГОСТам 25818-91 [8] и 25592-91 [9], содержание оксида кальция CaO в зольной составляющей золошлаковой смеси и в мелкозернистой смеси должно быть не более 10 % по массе. Содержание оксида магния MgO в зольной составляющей золошлаковой смеси и в мелкозернистой смеси должно быть не более 5 % по массе. Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO₃ в зольной и шлаковой составляющих золошлаковой смеси должно быть не более 3 % по массе, в том числе сульфидной серы – не более 1 % по массе. Содержание щелочных оксидов натрия и калия в пересчете на Na₂O в зольной составляющей золошлаковой смеси и в мелкозернистой смеси должно быть не более 3 % по массе.

Бокситовый шлам Павлодарского алюминиевого завода является попутным продуктом производства глинозема Al₂O₃ и включается в состав рецептуры бетонных смесей. Химический и минералогический состав бокситового шлама приведены в таблицах 3–4 [7].

Таблица 3 – Химический состав бокситового шлама Павлодарского алюминиевого завода, %

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	TiO	CO ₂	Na ₂ O	MgO
27-33	4,0-5,0	39-44	19-21	2,0	0,8-1,0	0,9-1,5	0,3-1,2

Таблица 4 – Минералогический состав бокситового шлама, %

Содалит (3Na ₂ O · 3Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ · Na ₂ SO ₄)	Алюмогетит (оксид железа с примесью алюминия)	Гематит (оксид железа)	Кремнезём (диоксид кремния), кристаллический и аморфный	Трёхкальциевый алюминат (3CaO · Al ₂ O ₃ · 6H ₂ O)	Бемит (AlO(OH))	Диоксид титана	Мусковит (K ₂ O · 3Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ · 2H ₂ O)	Карбонат кальция	Гиббсит (Al(OH) ₃)	Каолинит (Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂ · 2H ₂ O)
4-40	10-30	0-30	5-20	2-20	0-20	2-15	0-15	2-10	0-5	0-5

По внешнему виду бокситовый шлам (Рисунок 2) представляет собой среднезернистый песок бежево-бурого цвета с включениями легко рассыпающихся комьев различной величины.



Рисунок 2 – Красный шлам с АО «Алюминий Казахстана»

Отвальный шлам глиноземного производства АО «Алюминий Казахстана» по химическому составу представлен преимущественно оксидами кремния, алюминия, железа и кальция, на долю которых приходится более 80 % массы материала. Гранулометрический состав отвального шлама по фракциям: (+1) мм ~ 5 %; (-0,053) мм ~ 30 %.

Вторичный металлургический шлак с АКП «KSP Steel» представляет собой пористый порошок серого цвета, наблюдается пористая микроструктура, отмечается наличие закристаллизованной стекловидной составляющей (Рисунок 3).

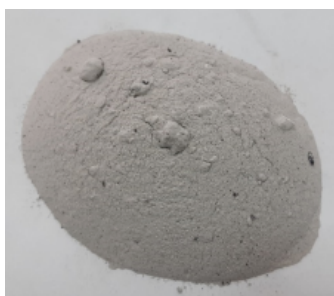


Рисунок 3 – Вторичный металлургический шлак с АКП «KSP Steel»

Бурые включения свидетельствуют о наличии оксида железа. Химический состав вторичного металлургического шлама с АКП «KSP Steel» приведен в таблице 5 [7].

Таблица 5 – Химический состав металлургического шлама с АКП «KSP Steel», %

Fe _{об}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	S
28 – 35,9	12,1 – 18,9	1,9 – 4,8	21,1 – 24,6	6,9 – 20,2	5,1 – 8,2	0,03 – 0,04

Материалы и методы

В работе были исследованы следующие техногенные отходы энергетики и металлургии Республики Казахстан:

- зола-уноса с Павлодарской ТЭЦ-1;
- красный шлак с АО «Алюминий Казахстана»;
- вторичный металлургический шлак с АКП «KSP Steel» (процесс внепечной обработки расплава).

