

МРНТИ 67.09.55

С.Н. Кожиков¹ – основной автор, | ©
М.А. Джусупова²

¹Магистр, преподаватель-практик, ²Канд. техн. наук, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0007-5865-070X>¹Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан²Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, г. Бишкек, Республика Кыргызстан¹sayan1988ksn@gmail.com<https://doi.org/10.55956/GJDU7225>

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИЗДЕЛИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ ЭКИБАСТУЗСКОЙ ТЭЦ

Аннотация. В статье рассматривается разработка составов композиционных вяжущих веществ и изделий на их основе с использованием золы Экибастузской ТЭЦ. Исследуются свойства золы как добавки в цементных и бетонных смесях. Приводятся результаты экспериментов по оптимизации состава вяжущих веществ для улучшения их механических характеристик и долговечности. Зола Экибастузской ТЭЦ используется в качестве активного минерального компонента, способствующего снижению затрат на производство и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Анализируются физико-химические свойства полученных материалов, их структура и фазовый состав. Результаты исследований демонстрируют возможность значительного повышения прочности, водонепроницаемости и морозостойкости изделий из композитных материалов при использовании золы в составе вяжущих веществ. В заключение предлагаются рекомендации по внедрению разработанных составов в промышленное производство.

Ключевые слова: ТЭЦ, зола, композиционные материалы, пуццолан.



Кожиков, С.Н. Разработка составов композиционных вяжущих веществ и изделий на его основе с использованием золы Экибастузской ТЭЦ [Текст] / С.Н. Кожиков, М.А. Джусупова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.240-246. <https://doi.org/10.55956/GJDU7225>

Введение. Современная строительная индустрия сталкивается с задачей разработки новых материалов, которые должны обладать улучшенными характеристиками, быть экономически выгодными и экологически безопасными. Одним из перспективных направлений является использование золы теплоэлектростанций (ТЭЦ) в составе композиционных вяжущих веществ. Это позволяет не только улучшить свойства конечных продуктов, но и решить экологическую проблему утилизации золы, накопленной в значительных объемах на территориях Экибастузской ТЭЦ.

Зола ТЭЦ: состав и свойства. Зола ТЭЦ представляет собой мелкодисперсный порошок, образующийся при сжигании угля на теплоэлектростанциях. В её составе присутствуют оксиды кремния, алюминия, железа, кальция и других элементов. Зола обладает пуццолановыми

свойствами, то есть способностью реагировать с гидроксидом кальция с образованием дополнительных гидратных продуктов, что улучшает плотность и долговечность цементного камня.

Преимущества использования золы ТЭЦ:

1. Экологическая безопасность. Использование золы ТЭЦ позволяет уменьшить объемы отходов, накопленных на электростанциях, что снижает нагрузку на окружающую среду.

2. Экономическая эффективность. Замена части традиционных компонентов (например, цемента) золой ТЭЦ позволяет снизить себестоимость производства строительных материалов.

3. Улучшение свойств материалов. Зола ТЭЦ улучшает такие характеристики, как прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и долговечность композиционных материалов [1].

Зола ТЭЦ используется в строительстве по всему миру благодаря своим пуццолановым свойствам, которые улучшают прочность и долговечность строительных материалов. Некоторые из ведущих стран по использованию золы ТЭЦ включают:

1. США. Зола ТЭЦ широко используется в производстве бетона и цемента, особенно в штате Техас, где находятся большие угольные электростанции.

2. Китай. Крупнейший производитель и потребитель золы ТЭЦ, активно использует её в строительстве дорог, производстве цемента и бетона.

3. Индия. Зола ТЭЦ применяется в строительстве бетонных блоков, кирпичей и дорожных покрытий. Широко используется на ТЭЦ в таких штатах, как Махараштра и Гуджарат.

4. Европа. В странах, таких как Германия и Польша, зола ТЭЦ используется для производства строительных материалов и стабилизации почвы.

Зола ТЭЦ из этих регионов используется благодаря её доступности и высоким пуццолановым свойствам, что делает её ценным компонентом в строительной индустрии [4].

