

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

д.т.н., профессора Тургумбаева Женишбека Жумадыловича, эксперта диссертационного совета Д 05.23.664 при Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б. Ельцина по диссертации Кульшиковой Сауле Тюякбайевны на тему: «Оптимизация рецептуры и свойств композиционных вяжущих веществ и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделия.

Рассмотрев представленную соискателем Кульшиковой Сауле Тюякбайевны диссертацию, пришел к следующему заключению:

### 1. СООТВЕТСТВИЕ РАБОТЫ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРОЙ ДАНО ПРАВО ДИССЕРТАЦИОННОМУ СОВЕТУ ПРИНИМАТЬ ДИССЕРТАЦИИ К ЗАЩИТЕ

Представленная кандидатская диссертация на тему: «Оптимизация рецептуры и свойств композиционных вяжущих веществ и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов», выполненная Кульшиковой Сауле Тюякбайевной соответствует профилю диссертационного совета Д 05.23.664, которому дано право принимать к рассмотрению кандидатские диссертации по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия.

Диссертационные исследования направлены на изучение возможности использования золошлаковых отходов, в частности золы гидроудаления и золошлаковой смеси в качестве наполнителей в цементы и топливного шлака в качестве мелкого заполнителя для производства мелкозернистых бетонов, что вполне соответствует паспорту специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделий, а именно следующим пунктам области исследований:

*пункт 7 - Разработка составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности.*

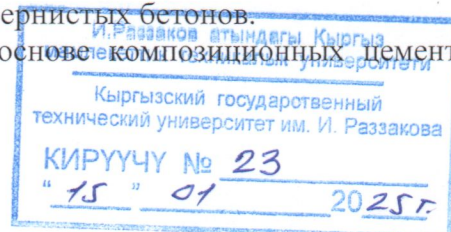
*пункт 8. Развитие системы контроля и оценки качества строительных материалов и изделий.*

### 2. ЦЕЛЬЮ ДИССЕРТАЦИИ ЯВЛЯЕТСЯ

*Цель исследования:* Разработка составов и технологии получения композиционных цементных вяжущих веществ и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов.

*Поставленная цель достигнута решением в диссертации следующих задач:*

- Проведено исследование химико-минералогического состава и основных квалификационных признаков золошлаковых отходов.
- Изучены физико-химические особенности структурообразования композиционного цементного вяжущего вещества с использованием золошлаковых отходов.
- Изучено влияние механической активации, количества и способа введения золошлаковых отходов на свойства вяжущих веществ.
- Проведена оценка эффективности использования цемента в композиционных вяжущих веществах разной степени наполненности отходами.
- Исследованы основные физико-механические свойства заполнителей из золошлаковых отходов и определен их оптимальный состав для мелкозернистых бетонов.
- Разработаны составы мелкозернистых бетонов на основе композиционных цементных вяжущих и заполнителя из золошлаковых отходов;



- Разработана технологическая схема и выполнен расчет экономической эффективности изготовления композиционных вяжущих веществ и изделий из них.

**Объектом** исследования в данной диссертации являются композиционные цементные вяжущие с использованием золошлаковых отходов и мелкозернистые бетоны на их основе.

**Предмет исследования:** Изучение свойств золошлаковых отходов, в частности золы гидроудаления, золошлаковой смеси и топливного шлака. Разработка оптимального состава композиционных цементных вяжущих и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов.

В рамках данной диссертации при проведении исследований золошлаковых отходов применялись следующие **методы:** химический, физико-химический, микроскопический, анализ гранулометрического состава.

Экспериментальные исследования проводилась с использованием методов экспериментально-статистического моделирования для оптимизации составов композиционных вяжущих и бетонов на их основе.

Исследование, проведенное в рамках данной диссертации, **соответствует требованиям специальности 05.23.05** – строительные материалы и изделия.

#### **Актуальность темы диссертации.**

В настоящее время перед строительной отраслью особенно остро стоит задача рационального использования природных ресурсов в соответствии с концепцией устойчивого развития страны.

Из огромного количества минерального сырья, извлекаемого из природной среды для целей производства, в конечный продукт превращается лишь 1,5-2,0%. Из отраслей, потребляющих промышленные отходы, наиболее емкой является промышленность строительных материалов, доля сырья которой в себестоимости продукции достигает 50 % и более.

Наиболее многотоннажным и дешевым сырьем для использования в строительной индустрии могут служить топливные отходы теплоэлектростанций. Ценность данного техногенным сырья в виде золошлаковых отходов (ЗШО) по результатам многих исследований заключается в их низкой рыночной стоимости и способности проявлять пуццолановые свойства самостоятельно или в присутствии активаторов. Использование ЗШО позволяет экономить до 30 % цемента и более половины природных заполнителей, снизить теплопроводность бетонов, снизить массу зданий и сооружений. При уменьшении массы бетона на 10 % стоимость конструкции снижается на 3 %. Эффективной заменой портландцементу могут стать композиционные вяжущие с добавками из ЗШО.