Основные аппараты для измельчения, тонкого помола и ситового анализа сырья, применяемые в исследовании:

- щековая дробилка ДЩ-1;
- машина для тонкого помола МП-4/1;
- прибор для определения зернового состава.

Приготовили раствор с карбоксил-метил целлюлозой (КМЦ), служащий раствором-связкой. Полученный с красными шлаком, шлаком и золой-уноса массу приводили до однородности, проведя через сито. Определили влажность полученных образцов, которая составила с золой-уноса 10,1 %, красным шлаком – 12 %, шлаком – 10 %.

Далее на универсальной испытательной машине WDW-200 прессовали измельченные до фракции 0,063 сырьевые материалы и получили образцы материалов в виде таблеток и цилиндров (рисунок 4).



Рисунок 4 – Образцы таблеток и цилиндров со шлаком, золой-уноса и КШ

Полученные образцы с исходным материалом отправили на обжиг, где в муфельной печи «Snol-6,7/1300» исследовали поведение образцов при различных значениях температуры нагрева и выдержки.

В результате обжига сырьевых материалов с красным шлаком, золой-уноса и металлургическим шлаком установлено, что образцы показали различные показатели. Температура обжига материалов в печи была в пределах 950–1300 °С. При повышении температуры образцы с золой-уноса становились пористые, менялся цвет и прочность. Образцы с красным шлаком уменьшались в весе и по объему, а в пределах 1200–1300 °С превратились в стекловидную форму. Образцы с металлургическим шлаком в пределах 950–1000 °С не изменялись, а с повышением температуры, а именно 1100 °С начали растрескиваться. Начиная с 1150 и до 1300 °С образцы с металлургическим шлаком превратились в исходное порошкообразное состояние. Результаты обожженных образцов представлены на рисунках 5–7.

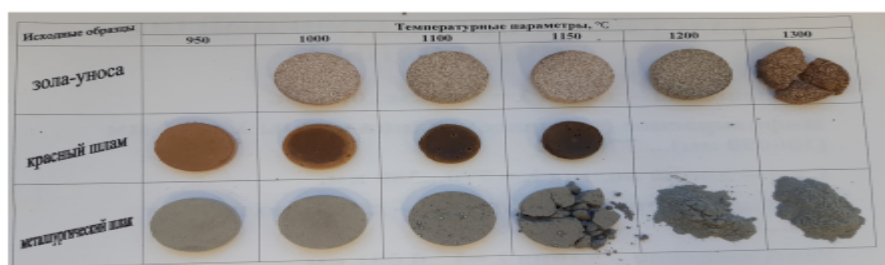


Рисунок 29 – Результаты обжига сырьевых материалов (таблетки)



Рисунок 5 – Результаты обжига сырьевых материалов (таблетки)

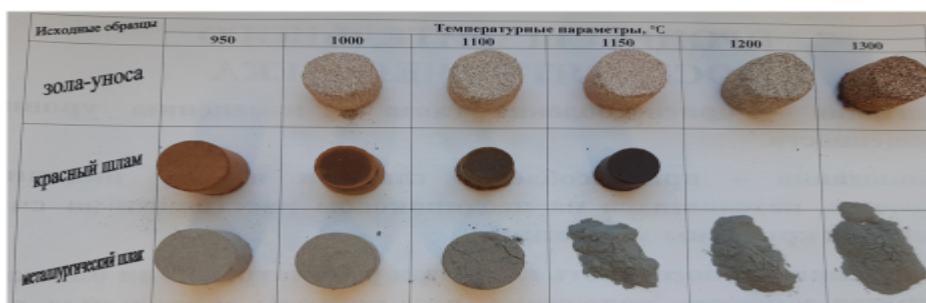


Рисунок 30 – Результаты обжига сырьевых материалов (цилиндры)



Рисунок 6 – Результаты обжига сырьевых материалов (цилиндры)