Добыча золы. Зола теплоэлектростанций (ТЭЦ) является побочным продуктом процесса сжигания угля для производства электроэнергии и тепла. Добыча и сбор золы с ТЭЦ включают несколько ключевых этапов:

1. Процесс сжигания угля:

– уголь поступает в топку котла, где он сжигается при высоких температурах. В процессе сгорания образуется зола, которая разделяется на летучую золу и шлаки;

– летучая зола – это мелкодисперсная фракция, которая поднимается с дымовыми газами. Шлак остается на дне топки в виде крупнозернистого материала.

2. Сбор летучей золы:

– летучая зола улавливается из дымовых газов с помощью специальных устройств, таких как электрофильтры или рукавные фильтры;

– электрофильтры используют электрическое поле для осаждения мелких частиц золы на электродах. Эти частицы затем собираются и транспортируются в специальные бункеры;

– рукавные фильтры работают по принципу механической фильтрации, где дымовые газы проходят через тканевые фильтры, задерживая частицы золы. На рисунке 1 показан циклон в сборе с газоходами, зольником и

нагнетающим вентилятором-дымососом. Схема золоуловителя циклон производства «Факел» приведена на рисунке 2.



Рис. 1. Циклон в сборе с газоходами, зольником и нагнетающим вентилятором-дымососом



Рис. 2. Схема золоуловителя циклон производство «Факел»

3. Сбор шлака:

– шлак, оставшийся на дне топки, собирается с помощью механических устройств, таких как конвейеры или гидравлические системы;

– шлак может быть охлажден и раздроблен перед транспортировкой для дальнейшей утилизации или переработки.

На рисунке 3 показан принцип работы центробежного вихревого золоуловителя, на рисунке 4 приведен полный орошаемый циклон (традиционное вертикально-колонное исполнение).

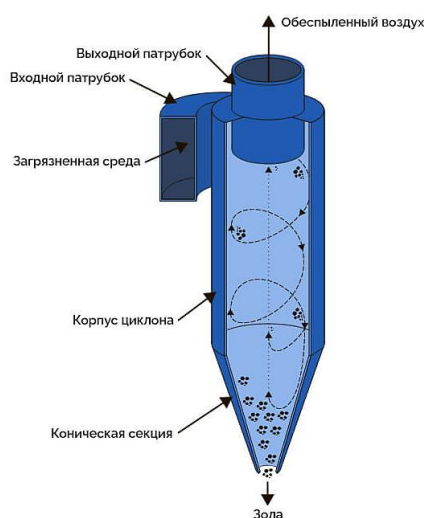


Рис. 3. Принцип работы центробежного вихревого золоуловителя

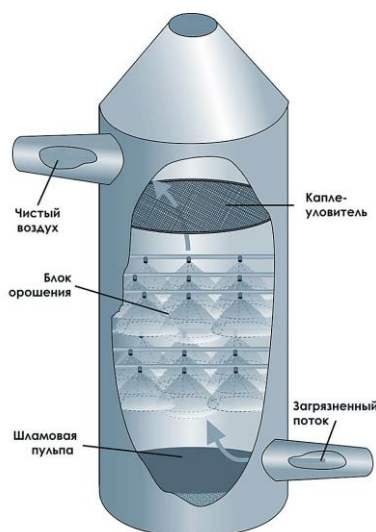


Рис. 4. Полый орошаемый циклон (традиционное вертикально-колонное исполнение).

4. Транспортировка и хранение:

- собранная зола транспортируется с помощью пневматических систем или конвейеров в специальные бункеры или силосы для хранения;
- для предотвращения пыления и загрязнения окружающей среды зола хранится в закрытых емкостях.

5. Утилизация и использование:

- часть собранной золы может быть утилизирована в полигонах отходов, но значительная часть используется в различных отраслях, включая строительство;

– зола ТЭЦ применяется в качестве добавки к цементу, бетонным смесям, дорожным покрытиям и другим строительным материалам.

