

ӨЗІН-ӨЗІ РЕТТЕУ
«ТӘЖІРИБЕШІЛ ЭКОЛОГТАР
ҚАУЫМДАСТЫҒЫ»



САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«АССОЦИАЦИЯ ПРАКТИКУЮЩИХ
ЭКОЛОГОВ»

Аналитический доклад
ОИПиЮЛ «Саморегулируемая организация
«Ассоциация практикующих экологов»
**«Переработка и повторное
использование отходов золы»**

Казахстан, 2022

Содержание

Содержание	2
Список сокращений.....	3
1.Теплоснабжение и образование золы в Казахстане	4
2. Мировой опыт по переработке и повторному использованию отходов золы	9
3. Технологии по переработке и повторному использованию отходов золы в Казахстане	11
3.1 Производство алюмосиликатной микросферы (АСМП) из отходов золы	11
3.2 Производство пеноблоков из отходов золы	13
3.3 Содействие государства для увеличения доли переработки и повторного использования отходов золы	15
Заключение	16
Список литературы	17

Список сокращений

ТЭЦ	Теплоэлектростанции
РК	Республике Казахстан
АО	Акционерное общество
ТОО	Товарищество с ограниченной ответственностью
ГРЭС	Государственная районная электростанция
KEGOC	Kazakhstan Electricity Grid Operating Company
МЭГПР	Министерства экологии, геологии и природных ресурсов
ЕС	Евросоюз
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
LCPD	Large Combustion Plant Directive
IED	Industrial Emissions Directive
СГК	Сибирская генерирующая компания
АСМП	Алюмосиликатной микросферы
ЕЭК	Евразийская энергетическая корпорация
ЛФЗУ	Легкая фракция золы-уноса
МИИР	Министерство индустрии и инфраструктурного развития
ГКП	Государственное коммунальное предприятие
КТЭЦ	Кызылорда теплоэлектроцентр

1.Теплоснабжение и образование золы в Казахстане

Теплоэлектростанции (далее ТЭЦ) — это электростанция, которая вырабатывает электрическую энергию и тепловую энергию в виде горячей воды для теплоснабжения города. Основной технологический процесс - выработка тепловой и электрической энергии путем сжигания топлива.

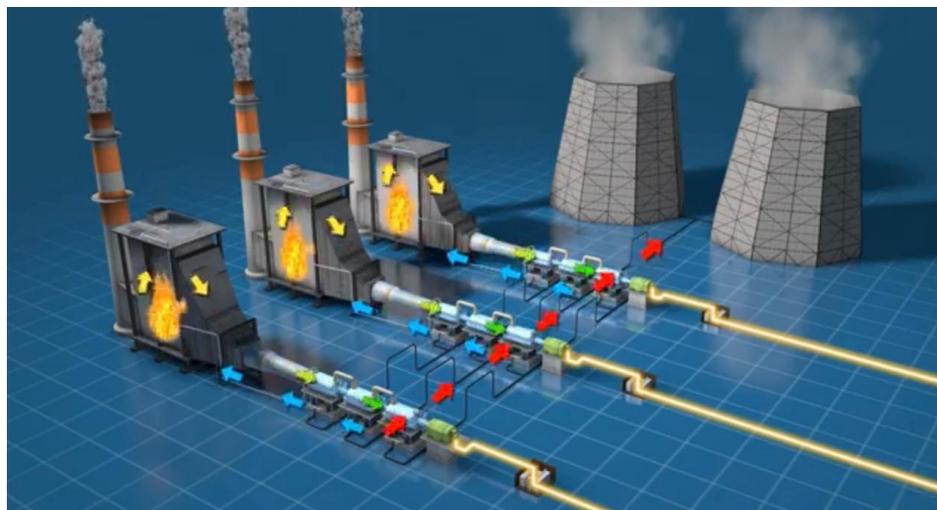


Рисунок 1- Тепловая электростанция. ¹

В Республике Казахстан (далее РК) примерно 70% производства электроэнергии приходится на уголь, поставки которого осуществляются в основном из Экибастузского, Карагандинского месторождений.

Согласно акционерному обществу (далее АО) «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями» (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company) «KEGOC»: *“Производство электрической энергии в Казахстане осуществляют 179 электрических станций различной формы собственности. По состоянию на 01.01.2021 г. общая установленная мощность электростанций Казахстана составляет 23621,6 МВт, располагаемая мощность — 20078,6 МВт.”*²

Согласно данным Комитета Статистики, максимальное снабжение электроэнергией по Казахстану за 2021 год в Павлодарской области (49 818 043,8 тыс. кВт.ч), минимальное количество Туркестанской области (751 465,3 тыс. кВт.ч).