Рисунок 7 – Процесс обжига сырьевых материалов

Результаты и обсуждение

После обжига сырьевых образцов провели расчет водопоглощения полученных материалов согласно методики [10]. Расчет водопоглощения с образцами красного шлама, шлака и золы-уноса показали, что водопоглощение для образцов с температурой обжига в пределах 950–1150 °С уменьшается. На рисунке 12 представлен график изменения водопоглощения образцов с красным шламом. Водопоглощение образцов с температурой обжига 950 °С составил в среднем 41,1 %, когда образец с температурой обжига 1150 °С составил всего лишь 2,5 %. Это говорит, что водопоглощение с повышением температуры обжига уменьшается. Такие же показатели показали образцы с золой-уноса и шлаком, где водопоглощение также уменьшалось с повышением температуры обжига (рисунок 8–10).

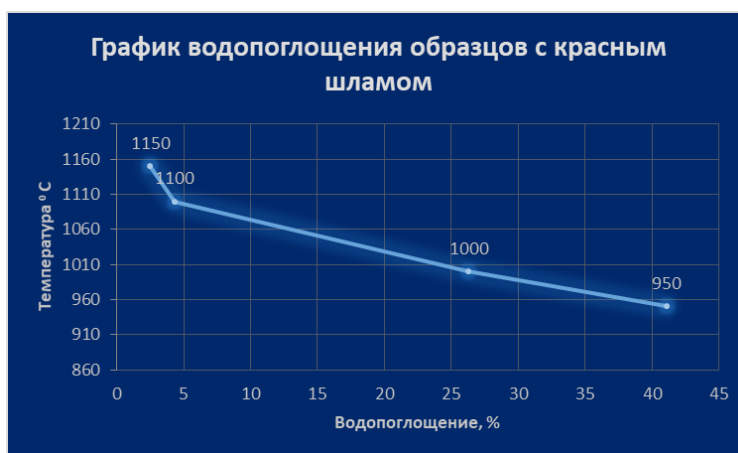


Рисунок 8 – График водопоглощения образцов с красным шламом

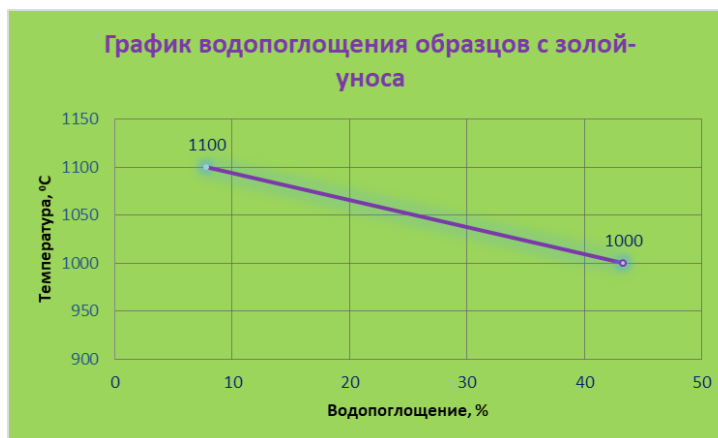


Рисунок 9 – График водопоглощения образцов с золой-уноса

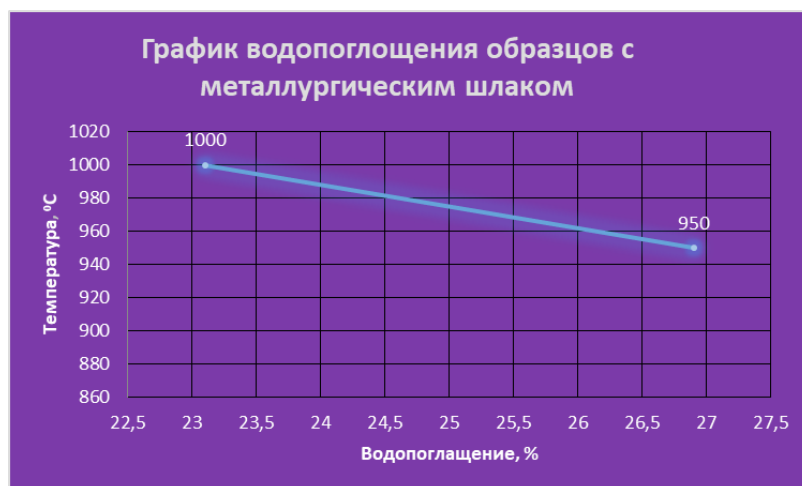


Рисунок 10 – График водопоглощения образцов с металлургическим шлаком

На гидравлическом прессе ПГМ-100МГ4 определили прочностные свойства полученных образцов в виде цилиндров. Результаты прочностных свойств представлены таблицах 6–8.

