

УДК 666.931+669.184

https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/21

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ КАДАМЖАЙСКОГО СУРЬМЯНОГО КОМБИНАТА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

©*Эркинбаева Н. А., Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан*  
©*Ысманов Э. М., канд. физ.-мат. наук, Институт природных ресурсов ИОО НАН КР, г. Ош, Кыргызстан, eshkozu1960@mail.ru*  
©*Ташполотов Ы., д-р физ.-мат. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан*

## THE USE OF TECHNOGENOUS WASTE FROM THE KADAMJAI ANTIMONY PLANT AS A RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF PORTLAND CEMENT

©*Erkinbaeva N., Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan*  
©*Ysmanov E., Ph.D., Institute of Natural Resources SB NAS KR, Osh, Kyrgyzstan, eshkozu1960@mail.ru*  
©*Tashpolotov Y., Dr. habil., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan*

*Аннотация.* В статье исследованы температурный режим и количество тепла, необходимое для спекания смеси, полученной из техногенных отходов (шлак отвальный, флотационный хвостовой отход) с добавлением природной глины. Исследован химический состав техногенных отходов и природной глины, являющихся пригодными для использования их в качестве сырья для производства портландцемента и других строительных материалов. Утилизирование техногенных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината поможет улучшить экологическую обстановку в регионе, а с другой снизить материальные затраты на производство для получения новой продукции.

*Abstract.* The article investigates the temperature regime and the amount of heat required for sintering a mixture obtained from industrial waste (dump slag, flotation tailings) with the addition of natural clay. The chemical composition of industrial waste (slag, dump, flotation tailings) and natural clay, which are suitable for use as raw material for the production of Portland cement and other building materials, have been investigated. Utilization of man-made waste (Kadamzhai antimony plant) will help improve the environmental situation in the region, and on the other, reduce material costs of production to obtain new products.

*Ключевые слова:* цемент, техногенные отходы, отвал, сырье, строительный материал, утилизация.

*Keywords:* cement, technogenic waste dump, raw material, construction material recycling.

В настоящее время экологические проблемы, связанные с образованием, хранением, использованием и утилизацией, техногенных отходов являются одним из основных проблем в природоохранной деятельности в силу своего комплексного характера. С одной стороны, отходы производства являются вторичными материальными ресурсами и по своему составу и свойствам промышленные отходы близки к природному сырью и использование их позволяет покрыть до 40% потребности строительства в сырьевых ресурсах, а с другой они оказывают воздействие на все сферы окружающей среды-почву, атмосферу, водные ресурсы и в целом

на всю природу и жизнь общества [1]. А возможность применения промышленных отходов позволяет на 10–30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, создавать новые строительные материалы с высокими технико-экономическими показателями и, кроме того, уменьшить загрязнение окружающей среды.

Известно, что в настоящее время промышленные отходы составляют до 90–98% от всех добываемых природных ресурсов, т. е. промышленность работает в основном на производство отходов, поэтому проблема разработки техногенных «месторождений» приобретает все большую актуальность.

Одним из примером такого техногенного образования в Киргизской Республике является накопившиеся отходы Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК), представляющий собой техногенным сырьевым ресурсом, имеющих ценность для разных отраслей народного хозяйства страны. Поэтому разработка технологии использования накопленных отходов является актуальной задачей и для комбината, и для жителей данного региона.

В связи с этим, целью настоящей работы является экспериментальное обоснование и разработка технологии применения техногенных отходов КСК различного происхождения для получения, например, строительных материалов и изделий.

По данным Министерства экологии и чрезвычайных ситуаций КР, в республике имеется порядка 35 хвостохранилищ и 25 горных отвалов, которые в настоящее время занимают большие площади хозяйственных земель и являются мощными возбудителями состояния природной среды. Эти техногенные образования горнопромышленных производств относятся к специфической группы геологических объектов, сформировавшихся за последние столетия в промышленных регионах КР. К ним относятся отходы: горно-обогатительного, металлургического, энергетического, химического и других производств, которые можно рассматривать и как ценное сырье для дополнительного получения полезных компонентов, строительных материалов, химической продукции, минеральных удобрений и пр. [2]. Поэтому горнодобывающая промышленность КР уже ориентируются на эксплуатацию все более бедных техногенно-минеральных образований, как источника дополнительных ресурсов полезных компонентов [3].

Цементовязущее вещество, обладающее гидравлическими свойствами, состоящее из клинкера и при необходимости, гипс или его производных и добавок. Цементы классифицируют по назначению (общестроительные, специальные строительные, не строительные), по виду клинкера и вещественному составу, по прочности, при сжатии, скорости твердения, срокам схватывания, нормированию специальных свойства [4].

В настоящее время цемент является самым востребованным строительным материалом. Он широко используется для изготовления архитектурных и декоративных изделий, для отделки зданий и сооружений, при строительстве гидроэлектростанций, морских океанских сооружений, в промышленном производстве железобетонных конструкций, для автомобильных и аэродромных покрытий, при бурении нефтяных и газовых скважин, для производства асбестоцементных изделий, для строительства металлургических, химических и других тепловых агрегатов.