Сравнительная оценка производство промышленной продукции в секции снабжение электроэнергией, снабжение газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом в РК за 2021 год представлены в следующих таблицах и диаграммах:

¹ Как работает ТЭЦ Принцип работы тепловой электростанции; Константин Тихомолов 7 мая 2018 г. <https://www.youtube.com/watch?v=QWgg4FwLB-k>

² «KEGOC» <https://www.kegoc.kz/ru/electric-power/elektroenergetika-kazakhstana/>

Таблица 1. Производство промышленной продукции в секции снабжение электроэнергией в РК за 2021 год.³

Единица измерения тыс. кВт.ч	
Республика Казахстан	114 846 247,9
Акмолинская	1 472 555,0
Актюбинская	4 014 534,7
Алматинская	3 514 757,4
Атырауская	7 362 798,8
Западно-Казахстанская	2 281 812,6
Жамбылская	3 068 546,8
Карагандинская	14 840 037,2
Костанайская	962 267,5
Кызылординская	1 695 276,2
Мангистауская	5 015 705,5
Павлодарская	49 818 043,8
Северо-Казахстанская	2 944 372,1
Туркестанская	751 465,3
Восточно-Казахстанская	9 251 890,5
г.Нур-Султан	3 902 875,2
г.Алматы	3 085 802,9
г.Шымкент	863 506,4

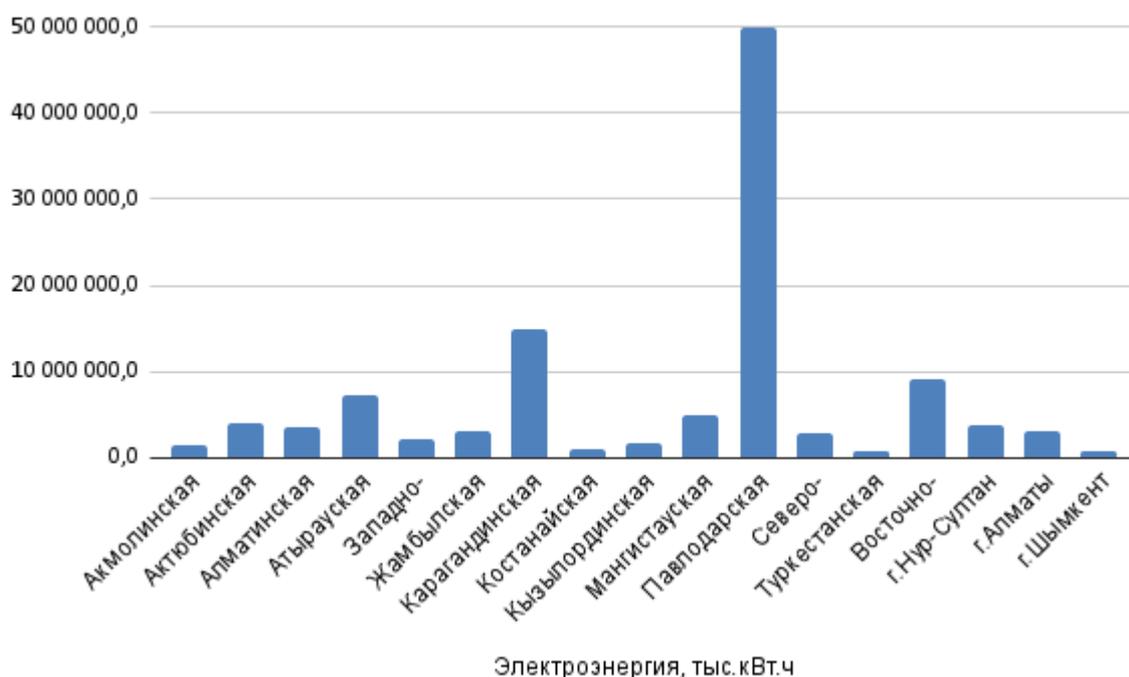


Рисунок 2 - Снабжение электроэнергией в РК за 2021 год.

³ Производство промышленной продукции в секции снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом в РК за 2021 год*
<https://stat.gov.kz/official/industry/151/statistic/7>

Таблица 2. Производство промышленной продукции в секции снабжение газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом в РК за 2021 год.⁴

Единица измерения тыс. Гкал

Республика Казахстан	87 459,0
Акмолинская	3 645,0
Актюбинская	5 568,6
Алматинская	2 020,9
Атырауская	7 692,0
Западно-Казахстанская	2 005,4
Жамбылская	2 056,8
Карагандинская	12 773,6
Костанайская	4 274,3
Кызылординская	704,1
Мангистауская	4 428,1
Павлодарская	13 359,5
Северо-Казахстанская	2 183,0
Туркестанская	379,3
Восточно-Казахстанская	7 340,3
г.Нур-Султан	8 635,8
г.Алматы	8 741,0
г.Шымкент	1 651,2