Таблица 6 – Результаты прочностных свойств на сжатие образцы из КШ

№	T, °C	S _{уд.} , см ²	F, кН	R, МПа
1	1000	2,3	1,83	1,13
2	1000	2,3	1,59	0,94
3	1100	1,8	5,46	3,36
4	1100	1,8	8,26	5,08
5	1100	1,8	8,90	5,48
6	1000	2,3	1,7	1,05
7	1100	1,8	17,11	10,53
8	1100	1,8	13,43	8,27
9	1100	1,8	6,43	3,96
10	1150	1,8	21,84	13,44

Таблица 7 – Результаты прочностных свойств на сжатие образцы из металлургического шлака

№	1	2	3	4	5	6	7	8
T, °C	1000	1000	1000	1200	1200	1000	1300	1300
S _{уд.} , см ²	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14
F, кН	0,023	0,10	0,13	-	-	0,19	0,32	-
R, МПа	0,018	0,062	0,078	-	-	0,12	0,20	-

Таблица 8 – Результаты прочностных свойств на сжатие образцы из золы-уноса

№	T, °C	S _{уд.} , см ²	F, кН	R, МПа
1	1200	2,83	0,079	0,013
2	1200	2,83	0,11	0,068
3	1300	2,54	1,09	0,670
4	1300	2,27	0,94	0,577
5	1300	2,83	1,06	0,652
6	1300	2,27	1,28	0,784
7	1300	2,83	0,469	0,076
8	1300	2,54	0,77	0,475
9	1300	2,83	1,37	0,844

Выводы

Таким образом, в ходе экспериментальной работы представлен химический и фазово-минералогический состав исследуемых техногенных отходов.

В ходе исследования, были достигнуты следующие результаты:

- был проведен обжиг исходных сырьевых материалов, где были определены оптимальные температурные параметры обжига;
- определены физико-химические свойства образцов:
- водопоглощение;
- усадка;
- прочностные свойства.

Таким образом, в ходе определения физико-химических и прочностных свойств полученных образцов на основе отходов металлургии и промышленности Казахстана можно утверждать, что техногенные отходы предприятий металлургии и энергетики Павлодарского региона, содержащие в своем составе достаточное количество оксидов кремния, кальция, алюминия и др. оксидов, представляют собой пригодность к их возможному использованию в производстве строительной керамики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Касенов, А. Ж., Глеулесов, А. К., Ахметбек, А. Н. «Производство бетонов из отходов производства АО «Алюминий Казахстана» Наука и техника Казахстана, 2018. – № 1. – С. 61–75.

2 Платонов, А. П., Гречаников, А. В., Ковчур, А. С., Ковчур, С. Г., Манак, П. И. Изготовление керамического кирпича с использованием промышленных отходов, Вестник Витебского государственного технологического университета, Выпуск 28. – 128–134 с.

3 Макаров, Д. В., Мелконян, Р. Г., Суворова, О. В., Кумарова В. А. Перспективы использования промышленных отходов для получения керамических

строительных материалов, ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 5. – С. 254–281.

4 **Yao, Z. T., Ji, X. S., Sarker, P. K., Tang, J. H., Ge, L. Q., Xia, M. S., Xi, Y. Q.** A comprehensive review on the applications of coal fly ash // *Earth-Science Reviews* Volume 141, February 01, 2015. – 105–121 p.