В Кыргызстане только на одной Бишкекской ТЭЦ расход топлива в зависимости от сезона в сутки колеблется от 3,5 тыс. тонн до 7 тыс. тонн, выбрасывая в окружающую среду 20-25 тонн золы и различные соединения химических веществ. За год объемы ЗШО составляют 300-350 тысяч тонн и занимают 178 гектаров земельных угодий.

Основной причиной отставания Кыргызстана от ведущих стран мира по показателям ресурсоемкости экономики является низкий уровень развития производственной базы, использование устаревшего оборудования. Из-за несовершенства технологической базы значительная часть перерабатываемого сырья переходит в категорию отходов.

В связи с вышеизложенным в исследованиях соискателем изучалась возможность использования золошлаковых отходов в качестве наполнителей в цементах и заполнителей для получения композиционных цементных вяжущих веществ и бетонов на их основе.

### **3. НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В данной работе были получены следующие новые и научно обоснованные положения и результаты, которые имеют важное значение для развития строительной науки:

- Выявлено, что независимо от метода отбора из топочных агрегатов и условий хранения золошлаковых отходов они имеют равнозначный химический состав, но отличаются

фазовым составом, влияющий на процессы структурообразования композиционного вяжущего вещества.

- Выявлены закономерности влияния способа введения, времени активации, вида и количества золошлаковых отходов на основные физико-механические и структурные характеристики композиционных вяжущих веществ.

- Установлена зависимость эффективности использования портландцемента в композиционных вяжущих веществах от наполнения золошлаковыми отходами и условий твердения.

- Установлена оптимальный гранулометрический состав мелкого заполнителя из топливного шлака для мелкозернистых бетонов на цементнозольных и цементнозолошлаковых вяжущих.

- Получены экспериментально-статистические модели основных свойств композиционного вяжущего вещества с наполнителями из золы гидроудаления или золошлаковой смеси.

- Разработаны оптимальные составы облегченного мелкозернистого бетона классов В 7,5 – В 20,5 на композиционных вяжущих веществах из золы гидроудаления или золошлаковой смеси и шлакового заполнителя.

Углубление теоретических знаний о формировании структуры дисперсных систем в области строительного материаловедения, позволяющее расширить представления о влиянии способа подготовки топливных отходов (смешивание или измельчение) на основные свойства получаемых вяжущих и мелкозернистых бетонов, позволяет экономить цемент, расширить сырьевую базу, участие топливных отходов в производстве и улучшить экологическую обстановку населенных пунктов.

**Достоверность и степень обоснованности каждого научного положения, выводов и заключений, представленных в диссертации, опирается на следующие факторы и методы:**

- Теоретические и экспериментальные исследования: Соискателем проведен критический анализ литературных источников, посвященных изучению и использованию золошлаковых отходов. Автором проведена систематизация золошлаковых отходов по содержанию основных оксидов. Выявлено, что золошлаковая смесь и зола гидроудаления равнозначны, поскольку являются продуктом обжига идентичного топлива и составляют:  $\text{SiO}_2$  – 52,09 и 52,0 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 20,0 и 21,58 %;  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,23 и 2,27 %. По содержанию кремнезема и модулю основности  $M_o$  – 0,14 и 0,11 они относятся к кислым. Анализ качественных характеристик показал, что зола ГУ, ЗШС, топливный шлак отвечают требованиям ГОСТ Р 57789-2017 и рекомендуются для применения в виде наполнителей для цемента и заполнителей для бетонов различного назначения.

- Двухфакторный эксперимент: Для определения оптимальных параметров рецептурно-технологических факторов, где удовлетворяются нормативные требования к композиционным вяжущим (ЦЗВи) на основе золы ГУ и (ЦЗШВи) золошлаковой смеси проводились эксперименты по 2-х факторному плану.

- Применение информационных технологий и программного обеспечения: Использование экспериментально-статистического метода моделирования рецептуры и свойств композиционных вяжущих и бетонов предполагает точность и обоснованность полученных научных положений и выводов. Поскольку соискателем использовались современные информационные технологии и программное обеспечение для расчёта коэффициентов регрессии моделей свойств «методом наименьших квадратов» по программе MNQ и их графических образов по программе «NOMO».