Среди строительных материалов цементу принадлежит ведущее место. Его применяют для изготовления монолитного и сборного бетона и железобетона, асбестоцементных изделий, строительных растворов, скопления отдельных элементов (деталей) сооружений и другие. Большим потребителем цемента является нефтяная и газовая промышленности,

цемент и получаемые на его основе прогрессивные строительные материалы успешно заменяют в строительстве дефицитную древесину, глину, известь, и другие традиционные материалы [5–6].

В данной статье рассматриваются проблемы получения портландцемента с использованием техногенных отходов (шлак отвалной) металлургической промышленности КР и отходы производства, хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд, в качестве исходного сырья.

В настоящее время на территории Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК) имеются десятки миллионов тонн промышленных отходов [7], которые можно использовать в качестве исходного сырья при производстве цемента.

Для решения поставленной проблемы нужно рассматривать следующие задачи:

- Определение химического (компонентного) состава исходного техногенного сырья;
- Выбор технологии производства цемента на основе отходов КСК;
- Технико-экономическое обоснование выбранной технологии;
- Экспериментальное исследование и подтверждение режимы получения качественного цемента;
- Утилизация отходов и улучшение экологической обстановки региона.

#### *Основы технологии производства цемента*

Для получения портландцемента в лабораторных условиях поэтапно осуществляли следующие технологические процессы:

- дробление и определение дисперсного (гранулометрического) состава исходного сырья;
- сушка исходного сырья (техногенные отходы, глина, гипс);
- выбор высококалорийного топлива (угля);
- исследование оптимального температурного режима для обжига сырьевых материалов.

В процессе подготовки портландцементного клинкера используя необходимых сырьевых материалов, известняк или глинистый сланец, тщательно перемешивали и обрабатывали температурным полем до температуры 1450 °С.

Протекающие при этом реакции можно разделить на следующие три группы, а именно:

1. Реакции при температурах ниже примерно 1300 °С, из которых наиболее важны:

- а) разложение кальцита (декальцинация);
- б) разложение глинистых материалов и
- в) реакция кальцита или образующейся из него извести с кварцем и продуктами распада глинистых минералов, в результате которой образуются: белит, алюминат и феррит.

Жидкость на этой стадии появляется в незначительном количестве, но тем не менее может оказывать значительное влияние на развитие реакций. В конце этой стадии главными фазами смеси являются белит, известь, алюминат и феррит.

Две последние фазы могут отличаться от соответствующих фаз в конечном продукте.

2. Реакция при температурах 1300–1450 °С (клинкeroобразование). Образуется расплав, главным образом из алюмината и феррита при 1450 °С около 20–30 мин смеси представляет собой жидкую фазу. Большая часть белита и почти вся известь взаимодействуют в присутствии расплава с образованием алита. Материал формируется в виде гранул, образуя клинкер.

3. Реакция при охлаждении жидкости закристаллизовывается, давая главным образом

алюминат и феррит. Происходят полиморфные превращения алита и белита.

Для получения портландцемента, пригодные глинистые сланцы, глины и известняк, имеют примерный состав:

50–60% SiO<sub>2</sub>; 15–25% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5–10% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 67% CaO [8].

#### Экспериментальная часть

Для получения портландцемента как исходного сырья использовали техногенные отходы Кадамжайского сурьмяного комбинат: шлак отвальной и флотационный хвостовой отход и природная глина. Исследован химический состав техногенных отходов [9] (Таблица 1).

Таблица 1.

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОТОБРАННЫХ ПРОБ ОТХОДОВ СУРЬМЯНОГО КОМБИНАТА

Наименование пробы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	МДО	S	FeO	Na <sub>2</sub> O	Sb	mm	W%	C	P	Проч.	∞%
Шлак (магнитный)	60,63	4,66	3,63	4,30	2,45	0,4	20,4	—	0,24	1,63	0,24	—	—	1,69	100
Шлак (в виде песка)	60,78	4,06	4,69	5,48	1,20	0,44	20,1	—	0,4	1,10	0,36	—	—	1,39	100
Флотационный хвостовой отход	30	4,14	5,2	56,1	1,4	—	—	—	0,5	1,41	1,04	—	—	1,42	100
Природная глина	27,9	10,7	8,2	6,5	2,4	1,0	—	2,0	—	4,0	6,0	22	1,8	7,5	100

Для получения цемента было взято 1 кг не магнитного шлака, 1 кг шлака в виде песка, 4 кг флотационный хвостовой отход и 1 кг природной глины.

Все исходные сырья сушили в сушильном шкафу при температуре 110 °С и измельчали в щековой дробилке до фракции 0–15 мм и нагревали при температуре 1450 °С (температура лабораторной муфельной печи достигает до 1500 °С) в течении 2 ч и 50 мин охлаждая в естественных условиях (Таблица 2).

Таблица 2.