Процесс добычи золы с ТЭЦ включает сжигание угля, улавливание летучей золы, сбор шлака, транспортировку и хранение. Улавливание золы и её дальнейшее использование в строительной индустрии не только позволяет эффективно утилизировать побочные продукты сжигания угля, но и способствует улучшению свойств строительных материалов и снижению их себестоимости [2].

Разработка составов композиционных вяжущих веществ. Для создания эффективных композиций с использованием золы ТЭЦ необходимо учитывать её химический состав и физические свойства. Зола обычно используется в смеси с цементом, известью или гипсом в различных пропорциях. Важным этапом разработки является подбор оптимальных соотношений компонентов для достижения требуемых характеристик.

Условия и методы исследований. Химический анализ золы. Определение содержания основных оксидов и выявление пуццолановой активности. Зола теплоэлектростанций (ТЭЦ) обладает сложным химическим составом, включающим различные оксиды и элементы. Основные компоненты золы ТЭЦ включают:

- Диоксид кремния (SiO_2). Обычно составляет 40-60% от общей массы;
- Оксид алюминия (Al_2O_3). Содержание варьируется от 15 до 30%;

- Оксид железа (Fe_2O_3). Присутствует в количестве 5-15%;
- Оксид кальция (CaO). Содержание может составлять от 1 до 10%;
- Магний, натрий и калий. Присутствуют в меньших количествах, менее 5% каждый.

Зола также содержит незначительные количества тяжелых металлов, таких как цинк, медь, свинец и кадмий, которые могут представлять экологическую опасность, если не утилизировать золу должным образом. Кроме того, в золе присутствуют углерод и органические остатки, что влияет на её физико-химические свойства и потенциальное применение.

Эти данные указывают на значительный потенциал использования золы ТЭЦ в строительных материалах благодаря её пуццолановой активности и доступности. Однако для безопасного и эффективного применения необходимы тщательные исследования и контроль содержания вредных примесей [5].

1. Подбор пропорций. Экспериментальный подбор соотношений золы, цемента и других компонентов с целью достижения оптимальных прочностных и эксплуатационных характеристик.

2. Тестирование. Изготовление пробных образцов и проведение испытаний на прочность, морозостойкость, водопоглощение и другие параметры.

3. Оптимизация состава. На основе результатов испытаний производится корректировка состава для улучшения характеристик конечного продукта.

Изделия на основе композиционных вяжущих веществ. Использование золы ТЭЦ позволяет создавать широкий спектр строительных изделий: бетонные блоки, плитку, строительные растворы и сухие смеси.

Примеры изделий:

1. Бетонные блоки. Добавление золы позволяет уменьшить плотность блоков, улучшая их теплоизоляционные свойства.

2. Строительные растворы. Включение золы в состав растворов повышает их удобоукладываемость и адгезию.

3. Дорожные покрытия. Композиты с золой демонстрируют высокую стойкость к воздействию агрессивных сред и механическим нагрузкам.

Результаты исследований и их обсуждение. Использование золы ТЭЦ в составе композиционных вяжущих веществ открывает широкие перспективы для создания новых строительных материалов с улучшенными характеристиками. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на:

- Оптимизацию состава смесей: подбор оптимальных соотношений золы и других компонентов для достижения максимальных эксплуатационных характеристик;

- Изучение взаимодействия золы с различными вяжущими веществами: исследование влияния золы ТЭЦ на свойства смесей на основе цемента, гипса, извести и других вяжущих веществ;

- Разработка новых технологий производства: создание инновационных методов и технологий для интеграции золы ТЭЦ в процесс производства строительных материалов;

- Оценка долговечности и эксплуатационных характеристик: проведение долговременных испытаний для оценки прочности,

морозостойкости, водопоглощения и других параметров строительных материалов с добавлением золы ТЭЦ [3].

Заключение. Разработка и внедрение композиционных вяжущих веществ с использованием золы ТЭЦ представляют собой перспективное направление в строительной индустрии, сочетающее экологическую и экономическую эффективность с улучшенными эксплуатационными характеристиками строительных материалов. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать созданию более устойчивой и экономически эффективной строительной отрасли в будущем.