- Сравнительный анализ: В диссертации проведен сравнительный анализ полученных результатов с данными исследований альтернативных источников. Это позволяет подтвердить достоверность и обоснованность полученных научных положений и выводов. Исходя из этой методологии и использования разнообразных исследовательских подходов, можно

утверждать, что результаты и выводы в диссертации имеют высокую степень обоснованности и достоверности.

**Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации**

Каждый из представленных научных результатов (положений) в диссертации обладает своей степенью новизны:

Результат 1: Для обеспечения прочности, равнозначной исходному цементу  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}} = 33,0$  МПа, оптимальное содержание золы ГУ должно быть 15-22 % и время измельчения 1,0-1,5 часа. Максимальное наполнение золой ГУ 50 % и помоле 1 час прочность снижается на 12 % и составляет  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}} = 29,0$  МПа.

Результат 2: После активации вяжущего ЦЗШВ помолом в течении 1,5 -2 часа прочность  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}}$  растет: с 10% ЗШС  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}}$  растет от 31 до 38 МПа, с ЗШС 30% увеличивается от 22 до 33 МПа, с ЗШС 50 % растет от 22 до 32 МПа. Максимальная утилизация ЗШС 50 % в композиционное вяжущее ЦЗШВ с прочностью  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}} = 29-32$  МПа возможна только при условии его активации помолом 1,5 - 2 часа.

Результат 3: Наибольший коэффициент эффективности  $K_{\text{эф}}$  обеспечивается для вяжущих при совместным измельчении цемента. По мере увеличения добавки ЗШС наблюдается увеличение показателя  $K_{\text{эф}}$  от 0,383 до 0,563, а вяжущее с золой ГУ показало изменения  $K_{\text{эф}}$  от 0,335 до 0,432.

Результат 4: Наибольшие показатели прочности мелкозернистого бетона  $R^{\text{тв}}_{\text{сж}} = 20$  МПа и  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}} = 26$  МПа при содержании золы ГУ 10 % и соотношении ЦЗВи: Ш (смесь фракций 0-5 и 5-10 мм) - 1:2. При количестве наполнителя 40 % на 28 сутки твердения обеспечивается прочность  $R^{28\text{сут}}_{\text{сж}} \geq 20,0$  МПа и плотность в пределах 1800-1820 кг/м<sup>3</sup>.

Результат 5: Установлено, что чем ниже класс мелкозернистого бетона, тем большее количество золошлаковых отходов можно использовать в цемент.

В совокупности эти результаты вносят значительный вклад в развитие научных знаний в области строительного материаловедения в части утилизации техногенных отходов топливно-энергетической промышленности, а значит, вносят существенный вклад в улучшение экологической обстановки и оздоровления окружающей среды.

**Оценка внутреннего единства и направленности полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи**

Научные результаты, представленные в диссертации Кульшиковой Сауле Тюякбайевны, оцениваются как логично последовательное исследование, в котором предлагаются технологические решения по утилизации золошлаковых отходов.

Оценка внутренней согласованности результатов показывает, что работа написана с учетом всех аспектов, включая теоретические и экспериментальные исследования, экспериментальное и статистическое моделирование свойств композиционных вяжущих и мелкозернистого бетона. Это позволило показать возможность использования топливных отходов, образующихся на ТЭЦ, для рационального использования цемента и сокращения расхода природных ресурсов при одновременном решении экологических проблем.

Стоит также отметить, что результаты, полученные в данной работе, согласуются с результатами других авторов, что подтверждает их научную значимость и актуальность. Эта согласованность усиливает значимость и надежность полученных результатов.

Кроме того, практическая ценность и применимость работы исследований соискателя подчеркивается использованием полученных результатов исследований на производственных объектах. Данная работа вносит вклад в решение таких научных проблем, как рациональное природопользование, расширение сырьевой базы за счет использования топливных отходов и улучшение состояния окружающей среды путем разработки научно обоснованных технических и технологических методов, внедрение которых внесет значительный вклад в развитие строительной отрасли.

Диссертация соответствует следующему квалификационному признаку: *«изложение научно обоснованных технических, социально-экономических или технологических*

*разработок, имеющих существенное значение для экономики страны в зависимости от сферы науки и тематики» - п.2, статьи 11 Положения о порядке присуждения ученых степеней Национальной аттестационной комиссии при Президенте Кыргызской Республики.*

#### **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Практическая значимость результатов, полученных в кандидатской диссертации Кульшиковой Сауле Тюякбайевны высока, и охватывает следующие области:

– Экономическая выгода: При изготовлении цементнозолошлакового вяжущего (ЦЗШВ) в количестве 10 000 т в год экономический эффект составит 3 836 970 сом; От выпуска вяжущего с золой гидроудаления ГУ (30%) 10 000т в год составит 3 422 300 сом; от выпуска вяжущего с ЗШС (20%) 10 000 т в год составит 3 836 970 сом; при выпуске 10000 тонн бетона В-15 (М200) экономический эффект составит 2 490 000 сом и бетона В-7,5 (М100) составит 1 700 000 сом; при изготовлении 10 000 штук условного стенового блока из мелкозернистого бетона В-15 (М200) экономическая эффективность составит 29 600 сом .