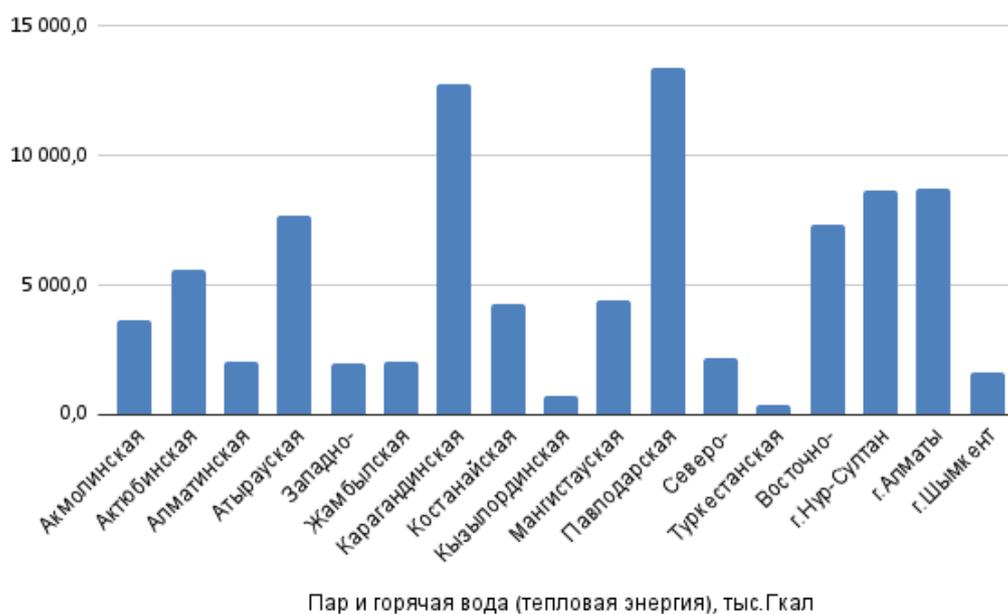


Рисунок 3 - Снабжение горячей водой в РК за 2021 год.

⁴ Производство промышленной продукции в секции снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом в РК за 2021 год*
<https://stat.gov.kz/official/industry/151/statistic/7>

При сжигании углей органическая часть образует летучие соединения в виде дыма и пара, а негорючая минеральная часть выделяется в виде твердых очаговых остатков, образуя пылевидную массу (зола), а также кусковые шлаки.

Согласно заключению государственной экспертизы “Комитета экологического регулирования и контроля Министерства экологии, геологии и природных ресурсов (далее МЭГПР) РК” согласовано соблюдать следующие условия природопользования, производить выбросы загрязняющих веществ в объемах, не превышающих:

- "Экибастузская ГРЭС-1 имени Булата Нуржанова" производить выбросы загрязняющих веществ в объемах, не превышающих:

в 2018 году **24583,524** тонн

в 2019 году **289383,986** тонн

в 2020 году **289186,354** тонн

в 2021 году **289242,765** тонн

в 2022 году **288987,805** тонн⁵

- АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» производить размещение отходов производства и потребления в объемах, не превышающих:

в 2021 году **2183139,6603** тонн

в 2022 году до 2030 года **4180719,092** тонн⁶

Уголь сгорает не бесследно, в процессе его сгорания не только генерируется энергия, но и образуются дымовые газы и зола шлаковые отходы (далее ЗШО). В зависимости от вида угля и условий его сжигания, золы и зола шлаковые смеси характеризуются различным химическим составом и физическими свойствами.



Рисунок 4 - Золоотвалы.⁷

⁵ Разрешение на эмиссии в окружающую среду для объектов I категории; <http://elicense.kz/Licenses/Details/db358c2f-66d3-4293-89ee-6ac8d6de7c74>

⁶ Разрешение на эмиссии в окружающую среду для объектов I категории [file:///C:/Users/user/Downloads/KZ69VCZ01100099_ru%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/KZ69VCZ01100099_ru%20(1).pdf)

⁷ Золошлаки: нерешенная проблема; <https://www.eprussia.ru/epr/361/1492205.htm>

В качестве твердого топлива в РК на ТЭЦ больше всего используется Экибастузский уголь, характеризующийся высокой зольностью (30-40%). Складирование золы и шлаков требует значительные территории, которые долгое время не используются, а также являются очагами накопления тяжелых металлов и повышенной радиоактивности. В РК ежегодный выход ЗШО смесей при сжигании углей составляет около 19 млн. тонн, а в золоотвалах к настоящему времени накоплено более 300 млн. тонн отходов.⁸

Согласованные размещения ЗШО в золоотвалах представлены в Таблице 3, согласно заключению государственной экспертизы «Комитета экологического регулирования и контроля МЭГПР РК.