5 **H. Mi, L. Yi, Q. Wu, J. Xia, B. Zhang,** Preparation of high-strength ceramsite from red mud, fly ash, and bentonite // *Ceramics International*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint>.

6 **Бажиров, Н. С., Серикбаев, Б. Е., Бажиров, Т. С., Даулетияров, М. С., Бажирова, К. Н.** «Композиционные строительные материалы. Теория и практика», Химико-минералогическая характеристика бокситового шлама – отхода алюминиевого производства. – 2017. – 14–18 с.

7 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulessov, A. K.** *Innovational Construction Materials of LLP «Ecostroy NII-PV» Production, Defect and Diffusion Forum.* – Vol. 410. – 2021. – 806–811 p.

8 ГОСТ 25818-91 Межгосударственный стандарт золы-уноса тепловых электростанций для бетонов

9 ГОСТ 25818-91 Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов

10 **Черкасов, С. В., Адоньева, Л. Н.** *Материаловедение, лабораторный практикум*, 2010. – 88 с.

REFERENCES

1 **Kasenov, A. J., Tleulesov, A. K., Ahmetbek, A. N.** «Proizvodstvo betonov iz othodov proizvodstva АО «Alyminy Kazahstana» [Production of concrete from production wastes of JSC «Aluminum of Kazakhstan»] // *Nauka I Tehnika Kazahstana.* – 2018. – № 1, P. 61–75.

2 **Platonov, A. P., Grechanikov, A. V., Kovchur, A. S., Kovchur, S. G., Manak, P. I.** *Izgotovlenie keramicheskogo kirpicha s ispolzovaniem promyshlennykh othodov* [Production of ceramic bricks using industrial waste], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta.* – Issue 28. – 128–134 p.

3 **Makarov, D. V., Melkonyan, R. G., Suvorova, O. V., Kumarova V. A.** *Perspektivy ispol'zovaniya promyshlennykh otkhodov dlya polucheniya keramicheskikh stroitel'nykh materialov* [Prospects for the use of industrial waste to produce ceramic building materials], // *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'.* – 2016. – № 5. P. 254–281. ISSN 0236-1493.

4 **Yao, Z. T., Ji, X. S., Sarker, P. K., Tang, J. H., Ge, L. Q., Xia, M. S., Xi, Y. Q.** A comprehensive review on the applications of coal fly ash // *Earth-Science Reviews.* – Volume 141. – February 01, 2015. – 105–121 p.

5 **H. Mi, L. Yi, Q. Wu, J. Xia, B. Zhang,** Preparation of high-strength ceramsite from red mud, fly ash, and bentonite // *Ceramics International*, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.ceramint>.

6 **Bazhirov, N. S., Serikbayev, B. Ye., Bazhirov, T. S., Dauletiyarov, M. S., Bazhirova, K. N.** «Kompozitsionnyye stroitel'nyye materialy. Teoriya i praktika», Khimiko-mineralogicheskaya kharakteristika boksitovogo shlama – otkhoda alyuminiyevogo proizvodstva. Teoriya i praktika» [Composite building materials. Theory and practica], Khimiko-mineralogicheskaya kharakteristika boksitovogo shlama – otkhoda alyuminiyevogo proizvodstva. – 2017. – 14–18 p.

7 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulesov, A. K.** Innovational Construction Materials of LLP «Ecostroy NII-PV» Production, Defect and Diffusion Forum. – Vol. 410. – 2021. – 806-811 p.

8 GOST 25818-91 Mezhsudarstvennyy standart zoly-unosa teplovykh elektrostantsiy dlya betonov [Interstate standard for fly ash from thermal power plants for concrete].

9 GOST 25818-91 Smesi zoloshlakovyye teplovykh elektrostantsiy dlya betonov [Ash and slag mixtures for thermal power plants for concrete].

10 **Cherkasov, S. V., Adonieva, L. N.**, Materialovedeniye, laboratornyi praktikum [Materials Science, laboratory workshop], 2010. – 88 p.

Материал поступил в редакцию 17.03.22.