– Внедрение в производство: предложенные рационально подобранные экспериментальные составы бетона класса В-15 (М 200) были использованы при изготовлении товарного бетона. На предприятии ЗАО Кум-Шагыл были изготовлены стеновые блоки из мелкозернистого бетона на вяжущем с наполнителем 20% золошлаковой смеси и вяжущем с золой гидроудаления 30%.

– Блоки из бетона класса В-15 (М200) имели плотность 1840 кг/м<sup>3</sup>, Мрз 75,  $\lambda=0,67$  Вт/м×К и отвечали требованиям ГОСТ 6133-99 «Камни бетонные стеновые».

– Образовательный аспект: Материалы и результаты исследования также используются в учебном процессе Жезказганского университета имени О.А. Байконурова (ЖезУ) для студентов, обучающихся по специальности «Строительство». Это способствует образованию специалистов, обладающих знаниями и навыками в области строительства.

– Повышение надежности и безопасности: Разработанные композиционные вяжущие с использованием наполнителя из топливных отходов в замен части цемента предполагают сохранение его свойств, благодаря их дисперсности и пуццоланической активности. Полученные мелкозернистые бетоны соответствуют заданному классу в зависимости от количества утилизируемого наполнителя и заполнителя. Безопасность используемых топливных отходов подтверждается полученным положительным Заключением по результатам радиологических испытаний проб золы.

Отмечаю, что результаты данной диссертации имеют практическое применение, которое охватывает экономические, экологические, ресурсосберегающие и образовательные вопросы в области производства строительных материалов. Это способствует повышению эффективности, общей безопасности и развитию отрасли строительной индустрии.

#### **5. СООТВЕТСТВИЕ АВТОРЕФЕРАТА СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования. Автореферат имеет идентичное резюме на кыргызском, русском и английском языках.

#### **6. ЗАМЕЧАНИЯ**

1. Следовало бы рассмотреть для сравнения составы мелкозернистых бетонов на основе природных песков с различным модулем крупности.
2. При изучении основных свойств мелкозернистых бетонов следовало бы рассмотреть дополнительно его деформативные свойства, поскольку имеются различия в механизме структурообразования цементной матрицы с наполнителями из зольных отходов.
3. При разработке составов мелкозернистых бетонов необходимо было использовать еще и химические добавки, которые несомненно положительно сказались на его свойствах.

## 7. ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В соответствии с перечнем НАК КР ведущих (оппонирующих) организаций (28 марта 2019 года № 067) предлагаю в качестве Ведущей организации назначить Государственный институт сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования (720048, Кыргызская Республика, г. Бишкек, улица Чокана Валиханова 2), в котором проводятся исследования в области строительных материалов.

Первым официальным оппонентом предлагаю - доктора технических наук, профессора, Касымову Марьям Токтахуновну (специальность по автореферату 05.23.05), которая имеет труды, близкие к проблеме исследования.

Вторым официальным оппонентом - кандидата технических наук Мелибаева Содикжон Жоробаевича (специальность по автореферату 05.23.05), который имеет труды, близкие к проблеме исследования.

## 8. РЕКОМЕНДАЦИИ

Соискателю рекомендуется продолжить и углубить исследования в данном направлении, поскольку она имеет большое практическое значение. В связи с чем, рекомендуется продолжить исследования в данном направлении, которые являются без сомнения актуальной, и относится по паспорту специальности 05.23.05 пункта 7, 8.

## 9. Заключение

Несмотря на указанные замечания представленное диссертационное исследование содержит новые научно-обоснованные результаты, имеющие прикладной характер совокупность которых, имеет важное значение для развития строительной отрасли.

**10. Эксперт** диссертационного совета, рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 05.23.664 при КГТУ имени И. Раззакова и КРСУ имени Б. Ельцина **ПРИНЯТЬ диссертацию Кульшиковой Сауле Тюякбайевны на тему «Оптимизация рецептуры и свойств композиционных вяжущих веществ и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов»**, представленную на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия, и **РЕКОМЕНДОВАТЬ К ЗАЩИТЕ**.

### Эксперт:

Доктор технических наук, профессор  
кафедры «Механика и промышленная инженерия»  
Кыргызского государственного технического  
университета им. И. Раззакова.



Тургумбаев Ж.Ж.

Подпись Тургумбаева Ж.Ж, заверяю