Таблица 3. Нормативы размещения ЗШО.⁹

Наименование	Образование	Размещение
ТОО «Экибастузская ГРЭС -1 им. Булата Нуржанова»	5 769 794,690 тонн/год	5 769 795 тонн/год
АО "Алматинские электрические станции"	1 531 710 тонн/за 2018 год	1 531 710 тонн/за 2018 год
Петропавловская ТЭЦ-2 АО «СевКазЭнерго»	1 635 614.808 тонн /год	1 630 614.808 тонн /год
Карагандинской ТЭЦ-3 ТОО «Караганда Энергоцентр»	1 668 787,204 тонн/год	1 668 787,204 тонн/год
АО «Астана-Энергия» ТЭЦ-2	1 975 664,55 тонн/за 2022 год	1 665 485,2 тонн/за 2022 год
ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ»	320 806,326 тонн/год	320 806,326 тонн/год
Акуская электростанция АО «Евразийская энергетическая корпорация»	4 180,719092 тыс. т/г	4 180,719092 тыс. т/г

⁸ Техногенные отходы предприятий энергетики и пути их вторичной переработки, ш.м. умбетова, казахский национальный технический университет имени к.и.сатпаева <https://kap.kz/file/2019/04/25/tekhnogennye-otkhody-predpriyatiy-energetiki-i-puti-ikh-vtorichnoy-pererabotki.p>

⁹ Заключение государственной экспертизы <http://elicense.kz/LicensingContent/SimpleSearchLicense>

2. Мировой опыт по переработке и повторному использованию отходов ЗОЛЫ

В Европе увеличение количество переработки ЗШО началось с внедрения для Евросоюза (далее ЕС) директив регулирующие выбросы в угольной промышленности. Стандарты – Integrated Pollution Prevention and Control (далее IPPC), Large Combustion Plant Directive (далее LCPD), Industrial Emissions Directive (далее IED).¹⁰

В 2010 году страны (Китай, Индонезия, Австралия) создали свою **Азиатскую ассоциацию угольной золы** (Asian Coal Ash Association). За 10 лет организация провела несколько десятков конференций, где подробно объясняется выгодное использование ЗШО в бизнесе.

Направления переработки ЗШО:

- Строительные материалы (цемент, кирпич, блоки);
- Дорожное строительство (наполнители для дорожного полотна);
- Строительные проекты (стеновой материал);
- Производство различных наполнителей;
- Сельское хозяйство (стабилизаторы почвы)

Зарубежные страны показали положительный опыт проведения государственной политики стимуляции использования ЗШО. В Китае законодательством установлен запрет на добычу и использование природных минеральных ресурсов в строительстве при наличии в радиусе 80 км золоотвала ТЭЦ.¹¹ В Польше в 2 раза завышена стоимость земель для золоотвала, таким образом для производителей невыгодно складирование отходов. В результате производители сами повышают интересы потребителей ЗШО, через бесплатную транспортировку ЗШО в Китае, а в Болгарии ЗШО является бесплатной.¹²

Согласно «Сибирская генерирующая компания» (СГК) (входящий в Группу компаний АО «СУЭК»), высокий процент вовлечения в оборот ЗШО имеют ЕС и Япония.

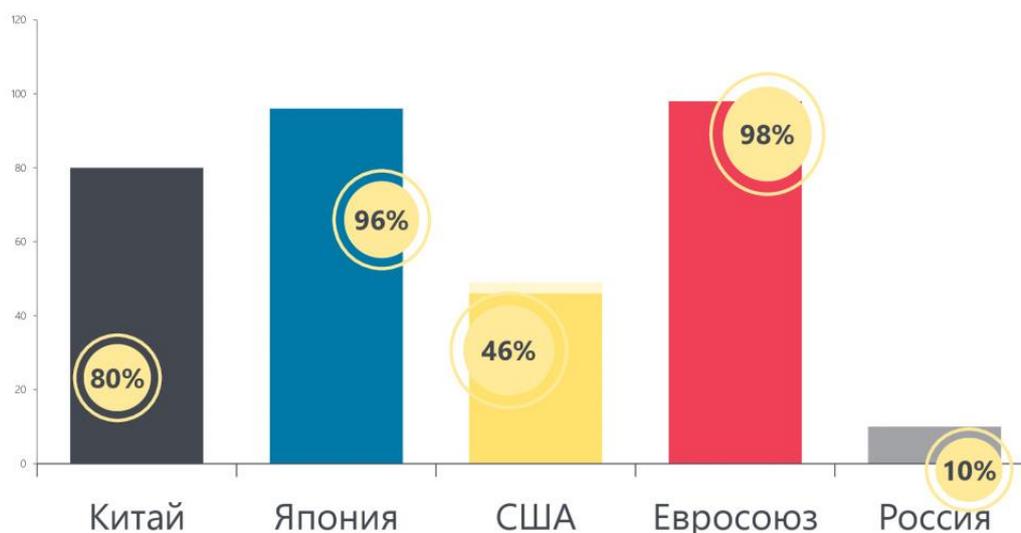


Рисунок 5 - Доля вовлечения в хозяйственный оборот ЗШО в мире.¹³

¹⁰ Золошлаковые отходы часть 2. <https://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2>