**Д. Т. Толегенов¹, М. А. Елубай², Н. К. Кулумбаев³,
Р. А. Тюлюбаев⁴, Д. Ж. Толеганова⁵*

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал баспаға 17.03.22 түсті.

ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ МЕТАЛЛУРГИЯ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

Өнеркәсіптің жанама өнімдерін пайдалану өте маңызды, өйткені ол өндірісті арзан және жиі дайындалған шикізаттың бай көзімен қамтамасыз етеді; шикізатты өндіретін және өңдейтін кәсіпорындардың құрылысына арналған күрделі салымдарды үнемдеуге және олардың рентабельділік деңгейін арттыруға; жердің едәуір аудандарын босатуға және қоршаған ортаның ластану дәрежесін төмендетуге әкеледі. Жанама өнеркәсіп өнімдерін пайдалану деңгейін дәйекті арттыру мемлекеттік маңызы бар маңызды міндет болып табылады.

Өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жаратудың негүрлым перспективалы бағыттарының бірі – оларды құрылыс материалдары өндірісінде пайдалану, бұл шикізатқа деген қажеттілікті 40 %-ға дейін қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Өнеркәсіп қалдықтарын пайдалану құрылыс материалдарын табиғи шикізаттан өндірумен салыстырғанда оларды дайындауға жұмсалатын шығындарды 10–30 %-ға азайтуға мүмкіндік береді, бұл ретте күрделі салымдарды үнемдеу 35–50 %-ды құрайды.

Бұл мақалада Қазақстан Республикасының энергетика және металлургияның келесі техногенді қалдықтары зерттелді:

- Павлодар ЖЭО-1-нен күлі;
- «Қазақстан алюминийі» АҚ-ғы қызыл иламы;
- «KSP Steel» АҚП бар қайталама металлургиялық қожығы (балқыманы пештен тыс өңдеу процесі).

Зерттеудің мақсаты Павлодар өңірі кәсіпорындарының металлургия және энергетика кәсіпорындарының техногендік қалдықтарының осы түрлерінің оларды Құрылыс керамикасы өндірісінде ықтимал пайдалануға жарамдылығын анықтау болды.

Кілтті сөздер: өнеркәсіптік қалдықтар, кеуектілік, беріктік, ЖЭО, қайталама металлургиялық қождар, отын-энергетикалық кешен.

***D. T. Tolegenov¹, M. A. Yelubai², N. K. Kulumbaev³,
R. A. Tyulyubaev⁴, D. J. Tolegenova⁵**

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 17.03.22.

DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF TECHNOGENIC WASTE FROM ENERGY AND METALLURGY ENTERPRISES OF THE PAVLODAR REGION

As we know, the use of by-products of industry is extremely important, as it provides production with a rich source of cheap and often already prepared raw materials; leads to savings in capital investments intended for the construction of enterprises that extract and process raw materials and increase their profitability; freeing up significant areas of land and reducing the degree of environmental pollution. The consistent increase in the level of use of by-products of industrial production is the most important task of national importance.

One of the most promising areas of industrial waste disposal is their use in the production of building materials, which allows up to 40% to meet the needs for raw materials. The use of industrial waste makes it possible to reduce the cost of manufacturing construction materials by 10–30% compared to their production from natural raw materials, while saving capital investments is 35–50%.

In this article, the following technogenic wastes of energy and metallurgy of the Republic of Kazakhstan were investigated:

*- fly ash from Pavlodar CHP-1;
- red sludge from JSC «Aluminum of Kazakhstan»;
- secondary metallurgical slag with automatic transmission “KSP Steel” (the process of out-of-furnace treatment of the melt).*

The purpose of the study was to determine the suitability of these types of man-made waste from metallurgy and energy enterprises of the Pavlodar region for their possible use in the production of construction ceramics.

Keywords: industrial waste, porosity, strength, thermal power plant, secondary metallurgical slag, fuel and energy complex.

Теруге 17.03.22 ж. жіберілді. Басуға 27.03.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

15 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,5. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3952

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>