#### ВРЕМЯ И ТЕМПЕРАТУРА СЖИГАНИЯ СМЕСИ

Время сжигания смеси, ч.	10,0	10,25	10,50	11,15	11,40	12,05	12,30	12,5
Температура в печи, °С.	20	200	400	600	800	1000	1200	1450

Полученный цементный клинкер охладили, измельчили в шаровой мельнице до остатка 8–10% и пропустили через сито №0,04 и для вязкости добавили 4% строительный гипс.

Технологическая схема получения цемента с использованием техногенных отходов КСК показана на Рисунке.



Рисунок. Технологическая схема получения портландцемента из техногенных отходов КСК в лабораторных условиях.

На основании экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Исследованы гранулометрический, минералогический и химический составы [9] техногенных отходов (шлак отвальной, флотационный хвостовой отход) и природная глина, которая является пригодной для использования в качестве сырья для получения портландцемента. Проведена их радиационно-гигиеническая оценка [9].

2. Научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования техногенных отходов КСК в качестве сырья при получении строительных материалов. Установлены температура спекания 1450 °С для техногенных отходов КСК и рецептурно-технологические параметры получения портландцемента.

3. Разработана технологическая схема утилизации техногенных отходов КСК с получением товарной продукции (портландцемента), которая соответствует требуемым критериям, обеспечивает экологическую обстановку региона и защиту окружающей природной среды при производстве строительных материалов.

#### Список литературы:

1. Бульжнев Е. М., Кокорин В. Н. Отчет НИР «Совершенствование технологического комплекса утилизации доломитного производства и железосодержащих отходов». Ульяновск, 1998.
2. Мониторинг, прогноз и подготовка к реагированию на возможные активизации опасных процессов и явлений на территории Киргизской Республики и приграничных районах с государствами Центральной Азии. Бишкек, 2006.
3. Ряховский В. М, Шкотин А. В, Похно С. А. Инфраструктура пространственных данных техногенных отходов горно-обогатительных производств // ГИС и природные ресурсы. 2017. №2 (81).
4. Бутт Ю. М, Сычев М. М, Тимашев В. В. Химическая технология вяжущих материалов. М: Высшая школа, 1980. 472 с.
5. Худякова Л. И., Войлошников О. В. Строительные материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности // Строительные материалы. 2009. №12. С. 16-17.
6. Огороков С. Д. Расчет портландцементной сырьевой шихты. М., 1975. 329 с.

7. Ярушовский Г. А., Малухин И. И., Текенов И. И. Отчет «Состояние сырьевой базы сурьмяной и ртутной промышленности Киргизской Республики». Бишкек, 2006.
8. Тейлор Х. Химия цемента. М: Мир, 1996. 530 с.
9. Эркинбаева Н. А., Ташполотов Ы., Ысманов Э. М. Исследование химического состава промышленных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №12. С. 73-78. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/08>

*References:*

1. Bulyzhnev, E. M., & Kokorin, V. N. (1998). Research report “Improvement of the technological complex for the disposal of dolomite production and iron-containing waste”. Ulyanovsk.
2. (2006). Monitoring, forecasting and preparation for response to possible intensification of dangerous processes and phenomena on the territory of the Kyrgyz Republic and border areas with the states of Central Asia. Bishkek.
3. Ryakhovskii, V. M, Shkotin, A. V, & Pokhno, S. A. (2017). Infrastruktura prostranstvennykh dannyykh tekhnogennykh otkhodov gorno-obogotitel'nykh proizvodstv. *GIS i prirodnye resursy*, (2(81)).
4. Butt, Yu. M, Sychev, M. M, Timashev, V. V. (1980). *Khimicheskaya tekhnologiya vyazhushikh materialov*. Moscow.
5. Khudyakova, L. I., & Voiloshnikov, O. V. (2009). Stroitel'nye materialy na osnove otkhodov gornodobyvayushchei promyshlennosti. *Stroitel'nye materialy*, (12), 16-17.
6. Okorokov, S. D. (1975). *Raschet portlandtsementnoi syr'evoi shikhty*. Moscow.
7. Yarushovskii, G. A., Malukhin, I. I., & Tekenov, I. I. (2006). Report “Condition of the raw material base of the antimony and mercury industry of the Kyrgyz Republic”. Bishkek.
8. Teilor, Kh. (1996). *Khimiya tsementa*. Moscow.
9. Erkinbaeva, N., Tashpolotov, Y., & Ysmanov, E. (2020). Research of the Chemical Composition of Industrial Waste of the Kadamzhay Antimony Combine. *Bulletin of Science and Practice*, 6(12), 73-78. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/08>

*Работа поступила  
в редакцию 08.02.2021 г.*

*Принята к публикации  
15.02.2021 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Эркинбаева Н. А., Ысманов Э. М., Ташполотов Ы. Применение техногенных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината в качестве сырья для получения портландцемента // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №3. С. 206-211. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/21>

*Cite as (APA):*

Erkinbaeva, N., Ysmanov, E., & Tashpolotov, Y. (2021). The Use of Technogenous Waste From the Kadamjai Antimony Plant as a Raw Material for the Production of Portland Cement. *Bulletin of Science and Practice*, 7(3), 206-211. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/21>