¹¹ Золошлаки ТЭЦ <https://sibgenco.online/news/element/ash-and-slag-from-tpps-how-much-can-you-lie/>

¹² ЗШО <https://titan-machinery.com/ru/zoloshlakovie-othody-proizvodstvo-kirpicha/>

¹³ СГК <https://sibgenco.online/news/element/ash-and-slag-from-tpps-how-much-can-you-lie/>

Извлечение полезных металлов из ЗШО является одним из перспективных направлений для бизнеса. Так как в ЗШО содержится такие металлы, как: оксид кремния, алюминий, железа, редкоземельные металлы и т.д. В 1950-е годы впервые в Польше запустили завод по извлечению алюминия из ЗШО.

С 1950-х в Китае началось использование золы в качестве добавки в бетон для строительства гидроэлектростанции. В 1980-ых гг. Правительство начинает ряд политических стимулирующих решений для использования летучей золы в различных направлениях.

Существуют три основных закона в Китае, связанные с использованием летучей золы¹⁴:

- Закон о содействии чистому производству (2002);
- Закон о предотвращении и контроле загрязнения окружающей среды твердыми отходами (2004);
- Закон о содействии экономике замкнутого цикла (2008).

В данный момент одним из передовых государств по извлечению алюминия из золы является Китай, завод ежегодно производит около 240 млн тонн оксида алюминия и 200 млн тонн силиката калия.¹⁵

Япония особое внимание уделяла развитию атомной энергии, но авария на АЭС Фокусима-1 в 2011 году стала причиной перехода к использованию угля при генерации электричества и тепла. В данное время доля вовлечения в хозяйственный оборот ЗШО составляет 96%. Основная доля вовлекаемых в оборот приходится на строительную отрасль. Центр угольной энергетики Японии (Japan Coal Energy Center) регулирует внедрение ЗШО в хозяйственный оборот в Японии. Япония экспортирует 1,28 млн тонн ЗШО в Южную Корею через морской транспорт, так как основная часть ТЭС в Японии находится в прибрежных зонах, в год осуществляется около 400 рейсов.¹⁶

В Швеции используют метод многоступенчатой очистки ЗШО, первоначально отделяют золу и шлак, которые перенаправляются в разные пункты. Из шлака первоначально сепарируют первичные металлы методом вибро сепарирования, после перенаправляются в специализированные полигоны. В полигонах разделяется на фракции с однородным размером частиц и далее направляется в заводы, где очищают сухим либо мокрым методом, проходят 8 этапную чистку, далее извлеченный материал, распределяется в зависимости от сырья и размера. Распределенный материал продается заводам, на них существует большой спрос.¹⁷

¹⁴ Азиатская ассоциация угольной золы, Пекин, Китай ; Д. Харрис
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29056221_47648446.pdf

¹⁵ ЗШО

https://www.researchgate.net/publication/259505206_A_review_of_the_alumina_recovery_from_coal_fly_ash_with_a_focus_in_China

¹⁶ Бенчмаркинг зарубежного опыта утилизации продуктов сжигания твердого топлива угольных ТЭС
<http://www.fa.ru/org/faculty/fm/coik/SiteAssets/Pages/publications/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D1%87%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B3%20%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BE%D0%BF%D1%8B%D1%82%D0%B0%20%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D1%81%D0%B6%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%20%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%A2%D0%AD%D0%A1.pdf>

¹⁷ Переработка шлака мусоросжигательных заводов Технологии Бизнес (2020)
<https://m.youtube.com/watch?v=wtx3c5ndeks&t=289s>

3. Технологии по переработке и повторному использованию отходов золы в Казахстане

3.1 Производство алюмосиликатной микросферы (АСМП) из отходов золы

KazCenosphere's - инновационный проект инвест холдинга Kusto Group по производству алюмосиликатной микросферы (АСМП). АСМП извлекают из отходов Аксуской электростанции АО «ЕЭК». Аксуская ГРЭС - источник сырья KazCenosphere's, так как все остальные тепловые станции при сжигании угля получают серую золу. В Аксуской ГРЭС легкая фракция золы-уноса (ЛФЗУ), на поверхность сырья всплывает в виде “пены”, которую KazCenosphere's собирает.¹⁸



Рисунок 7 - золоотвал Аксуской ГРЭС.¹⁹

Стоимость проекта составляет 2,3 млрд тенге. Завод способен перерабатывать 21 тыс. тонн ЗШО в год.