Список литературы

1. Иванов, А.А. Использование золы ТЭЦ в строительстве [Текст] / А.А. Иванов, Б.Б. Петров // Строительные материалы. – 2023.
2. Смирнова, В.В. Экологические аспекты утилизации золы ТЭЦ [Текст] / В.В. Смирнова // Экологический вестник. – 2022.
3. Козлов, М.М. Композиционные вяжущие вещества и их применение [Текст]: монография / М.М. Козлов. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2021.
4. The Constructor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://theconstructor.org/>. Дата обращения: 03.05.2024.
5. ScienceGate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencegate.app/>. Дата обращения: 05.05.2024.

Материал поступил в редакцию 17.07.24.

С.Н. Кожиков¹, М.А. Джусупова²

¹*Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан*

²*И. Раззаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті, Бішкек қ.,
Қырғызстан Республикасы*

ЕКІБАСТҰЗ ЖЭО КҮЛІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ТҰТҚЫР ЗАТТАР МЕН ОНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН БҰЙЫМДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Мақалада Екібастұз ЖЭО күлін пайдалана отырып, композициялық тұтқыр заттар мен олардың негізінде жасалған бұйымдардың құрамын әзірлеу қарастырылады. Күлдің қасиеттері цемент пен бетон қоспаларындағы қоспалар ретінде зерттеледі. Тұтқыр заттардың құрамын олардың механикалық өнімділігі мен беріктігін жақсарту үшін оңтайландыру эксперименттерінің нәтижелері келтірілген. Екібастұз ЖЭО күлі өндіріс шығындарын төмендетуге және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға ықпал ететін белсенді минералды компонент ретінде пайдаланылады. Алынған материалдардың физика-химиялық қасиеттері, олардың құрылымы мен фазалық құрамы талданады. Зерттеу нәтижелері тұтқыр заттардың құрамында күлді пайдалану кезінде композициялық материалдардан жасалған бұйымдардың беріктігін, су өткізбейтіндігін және аязға төзімділігін айтарлықтай арттыру мүмкіндігін көрсетеді. Қорытындылай келе, өнеркәсіптік өндіріске әзірленген құрамдарды енгізу бойынша ұсыныстар ұсынылады.

Тірек сөздер: ЖЭО, күл, композициялық материалдар, пуццолан.

S.N. Kozhikov¹, M.A. Dzhusupova²

¹Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

²Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF COMPOSITE BINDERS AND PRODUCTS ON ITS BASIS USING ASH FROM EKIBASTUZ THERMAL POWER PLANT

Abstract. The article discusses the development of compositions of composite binders and products based on them using the ash of the Ekibastuz thermal power plant. The properties of ash as an additive in cement and concrete mixtures are investigated. The results of experiments on optimizing the composition of binders to improve their mechanical characteristics and durability are presented. The ash of the Ekibastuz thermal power plant is used as an active mineral component that helps reduce production costs and reduce the negative impact on the environment. The physicochemical properties of the obtained materials, their structure and phase composition are analyzed. The results of the research demonstrate the possibility of significantly increasing the strength, water resistance and frost resistance of products made of composite materials when using ash in the composition of binders. In conclusion, recommendations are offered for the introduction of the developed formulations into industrial production.

Keywords: CHP, ash, composite materials, pozzolan.

References

1. Ivanov A.A., Petrov B.B. The use of CHP ash in construction // Building Materials, 2023 [in Russian].
2. Smirnova V.V. Environmental aspects of utilization of CHP ash // Ecological Bulletin, 2022 [in Russian].
3. Kozlov M.M. Kompozitsionnyye vyazhushchiye veshchestva i ikh primeneniye [Composite binders and their application]: monograph. – Chelyabinsk: Publishing House of the Chelyabinsk State University, 2021 [in Russian].
4. The Constructor [Electronic resource]. Access mode: <https://theconstructor.org/>. Date of application: 05/03/2024.
5. ScienceGate [Electronic resource]. Access mode: <https://www.sciencegate.app/>. Date of application: 05.05.2024.