¹⁸Forbes KAZAKHSTAN; https://forbes.kz/leader/erkin_tatishev_zapustil_zavod_po_pererabotke_ugolnoy_zolyi/

¹⁹ Forbes KAZAKHSTAN ; https://forbes.kz/leader/erkin_tatishev_zapustil_zavod_po_pererabotke_ugolnoy_zolyi/

Рисунок 8 - Процесс переработки.²⁰

Материалы с применением АСМП используют при производстве плавательных средств, сигнальных буйв, спасательных жилетов. Готовый продукт стоит более тысячи долларов за тонну. Переработанное сырье экспортируют, так как в Казахстане нет производств, использующих такие добавки. Спрос на данный материал в Европе, Северной Америке, стоимость более тысячи долларов за тонну. Основной потребитель микросфер — нефтегазовая сфера, через трейдеров компания LEGO.

Рисунок 9 - Готовое сырье.²¹

²⁰ PVL/NEWS <https://www.pavlodarnews.kz/novosti/pavlodarskiy-zavod-prevrashchaet-zoloshlakovye-otkhody-eklektrostantsiy-v-eksportnoe-syre/>

²¹ PVL/NEWS <https://www.pavlodarnews.kz/novosti/pavlodarskiy-zavod-prevrashchaet-zoloshlakovye-otkhody-eklektrostantsiy-v-eksportnoe-syre/>

3.2 Производство пеноблоков из отходов золы

В Алтае предприниматель Сергей Марилов производит стройматериалы с применением ЗШО. Данное производство запускалось в 2019 году с производство пеноблоков. В основном пеноблоки производят с применением песка, но так как в Алтае песка нет, Сергей Марилов использовал материалы, которые были в избытке. Оборудование приобрел в России, в данный момент производят по 400 блоков в неделю. На запуск производство потребовалось 3,5 млн тенге.²²

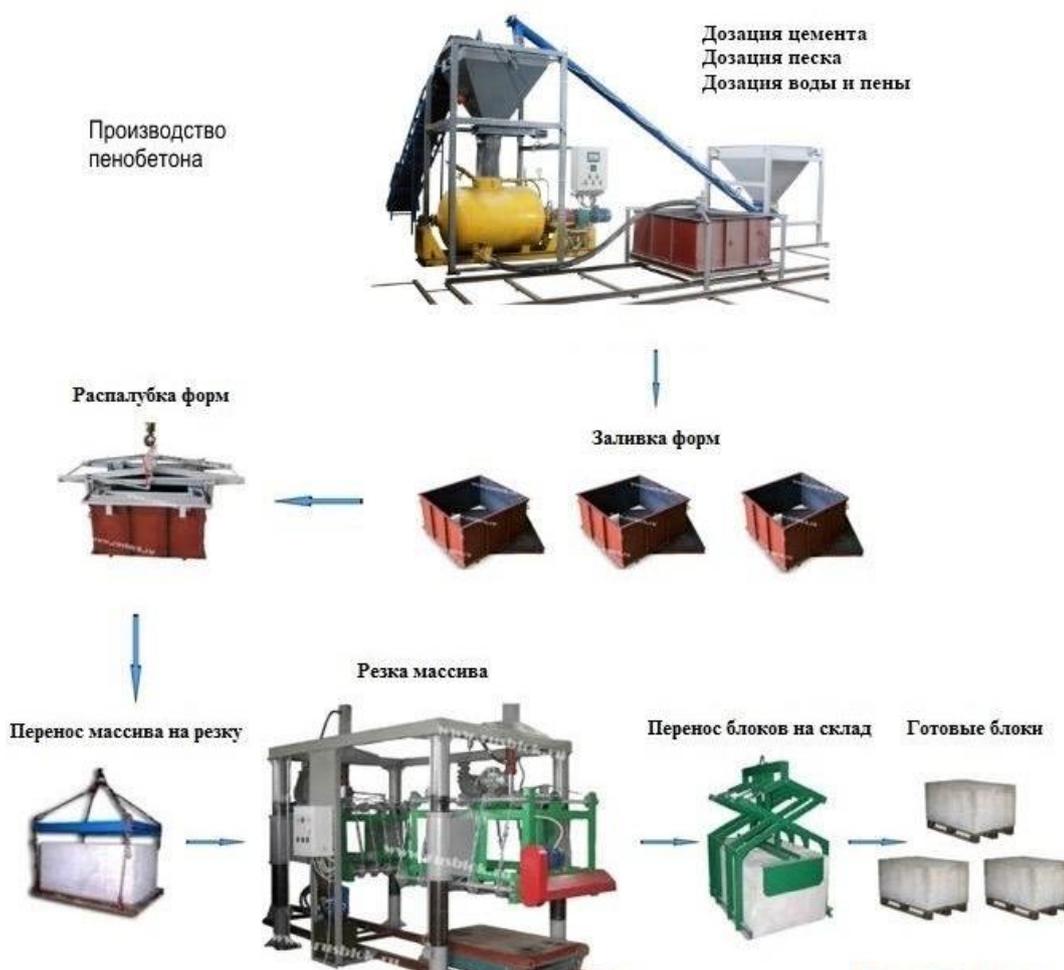


Рисунок 10 - Схема производства пеноблока²³.

Потребовалось долгое время чтобы получить качественный пеноблоки, так как при смешивании ингредиентов нужно учитывать граммовое соотношение. Первая партия ушло в брак, в данный момент из этих стройматериалов строят бани, гаражи и дома.

²² Предприниматель из города Алтая наладил выпуск стройматериалов из золы ТЭЦ
<https://inbusiness.kz/ru/amp/news/predprinimatel-iz-goroda-altaj-naladil-vypusk-strojmaterialov-iz-zoly-tec>

²³ Оборудование для производства пенобетона <https://rusblok.ru/>



Рисунок 11 - Пеноблоки²⁴.

В будущем мощность производства будет увеличиваться, планируется поставка и производства пеноблоков по всему Казахстану.

Песок является дорогим стройматериалом, его можно заменить ЗШО, складирование которого занимает огромные гектары территории.

²⁴ Предприниматель из города Алтая наладил выпуск стройматериалов из золы ТЭЦ
<https://inbusiness.kz/ru/amp/news/predprinimatel-iz-goroda-altaj-naladil-vypusk-strojmaterialov-iz-zoly-tec>

3.3 Содействие государства для увеличения доли переработки и повторного использования отходов золы

Планируется производство стройматериалов в Кызылорде. Директор ТОО «Чингиз LTD» Ерик Жунусов на заседании Регионального совета по привлечению инвесторов, презентовал проект «Организация производства по производству строительных изделий». Согласно газете Кызылординские вести:²⁵ «В рамках проекта планируется выпускать промышленную продукцию (шлакоблоки, брусчатку, бордюры) из отходов, собранных на золоотвалах ГКП «КТЭЦ» в течение 50 лет. На производственном объекте будет возможность выпускать 2400 штук продукции в сутки, в работе будет занято 35 человек. Производство планируется запустить в 2023 году.» Ответственный за проект Ерик Жунусов.



Рисунок 11 -Автомобильные дороги.²⁶

Пресс-служба Министерство индустрии и инфраструктурного развития (далее МИИР) РК 2020 году сообщили: «За 5 лет при строительстве дорог Казахстана использовали около 8 млн тонн промышленных отходов. С 2015 года во время строительства и реконструкции республиканских дорог специалисты применили 7 млн 730 тысяч тонн производственных отходов.»²⁷ В число производственных отходов входят также ЗШО.

В 2019 году подписано соглашение между АО «НК»КазАвтоЖол»и Комитетом экологического регулирования и контроля МЭГПР РК в течение 5 для строительства и реконструкции автодорог республиканского значения планируется использовать 5,3 млн тонн производственных отходов. Согласно государственной экологической экспертизе МЭГПР РК

²⁵ Кызылординские вести <https://kzvesti.kz/newspaper-articles/vnedrenie-industrialno-innovacionnyh-proektov-kljuch-k-novym-vozmozhnostjam-42928/>

²⁶ МИИР РК <https://www.gov.kz/memleket/entities/miid/press/news/details/41744?directionId=252&lang=ru>

²⁷ МИИР РК <https://www.gov.kz/memleket/entities/miid/press/news/details/41744?directionId=252&lang=ru>

Заключение

В Казахстане 179 электрических станций различной формы собственности, ежегодно 1 ТЭЦ образует и размещает около 1 млн тонн зола отходов. Складирование такого количество отходов занимает огромное количество территорий. Ежегодное увеличение образованных отходов приводит к тому, что производители ежегодно запрашивают дополнительные гектары земли, для складирования отходов. Золоотвалы оказывают негативное воздействие на окружающую среду и на деятельность человека. Целесообразным решением является переработка ЗШО, так как ЗШО содержит ценные ресурсы, которые можно извлечь и применять в других отраслях.

Согласно опыту зарубежных стран, успешное увеличение количества переработки ЗШО является результатом государственной политики по регулированию отходов ЗШО. В Китае законодательством запрещено добыча и использование природных минеральных ресурсов в строительстве при наличии в радиусе 80 км золоотвала ТЭЦ. Политика зарубежных стран также заключается в увеличении стоимости земли для золоотвала, таким образом для производителей невыгодно складирование ЗШО. Зарубежные страны успешно внедрили инновационные технологии по переработке ЗШО, за счет извлечения ценных ресурсов и ее перепродажи, для предпринимателей бизнес приносит хороший доход. Опыт зарубежных стран показывает, что данная тактика является успешной, а также способствует экономике замкнутого цикла, по использованию вторичного сырья.

Рекомендации по увеличению переработки ЗШО в РК:

1. Внедрение государственной политики по переработке ЗШО;
2. Обновление нормативно-правовой базы по ограничению выбросов и содействию экономики замкнутого цикла;
3. Установить целевой показатель по объемам утилизации продуктов сжигания твердого топлива (золошлаков) угольных ТЭС
4. Стимулирование экологически чистого производства;
5. Внедрение инновационных технологий по переработке;
6. Увеличить количество строительства автодорог с использованием ЗШО;
7. Увеличить количество производства стройматериалов с использованием ЗШО;
8. Поддержка предпринимателей по переработке ЗШО;

Список литературы

1. Как работает ТЭЦ Принцип работы тепловой электростанции; Константин Тихомолов 7 мая 2018 г. <https://www.youtube.com/watch?v=QWgg4FwLB-k>
2. «КЕГОС» <https://www.kegoc.kz/ru/electric-power/elektroenergetika-kazakhstan/>
3. Производство промышленной продукции в секции снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом в РК за 2021 год* <https://stat.gov.kz/official/industry/151/statistic/7>
4. Разрешение на эмиссии в окружающую среду для объектов I категории; <http://elicense.kz/Licenses/Details/db358c2f-66d3-4293-89ee-6ac8d6de7c74>
5. Выдача заключения государственной экологической экспертизы одновременно с разрешением на эмиссии в окружающую среду для объектов I категории <http://elicense.kz/Licenses/Details/253f3b54-1fb4-47e3-9a72-cc9a2a1fadab>
6. Выдача заключения государственной экологической экспертизы одновременно с разрешением на эмиссии в окружающую среду для объектов I категории <http://elicense.kz/Licenses/Details/7f068ad2-f92e-44af-9f53-4311626fef93>
7. ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПУТИ ИХ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ, Ш.М. Умбетова, Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева <https://kap.kz/file/2019/04/25/tekhnogennye-otkhody-predpriyatiy-energetiki-i-puti-ikh-vtorichnoy-pererabotki.p>
8. Золошлаки: нерешенная проблема; <https://www.eprussia.ru/epr/361/1492205.htm>
9. Заключение государственной экспертизы <http://elicense.kz/LicensingContent/SimpleSearchLicense>
10. Золошлаковые отходы часть 2. <https://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2>
11. Золошлаки ТЭЦ <https://sibgenco.online/news/element/ash-and-slag-from-tpps-how-much-can-you-lie-/>
12. ЗШО <https://titan-machinery.com/ru/zoloshlakovye-othody-proizvodstvo-kirpicha/>
13. СГК <https://sibgenco.online/news/element/ash-and-slag-from-tpps-how-much-can-you-lie-/>
14. Азиатская ассоциация угольной золы, Пекин, Китай ; Д. Харрис https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29056221_47648446.pdf
15. ЗШО https://www.researchgate.net/publication/259505206_A_review_of_the_alumina_recovery_from_coal_fly_ash_with_a_focus_in_China
16. Бенчмаркинг зарубежного опыта утилизации продуктов сжигания твердого топлива угольных ТЭС <http://www.fa.ru/org/faculty/fm/coik/SiteAssets/Pages/publications/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D1%87%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B3%20%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BE%D0%BF%D1%8B%D1%82%D0%B0%20%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D1%81%D0%B6%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%20%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%A2%D0%AD%D0%A1.pdf>
17. Forbes KAZAKHSTAN ; https://forbes.kz/leader/erkin_tatishev_zapustil_zavod_po_pererabotke_ugolnoy_zolyi/
18. PVL/NEWS <https://www.pavlodarnews.kz/novosti/pavlodarskiy-zavod-prevrashchaet-zoloshlakovye-otkhody-elektrostantsiy-v-eksportnoe-syre/>

19. Предприниматель из города Алтая наладил выпуск стройматериалов из золы ТЭЦ
<https://inbusiness.kz/ru/amp/news/predprinimatel-iz-goroda-altaj-naladil-vypusk-strojmaterialov-iz-zoly-tec>
20. Оборудование для производства пенобетона <https://rusblok.ru/>
21. Предприниматель из города Алтая наладил выпуск стройматериалов из золы ТЭЦ
<https://inbusiness.kz/ru/amp/news/predprinimatel-iz-goroda-altaj-naladil-vypusk-strojmaterialov-iz-zoly-tec>
22. МИИР РК
<https://www.gov.kz/memleket/entities/miid/press/news/details/41744?directionId= 252&lang=ru>